

Titanyum Mineralleri ve Geleceği

Necat GÖNCÜ MTA Genel Müdürlüğü, Fizibilite Etüdleri Dairesi, Ankara

GENEL BİLGİLER

Yerkabuğunun yapısında % 0.62 oranında bulunan titanyum, litosferde bol bulunan elementlerin dokuzuncusudur. Atom sayısı 22, atom ağırlığı 47.90, özgül ağırlığı 4.51, ergime noktası 1725° C dir. Titan aşınmaya olan yüksek direnci, düşük özgül ağırlığı ve alaşımları nedeniyle giderek artan bir önem kazanmaktadır. Tüketimi çok yeni olan bir metaldir. Titan oksitlerinin boya olarak kullanılışı ise eskidir.

Tarihçe

Titanyum ilk kez 1791 yılında, İngiliz mineralog ve papazı William Gregor tarafından Menachin'deki (Cornwall-İngiltere) siyah manyetik (menachinite) kumlarında bulunmuş ve «menachite» adı verilmiştir. Daha sonra, 1794 yılında Alman kimyacı Klaproth mitolojideki «dev»lere (Titanlara) bağlayarak bu minerale (Titanyum) adını vermiştir.

Titanyum minerallerinin madenciliği 1880-1900 yılları arasında başlamıştır. Dünyada titanyum pigment endüstrisinin başlama tarihi 1918 dir. Titanyumun metal olarak endüstride kullanımı ise 1950'lerde başlamıştır. Avrupa'da ilk titanyum üretim tesisi 1954 yılında Birmingham (İngiltere) de kurulmuştur.

Özellikleri ve Kullanım Alanları

Titan arı halde gümüş parlaklığında ve yüksek mekanik dayanıma sahip olan bir metaldir. Dayanımı ve aşınmaya karşı koymasına rağmen ağırlığı çelik ağırlığının yarısına karşılık gelir. Böylece titan olağanüstü yüksek dayanım/ağırlık oranına sahiptir. Elektrokimyasal yöntemlere uygunluk gösterir, iyi elektrik geçirgenliği vardır. Tuzlu su aşınmasına karşı gösterdiği direnç diğer metallere oranla yüksektir. Endüstride «her derde deva metal» şeklinde adlandırılmaktadır.

Titanyum tüketiminin büyük kısmı pigment üretimine, geri kalan kısmı ise sünger metal, kaynak çubuğu kaplamaları, karbürlerin yapımında, seramik ve camda kullanılır. Işığı kırıcı etkisi nedeniyle titan dioksit pigmenti için en büyük pazar yüzey kaplamacılığıdır. Titan oksit boyalara beyazlık, parlaklık ve opaklık verir. Kurşun veya çinko oksite kıyasla beyaz titan daha fazla avantaj sağlar. Daha büyük kaplama gücüne sahiptir, ve toksik (zehirli) olmadığı gibi havanın etkisiyle rengini kaybetmez veya bozulmaz.

Titan pigmentler, kağıt kaplamalarda veya kağıt dolgularda opaklığı, parlaklığı ve basılabilirliği artır-

mak için kullanılmaktadır. Söz konusu pigment, fotoğraf kağıtlarında, gazete kağıdı dışında nerdeyse tüm baskı kağıtlarında kullanılır. Titanyum pigment için diğer bir büyük pazar plastik sanayidir. Morötesi ışınlarının bozulum yapmasına karşı gösterdiği direnç, ışığı fazla kırma özelliği, beyazlığı, kimyasal etkisizliği sayesinde polietilen, polvinil klorür, polistiren ve poliolefin tipi plastiklerde geniş kullanım alanı bulur. Ticari kesici karbit aletleri Mo, Ni veya Co matrislerinde tungsten karbit içerip içermemelerine göre % 8 veya % 25 oranında titanyum bulundurulur.

Titanyum, basınca dayanıklılığı tuzlu su içinde aşınmaya karşı direnci nedeniyle denizaltı yapımında, deniz suyundan içme suyu yapan tesislerde, denizden mineral elde edecek aletlerde kullanılabilir. Son derece ince bir platin tabakası ile kaplı ve titandan yapılmış anotların elektroliz hücrelerinde, nükleer reaktörlerin sevk takımları ve kontrol çubuk astarları gibi aksamlarında kullanılır.

Titanyumun çeliğe göre hafif olması, alüminyumun tersine saf halde kullanılabilirliği, yoğunluğunun azlığı, aşınmaya olan yüksek direnci bu metalin uçak, roket ve uzay endüstrisinde kullanımını sağlar. Uçak sanayiinde kullanılan pek çok titanyum alaşımı içinde en yaygın olanları Ti-6Al-4V ve Ti-4Al-4Mo-25Sn-0.5Si dir. Titanyum günümüzde ticari uçakların yapısal ağırlığının % 5-10 unu oluşturmaktadır. Bu oran askeri uçaklarda daha da yükselebilmektedir. Avrupa ortak yapımı Tornada' da her uçakta 1000 kg titanyum ve alaşımı kullanılmaktadır. Gene Avrupa ortak yapımı olan Airbus A310 uçağında kullanım oranı yüksektir. MX Roket programı için öngörülen miktar 150 tondur. Mach 2.0 hızında uçabilen Concorde uçağının motorunda yaklaşık % 4 titanyum kullanılmıştır.

Bunlardan başka ferro titan, çeliklerde oksijen giderici ve temizleyici olarak kullanılan malzemeler arasında en etkilisidir.

Titanyum Alaşımları

Titanyum alaşımları ilk kez 1945 de ABD'de üretilmiştir.

Titanın yüksek olan elastikiyet modülü ($16.8 \times 10^{16}/\text{mc}^2$), alüminyumun (10×10^6) ve magnezyumunun (6.5×10^6) esneklik modülleri ile kıyaslandığında, titanın avantajlı durumu görülür. Titan, alüminyum alaşımları için emniyetli olarak belirtilen sıcaklıklardan daha yüksek sıcaklıklarda olağanüstü bir dayanım/ağırlık oranına sahip olup, 500°C e kadar olan yüksek sıcaklıklarda doyurucu

sürünme özellikleri gösterebilir. Titan ve titan alaşımlarının yorulma oranı çoğu demirdışı metallerin sahip oldukları yorulma oranından önemli derecede daha yüksektir.

Titanyum Mineralleri

Titan tam anlamı ile litofil bir elementtir. Ticari değerdeki titanyum cevherlerinin başında ilmenit ve rutil yer alır. Löykoksen, anatas ve perovskit ikincil titanyum cevherleridir. Çizelge 1 de titanyum mineralleri gösterilmiştir.

Çizelge 1 — Titanyum Mineralleri

Mineralin Adı	Fomülü
Ilmenit	$FeTiO_3$
Rutil	TiO_2
Anatas	TiO_2
Brukrit	TiO_2
Perovskit	$CaTiO_3$
Sfen (Titanit)	$CaTiSiO_5$
Arizonit	Fe_2TiO_5
Nigrin	$(Ti, Fe)O_2$
Titanomanlelit	$Fe_3O_4 \cdot FeTiO_3$
Kromrutil	$(Ti, Cr)O_2$
Geikielit	$MgTiO_3$
Knopit	$(CaTiCe_2)O_3$
Fulvit	TiO
Kalkovskin	$Fe_3Ti_3O_9$
Doetlerit	TiO_2
Ansovit	Ti_3O_5
Pirophanit	$MnTiO_3$
Warwichit	$(MgFe)TiO_3 \cdot (BO_3)_2$
Heptunit	$Na_2FeTi(Si_4O_{12})$
Baritorit	$BaTi(Si_3O_9)$
Ulvit	Fe_2TiO_4

TİTANYUM MİNERALLERİNİN OLUŞUMU

Titanyum mineralleri magnetik, sedimanter (plaser) ve metamorfik oluşumludur.

Mağmatik Yataklar: Mağmatik kayalarda ortalama titan tenörü % 0.44 dür. Likid mağmasal evreden titan zenginleşmeleri büyük olmaktadır. Gravitatif magma zenginleşmeleri ile oluşan ilmenit ve titanomanyetitler, silikat kristallenmelerinden sonra eriyik halde kalabilen ve yayılabilen magmalar oluştururlar. Birincil titan yatakları bazik taşlara, gabro ve anortozitlere bağlıdır. Birincil yataklarda ilmenit rutile oranla daha çok bulunur. Pegmatitlerde de titan zenginleşmeleri genellikle ilmenit ve rutil biçiminde olmaktadır. Rutil, alkali gabroyid ve alkali siyenit pegmatitlerinde sık rastlanan bir mineraldir. Bütün hidrotermal oluşumlarda titan saptanmıştır. Kıvrımlı dağ oluşumlarının son evresinde titan çatlakları doldurulur ve bazen «titan formasyonu» adı verilebilecek dolgular oluşur. Gabro ve anortozit kayalarından ticari titanyum mineralleri elde edilmektedir (Meksika, Kanada, ABD, SSCB, Norveç ve Finlandiya), Mağmasal evrede oluşan titanomanyetit ve ilmenit yataklarında bir miktar vanadyum da vardır (Hindistan).

Sedimanter Yataklar: Rutil ve ilmenit, sertlikleri ve kimyasal bozulmaya karşı dirençlerinden dolayı plaser yataklarının oluşumları sırasında bozulmadan kalabilirler. Siyah renkli olmalarından dolayı «siyah kumlar» diye adlandırılırlar. Sedimanter yataklarda, volkanik taşların ayrışması ile % 8-35 Ti zenginleşmesi olabilir de tenör yönünden daha zengin yataklar bulunmaktadır. İlmenit kumlarının TiO_2 tenörü Güney Afrika da % 48, Avustralya'da % 54, Hindistan'da % 60ı bulmaktadır. Plaser yataklar akarsu ve plaj plaserleri şeklinde olmaktadır (Güney Afrika, Avustralya, ABD, Sri Lanka, Hindistan, Malezya, Brezilya ve Norveç).

Metamorfik Yataklar: Titan, serisit şistlerde orta-orta düşük basınç metamorfik minerali biçiminde oluşur. Kumtaşı ve kuvarsitlerin metamorfizmasında ise daha çok rutil oluşmaktadır. Kontak metamorfizmadaysa titan, kil ve şistlerde iğneler biçiminde gelişmektedir.

TİTANYUM CEVHERLERİNİN NİTELİĞİ

Titan cevherlerinin tenörleri daha çok TiO_2 cinsinden verilir. İşletilen ilmenit yataklarının tenörleri % 35, TiO_2 % Fe_2O_3 biçimindedir. Plaser yataklar ise daha zengin olup % 40-45 titan ve % 15 zirkon tenörlü olanlar işletilmektedir. Rutil minerallerinde TiO_2 oranı işletilebilir yataklar için % 1'e kadar düşmektedir. Avustralya'nın doğu kıyılarında zirkon da içeren rutil plaserleri yüksek maliyetlerle % 0.25 TiO_2 bulunmasına rağmen işletilmektedir.

Boksitler titan cevheri kaynağı olabilirler. Alüminyum üretimi için hazırlanan boksitlerin kırmızı çamur posalarında çok önemli miktarda titan zenginleşmesi olmaktadır. Ancak titan cevherinin ekonomik değerlendirilmesi teknolojik koşullara bağlıdır. Cevherin ekonomik değeri titanyum miktarına bağlı olduğu kadar serbest titanyum minerallerinin tane büyüklüğüne de bağlıdır. Demir cevheri minerallerinin metalurjik değerlendirilmesinde TiO_2 firında zorluk yaratabilir. Titan yönünden cevherleri işlemeyi öngören endüstri için TiO_2 tenörünün % 10 un üzerine çıkması gerekir. Ayrıca değerlendirilen titanomanyetit cevherlerinde ilmenitin tane büyüklüğünün 0.05 mm üzerinde olması ve manyetit kristallerinin bünyelerinin dışında yer almış olması gerekmektedir. Demir çelik endüstrisi, cevherlerde asgari titan istemine gitmektedir.

Metallurjik titan üretimi pahalı üretimlerden olduğu için küçük yatakların ekonomik işletmesi söz konusu olmamaktadır. Ancak titan okside olan istemin fazlalığı nedeniyle, işletme ve hazırlama kolaylığından dolayı küçük rezervleri de işletilmektedir.

DÜNYA TİTANYUM MİNERALLERİ MADENCİLİĞİ Titanyum Rezervleri

Dünya toplam ilmenit kaynaklarının titanyum içeriği 558 milyon tondur. Bu kaynağın 197 milyon tonu titanyum içeriği olarak görünür + muhtemel re-

zervdir. Bu rezervin % 30.46 sı K. Amerika'da, % 23.35 i Asya'da, % 21.82 si Avrupa'da, % 15.74 i Afrika'da, % 8.12 si Okyanusya'da, % 0.51 i G. Amerika'da bulunmaktadır. Çizelge 2 de dünya ilmenit rezervi, bu rezerve sahip ülkeler ve dünya rezervi içerisindeki payları gösterilmiştir.

Rutil dünya rezervi, titanyum içeriği olarak görünür + muhtemel 74 milyon tondur. Bu rezervin % 73.62 si S. Amerika'da, % 7.36 sı Avustralya kıtasında % 6.38 i Asya'da, % 6.14 ü Afrika'da, % 5.27 si Avrupa, % 1.23 ü K. Amerika kıtasında bulunmaktadır. Dünya rutil rezervi, bu rezerve sahip ülkeler ve dünya rezervi içerisindeki payları Çizelge 3'de gösterilmiştir.

Çizelge 2 — Dünya ilmenit kaynakları (Titanyum içeriği milyon metrik ton)

Ülkeler	Rezervler ¹	Diğer Kaynaklar ²
Hindistan	45	73
Kanada	45	34
Norveç	36	5
Avustralya	16	8
ABD	15	72
SSCB	4	15
Finlandiya	3	1
Brezilya	1	2
Mısır	1	8
Sri Lanka	1	1
Toplam	167	219

1 — Görünür + muhtemel rezervler. Bu tür rezervleri olmayan ülkeler çizelgeye alınmamıştır.

2 — Mümkün rezervler, bilinen maden sahalarındaki varsayıli ekonomik kaynaklar ve bazı bilinen ekonomik olmayan kaynaklar.

Çizelge 3 — Dünya rutil kaynakları (Titanyum içeriği bin metrik ton)

Ülkeler	Rezervler ¹	Diğer Kaynaklar ²
Brezilya ³	54431	32687
Avustralya	5443	1451
Hindistan	4536	10886
G. Afrika	2903	272
İtalya	2449	4082
Sierra Leone	1633	14515
SSCB	1451	1361
ABD	907	6895
Sri Lanka	181	91
Toplam	74834	75840

1 — Görünür + muhtemel rezervler. Bu tür rezervleri olmayan ülkeler çizelgeye alınmamıştır.

2 — Mümkün rezervler, bilinen maden sahalarındaki varsayıli ekonomik kaynaklar ve bazı bilinen ekonomik olmayan kaynaklar.

3 — Daha çok anatas oluşumları.

Titanyum Mineralleri Üretimi ve Ticareti

Dünya ilmenit konsantre üretimi 1980 yılında beş milyon ton olmuştur. 1980 yılı üretiminin büyük çoğunluğu Kanada (% 26.64), Norveç (% 16.71), ABD (% 10.05) ve SSCB (% 8.48) tarafından sağlanmıştır. 1980 yılında dünya ilmenit üretimi 1979'a göre % 3.89 luk bir artış göstermektedir.

Titanyum minerallerinden ticari değeri olan rutilin dünya konsantre üretimi 1980 yılında 450 bin ton olmuştur. Bunun % 64.96 sı Avustralya, % 12.16 sı Sierre-Leone, % 11.72 si Güney Afrika Cumhuriyeti ve % 6.64 ü SSCB'dir. Avustralya löykokslen üretimi de yapmaktadır.

Kanada'da üretilen ilmenitin TiO₂ tenörü % 37 dir. Avustralya ilmenitinin TiO₂ tenörü % 54-60 arasındadır. ABD (Newyork), Norveç, SSCB'deki ilmenitler % 44 TiO₂ içerir. ABD (Florida, Virjinya), Malezya, Portekiz ve Hindistan ilmenitlerinin TiO₂ tenörü % 52-62 arasındadır. Brezilya'da üretilen ilmenitin TiO₂ tenörü % 60 dır. Titanyum mineralleri (ilmenit, rutil ve löykokslen) üretiminde bulunan ülkelerin üretimi Çizelge 4 de gösterilmiştir.

Şubat 1985 tarihine göre titanyum minerallerinin fiyatları şöyledir :

— Rutil Kons. min, % 95 TiO₂, torbalanmış, FOB/FID 455-480 A\$

— Rutil Kütle kons. min., % 95 TiO₂, FOB/FID 425-450 A\$;

— İlmenit Kütle kons. min, % 54 TiO₂ FOB 425-430 A\$.

Beklenen Gelişmeler

Doğada ticari önemde rutil cevherinin az olmasına karşılık, ilmenit cevheri bol ve yaygın olarak bulunmaktadır. Bu bakımdan rutil cevherinin pazarındaki dağıtımının azlığı, ilmenite göre fiyatının daha yüksek olmasını sağlamaktadır. Yine rutil, titanyum mineralleri içinde stratejik ve kritik konumunu sürdürmektedir. Titanyum mineralleri pazarında Avustralya büyüklük durumunu korumaktadır. Avustralya, ABD ve Batı Avrupa'nın dışalımında tarihsel olarak güvenilir ve siyasal açıdan kararlı bir ülke durumundadır. 1980 yılında titanyum oksit istemi aynen kalmasına karşılık, sünger metalin pazardaki istemi yükselmiştir. Son yıllarda üretimdeki maliyet yükselmesine paralel olarak fiyatlarda oynamalar olmuşsa da sıçramalar görülmemiştir. Endüstrinin her sektöründe olduğu gibi, titan endüstrisinde de gelişimi hızlandırmadan önce kararlılığı sağlama çabaları sürmektedir. Dünya titanyum endüstrisinin kısa vadede sorunu yoktur, ancak uzun vadede kapasite artımı önemli olacaktır.

Titanyum pigmente olan istem yaşam düzeyindeki gelişmelere bağlıdır. Eğer tek aile tipi evlerin yapımı yönünde büyük bir eğilim olursa iç ve dış yüzey kaplamada büyük bir istem artışı olabilir. Kağıt-giysi ve okumanın artması talebi yükseltirken, mikrofilm kullanımının yaygınlaşması, kağıt kullanımındaki yerini azaltabilir. Hidrate alumina, killer ve lit-

Çizelge 4 — Dünya titanyum mineralleri üretimi (konsantr metrik ton)

Ülkeler	1970	1980
ILMENİT		
Kanada	2257657	1320000
Avustralya	886452	1309232
Norveç	578999	827814
ABD ¹	by	497937
SSCB	by	420000 ²
Malezya ³	192455	197893
Hindistan	79000	184556
Finlandiya	151000	149700
Sri Lanka	84558	33956
Brezilya	20664	14000
Portekiz	238	232
Toplam	5251023	4955320
LÖYKOKSEN		
Avustralya	10593	26797
RUTİL		
Avustralya	370867	293748
Sierra Leone	44083	55000
G. Afrika	by	53000
SSCB	by	30000
Sri Lanka	2395	12789
Hindistan	2500	7192
Brezilya	234	450
Toplam	420079	452179

by — bilgi yok

1 — ilmenit üretimine rutil ve löykoksen dahildir

2 — varsayıli

3 — üretim, dışarıya göredir

hopen bu sektörde titan pigmentin yerine kullanılabilir. Plastik, lastik ve seramikte ki uygulamalarda ise artışlar beklenmektedir.

Kaynak elektrodlardaki titanyum istemi nüfusla ilişkilidir. Otomatik kaynak makinaları gereksinimi artıracaktır. Karbit, özel alaşımlar ve diğer kullanım alanlarındaki titanyum istemi GSMH ile ilgilidir.

Metal kullanımında havacılık ve uzay uygulamaları endüstrideki payını sürdürecektir. Türbin motorların uygulamaları kullanımındaki bir diğer artış olabilecektir. Ancak gelecek yıllarda kullanılmasının giderek yaygınlaşması beklenen karma gereçler titanyum metaline olan istemi düşürülebilir. Karma gereçler (bor karmaları, grafit flamanları, PRD-49 III ve IV isimli polimerfik flamanlar) düşük yapım maliyetleri, iyi işlenme ve şekillendirme özelliklerinin üstünlüğü nedeniyle F-14 uçaklarının iniş takımlarında, F-5 uçaklarının gövde kapısında, F-16 ve B-1 bombardıman uçaklarının çeşitli parçalarında, Boeing 737 uçaklarının kanat spoilerlerinde kullanım alanı bulmaktadır.

SSCB'nin nükleer güçlü Typhoon kod isimli yeni bir denizaltıyı denize indirdiği bilinmektedir. Bu denizaltının inşasında 20 milyon lb. titanyum gerekmektedir. Bu yüzyılın sonunda inşa edilecek gemi ve

denizaltıların ağırlıklarının yarısının titanyum olacağı belirtilmekte ve stokların ivedi istemi karşılayacak düzeyde olmasına gelişmiş ülkeler önem vermektedirler. Ancak bazı alanlarda kullanım alanı darılırken diğer uygulama alanlarında artış olabilmektedir. Ters gelişmelerde gözlenmektedir. Örneğin Boeing şirketi ürettiği 747 ler için 30 t titanyum kullanırken, 757 ler için 7 ton gibi daha az titanyum kullanmaktadır. Bunların yanı sıra denizlerdeki petrol aramaları ve tıpta kullanımın artması da beklenmektedir.

Eklenen veya eklenecek yeni kapasiteler, yeni uygulamalar titan metal ve alaşımları pazarında sunu-istem dengesini koruyacaktır. Yükselen fiyatlar ve gelişen teknolojiyle birlikte bugün sınırdan yer alan kaynakların işletilmesi titan madenciliğini hızla geliştirecektir. Ancak madenciliğin kum oluşuklarından kayaç oluşuklarına doğru kaymasını yaratacağı çevresel sorunlar ve işletme harcamaları titanyum minerallerinin maliyetini artıracaktır.

Dünyanın diğer bölgeleri için de titanyum kullanımına ilişkin eğilimlerin büyük ölçüde ABD'ninkine benzer olacağı kestirilmiştir. Ancak dünyanın diğer ülkelerinde titanyum pigment, metal, mineraller ve diğer bileşenlere olan istemin ABD'nin biraz üzerinde artış oranı gösteceğine inanılmaktadır. 1978-2000 yılları arasında diğer ülkelerde yıllık % 4.1 artış, ABD'de ise % 3.1 artış öngörülmüştür.

TÜRKİYE TİTANYUM MİNERALLERİ MADENCİLİĞİ

Rezervler

Ülkemizde titanyum minerallerinin varlığı uzun yıllardan bilinmekte ise de, Türkiye için yeni bir konu olup arama çalışmaları birkaç yıl içinde hızlandırılmıştır. Ülkemizde MTA Genel Müdürlüğü Ege ve Hakkari yöresinde arama ve incelemeleri sürdürmektedir. Batı Anadolu Bölgesi'nde yapılan ön aramalara göre 1-2 milyon ton civarında rutil rezervinin bulunabileceği tahmin edilmekte olup çalışmalar sonucunda önemli bir rutil potansiyeli beklenmektedir. Hakkari-Çukurca yöresinde sürdürülen çalışmalarda yine rutile rastlanmış, buradan alınan örneklerde TiO₂ tenörü % 13.8-16.2 arasında değişmektedir. Ancak örnekler tek tek üstün özellik gösterebilir, bir yatağın ekonomik değerini belirleyeceği söylenemez. Sahil kuşları olarak bilinen oluşumların (Çarşamba-Ünye arasında) ekonomik olabileceği henüz ortaya konmamıştır. Ayrıca Yozgat yöresinde titan zuhurları bulunmaktadır. Bu yöre de gereği gibi incelenmemiştir.

Titanyum mineralleri içeren demir yataklarında ki titan töneleri ise asgari işletme tenör sınırının altında olduğu gibi, demir elde edilmesinde yüksek fırında sorunlar yaratabilmektedir. Türkiye'de boksit yataklarında da yan element olarak titan bulunur. Alüminyum için hazırlanan boksitlerin kırmızı artık çamurlarında önemli miktarda titan zenginleşmesi olmaktadır. Benzer durumda titan kazanımı için

Çizelge 5 — Ülkemiz titanlı maden yataklarının rezerv ve tenör durumları

Yeri	Rezerv (10 ⁶ t)	Tenör
Çarşamba-Ünye (konsantrè)	80	Fe % 58, TiO ₂ % 6.9
Antalya-Akseki (boksit)	44 (1+2)	Al ₂ O ₃ % 59-69, TiO ₂ % 3
Gaziantep-İslahiye (boksit)	120 (1+2)	Al ₂ O ₃ % 46-58, TiO ₂ % 2-8
Hatay-Payas (boksit)	0.2 (1+2+3)	Al ₂ O ₃ % 25.77, TiO ₂ % 4.5
Hatay-Kırıkhan-Kastal (demir)	0.3 (1+2)	Fe % 26, TiO ₂ % 3-3.5
Konya-Isparta-Akşehir Şarkıkaraağaç Yalvaç- demirli boksit)	64 (2)	Al ₂ O ₃ % 42, SiO ₂ % 6, Fe ₂ O ₃ % 36, TiO ₂ % 4
Malatya-Hekimhan- Hasançelebi (demir)	865 (1+2) 285 (P)	Fe % 15.4, SiO ₂ % 30.6 TiO ₂ % 1.77

- 1 — Görünür rezerv
2 — Muhtemel rezerv
3 — Mümkün rezerv
P — Potansiyel

TiO₂ tenörünün % 10 veya üstünde olması gerekmektedir. MTA teknoloji laboratuvarlarında Kırmızı Çamurun değerlendirilmesi konusunda sürdürülen çalışmalardan olumlu sonuçlar alınmamıştır. Bunda TiO₂ yüzdesinin düşük olması etken olabilir. Ülkemiz titanlı maden yataklarının rezerv ve tenör durumları Çizelge 5 de gösterilmiştir.

Üretim ve Ticaret

Türkiye'de henüz titanyum mineralleri üretimi yoktur. Ülkemizde titanyum elektrod, boya, tekstil, deri, plastik, ilaç, matbaa mürekkebi, lastik, kağıt ve seramik endüstrisi dallarında kullanılmaktadır. Türkiye'de dışalımçıları boya ve kauçuk üreticileri için titan dioksiti Rutil-Bayertitan-R-KB-2 ve Anatase-Bayertitan-A adları altında pazarlanmaktadır.

Beklenen Gelişmeler

Gelişmekte olan ülkeler arasında yer alan Türkiye'nin titanyum cevheri gereksinimi, uçak endüstrisinin kurulması ve diğer kullanım alanlarının çeşitlenmesi ile artacaktır.

Titan sektöründe geçmiş yıllardaki piyasa belirsizliği, gelecek yıllara da yansımakta, yapılacak öngörülerde berraklık olmamaktadır. Türkiye'nin geçmiş yıllara ait GSMH ve titanyum cevheri dışalım verilerinin regresyon analizlerinde, determinasyon katsayısı r² : 0.0839 ve korelasyon katsayısı r : 0.2896 olarak bulunmuştur. Her iki değer 1 den uzak olması, değişkenler arasında çok zayıf bir ilişkinin olduğunu; yani, GSMH daki değişmelerin, dışalım değişkenindeki değişmeleri aynı oranda açıklayamayacağını göstermektedir. Buradan kalkınma hızına (kalkınma hızı, GSMH içinde yatırımların yüzde payı ile

sermaye hasıla oranının, oranlanması olduğuna göre) bağlı projeksiyon yapılamayacağı sonucuna varılır. Uçak sanayinin kurulması ile seçilecek uçak tipi titana olan gereksinimi belirleyecek! ağır endüstrinin gelişmesi ile de GSMH dolayısıyla kalkınma hızına bağımlı olarak titan cevheri istemi büyüyecek ve yapılacak regresyon analizlerinde sıkı ilişki elde edilebilecektir.

SONUÇ ve ÖNERİLER

Ülkemizde sınırlı ve yetersiz olan titanyum mineralleri aramalarının son yıllarda hızlanmış olması olumlu gelişmedir. Beşinci plan döneminde, var olan kaynakların ayrıntılı incelemelerinin yapılması; saptanacak işletilebilir rezervlerden sonra da üretim planlamasına gidilmesi gereklidir.

Bugün için ülkemizde titan cevheri üretimi söz konusu değildir. Bulunacak ticari değerdeki titan cevheri uçak sanayimizin girdi maliyetlerini azaltacaktır. Uzun vadede ise dünya bir patent yarışı şeklinde sürdürülen titanın teknolojisine sahip olmak döviz kaybımızı önleyecektir.

Gelecek yıllarda titan cevherine istemimizin artacağı kesindir. Bu bakımdan orta ve uzun vadeli planlar için, ekonomik modeller geliştirilmeli, çoklu regresyon ve istem tahmin teknikleri kullanılarak sağlıklı projeksiyonlar elde edilmelidir.

YARARLANILAN KAYNAKLAR

- [1] Apaydın, N. ve Erseçen, N., 1981, Türkiye'nin Billnen Maden ve Mineral Kaynakları : MTA, Ankara.
- [2] Alexander, W. ve Street, A., 1976, Metals In the Service of Man.
- [3] Brasky, S. G., 1972, Metarials Handbook.
- [4] Demirsoy, S. Maden Yataklarının Değerlendirilmesinde hangi elementler rol oynar : Maden Müh. Odası Yayın No : 8.
- [5] Engineering and Mining Journal, Mart 1981 ve 1982.
- [6] Güler, H. M., 1979, Modern Uçak Yapım Teknolojisinde kullanılan Malzeme tipleri üzerine bir araştırma : TÜSAŞ, Ankara.
- [7] Industrial Minerals, 1979, 141 ve 143.
- [8] Jones, M.P. ve Fleming, M.G., 1965, Identification of Mineral Grains, London.
- [9] Light Metals, Titanium Energy and Casting, 1974, Vol, 2 Newyork.
- [10] Lynd, E. M. ve Lefond, J. S. 1975, Industrial Minerals and Rocks, Newyork.
- [12] Mineral Facts and Problems 1980.
- [13] Minerals Yearbook 1972, 1976, 1977, 1978-79 ve 1980.
- [14] Metal Bulletin Handbook, 1978, 1979, 1980 ve 1981. Metal Madenler Özel İhtisas Komisyonu Raporu, DPT, 1978.
- [15] Mineral Industry Survey, 1979.
- [16] Mineral Trade Notes, 1978, Vol. 75.
- [17] Non-Ferrous Metal Data, 1981.
- [18] World Mineral Statistics, 1981, 1982.