



DPT: 2622 - ÖİK: 633

SEKİZİNCİ BEŞ YILLIK KALKINMA PLANI

MADENCİLİK ÖZEL İHTİSAS KOMİSYONU RAPORU

METAL MADENLER ALT KOMİSYONU İLERİ TEKNOLOJİ HAMMADDELERİ ÇALIŞMA GRUBU RAPORU

ANKARA 2001

ISBN 975 – 19 – 2860 – 5 (basılı nüsha)

Bu Çalışma Devlet Planlama Teşkilatının görüşlerini yansıtmaz. Sorumluluğu yazarına aittir. Yayın ve referans olarak kullanılması Devlet Planlama Teşkilatının iznini gerektirmez; İnternet adresi belirtilerek yayın ve referans olarak kullanılabilir. Bu e-kitap, <http://ekutup.dpt.gov.tr/> adresindedir.

Bu yayının 500 adet basılmıştır. Elektronik olarak, 1 adet pdf dosyası üretilmiştir

Ö N S Ö Z

Devlet Planlama Teşkilatı'nın Kuruluş ve Görevleri Hakkında 540 Sayılı Kanun Hükmünde Kararname, "İktisadi ve sosyal sektörlerde uzmanlık alanları ile ilgili konularda bilgi toplamak, araştırma yapmak, tedbirler geliştirmek ve önerilerde bulunmak amacıyla Devlet Planlama Teşkilatı'na, Kalkınma Planı çalışmalarında yardımcı olmak, Plan hazırlıklarına daha geniş kesimlerin katkısını sağlamak ve ülkemizin bütün imkan ve kaynaklarını değerlendirmek" üzere sürekli ve geçici Özel İhtisas Komisyonlarının kurulacağı hükmünü getirmektedir.

Başbakanlığın 14 Ağustos 1999 tarih ve 1999/7 sayılı Genelgesi uyarınca kurulan Özel İhtisas Komisyonlarının hazırladığı raporlar, 8. Beş Yıllık Kalkınma Planı hazırlık çalışmalarına ışık tutacak ve toplumun çeşitli kesimlerinin görüşlerini Plan'a yansıtacaktır. Özel İhtisas Komisyonları çalışmalarını, 1999/7 sayılı Başbakanlık Genelgesi, 29.9.1961 tarih ve 5/1722 sayılı Bakanlar Kurulu Kararı ile yürürlüğe konulmuş olan tüzük ve Müsteşarlığımızca belirlenen Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı Özel İhtisas Komisyonu Raporu genel çerçeveleri dikkate alınarak tamamlamışlardır.

Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı ile istikrar içinde büyümenin sağlanması, sanayileşmenin başarılması, uluslararası ticaretteki payımızın yükseltilmesi, piyasa ekonomisinin geliştirilmesi, ekonomide toplam verimliliğin artırılması, sanayi ve hizmetler ağırlıklı bir istihdam yapısına ulaşılması, işsizliğin azaltılması, sağlık hizmetlerinde kalitenin yükseltilmesi, sosyal güvenliğin yaygınlaştırılması, sonuç olarak refah düzeyinin yükseltilmesi ve yaygınlaştırılması hedeflenmekte, ülkemizin hedefleri ile uyumlu olarak yeni bin yılda Avrupa Topluluğu ve dünya ile bütünleşme amaçlanmaktadır.

8. Beş Yıllık Kalkınma Planı çalışmalarına toplumun tüm kesimlerinin katkısı, her sektörde toplam 98 Özel İhtisas Komisyonu kurularak sağlanmaya çalışılmıştır. Planların demokratik katılımcı niteliğini güçlendiren Özel İhtisas Komisyonları çalışmalarının dünya ile bütünleşen bir Türkiye hedefini gerçekleştireceğine olan inancımızla, konularında ülkemizin en yetişkin kişileri olan Komisyon Başkan ve Üyelerine, çalışmalara yaptıkları katkıları nedeniyle teşekkür eder, Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı'nın ülkemize hayırlı olmasını dilerim.


Dr. Akın İZMİRLIOĞLU
Müsteşar

MADENCİLİK ÖZEL İHTİSAS KOMİSYONU

Başkan : İsmail Hakkı ARSLAN - ETİ GÜMÜŞ A.Ş.
Raportör : Ergün YİĞİT - ETİ HOLDİNG A.Ş.
Koordinatör : Pınar ÖZEL - DPT

METAL MADENLER ALT KOMİSYONU

Başkan : Prof.Dr.Güven ÖNAL - Yurt Madenciliğini Gel. Vakfı
Başkan Yrd. : Sabri KARAHAN - TMMOB Maden Müh. Odası
Raportör : Dr. Vedat OYGÜR - Eurogold Madencilik A.Ş.
Raportör : Hüseyin BÖREKÇİ - Devlet İstatistik Enstitüsü

İLERİ TEKNOLOJİ HAM. ÇALIŞMA GRUBU RAPORU

Başkan Prof.Dr. Suna Atak İTÜ Maden Fakültesi
Bşk.Yrd. Prof.Dr. Neşet Acarkan İTÜ Maden Fakültesi
Raportör Doç.Dr. Fatma Arslan İTÜ Maden Fakültesi
Üyeler Abdulkadir Yörükoğlu MTA Genel Müdürlüğü
Murat Sezer Sarkuysan A.Ş.

İÇİNDEKİLER

ÖZET	5
I. SEZYUM.....	6
1. GİRİŞ	6
2. MEVCUT DURUM VE SORUNLAR	6
2.1. MEVCUT DURUM.....	6
2.1.1. DÜNYADAKİ DURUM.....	6
2.1.2. TÜRKİYE'DE DURUM.....	7
II. RUBİDYUM.....	9
1. GİRİŞ	9
2. MEVCUT DURUM VE SORUNLAR	9
2.1. MEVCUT DURUM.....	9
2.1.1. DÜNYADAKİ DURUM.....	9
2.1.2. TÜRKİYE'DE DURUM.....	10
KAYNAKLAR	10
III. BERİLYUM.....	11
1. GİRİŞ	11
2. MEVCUT DURUM VE SORUNLAR	11
2.1. MEVCUT DURUM.....	11
2.1.1. DÜNYADAKİ DURUM.....	11
2.1.2. TÜRKİYE'DE DURUM	14
3. ULAŞILMAK İSTENEN AMAÇLAR.....	14
3.1. VIII. BEŞ YILLIK KALKINMA PLANI DÖNEMİNDE (2001-2005).....	14
3.2. UZUN DÖNEMDE (2001-2023).....	14
KAYNAKLAR	15
IV. İNDİYUM.....	16
1. GİRİŞ	16
2. MEVCUT DURUM VE SORUNLAR	16
2.1. MEVCUT DURUM.....	16
2.1.1. DÜNYADAKİ DURUM.....	16
2.1.2. TÜRKİYE'NİN BU ALANDA DÜNYA'DAKİ YERİ VE MEVCUT DURUMUN VII. BEŞ YILLIK KALKINMA PLANI HEDEFLERİYLE KARŞILAŞTIRILMASI	20
3. ULAŞILMAK İSTENEN AMAÇLAR.....	21
KAYNAKLAR	21
V. GALYUM.....	22
1. GİRİŞ	22
2. MEVCUT DURUM VE SORUNLAR	22
2.1. MEVCUT DURUM.....	22
2.1.1. DÜNYADAKİ DURUM.....	22
2.1.2. TÜRKİYE'NİN BU ALANDA DÜNYADAKİ YERİ VE MEVCUT DURUMUN VII. BEŞ YILLIK KALKINMA PLANI HEDEFLERİYLE KARŞILAŞTIRILMASI	26
3. ULAŞILMAK İSTENEN AMAÇLAR.....	27
KAYNAKLAR	28
VI. TALYUM	29
1. GİRİŞ	29
2. MEVCUT DURUM VE SORUNLAR	29
2.1. MEVCUT DURUM.....	29

2.1.1. DÜNYADAKİ DURUM.....	29
2.1.2. TÜRKİYE'DE DURUM.....	30
KAYNAKLAR.....	30
VII. ZİRKONYUM VE HAFNİYUM.....	31
1. GİRİŞ.....	31
2. MEVCUT DURUM VE SORUNLAR.....	31
2.1. MEVCUT DURUM.....	31
2.1.1. DÜNYADAKİ MEVCUT DURUM.....	31
2.1.2. TÜRKİYE'NİN BU ALANDAKİ YERİ VE MEVCUT DURUMUN VII. BEŞ YILLIK KALKINMA PLANI HEDEFLERİYLE KARŞILAŞTIRILMASI.....	37
2.2. SORUNLAR.....	38
3. ULAŞILMAK İSTENEN AMAÇLAR.....	38
3.1. VIII. BEŞ YILLIK KALKINMA PLANI DÖNEMİNDE (2001-2005).....	38
3.1.1. KAPASİTE.....	39
3.1.2. ARZ-TALEP.....	39
3.1.3. TEKNOLOJİ.....	39
3.1.4. REKABET EDEBİLİRLİK.....	39
3.2. UZUN DÖNEMDE (2001-2023).....	39
4. PLANLANAN YATIRIMLAR.....	40
5. ÖNGÖRÜLEN AMAÇLARA ULAŞILABİLMESİ İÇİN YAPILMASI GEREKLİ YASAL VE KURUMSAL DÜZENLEMELER VE UYGULANACAK POLİTİKALAR.....	40
KAYNAKLAR.....	41
VIII. GERMANYUM.....	42
1. GİRİŞ.....	42
2. MEVCUT DURUM VE SORUNLAR.....	43
2.1. MEVCUT DURUM.....	43
2.1.1. DÜNYADAKİ DURUM.....	43
2.1.2. TÜRKİYE'NİN BU ALANDA DÜNYA'DAKİ YERİ VE MEVCUT DURUMUN VII. BEŞ YILLIK KALKINMA PLANI HEDEFLERİYLE KARŞILAŞTIRILMASI.....	49
3. ULAŞILMAK İSTENEN AMAÇLAR.....	49
KAYNAKLAR.....	50
IX. NİOBYUM (KOLUMBİYUM).....	51
1. GİRİŞ.....	51
2. MEVCUT DURUM VE SORUNLAR.....	51
2.1. MEVCUT DURUM.....	51
2.1.1. DÜNYADAKİ DURUM.....	51
2.1.2. TÜRKİYE'DE DURUM.....	54
KAYNAKLAR.....	54
X. TANTALYUM.....	55
1. GİRİŞ.....	55
2. MEVCUT DURUM VE SORUNLAR.....	55
2.1. MEVCUT DURUM.....	55
2.1.1. DÜNYADAKİ DURUM.....	55
2.1.2. TÜRKİYE'DE DURUM.....	57
KAYNAKLAR.....	58
XI. SELENYUM VE TELLURYUM.....	59
1. GİRİŞ.....	59
2. MEVCUT DURUM VE SORUNLAR.....	60
2.1. MEVCUT DURUM.....	60

2.1.1. DÜNYADAKİ DURUM.....	60
2.1.2. TÜRKİYE'DE DURUM.....	64
2.2. SORUNLAR	65
3. ULAŞILMAK İSTENEN AMAÇLAR.....	65
3.1. VIII. BEŞ YILLIK KALKINMA PLANI DÖNEMİNDE (2001-2005)	65
3.2. UZUN DÖNEMDE (2001-2023).....	65
4. PLANLANAN YATIRIMLAR	66
KAYNAKLAR	67
XII. RENYUM.....	68
1. GİRİŞ	68
2. MEVCUT DURUM VE SORUNLAR	69
2.1. MEVCUT DURUM.....	69
2.1.1. DÜNYADAKİ DURUM.....	69
2.1.2. TÜRKİYE'NİN BU ALANDA DÜNYA'DAKİ YERİ VE MEVCUT DURUMUN VII. BEŞ YILLIK KALKINMA PLANI HEDEFLERİYLE KARŞILAŞTIRILMASI	73
3. ULAŞILMAK İSTENEN AMAÇLAR.....	73
KAYNAKLAR	75

ÖZET

Gelişen teknoloji ile birlikte yeni ve değişik özelliklere sahip hammaddelere gereksinim duyulmaktadır. Nadir metallerin günümüzde alaşımlarda sertleştirici, ısıya, korozyona ve aside dayanıklılık kazandırma yönünden alaşım elementi olarak malzeme endüstrisinde ve iletkenlik özelliği dolayısıyla elektrik ve elektronik endüstrisinde kullanımı önemli bir yer tutmaktadır. Özel kullanım alanları (ileri teknoloji malzemeleri) için yapılan talepler sözkonusu metallerin üretimini önemli ölçüde arttırmıştır. Dolayısıyla, madencilik politikasının belirlenmesinde ana metaller yanında ileri teknoloji için gerekli madenlerin aranması, zenginleştirilmesi, üretimi, rafinasyonu ve gelişen Türk sanayiinde kullanılması konuları planlamada gözönüne alınmalıdır.

Genellikle nadir elementler olarak kabul edilen metaller, periyodik cetveldeki konumlarına göre aşağıdaki şekilde gruplandırılabilirler:

- I.Grup – Sezyum, Rubidyum
- II.Grup – Berilyum
- III.Grup – İndiyum, Galyum, Talyum
- IV.Grup – Zirkonyum, Hafniyum, Germanyum
- V.Grup – Niobyum (Kolumbiyum), Tantalum
- VI.Grup – Selenyum, Telluryum
- VII.Grup – Renyum

Bu metallerin üretimi ve arıtılması genellikle yaş kimyasal yöntemlerin uygulanmasından sonra aynı metallerin oksitlerinin metalik Ca, Na ve Mg ilavesiyle redüklenmeleri ile veya ergimiş klorürlerin elektrolizi yöntemi ile yapılmaktadır.

Bu çalışmada ileri teknoloji için gerekli olan nadir metaller detaylı olarak incelenmiştir. Ülkemiz ileri teknoloji hammaddeleri olan metalleri içeren cevherler açısından önemli bir potansiyel arz etmektedir.

I. SEZYUM

1. GİRİŞ

Sezyum periyodik tabloda 133 g atom ağırlığı ile rubidyumdan sonra yer alan bir metaldir. Bunsen ve Kirchhof tarafından 1860'da iki mavi çizgisi ile spektral analizde tanımlanmıştır. 28°C'ta eriyen 1.90 g/cm³ özgül ağırlığında ve gümüş beyazı renkli bir metaldir. Kolaylıkla oksitlenir ve hidroksit, halojenli tuzlar halinde bulunur.

2. MEVCUT DURUM VE SORUNLAR

2.1. MEVCUT DURUM

2.1.1. DÜNYADAKİ DURUM

Rezervler : Sezyum polüsit (pollucite: H₂O 2Cs₂O 2Al₂O₃ 9SiO₂) minerali halinde ve Ti, Li, Be minerallerinde (Lepidolit, Karnalit) yan ürün olarak bulunur. Polusit minerali % 20'nin üstünde Cs₂O içerir. Ayrıca tuz yataklarında da bulunur. Dünya'daki belli başlı rezervler:

Kanada	: 70.000.000 ton
Namibia	: 7.000.000 ton
Zimbabve	: 23.000.000 ton
Diğer	: Bilinmiyor
Toplam	: 100.000.000 ton'dur.

Üretim Yöntemi ve Teknolojisi: Pegmatitlerden elle ayıklayarak %20'nin üstünde Cs₂O içeren konsantreler üretilebilir. Metal üretimi redüksiyon ve vakum distilasyonu ile yapılır.

Ürün Standartları : % 20'nin üstünde Cs₂O içeren konsantreler ve değişik saflıkta metalik sezyum halinde satılır.

Sektörde Üretim Yapan Önemli Kuruluşlar : Sektörde üretim yapan belli başlı üç kuruluş vardır. Bunlar: Tantalum Mining Co. of Canada Limited (Tanco), Manitoba Development Co. (MDC), Chemalloy, Hudson Bay ve Kaweckı Berylco.

Üretim Miktar ve Değerleri:

Kanada'da Tanco'ya ait Berniclake Madenindeki üretim:

1968	: 20 ton
1969 - 1975	: 1.400 ton (% 27 Cs ₂ O) (kırılmış cevher)
1977 - 1978	: Satış yok (% 86'sı Rusya'ya)
1978 -	: 254 ton (A.B.D.'ye)

1976'da komünist ülkelere satılmaması kararlaştırıldı. Üretim hakkında yakın tarihli bilgi bulunmamaktadır.

Rusya'nın 1969-1975 arasında 1200 ton polusit cevherinden 52 ton sezyum metali ürettiği tahmin edilmektedir. A.B.D. de sezyum metal üretimi yapmaktadır.

Tüketim Alanları: Sezyumun kullanıldığı alanlar şunlardır: manyeto hidrodinamik güç jeneratörleri (MHD), termo-ionik konverterler, uçaklarda iyon çevrimli roket motorları, foto multiplier tüpleri (foto elektrik ve radyo tüpleri), biyolojik araştırmalar, vakum tüplerinde oksijen, su buharı gibi maddelerin tutulması.

Tüketim Miktar ve Değerleri: Üretilen sezyum cevheri ve ürünlerinin büyük ölçüde tüketildiği bilinmektedir ancak konuyla ilgili rakamsal verilere ulaşılamamıştır.

Uluslararası Ticaret: Ticaretle etkin uluslararası kuruluşlar Tanco, MDC, Chemalloy, Hudson Bay ve Kawecki Becylco gibi kuruluşlardır. A.B.D. ve Rusya büyük ölçüde alıcı ülkelerdir. Bunları İngiltere, Almanya ve Japonya izlemektedir. Satıcılar ise Kanada, Namibya ve Zimbabve gibi ülkelerdir.

Fiyatlar: Fiyatlar metal derecesine ve bileşiklerin tipine göre değişmektedir. % 99.98 saflıkta ampul halindeki sezyum metali 38.50 \$'a satılırken, aynı firma tarafından 100 g metal 505 \$'a satılmıştır. Başka bir firma tarafından 1 pound metal \$ 310-355 (0.68 -0.78 \$/g) fiatına satılmıştır.

2.1.2. TÜRKİYE'DE DURUM

Türkiye'nin bu alanda herhangi bir faaliyeti yoktur.

KAYNAKLAR

1. Keller Jr. D.V.: Eucyclopedia Americana 1976
2. Mineral Facts and Problems, 1980
3. Reese Jr. R.G.: Mineral Commodity Summaries, 1993
4. George J.G.: Cesium, Canadian Mineral Yearbook, 1978

II. RUBİDYUM

1. GİRİŞ

Rubidyum periyodik tabloda 85 g atom ağırlığı ile potasyumdan sonra yer alır. 1860'da spektral analiz sırasında mavi bölgede iki kırmızı çizgisi ile Bunsen ve Kirchhof tarafından tanımlanmıştır. 1.52 g/cm^3 özgül ağırlığında beyaz, parlak, balmumu görünüşünde bir metaldir. Kolaylıkla oksitlenir. Hidroksit ve halojenli tuzlar halinde bulunur.

2. MEVCUT DURUM VE SORUNLAR

2.1. MEVCUT DURUM

2.1.1. DÜNYADAKİ DURUM

Rezervler: Rubidyumun belirli bir minerali yoktur. Potasyum tuzları % 1'e kadar, Lepidolit (lityumlu mika) % 1.35'e kadar, bir sezyum minerali olan polüsit ise % 3.15'e kadar rubidyum içerebilir. Kuzey Amerika (Kanada) rezervleri 2 milyon kg. olarak tesbit edilmiştir.

Üretim: Rubidyum üretimi hakkında madencilik bakımından bilgi yoktur.

Üretim Yöntemi ve Teknolojisi: Metalik rubidyum, rubidyum hidroksit veya klorürün redüksiyonu ile elde edilir. Yeniden kazanma yoktur.

Ürün Standartları: Metal halinde, metalin saflığına bağlı olarak farklı fiyatlarda satılır.

Sektörde Üretim Yapan Önemli Kuruluşlar: A.B.D.'ye Kanada'dan ihracat yapılır. Kuruluşla ilgili bir bilgiye ulaşılamamıştır.

Mevcut Kapasiteler ve Kullanım Oranları: Toplam kapasite 3 milyon kg. civarındadır. Kullanım daha çok araştırma-geliştirme amacı ile yapılmaktadır.

Tüketim Alanları: Araştırma-geliştirme amacı ile, elektron tüplerinde oksijen giderici olarak, fotosel elementi olarak, plazma-jet motorlarında yakıt olarak kullanılır.

Tüketim Miktar ve Değerleri: A.B.D. % 100 oranında ithal eder. Kullanım, ithalat, ihracat hakkında hiçbir bilgi yoktur. A.B.D. alıcı, Kanada satıcı konumundadır.

Fiyatlar: Metal derecesine göre çok farklıdır. % 99.8 saf ampul halindeki 1 g rubidyum metali 40 \$'a satılırken, 100 gr. 539 \$'a aynı firma tarafından satılabilmektedir. Diğer bir firma 300-375 \$'e poundunu satmakta, gram fiyatı 0.66-0.83 \$ olmaktadır.

2.1.2. TÜRKİYE'DE DURUM

Türkiye'nin bu alanda herhangi bir faaliyeti yoktur.

KAYNAKLAR

1. Keller Jr.D.V., Encyclopedia Americana, 1976.
2. Mineral Facts and Problems, 1980.
3. Reese Jr.R.G., Mineral Commodity Summaries, 1993.

III. BERİLYUM

1. GİRİŞ

Ergime noktası yüksek (1278°C) ve hafif bir metal olan berilyum, havada, suda ve sıcakta korozyona uğramaz. Bakır-berilyum alaşımları aşınmaya dayanıklı ve sağlam bir yapıda olup yüksek elektrik iletkenliğine sahiptirler. İyi bir ısı iletkeni ve elektrik izolatörü olan berilyum oksit ise mikrodalgaları geçiren yüksek sertlikte bir maddedir. Bilinen 40 kadar berilyum minerali arasında teknik ve ekonomik açıdan en önemlisi beril minerali ($3\text{BeO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$) olup yaklaşık %4 civarında berilyum metali içermektedir. Diğer önemli mineraller arasında bertrandit, helvit, fenasit ve krizoberil sayılabilir. Berilin ekonomik olabilen kaynakları heterojen pegmatitlerde bulunmaktadır. Pegmatit olmayan yataklar da berilyum minerali içerebilirler. Buna örnek olarak, Spor Mountain, Utah'da fluorit, montmorillonit, opal ve kalsedon ile asosiye altere tüflerde bulunan bertrandit verilebilir.

2. MEVCUT DURUM VE SORUNLAR

2.1. MEVCUT DURUM

2.1.1. DÜNYADAKİ DURUM

Rezervler: Dünya berilyum rezervleri Tablo 1 de verilmiştir.

Tablo 1: Dünya Berilyum Rezervleri (bin ton)

Ülke	Rezerv
A.B.D.	21
Kanada	---
Meksika	---
Arjantin	25
Brezilya	140
Çin	50
Hindistan	64
Mozambik	5
Rwanda	11
Güney Afrika Cumhuriyeti	15
Uganda	15
Zaire	7
Zimbabve	1
Portekiz	1
Rusya Fed. ve B.D.T.	61
Avustralya	11
Toplam	442

Üretim Yöntemi ve Teknolojisi: Genellikle cevherdeki BeO konsantrasyonu % 0.2-2 arasında olduğundan, bir cevher zenginleştirme işleminin yapılması gerekmektedir. 5-10 mm büyüklüğündeki beril kristalleri elle veya radyometrik seçme yöntemi ile toplanarak ön zenginleştirme yapılır. Asidik veya bazik olarak yapılan nihai zenginleştirme sonunda % 10-13 BeO içeren konsantre elde edilir. 1500-1600°C de sinterleştirilen beril konsantresinden sülfat liçi yöntemi ile BeO elde edilir. Konsantreden BeO eldesi için fluorit yöntemi de uygulanabilir. Berilyum oksitin karbon eşliğinde klorlanması yolu ile elde edilen berilyum klorürün (BeCl_2) elektrolizi ile berilyum metali üretilir. Metal üretimi için diğer bir yöntem de berilyum florürün (BeF_2) magnezyum ile metalik redüksiyonudur.

Ürün Standartları: Amerikan standartlarına göre satışa sunulan berilyum metalinin en az % 98 Be ve en çok % 1.5 BeO içermesi ve diğer safsızlıkların da % 0.73 den çok olmaması gerekmektedir.

Sektörde Üretim Yapan Önemli Kuruluşlar: Berilyum cevher konsantreleri, metal ve diğer ürünlerinin üretiminde başta A.B.D. ve Rusya Federasyonu (B.D.T.) gelmektedir. Japonya ise teknik BeO satın alıp bundan berilyumun bakır ve diğer metallerle olan alaşımlarını

üretmektedir. Berilyum üretimi konusunda en önemli şirket, A.B.D.'deki "Bruch Wellman Inc."dir.

Mevcut Kapasite ve Üretim: Dünya üretim kapasitesi 600 ton/yıl olmasına karşın 1988 yılından itibaren berilyum üretiminde azalma gözlenmiştir. 1989-1996 yıllarında ülkelere göre berilyum üretim miktarları Çizelge 2 de verilmiştir. Namibya ve Zambia'da az miktarda berilyum üretmektedir.

Çizelge 2: Dünya Berilyum Üretimi (ton)

Ülke	1989	1990	1991	1995	1996
A.B.D.	184	182	176	202	211
Arjantin	2	3	2	--	--
Brezilya	36	34	30	6	6
Zimbabve	2	2	2	--	--
Madagaskar	2	--	--	4	4
Güney Afrika Cumhuriyeti	--	--	1	--	--
Portekiz	--	1	1	--	--
Çin	54	55	55	55	55
Rusya Fed./BDT	76	64	60	32	32
Toplam	359	340	325	299	308

Berilyumun Tüketim Alanları: Nükleer teknolojide moderatör, reflektör ve reaktörlerin struktur materyali olarak kullanılan berilyum hafif oluşu nedeni ile de nükleer gemi ve denizaltılar için uygun bir metaldir. Metale ek olarak daha ucuz olan berilyum oksit ve berilyum karbür de nükleer teknolojide yerini almaktadır. Yüksek elastik modülü nedeni ile jet uçaklarında ve yüksek ergime sıcaklığı nedeni ile de füze ve roket başlıkları için önemli olan berilyum alaşımları çeşitli makina parçalarının imalinde kullanılmaktadır. Yüksek ergime noktası, elektrik direnci ve iyi ısı iletkenliği nedeni ile kaliteli refraktörlerin bir bölümünü oluşturan berilyum oksit, kroze tüp ve indüksiyon fırınlarının imalinde önemli yerini almış bulunmaktadır. Ayrıca X-ışınları teknolojisi, elektronik ve kataliz de berilyumun kullanıldığı alanlar arasındadır.

Tüketim Miktar ve Değerleri : Berilyumun en çok tüketildiği A.B.D.'de, 1973 yılında 316 ton olan talep, inişler ve çıkışlarla 1983 yılında 253 tona ve 1987 yılından beri de her yıl azalarak 1992 de 190 tona düşmüştür. A.B.D.'de 1995 ve 1996 yıllarında berilyum tüketimi

sırasıyla 198 ve 204 ton olmuştur. 1992 ve 1996 yıllarında A.B.D.'nin tükettiği berilyum ve berilyum oksitin kullanım alanlarına göre dağılımı şöyledir:

	1992	1996
Oksit ve alaşım olarak elektronik parçaların imali için	% 49	%56
Oksit ve metal olarak uzay teknolojisi ve askeri amaçlar için	% 24	%18
Oksit ve alaşım olarak elektronik devrelerde	% 16	%16
Diğerleri	% 11	%10

Fiyatlar: Berilyumun kullanım miktarlarının ve alanlarının değişmesi fiyatına da yansımaktadır. Son yıllardaki talep azalması berilyum fiyatlarının düşmesine neden olmuştur. % 1.1 BeO ve diğer safsızlıklar içeren % 98 lik berilyum metalinin fiyatı 1990 başında 198 \$/kg iken 1991 de 110 - 132 \$/kg olmuştur. 1983 yılındaki berilyum metal fiyatı 390-400 \$/kg idi. Berilyum fiyatları giderek artmış olup 1990, 1995 ve 1997 yıllarına ait toz metalik berilyum fiyatları sırasıyla 594 \$/kg, 621 \$/kg ve 850 \$/kg olmuştur.

2.1.2. TÜRKİYE'DE DURUM

Batı Anadolu Gördes masifinde pegmatitlere bağlı olarak beril oluşumundan söz edilmektedir Bunun dışında başka bir berilyum arama etüdüne rastlanmamaktadır. Hazine ve Dış Ticaret Müsteşarlığının 1989-1993 yılları arasındaki ithalat ve ihracat istatistiksel verileri arasında berilyum geçmemektedir.

3. ULAŞILMAK İSTENEN AMAÇLAR

3.1. VIII. BEŞ YILLIK KALKINMA PLANI DÖNEMİNDE (2001-2005)

Bu dönemde yapılması önerilen bir çalışma yoktur.

3.2. UZUN DÖNEMDE (2001-2023)

Üniversite ve diğer araştırma kuruluşlarında, berilyum ve bileşiklerinin üretilmesi konusunda TÜBİTAK'ın koordinasyonunda teknolojik çalışmalara başlanmalıdır. Ayrıca ülkemizdeki diğer maden arama projelerinin uygulanmaları sırasında berilyum mineralleri konusunda da ön çalışmaların yapılması önerilebilir.

KAYNAKLAR

1. Mineral Facts and Problems, 1985, s. 76. Bureau of Mines Bulletin 675
2. Metallurgy of Rare Metals, IPST cat.No.1455, 1966, s.413-437.
3. Metals and Minerals Annual Review, 1992-1993.
4. Phillip Crowson, Minerals Handbook 1998-1999, Statistics and Analysis of the World Minerals Industry, Mining Journal Book Ltd.

IV. İNDİYUM

1. GİRİŞ

İndiyum yumuşak, gümüşü beyazlıkta, ergime derecesi düşük bir metaldir. Ergime noktasının altındaki sıcaklıklarda havada oksitlenmez. Bilinen mineralleri İndit (FeIn_2S_4) ve Rokuesit (CuInS_2) dir. Doğada genellikle sfalerit, kalkopirit, stannit, pirotit, pirit, galen ve bornit minerallerine bağlı olarak bulunur. % 0.8 ile % 0.004 arasında indiyum içeren sfaleritler bu metal için en önemli kaynaktır. Ayrıca doğada nadiren de olsa metalik halde indiyuma rastlanmaktadır. Cevherlerdeki 2 ppm In işletilebilir olup, 200 ppm In önemli bir ekonomik değer arz etmektedir.

2. MEVCUT DURUM VE SORUNLAR

2.1. MEVCUT DURUM

2.1.1. Dünyadaki Durum

Rezervler: İndiyum, büyük oranda çinko cevherlerinden yan ürün olarak kazanılmaktadır. Ayrıca, bazı bakır, kurşun ve tungsten cevherleri de indiyum içermektedir. Çizelge 1'de verilen 2550 tonluk rezerv, diğer kaynaklar da hesaba katıldığında 5535 ton'a yükselmektedir.

Çizelge 1: Dünya İndiyum Rezervleri (ton In)

Ülke	Rezerv (ton In) (çinko cevherine bağlı)	Diğerleri
A.B.D.	300	528
Kanada	700	560
Meksika	60	62
Güney Amerika	160	186
Avrupa	370	528
Afrika	190	218
Çin	400	
Japonya	100	
Diğer Asya Ülkeleri	70	404
Avustralya	200	498
Toplam	2550	2985

Üretim Yöntemi ve Teknolojisi: Çinko ve kurşun üretimi sırasında oluşan curuflardan pirometalurjik olarak ve ayrıca indiyum içeren cevherlerin işlenmesi sırasında oluşan artık ve uçucu küllerin ekstraksiyonu yolu ile indiyum üretimi yapılır. Ekstraksiyon sonrası matrikse uygun ve ardışık olarak uygulanan çöktürme ve çözme işlemleri ile indiyumca zenginleşen çözeltilerden alüminyum levhalar üzerine çöktürülen süngerimsi indiyumun peletleştirilmesi sureti ile % 98 - 99 luk ham indiyum metali elde edilir. Ham indiyumun rafinasyonu kimyasal, elektrokimyasal, zon ergitmesi veya destilasyon yöntemleri ile gerçekleştirilebilir.

Ürün Standartları: Rafinasyon sonrası elde edilen ticari indiyum % 99.7 - % 99.9999 saflıktadır.

Sektörde Üretim yapan Önemli Kuruluşlar: Belli başlı indiyum üreticisi firmalar ülkelerine göre aşağıda verilmiştir:

Kanada	: Cominco, Falconbridge
Japonya	: Nippon Mining
A.B.D.	: Arconium Corp., Indium Corp.
Fransa	: Metaleurop
Almanya	: Preussag AG
Belçika	: Hoboken
İngiltere	: Mining and Chemical Products Ltd.

Üretim Miktar ve Değerleri: Ülkelere göre indiyum üretimi hakkında veriler kesin olmamakla birlikte Çizelge 2 'de verilmektedir.

Çizelge 2: Dünya Rafine İndiyum Üretimi (ton)

Ülkeler	1990	1991	1992	1997	1998
Avrupa Topluluğu	65	62	74	69	77
Japonya	32	30	37	40	40
Kuzey Amerika	12	23	23	50	40
Çin	11	10	13	45	50
Rusya	10	8	10	20	25
Peru	3	3	3	4	4
Diğer Ülkeler				4	4
Toplam	133	136	160	232	240

Tüketim Alanları: İndiyum ve alaşımlarının kullanıldığı başlıca alanlar şunlardır:

- Bilgisayar ve kaliteli TV üretimi,
- Bazı makina elemanlarının korozyona karşı dayanıklılığının artırılması için yapılan kaplamalar ve bu parçaların yüzeylerinin aktifleştirilmesi işlemleri (yağların yüzeyde daha iyi tutunabilmesini sağlamak için)
- Dişçilikte özel alaşımlar
- Cam endüstrisinde yüzeyi tamamen kaplama özelliğinden dolayı yapıştırma işlemleri
- Cu-Mn-In alaşımının ferromanyetik özelliğinden dolayı küçük elektrik transformatörlerinin imali
- In-Sb alaşımları yarı iletken teknolojisi
- In-Se ve In-Te bileşikleri güneş pili imali
- In-Ag-Cd alaşımı nükleer teknolojide daha ekonomik kontrol çubuğu imali
- Enjeksiyon laser'ı ve hassas ışın detektörleri teknolojisi

Tüketim: Son yıllarda "Lap-Top" bilgisayarları ve kaliteli TV ekranlarının imalinde indiyum-kalayoksit (ITO) kullanımı başlamış ve Japonya'da 1991 yılındaki indiyum tüketiminin % 40 lık bir bölümü bu alanda olmuştur.

1990'ın son yıllarında A.B.D.'de indiyum tüketiminin 45-50 ton dolayında olduğu tahmin edilmektedir. Bu tüketimin % 50'si ekran kaplamalarında, % 33'ü lehim ve alaşımlarda, % 12'si elektrik parçalarında ve yarı iletkenlerinde, % 5'i diğer alanlarda tüketilmiştir.

Japonya'nın 1992 yılı indiyum tüketiminin 82 ton olduğu belirlenmiştir.

Uluslararası İndiyum Ticareti: Önemli miktarda indiyum tüketen ülkeler arasında Japonya ve A.B.D.bulunmaktadır. Bu ülkeler aynı zamanda en büyük ithalatçı ülke konumundadır. A.B.D.'nin ithalat yaptığı ülkeler ve yıllara göre ithalat Çizelge 3'te verilmektedir.

Japonya'nın indiyum ithalatı yaptığı ülkeler Belçika, Kanada, Çin, Fransa, İtalya ve ABD olup, 1992 yılındaki ithalat miktarı 60 ton'dur.

Çizelge 3: A.B.D.'nin İndiyum İthalatı (kg)

İhracatçı Ülke	1996	1997
Belçika	2600	2660
Kanada	13000	44900
Çin	1700	14100
Fransa	5420	5630
Peru	2480	1580
Rusya	5900	10500
Diğer Ülkeler	2140	3856
Toplam	33240	85536

Fiyatlar: 1975 - 1980 yılları arasında hızla yükselen indiyum fiyatları 1980 yılında 600 \$/kg'ın üzerine çıkmış ve sonra Çin'in piyasaya girmesi nedeni ile de 1985 yılında 100 \$/kg'ın altına düşmüştür. Tüketim alanının genişlemesi ile birlikte tekrar yükselen fiyatlar 1991 - 1992 yıllarında 200 - 225 \$/kg olmuştur. Daha sonra, indiyum fiyatları değişken bir eğilim izlemiştir. 1995'te 420 \$/kg'a kadar yükselmiş; fakat, 1997'de 300 \$/kg dolaylarına düşmüştür.

2.1.2. TÜRKİYE'NİN BU ALANDA DÜNYA'DAKİ YERİ VE MEVCUT DURUMUN VII. BEŞ YILLIK KALKINMA PLANI HEDEFLERİYLE KARŞILAŞTIRILMASI

Ülkemizde indiyumun bulunma olasılığı olan yataklar çinko ve bakır cevherleri yataklarıdır. İTÜ Maden Fakültesi, Cevher ve Kömür Hazırlama Anabilim Dalı'nda DPT tarafından desteklenen “İleri Teknolojilerde Hammadde Olarak Kullanılan Ağır Metallerin Zenginleştirilmesinde Kullanılan Yeni Teknolojilerin Geliştirilmesi” projesi kapsamında Küre cevher ve konsantreleri, Murgul konsantre ve baca tozlarında nadir metal analizleri yapılmıştır. Bu ürünlerin In içerikleri Çizelge 4'de verilmektedir. Hazine ve Dış Ticaret Müsteşarlığının 1989-1993 ithalat ve ihracat listelerinde indiyuma rastlanmamıştır.

Çizelge 4. Türkiye’de mevcut bazı cevher, konsantre ve baca tozlarının In içerikleri.

Ürünler	In (ppm)
Küre Cevherleri	
Masif Zengin Cevheri	11
Bakırlı Pirit Cevheri	5.6
Dissemine Cevheri	3.6
Bakibaba Cevheri	7.4
Masif Pirit Cevheri	3.2
Küre Bakır Konsantresi	10.2
Murgul Bakır Konsantresi	18
Murgul Pirit Konsantresi	3.1
Murgul Baca Tozları	
B1	76
B2	43
B3	83

3. ULAŞILMAK İSTENEN AMAÇLAR

İlk aşamada indiyum bulunabilecek cevher yatakları ve işletme artıklarında bir indiyum taraması yapılmalıdır. Ayrıca, İndiyum'un yan ürün olarak kazanılmasını hedefleyen araştırma projeleri ile İndiyumdan değişik alaşımlar üretimine yönelik araştırmalar desteklenmelidir.

KAYNAKLAR

1. Mineralogy of Rare Elements, 1966, s.584 IPST Cat. No.2123.
2. DPT V.Beş Yıllık Kalkınma Planı “Nadir toprak Metalleri ve Diğerleri” Alt Komisyon Raporu.
3. Metallurgy of Rare Metals, 1964, s.354-368.
4. Metals and Minerals Annual Review,1993, s.92.
5. Minerals Facts and Problems, 1985, s.370-373.
6. Metals and Minerals Annual Review,1992, s.91.
7. Metals- Week, 18 Ekim 1993.
8. Metals and Minerals Annual Review,1993, s.1992.
9. U.S. Geological Survey, Mineral Commodity Summaries, Jan. 1998
10. Brown, R., U.S. Geological Survey, Minerals Information, 1997
11. Crowson, P., Minerals Handbook 1998-1999, Statics and Analysis of the World Minerals Industry, Mining Journal Book Ltd.

V. GALYUM

1. GİRİŞ

Yüksek saflıktaki galyum (Ga) metali gümüşü beyaz renktedir. Atom numarası 31, atom ağırlığı 69,72 g, ergime noktası 29,78°C, kaynama noktası 2403°C ve yoğunlukları 29,6°C'de (katı) 5,904, 29,8°C'de (sıvı) 6,095, ve 1100°C'de 5,445 g/cm³ tür.

2. MEVCUT DURUM VE SORUNLAR

2.1. MEVCUT DURUM

2.1.1. DÜNYADAKİ DURUM

Rezervler: Galyum yer kabuğunda kurşun ile aynı oranda bulunmasına rağmen (%0,0015 Ga, %0.0016 Pb) ekonomik olarak işletilebilecek galyum yataklarına rastlanılmamaktadır. En önemli galyum minerali Gallit {(Cu,Ga)S₂} tir. Ayrıca Germanit {Cu₃(Fe,Ge)S₄} içinde de galyum bulunmasına rağmen (%1,8 Ga), bunlar endüstriyel açıdan önemi olmayan minerallerdir. Gallit minerali en çok Güney-Batı Afrika'da bulunmaktadır.

Galyum boksit cevherlerinde 20-100 g/t, çinko cevherlerinde ise sfalerit içinde iz element olarak bulunmakta, çinko konsantrelerindeki Ga içeriği ise 5-250 g/t arasında değişmektedir. Galyum ayrıca baca tozlarında ve Ga₂O₃ olarak bazı kömür küllerinde bulunmaktadır.

Boksitlere bağlı Ga potansiyeli 45000 ton ve 40000 ton olarak sırasıyla Afrika ve Avustralya'dadır. Dünya üretiminin yaklaşık % 50 kadarı Bayer prosesi ile alüminyum üretimi sırasında çözeltilerden elde edilmektedir. Ayrıca, sülfürlü çinko cevherlerinin izabesi sırasında ortaya çıkan distilasyon artıkları da Ga eldesinde kullanılmaktadır.

Dünya'da mevcut Ga kaynakları Çizelge 1'de gösterilmektedir. Dünya boksit kaynaklarının 158,7 milyon kg Ga, çinko kaynaklarının 6.5 milyon kg Ga içerdiği tahmin edilmektedir.

Üretim Yöntemi ve Teknolojisi: Sülfürlü çinko cevherlerinin izabesi sırasında Ga ve Ge distilasyon artıklarında zenginleşmektedir. Artıklar, Waelz fırınında yüksek sıcaklıkta kavurma işlemine tabi tutulur, Ga, Ge ve geri kalan Zn buhar fazında yoğunlaşan tozda kalır.

Tozun kimyasal işleminin sonucu Zn içeren çözelti izabeye geri gönderilir ve çöken kek HCl ile çözündürülür. $GeCl_4$ distile edilir ve kimyasal olarak kombine olan galyum triklorür ve hidrojen klorür kısmı ($GaCl_3$ HCl) çözeltide kalır ve kazanılır.

Bayer prosesinde boksit, sıcak kostik soda çözeltisi ile işleme tabi tutulur. Sodyum alüminat filtre edilerek çözünmeyen kısımdan ayrılır ve alümina trihidrat ile çekirdeklendirilir. Soğutma esnasında alümina çökmeye başlar ve Ga içeren çözeltiden ayrılır. Alüminanın çökmesinden sonra, kullanılmış kostik çözelti sisteme geri gönderilir ve işleme Ga konsantrasyonu 0.2 g Ga/litre olana kadar devam edilir.

"Frary" prosesinde, kullanılmış kostik çözeltinin alümina içeriği azaltılır ve çözeltide kalan Ga ve Al asit ile çözeltinin nötralizasyonu sonucu çöktürülür. Elde edilen çökelek kuvvetli kostik soda çözeltisinde çözündürülür ve çözeltiden Ga elektroliz yoluyla paslanmaz çelik anot ve katotlar kullanılarak kazanılır.

"Breteque" prosesinde, galyum içeren kostik çözeltiden önce, karıştırmalı civa katot üzerine elektroliz yapılır, takiben sindirme ve galyumu kazanmak üzere tekrar elektroliz yapılır.

Çizelge 1: Dünya Galyum Kaynakları (Bin Ton).

	Görünür Rezervler	Muhtemel Rezervler	Toplam
Kuzey Amerika			
A.B.D.	1.0	3.5	4.5
Diğer	7.3	5.0	12.3
Toplam	8.3	8.5	16.8
Güney Amerika	4.2	7.2	11.4
Avrupa	9.1	10.4	19.5
Afrika	44.6	9.3	53.9
Okyanusya	40.9	8.6	49.5
Toplam	101.7	46.7	148.4
Dünya Toplam	110.0	55.2	165.2

Ürün Standartları: Metalik Ga, galyum arsenat wafers (doped) ve galyum arsenat wafers (undoped) şeklinde satılmaktadır.

Sektörde Üretim Yapan Önemli Kuruluşlar: Dünyadaki galyum üretimi yapan belli başlı kuruluşlar aşağıda sıralanmıştır:

- A.B.D. - The Aluminum Company of America, Bauxite, Arkansas (Ga metal),
- Eagle - Picher Industries Inc., Quapaw, Oklahoma (Ga metal ve bileşikleri)
- Kanada - Cominco Ltd.
- Çekoslovakya - Metalimpex
- Fransa - Alusuisse France S.A.
- Almanya - Martinswerke GmbH für Chemische und Metallurgische Produktion
- Vereinigte Aluminium Werke AG
- İtalya - Societa Alluminio Veneta Azioni
- Japonya - Dowa Mining Co.
- Nippon Light Metals Co.
- Sumika Alusuisse Gallium Ltd.
- Toho Zinc Co.
- İsviçre - Alusuisse Research Laboratories
- Çin Halk Cum.
- Macaristan
- Rusya

Mevcut Kapasiteler ve Kullanım Oranları: Dünya'daki galyum kapasitelerinin ülkelere göre dağılımı Çizelge 2'de verilmektedir.

Çizelge 2: Dünya Galyum Üretim Kapasitesi (kg Ga içeriği).

	1988	1989	1990	1991	1992	1996	1998
A.B.D.	12 000	--	--	--	--	3 000	2 000
Rusya	30 000	30 000	30 000	--	--	30 000	15 000
Almanya	12 000	12 000	12 000	20 000	20 000	20 000	20 000
Fransa	--	--	--	--	20 000	20 000	20 000
Çin	--	--	--	--	8 000	8 000	8 000
Japonya	17 000	7 000	7 000	7 000	7 000	7 000	7 000
Macaristan	--	--	--	--	4 000	4 000	4 000
Çekoslovakya	--	--	--	--	3 000	3 000	--
Avustralya	--	50 000	50 000	50 000	50 000	50 000	50 000
Diğer Ülkeler					3 000	--	27 000
Toplam	71 000	99 000	99 000	77 000	115 000	118 000	153 000

Üretim Miktar ve Değerleri: Galyum ile ilgili bilgiler sağlıklı bir şekilde elde edilememektedir. Bu alanda en büyük üreticiler Rusya ile Avustralya olmaktadır. Daha ufak çapta cevherlerden galyum üretimi Çin, Macaristan, Japonya ve Slovakya tarafından yapılmaktadır. 1997 yılı dünya galyum üretiminin 54 ton civarında olduğu tahmin edilmektedir.

En büyük rafine üreticisi ise Fransa olmaktadır. Hurdalardan galyum kazanan ülkeler arasında Almanya, Japonya, A.B.D. ve İngiltere bulunmaktadır. Dünya rafine galyum üretiminin 1991’de 80 ton, 1992’de 65 ton ve 1997’de 68 ton olduğu tahmin edilmektedir.

Tüketim Alanları: Galyum bileşikleri (örneğin arsenat, alüminyum arsenat, arsenat fosfat, indiyum arsenat ve fosfatlı bileşikleri) ışık emisyonu yapan diyotlarda, laser diyotlarda, mikrodalga kullanımları için gunn etkisi yapan diyotlarda, switching diyotlarda, ışık dedektörlerinde ve fotoelektrik malzeme yapımında kullanılmaktadır. Bir kg galyum arsenattan 500000 tane ışık emisyonu yapan diyot yapılabileceği hesaplanmıştır. Ga içeren ışık emisyonu diyotları genellikle elektronik visual display sistemlerinde kullanılmaktadır.

Galyum yarı-iletken (semi-conductor) bileşikleri, hesap makinalarının, radyo, televizyon, high fidelity ve diğer cihazların bazı parçalarında kullanılmaktadır.

Galyum süper iletken olarak vanadyum-galyum ve nikel-galyum alaşımları şeklinde kullanılmaktadır. Dişçilik alaşımlarında da civa yerine kullanılmaktadır. Diğer kullanım alanları ise, yüksek sıcaklıkta kullanılan magnezyumlu alaşımların sertliğini artırıcı katkı maddesi olarak, kadmiyum ve titanyum alaşımlarında katkı maddesi olarak ve optik uygulamalarda ayna kaplamasıdır.

Tüketim Miktar ve Değerleri: Avrupa ülkelerine ait galyum tüketimi bilinmemekle birlikte 1995, 1996 ve 1997 yıllarına ait galyum tüketimi Japonya için 80, 92 ve 100 ton olurken A.B.D. için 16,9, 21,9 ve 23,6 tondur. A.B.D.’de Ga tüketiminin % 59’unu opto-elektrik endüstrisinde, % 40’ını entegre devrelerde kullanımı ve % 1’ini de özel alaşım yapımı (araştırma-geliştirme ve diğer) oluşturmaktadır. Japonya’da ise tüketimin büyük bir kısmı entegre devre üretimi için olmuştur.

Yerini Alabilecek Metaller: Organik bileşik esaslı sıvı kristaller, ışık emisyonu yapan diyotlarda galyumun yerine kullanılabilir. İndiyum fosfat bileşikleri, galyum arsenatlı infrared laser diyotlarda ve galyum arsenat bileşikleri de helyum-neon laserlarla görünür laser diyot uygulamalarında yarışmaktadırlar. Solar cell uygulamalarında Ga-arsenat yerine silikon kullanılabilir.

Uluslararası Ticaret: Galyum, özellikle Avrupa, Amerika ve Uzak doğu Ülkeleri tarafından piyasaya sunulmaktadır. A.B.D.'deki en etkin ticareti gerçekleştiren kuruluşlar: Alusuisse Metals Inc., Atomergic Chemicals Co., Belmont Smelting and Refining Works, Cominco American Inc., Fairmont Chemical Co. Inc., B. Freudenberg Inc., Indium Corp. of America ve Kawecki Berylco Industries Inc. dir. Bu kuruluşlar galyumu genellikle dışarıdan alıp satmaktadırlar.

A.B.D. 1988-1991 yılları arasındaki Ga ithalatının % 46'sını Fransa'dan, % 25'ini Almanya'dan, % 16'sını İsviçre'den, % 3'ünü İngiltere'den ve % 10'unu da diğer ülkelerden karşılamıştır. Diğer ülkelere ait alım-satım bilgileri mevcut değildir.

Fiyatlar : Saf galyum metal (% 99.99999) fiyatı 1991 yılına kadar 525 US \$/kg olarak sabit kalmış, 1992 yılında 425 US\$/kg a düşmüştür. 1996'ya kadar bu düzeylerde kalan galyum fiyatları 1997 ve 1998 yıllarında 595 US\$/kg'a kadar yükselmiştir.

2.1.2. TÜRKİYE'NİN BU ALANDA DÜNYADAKİ YERİ VE MEVCUT DURUMUN VII. BEŞ YILLIK KALKINMA PLANI HEDEFLERİYLE KARŞILAŞTIRILMASI

Eti Holding A.Ş. tarafından yaptırılan analizlerde Seydişehir boksitlerinin Ga oranı 60 ppm olarak tesbit edilmiştir. Bu oran baz alınarak boksite bağlı işletilebilir galyum rezervinin 2400 ton (Dünya rezervlerinin % 2'si) olduğu hesaplanmıştır. Boksitlere bağlı jeolojik rezervlerin ise 6000 ton civarında olduğu tahmin edilmektedir. Boksitten Ga kazanımını etkileyen iki önemli faktör: Bayer prosesinde çözeltilmeye geçen Ga ve alümina üretim kapasitesidir. Yapılan bir çalışmada, Etibank Seydişehir Alüminyum Tesisleri'ndeki Ga dağılımını belirlemek amacı ile tesisin belirli noktalarından numuneler alınmış ve Çizelge 4'de verilen Ga analizleri yapılmıştır.

Görüldüğü gibi kuvvetli çözeltide 220 - 250 ppm Ga, zayıf çözeltide 150 - 170 ppm Ga ve alüminada ise 70 ppm Ga tesbit edilmiştir. Bu konsantrasyonlar galyum üretimi için yeterli olmaktadır ancak, Seydişehir'in bugünkü alümina üretimi, Ga üretiminin ekonomik olabilmesi için gerekli kapasitenin çok altındadır. Nitekim, yapılan bu deneysel çalışmada Seydişehir'de galyumun yan ürün olarak üretilebilme olanakları araştırılmış fakat verimli sonuçlar elde edilememiştir.

Çizelge 4: Seydişehir Alüminyum Tesisinde Galyum Analiz Sonuçları.

	Galyum (ppm)
Boksit cevheri	72
Otoklavlar girişi (kuvvetli SAÇ)	251
Dekompozörler girişi (SAÇ)	218
Yaş alüminyum hidroksit	67
Elektrolizhane baca tozu	12
Buharlaştırıcı girişi (zayıf SAÇ)	171
Buharlaştırıcı çıkışı (kuvvetli SAÇ)	252
V ₂ O ₅ i alınan SAÇ	248
Al metali	140

SAÇ : Sodyum Alüminat Çözeltisi.

3. ULAŞILMAK İSTENEN AMAÇLAR

Türkiye'de galyum potansiyelinin belirlenmesi için termik santral külleri, çinko cevher ve konsantrelerinin periyodik olarak Ga analizlerinin yapılması gerekmektedir. Bu konudaki araştırmalar sürdürülmeli, Türkiye'nin galyum potansiyeli ortaya konmalıdır.

KAYNAKLAR

1. E. Chin, Gallium, Minerals Facts and Problems, 1985, sayfa 401-406.
2. Gallium and Germanium, Metals and Minerals annual Review, 1992 ve 1993.
3. W.C. Butterman, “Current Status of the Speciality Metals”, The Chancing World Metals Industries, Eds. D.A. Gulley, P. Duby, Gordon And Breach Science Publishers Inc., 1988, sayfa 69-85.
4. H. Yüzer, E. Avcı, Ö.F. Emrullahoğlu, E. Gencer, T. Haser “Etibank Seydişehir Boksit Cevherindeki Galyumun Değerlendirilebilme İmkânının Araştırılması”, 7. Uluslararası Metalurji ve Malzeme Bildiri kitabı, 1993, Cilt 1, sayfa 215-223.
5. Phillip Crowson, Minerals Handbook 1998-1999, Statistics and Analysis of the World Minerals Industry, Mining Journal Book Ltd.
6. D.A. Kramer, U.S. Geological Survey, Mineral Commodity Summaries, Jan. 1998.

VI.TALYUM

1.GİRİŞ

Çoğunlukla, kurşun, çinko, bakır ve demir gibi ağır metallere ait maden yataklarında iz element olarak bulunur ve bu metallerin üretimi sırasında yan ürün olarak kazanılır. Talyum daha çok çinko minerallerinde bulunmaktadır. 10 g/t ve daha yüksek düzeyde talyum içeren kurşun ve çinko cevherleri talyum açısından önemlidir.

2. MEVCUT DURUM VE SORUNLAR

2.1. MEVCUT DURUM

2.1.1. DÜNYADAKİ DURUM

Rezervler : Çinko ve diğer metallerin cevherlerinden yan ürün olarak elde edildiği için talyum rezervleri, çinko cevherleri ve diğer cevherlerin içerdiği talyum açısından kıta bazında Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1: Dünya Talyum Rezervleri (ton).

ÜLKELER	ÇİNKO CEVHERLERİ	DİĞER CEVHERLER	TOPLAM
Kuzey Avrupa	108,9	185,9	294,8
Avrupa	90,7	56,7	147,4
Avustralya	36,2	54,4	90,6
Asya	54,4	22,6	44,0
Güney Amerika	40,8	18,1	58,9
Afrika	31,7	24,9	56,6
Toplam	362,7	362,6	725,3

Üretim Yöntemi ve Teknoloji: Daha önce belirtildiği gibi talyum, çinko gibi temel metallerin üretimi sırasında yan ürün olarak elde edilir ve çinko üretimi sırasında kadmiyum ile birlikte hareket eder. Destilasyon yöntemiyle kadmiyum ile talyum birbirinden ayrılır. Daha sonraki aşamada, elektroliz yöntemiyle metalik talyum elde edilir. Fakat, talyum

piyasaya genellikle talyum sülfat halinde arz edilir. 1978 yılı dünya talyum üretimi 12,7 ton olmuştur.

Tüketim Alanları: Başlıca kullanım alanlarını; çok zehirli olduğundan tarım ve eczacılık, fotoğrafçılık, elektrik endüstrisi, korozyona dayanıklı çeşitli alaşımların üretimi, lehim alaşımları, camcılık ve termometre imali oluşturur.

2.1.2. TÜRKİYE'DE DURUM

Türkiye'nin bu alanda herhangi bir faaliyeti yoktur.

KAYNAKLAR

1. Thomas O. Llewellyn, Thallium, Mineral Commodity Summaries, 1991, 1993.

VII. ZİRKONYUM VE HAFNİYUM

1. GİRİŞ

Atom numarası 40 olan zirkonyum ile 72 olan hafniyum periyodik tablonun IV-A alt grubuna mensup titanyum ailesindedir. Çok benzer kimyasal özelliklere sahip olan zirkonyum ve hafniyum, tabiatta sabit bir oranda birlikte bulunurlar. % 0.028 bolluğu ile zirkonyum, yerkabuğundaki elementler arasında 11. sırada yer alır ve Cu, Pb, Ni, Zn gibi bilinen bazı diğer metallere göre daha fazla zenginlikte dir.

Zirkonyum en az 37 değişik mineral içinde bulunmasına rağmen ticari önemi olan mineralleri Zirkon ($ZrSiO_4$) and Baddeleyit (ZrO_2) dir. Zirkonyum üretiminde zirkon ve baddeleyit mineralleri kullanılır. Zirkonyum içeren mineraller genellikle % 1-4 oranında hafniyum içerirler. Zirkonyum mineralleri dere, göl, nehir ve deniz plaserlerinde rutil, ilmenit, monazit gibi ağır minerallerle birlikte tabii olarak zenginleşirler. Zirkonyum ve hafniyum mineralleri Çizelge 1 ve 2 'de gösterilmiştir.

2. MEVCUT DURUM VE SORUNLAR

2.1. MEVCUT DURUM

2.1.1. DÜNYADAKİ MEVCUT DURUM

Rezervler: Dünyada bilinen yatakların zirkonyum oksit olarak rezervleri ülkeler bazında aşağıda verilmektedir.

ÜLKE	REZERV (milyon ton)
Avustralya	6,3
Güney Afrika	14,3
A.B.D.	1,7
Ukrayna	4,0
Hindistan	3,4
Çin	0,5
Brezilya	0,4
Diğerleri	0,8
TOPLAM	31,4

Çizelge 1: Zirkonyum Mineralleri

MİNERALLER	FORMÜL	ZrO ₂ %	HfO ₂ %	Hf/Zr
Baddeleyite	ZrO ₂	96.5-99	1-2.9	0.01-0.03
Zirkelite □ (Zirkite)	(Ca,Fe,nadir topraklar,Th,U) (Zr, Ti) ₂ O ₅	51.8-52 □	0.9-2.7 □	0.02-0.04 □
Polymignite □	(Ce,La,Y,Th,Mn,Ca)(Ti,Zr,Nb,Ta) ₂ O ₆	28.6-29.2	0.6-0.9	0.02-0.04
Zircon	ZrSiO ₄	60-66.8	0.3-0.6	0.01-0.10
Varhyacinthe		64.3	1.8	0.03
Zirkonlar:				
Malacon		53.2-65.2	0.8-7	0.02-0.09
Cyrtolite		40-52	9.17	0.26-0.46
Naegite		48.4-49.8	3.5-7	0.08-0.17
Alvite		34-42	3-16	0.13-0.54
Hagatalite		39.5-42.2	2.5	0.06
Oyomalite		38.4-41.4	2.5	0.06
Zirfesit	(ZrO ₂ , Fe ₂ O ₃).SiO ₂ , nH ₂ O	30.5		
Dalyite	K ₂ ZrSi ₆ O ₁₅	21.8		
Wadeite	K ₆ Ca ₃ Zr ₃ (SiO ₃) ₁₂	21.4		
Catapleite	Na ₂ Zr(SiO ₂) ₃ , H ₂ O	30.3-31.6	0.2-0.6	0.01-0.02
Elpidite	Na ₂ ZrH ₆ (SiO ₂) ₆	20-20.3	0.2-0.4	0.01-0.02
Thortveitite	Silicate de 5c, Y, Zr	0.8-2.6	0.5-3.2	0.27-1.89
Eudialyte	(Na,Ca,Fe) ₆ Zr[(OH,Cl) (SiO ₂) ₆]	12.2-14.3	0.1-0.7	0.01-0.05
Eucolite	Na ₁₃ (Ca,Fe) ₆ Cl(Si,Zr) ₂₀ O ₅₂	12.2-14.5	0.2-0.7	0.02-0.06
Guarinite	Ca ₂ NaZr [F,(SiO ₄) ₂]	19.7-21.4		
Wöhlerite	Guarinite + Nb	15.6-17.6	0.5-0.7	0.03-0.05
Lavenite	(Na,Ca,Mn) ₃ Zr [F,(SiO ₄) ₂]	21-28		
Rosenbuschite	(Na,Ca) ₃ (Fe,Ti,Zr)[F,(SiO ₄) ₂]	19.9	0.4	0.02
Mosandrite	(Ca,Na,Y) ₂₋₃ (Ti,Zr,Ce) [(H ₂ O,F),(SiO ₄) ₂]	7.4		
Astrophyllite	(K ₂ ,Na ₂ Ca)(Fe ²⁺ ,Mn) ₄ (Ti,Zr) [OH,(Si ₂ O ₇) ₂]	0.8-5		
Tschinglusuite	2(Na,K) ₂ O 5(Mn,Ca)O 3(Ti,Zr)O ₂ 14SiO ₂ 9H ₂ O	2.8-3.2		
Nogizawalite	Zircon + xenotime	4.6		

Çizelge 2: Hafniyum İçeren Başlıca Minerallerin Maksimum Hafniyum İçeriği

Esas Mineralin Tabiatı	Formül	% Hf (max)	Hf/Zr (max)
Cyrtolite (U.S.A.)	$\text{Na}_2\text{Y}_2(\text{Zr,Hf})(\text{SiO}_4)_{12}$	14,4	0,44
Alvite (Norveç)	$(\text{Zr,Hf,Be,Th,Y})\text{O}_2,51\text{O}_2,n\text{H}_2\text{O}$	13,6	0,54
Naegite (Japon)	$(\text{Zr,Hf,Y,Th,Nb,Ta})\text{O}_2,\text{SiO}_2$	5,9	0,16
Zirkon (Norveç)	$(\text{Zr,Hf})\text{SiO}_4$	5,1	0,10
Malazon (Norveç)	$3(\text{SiO}_2; \text{Zr,Hf}_2\text{O}_2)\text{H}_2\text{O}$	4,2	0,09
Thortveitite (Madagaskar)	$(\text{Sc,Y,Hf,Zr})_2,\text{Si}_2\text{O}_7$	2,7	1,8
Baddeleyite (Brezilya)	$(\text{Zr,Hf})\text{O}_2$	1,5	0,02

Üretim Yöntemi ve Teknolojisi: Yerkabuğunda % 0.028 oranında bulunan zirkonyum, 37 değişik mineralde bulunur. Ancak işlenebilir mineraller Baddeleyit ve Zirkondur. Baddeleyit (ZrO_2): % 90-93 arasında ZrO_2 içeren bir zirkonyum mineralidir. Tabiatla zirkondan daha az oranda bulunur. Diğer bir ismi de Brozilit'dir. Bu mineral monoklinik sistem yapısındadır ve oda sıcaklığında kararlıdır. Özgül ağırlığı $5.4-6.0 \text{ gr/cm}^3$ ve sertliği (Mohs) 6.5'dur. Baddeleyit minerali, phonolite ile birlikte masif halde, zaman zaman "favas de zirconia" olarak adlandırılan yuvarlak çakıllar şeklinde oluşur. Baddeleyit minerali 1970 yılından beri Güney Afrika'da üretilmektedir. Küçük miktarlarda da Brezilya'da üretilmektedir. Baddeleyit ayrıca Doğu Afrika'da, Srilanka'da ve Rusya'da da bulunmuştur. 1990 yılında Güney Afrika'da 23.000 ton Baddeleyit üretilmiştir.

Zirkon (ZrSiO_4): Teorik olarak %67.2 ZrO_2 ve %32.8 SiO_2 içeren bir ortosilikattir. Özgül ağırlığı $4.02-4.86 \text{ gr/cm}^3$, sertliği (Mohs) 7.5'dur. Zirkonlar renksiz, kırmızı, kahverengi, turuncu, mavi, mor ve yeşil renklerde olabilir. Zirkon plütonik ve volkanik kayaların bütün türlerinde bir yapı taşı olarak bulunur. Kum plaserlerinde çok sık rastlanan bir mineraldir. Sahil plaserlerinde büyük rezervler oluşturacak şekilde konsantre olmaktadır. Avustralya ağır mineral ve konsantrelerinin başlıca üreticisi olup dünyada en fazla zirkon ihraç eden ülkedir. Ayrıca zirkonun Güney Afrika, A.B.D., Rusya, Çin, Hindistan, Brezilya, Srilanka ve Tayland'da üretimi yapılmaktadır.

Zirkonyum Dioksit (ZrO_2): Zirkonia üretiminde önce Baddeleyit mineralleri fiziksel işlemlerle zenginleştirilerek konsantreler halinde toplanır (%96 ZrO_2). Daha sonra manyetik ayırma işlemiyle demir ve diğer safsızlıklar ayrılarak %99 ZrO_2 saflığına getirilir. Ayrıca kimyasal temizleme işlemleri sonucunda daha saf ZrO_2 elde edilir.

Zirkon mineralinden ZrO_2 elde edilmesi ise çok kompleks bir prosestir. Zirkon, kimyasal etkiye oldukça dayanıklıdır. Zirkonu kimyasal olarak parçalamak ve (Zr+Hf)'u silisyumdan ayırmak için 3 önemli yöntem vardır.

- 1- Karbon mevcudiyetinde Zirkon'un klorinasyonu
- 2- Alkalilerle ergitme ve asit liçi
- 3- Potasyum florosilikat (K_2SiF_6) ile ergitme

Birinci işlemle $ZrCl_4$, ikinci işlemle bir zirkonyum tuzu $Zr(Hf)OCl_2$ veya $Zr(Hf)(NO_3)_4$ ve üçüncü işlemle de potasyum florozirkonat K_2ZrF_6 elde edilir. En uygun işlemin seçimi, zirkonyumun bulunması istenen kimyasal formuna ve zirkonyumdan hafniyum'u ayırmada ve zirkonyum metalini hazırlamada kullanılacak müteakip kademelerdeki işlemlere bağlıdır.

Ürün Standartları: Satılabilir kalitedeki zirkon konsantresinin özellikleri aşağıda verilmiştir.

% 66.75	ZrO_2
% 32.65	SiO_2
% 0.04	Fe_2O_3
% 0.19	Al_2O_3
% 0.04	TiO_2
% 0.02	Cr_2O_3

Sektörde Üretim Yapan Önemli Kuruluşlar: Zirkon konsantresi üretiminde önde gelen ülkeler ve üretim miktarları Çizelge 3'de gösterilmiştir.

Çizelge 3: Zirkon Üretimi Yapan Başlıca Ülkeler ve Üretim Miktarları (bin ton).

ÜLKELER	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1995	1996
Avustralya	492	425	462	382	454	440	402	518	512
G.Afrika	80	100	127	162	153	161	160	250	300
A.B.D.	60	45	30	50	93	50	50	120	120
Rusya(BDT)	75	75	80	80	80	85	85	64	59,5
Çin	14	14	15	15	15	15	15	14,1	15
Hindistan	15	12	12	12	12	15	16	18	19
Diğerleri	6	10	11	18	14	20	25	44,1	29,4
Toplam	742	681	737	719	821	786	753	1028,2	1054,9

Baddeleyit ve ZrO_2 üretiminde önde gelen kuruluşlar ülke bazında aşağıda verilmiştir.

A.B.D. : Ferro Corporation, Harshaw Chemical Company, Muscle Shoals Minerals Company, Norton Company, TAM Ceramics Inc., Teledyne Wah Chang Albany, Western Zirconium Company Zircoa Inc., Z-Tech Corporation.

BREZİLYA : Minergral

FRANSA : Cezuz, Criceram, Rhone-Poulenc SA, Societe Europeene des Produits Refractories, Thann et Mulhouse SA.

ALMANYA : Huls Troisdorf AG, Lonza-Werke GmbH, Hermann C Starck Berlin.

İNGİLTERE : Cookson Minerals Ltd., Magnesium Elektron Ltd., Universal Abrasives Ltd., Unitec Ceramics Ltd.

JAPONYA : Daiichi Kigenso Company Ltd., Hokkoh Kagaku Kogyo, Kawasaki Steel Corporation, Kurosaki Yogyo Company Ltd., Kyoritsu Yougyo Genriyo, Nippon Kokan KK, Nippon Tungsten Company Ltd., Shin-Nippon Metal & Chemical Company Ltd., Showa Denko KK, Sumitomo Cement Company Ltd., Sumitomo Metal Mining Company Ltd., Toray Industries Ltd., Tosoh Corporation.

GÜNEY AFRİKA : Palabora Mining Company Ltd., Phosphate Development Corporation,

AVUSTRALYA : Nilcra Ceramics Pty Ltd., Z-Tech Pty Ltd.

Tüketim Alanları: Zirkonyum ve hafniyum, ileri teknoloji hammaddeleri arasında yer almaktadırlar ve her geçen gün kullanım alanlarına yenileri katılmaktadır. Zirkonyum tüketiminin % 95'den fazlası metalik olmayan halde ve nükleer olmayan kullanımlar içindir. Nükleer güç endüstrisi tüketilen metalik Zirkonyumun yaklaşık %90'ını kullanır. Zirkonyumun genel kullanım alanlarını şu şekilde sıralayabiliriz:

- Nükleer teknolojide,
- Makina, Gemi, Uçak ve Askeri savaş malzemesi yapımında,
- Deri, kağıt, boya, tekstil ve gübre endüstrilerinde,
- Elektrik ve elektronikte,
- Döküm endüstrisinde (döküm kumu olarak),
- Kuyumculuk, aşındırıcı ve seramik endüstrisinde
- Çelik endüstrisinde, refrakter alaşımlarında, foto alev ampullerinde, kimya tesislerinin korozyona dayanıklı olması istenen tesisatında,
- Otomotiv, cam ve çimento endüstrisinde,
- Bitkisel yağların hidrojenasyonu için nikel katalizörünün hazırlanmasında, portatif böbrek dializ sistemlerinde, cerrahi alanda, nükleer yakıt artık işlemleri için sürekli olarak ortamdan uzaklaştırılan sistemlerde (zirkonyum fosfat şeklinde) ve zirkonyum sitrat olarak

plütonyum ekstraksiyonunda. Hafniyum ise; nükleer teknolojide, refrakter alaşımlarında, ve foto alev ampullerinde kullanılmaktadır.

Tüketim Miktarları: 1995 yılında dünya baddeleyit ve ZrO₂ tüketimi 40.000 ton olmuştur. Konuyla ilgili daha güncel bilgilere ulaşılamamıştır.

Uluslararası Ticaret: Zirkonyum içeren zuhurların Avustralya, Güney Afrika, Hindistan, U.S.A., Brezilya, Srilanka ve Tayland'da bulunmasına rağmen kullanım alanının çok fazla olması büyük bir uluslararası ticaret hacmi oluşturmasına neden olmuştur. Ticarete etkin uluslararası kuruluşlar ülkelere göre Çizelge 4'de verilmektedir.

Çizelge 4: Ticaretle Etkin Uluslararası Kuruluşlar

Firma Adı	Ülkesi	Özel Bilgiler
Allied Eneabba Pty.,Ltd.	AVUSTRALYA Eneabba, Batı Avustralya	% 60 Du Pont aittir. % 40 Allied Minerals
Associated Minerals Consolidated Ltd.	Stradbroke Island Old.	
" "	Capel, Batı Avustralya	
" "	Geralton, Batı Avustralya	
" "	Eneabba, Batı Avustralya	
Cable Sands Pty.Ltd.	Bunbury, Batı Avustralya	
Consolidated Rutile, Ltd.	Stradbroke Island, Old.	
Cudgen R2, Ltd.	Kingscliff	% 49 hissesi General Mining'e aittir.
Rutile and Zirkon Mines Westralian Sands, Ltd.	Newcastle Capel, Batı Avustralya	
□Nuclemon□	BREZİLYA Bahia and Espirito Santo States	
Indian Rare Earths, Ltd.	HİNDİSTAN Manavalakurichi, Tamil Nadu, Chavara, Quilon	Kerala hükümetine aittir.
Kerala Minerals and Metals	Chavara, Quilon	
Richards Bay Minerals (Tisand Pty, Ltd.)	GÜNEY AFRİKA Richards Bay	
Ceylon Minaral Sands Corp	SRI LANKA Pulmoddai China Bay	
E.I. du Pont de Nemovos and Co, Inc.□ Associated Minerals□ Consolidated, Inc.	U.S.A. Starke, Florida Lawtey, Florida□Green Cove Siplings,Florida	

Fiyatlar: 1990-1997 yılları arasında US\$ olarak ton başına zirkon fiyatları aşağıdaki gibi değişmektedir:

Yıl	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
Fiyat	552,0	373,9	222,2	139,2	177,5	244,6	342,5	365,7

2.1.2. TÜRKİYE’NİN BU ALANDAKİ YERİ VE MEVCUT DURUMUN VII. BEŞ YILLIK KALKINMA PLANI HEDEFLERİYLE KARŞILAŞTIRILMASI

Ülkemizde zirkonyum ve hafniyum ile ilgili üretim faaliyetlerinde bulunan hiç bir kuruluş yoktur. Ancak gerek MTA ve gerekse diğer araştırma kurumlarında ve üniversitelerde ağır mineraller içerisinde yoğun bir biçimde arama çalışmaları ve teknolojik etüdler 1970 yılından bu yana yapılmaktadır. 1980'den sonra bu çalışmalara hız verilmiş olup Türkiye sahil kumları ön etüt amacıyla taranarak içerdikleri zirkon ve diğer ağır mineraller tesbit edilmiştir. Ancak ülkemizde büyük kum rezervleri ve bazı ümit vaadeden bölgeler olmasına rağmen henüz ekonomik olabilecek bir yatak tesbit edilememiştir. Ümit vaadeden bölgelerde, derinden de numune alınarak mutlaka detaylı çalışmalar yapılmalıdır.

Ürünün Türkiye’de Bulunuş Şekilleri:

Ülkemiz sahil kumlarında zirkonyum ve hafniyum minerali olan zirkon'a rastlanmaktadır. Özellikle İstanbul-Şile bölgesi ile Adapazarı-Karasu bölgelerinde zirkonca zengin sahil plaserlerimizin bulunduğu saptanmıştır.

Tüketim: Ülkemizde zirkonyum özellikle seramik endüstrisinde zirkonyum silikat (mikronize) şeklinde Çizelge 5’de belirtilen firmalarca tüketilmektedir.

Çizelge 5: Türkiye'de Zirkonyum İthal Eden Firmalar.

FİRMA ADI	ADRESİ
GORBON ISIL SERAMİK A.Ş. □	Ecza Sok. Safter Han. No.6 □ Gültepe / İSTANBUL
ECZACIBAŞI YAPI GEREÇLERİ SAN.TİC.A.Ş. □	Büyükdere Cad. No:193 Levent / İSTANBUL
ESAN ECZACIBAŞI ENDÜSTRİYEL HAMMADDELER SAN.TİC.A.Ş.	Altunizade, Kısıklı Cad., No.1, □K.3, Üsküdar / İSTANBUL

Üniversitelerimiz ve araştırma kurumlarımızda yapılan arama ve teknolojik geliştirme çalışmalarına hız verilmiştir. V. ve VI. plan döneminde Türkiye sahil kumlarının zirkonyum açısından değerlendirilmesi projesi (İTÜ-CNAEM-1987) Toryum ve Zirkonyum Pilot Üretim Tesisi Projesi (DPT Kod No.87 K 120310 1990) yapılmış olup Almanya-Berlin Teknik Üniversitesi'nde de (B.İpekoğlu 1988) bir araştırma yapılmıştır. Bu konu ile ilgili bazı doktora çalışmaları da bulunmaktadır (Y.Z.Yılmaz 1986). Son yıllarda yapılan bazı detaylı çalışmalar da (B.İpekoğlu) V.Uluslararası Cevher Hazırlama Sempozyumunda Eylül 1994 sunulmuştur. 1993 yılı sonunda Karadeniz Bölgesi granitoidlerine bağlı Zirkon oluşumlarının araştırması projesi DPT-Kod No:90 K 120570 (İ.Ü.CNAEM) 'de tamamlanmıştır.

2.2. SORUNLAR

Ülkemizde zirkonyum tüketimi vardır. Yeterli kaynaklar da bulunduğu halde, bu tüketim dış alım yolu ile sağlanmaktadır. Ülkemiz sahil kumlarının önemli bir rezerv teşkil edeceği yapılacak olan detaylı çalışmalar sonunda ortaya çıkarılabilir ve zirkon gereksinimi iç kaynaklardan karşılanabilir.

3. ULAŞILMAK İSTENEN AMAÇLAR

3.1. VIII. BEŞ YILLIK KALKINMA PLANI DÖNEMİNDE (2001-2005)

Sahil kumlarının zirkon açısından detaylı olarak incelemesine yönelik yoğun araştırmalar başlatılmalı ve bu işlem devlet desteği ile realize edilmelidir. Ülkemizde seramik sanayinin hızla gelişme kaydetmesi ve zirkonyumun yeni kullanım alanlarının olması dolayısıyla yeni dönemde talep artışı olacaktır.

3.1.1. KAPASİTE

Türkiye’de henüz zirkon üretimi olmadığı için kapasite artışı da söz konusu değildir. Bu dönem içerisinde ülkemizde özellikle ağır mineral araştırmaları sonucunda tesbit edilecek olan bir yataktan yan ürün olarak da zirkon üretiminin başlayacağı kanısındayız.

3.1.2. ARZ-TALEP

Türkiye’de 5 milyon doların üzerinde zirkonun dış alım yolu ile sağlandığı bilinmektedir. Zirkon üretimi başlatıldığında yurt içinde pazar yaratılacağı kesindir.

3.1.3. TEKNOLOJİ

Zirkon metalinin üretimi ileri bir teknoloji gerektirdiği halde zirkonyum silikat ($ZrSiO_4$)’ın kazanımı sahil kumlarından çok basit yöntemler ile yapılabilmektedir. Bugün için Türkiye’de zirkon minerali kullanılmaktadır. Vakit geçirilmeden detaylı rezerv çalışmaları yaptırılmalı, üretime geçilerek yurt içinde tüketilen bu kaynağımızı üretecek tesisler kurulmalıdır.

3.1.4. REKABET EDEBİLİRLİK

Sahil kumlarından zirkon üretimi basit ve ucuz bir işlemdir. Ayrıca bu üretim sırasında endüstriyel hammaddeler ve diğer yan ürünler de ekonomik bakımdan önemli bir girdi sağlayacaktır. Türkiyenin tüketimi bu alanda tamamen ithalatla karşılanmaktadır. Genel olarak ithalatın artması beklenmektedir. Bu ithalatın azaltılması veya önlenmesi de ayrı bir kazanç oluşturacaktır.

3.2. UZUN DÖNEMDE (2001-2023)

VIII. Beş Yıllık Kalkınma Planı döneminde zirkon üretimine geçilse de, yeni yatakların aranması, işletilmesi ve zenginleştirilmesi ile uç ürünlere geçiş konusunda çalışmalar sürdürülmelidir.

4. PLANLANAN YATIRIMLAR

Devlet tarafından yapılan bir yatırım yoktur. Ancak mutlaka devlet destekli arama faaliyetleri artırılmalıdır. Ancak son yıllarda bazı özel firmalar da konuya ilgi duymaya başlamışlardır.

5. ÖNGÖRÜLEN AMAÇLARA ULAŞILABİLMESİ İÇİN YAPILMASI GEREKLİ YASAL VE KURUMSAL DÜZENLEMELER VE UYGULANACAK POLİTİKALAR

VIII. Beş Yıllık Kalkınma Planında, ileri teknolojinin önemli bir hammaddesi olan zirkonun yerli kaynaklardan sağlanması hedeflenmelidir. Bu yönde:

- Zirkon aramalarına M.T.A'ca ağırlık verilmeli, ayrıca arama yapan özel şirketler de desteklenmelidir.
- Zirkon üretim ve zenginleştirilmesi ile ilgili araştırmalar teşvik edilmeli ve desteklenmelidir.
- Zirkon ve hafniyum metal ve alaşımlarına yönelik araştırmalar desteklenmelidir.
- Zirkon ve ürünlerinin üretimine yönelik yatırımlar teşvik edilmelidir.

KAYNAKLAR

1. Yılmaz, Y.Z., "Hekzon-Tiyosiyanat Yöntemi ile Zirkonyum-Hafniyum Ayırması". (Y.Lisans Tezi), İ.T.Ü.-Nükleer Enerji Enstitüsü- 1986.
2. Önal, G., İpekoğlu, B. ve Diğerleri, "Türkiye Sahil Kumlarının Zirkonyum Açısından Değerlendirilmesi". İ.T.Ü.-TAEK ortak proje raporu, Aralık-1987.
3. İpekoğlu, B., ERKOL, A.Y., "Toryum ve Zirkonyum Pilot Üretim Tesisi", DPT Projesi Raporu, Kod No:87 K 120310, Aralık-1990.
4. İpekoğlu, B., "Erzeugen von Zirkonsilikat Konzentraten aus Türkischen Küsten sanden", Aufbereitungs-Technik, Nr.7/88 p.403-407, Juli-1988 Deutschland.
5. Lefond, S.J., "Industrial Minerals and Rocks", Society of Mining Engineers. New York, 1983.
6. ZIRCONIA, Mitchell Market Report, ISBN 0 948696 05 2, 24 Donnongton Road Kenton Harrow Middlesex HA3 ONA ENGLAND.
7. Phillip Crowson, Minerals Handbook 1998-1999, Statistics and Analysis of the World Minerals Industry, Mining Journal Book Ltd.

VIII. GERMANYUM

1. GİRİŞ

Periyodik cetvelin IV. grubunda yer alan germanyum, kurşuni beyaz renkte olup metalik görünümlü, parlak, sert ve çok kırılğan bir yapıdadır. Atom numarası 32, atom ağırlığı 72.59 g, yoğunluğu 5.323 g/cm^3 (25°C 'de), ergime sıcaklığı 937.4°C , ve kaynama sıcaklığı 2830°C 'dir. Germanyum bir yarı iletken olup birçok metaldeki durumun tersine empüriteler varlığında iletkenliği artmaktadır. Saf germanyumun 25°C 'deki elektrik direnci 46 ohm/cm dir. Metalik germanyum havada iyi korunur. Konsantre H_2SO_4 ve HCl germanyuma çok yavaş etki ederler. HNO_3 içinde pasifleşen bir oksit tabakası oluşturup çözünme reaksiyonunu çabuk durdurur. Germanyumun alkali çözeltilerde çözünürlüğü olmamasına rağmen Naphipoklorür ve H_2O_2 gibi oksitleyicilerin ilavesiyle soğukta bile kolayca çözünür.

Germanyum oldukça nadir bulunan bir element olup yer kabuğundaki konsantrasyonu 6 - 7 ppm olarak verilmektedir. Önemli germanyum mineralleri, Ge içerikleri ve buldukları ülkelerle birlikte Çizelge 1'de verilmektedir. Bunların dışında germanyum, sfalerit minerallerinde, kompleks bakır-çinko ve molibdenitli cevherlerde bulunmaktadır. Çinko konsantrelerinde olduğu gibi, çinko konsantrelerinin sinterlenmesi sırasında meydana gelen Cd dumanları da önemli ölçüde Ge içermektedir. Bu malzeme, önemli üreticilerin (Eagle - Picher Lead Co. of Missouri, A.B.D. ve Union Miniere du Haut, Kananga, Zaire) hammaddesini oluşturmaktadır. İrlanda'daki bazı Pb-Zn cevherleri 20-30 g/t arasında Ge içermektedir. Kömürlerde de 10 ila 100 ppm arasında bulunan Ge, kömürün yakılması sırasında baca tozları ile gider. Taşkömürü külleri diğer küllere oranla daha fazla germanyum içermektedir. A.B.D.'de külleri % 6 ya kadar Ge içeren bir linyit yatağı mevcuttur.

Çizelge 1: Germanyum Mineralleri Ve Buldukları Ülkeler.

Mineral	Formülü	Ülke	% Ge
Argyrodit	$4\text{Ag}_2\text{S GeS}_2$	Bolivya, Almanya	6.5
Canfieldit	$4\text{Ag}_2\text{S (Ge,Sn)S}_2$	Bolivya	1.8
Ultrabazit	$11\text{Ag}_2\text{S } 28\text{PbS } 3\text{GeS}_2 \text{ } 2\text{Sb}_2\text{S}_3$	--	2.05
Germanit	$10\text{Cu}_2\text{S GeS}_2 \text{ } \text{As}_2\text{S}_3$	Namibya	0.8
Renierit	$\text{Cu}_{42}\text{Fe}_{16}\text{Ge}_6\text{Zn}_{3.5}(\text{As}+\text{Sn})_{1.5}\text{S}_{64}$	Zaire, Namibya	6.4-7.8
Fleischerit	$\text{Pb}_3\text{Ge}_2[(\text{OH})_4(\text{SO}_4)_2] \text{ } 4\text{H}_2\text{O}$	--	6.7
Itoit	$\text{Pb}_3[\text{GeO}_3(\text{OH})_2(\text{SO}_4)_2]$	--	7.0

Çizelge 2'de germanyum içeren yatakların jenetik tipleri verilmektedir. Germanyumun ekonomik olabilecek konsantrasyonları hidrotermal sülfid formasyonları ve sedimanter kayaçlardır.

Çizelge 2: Germanyumlu Yatakların Jenetik Tipleri.

Mineralizasyon işlemi	Jenetik tipler
I. Pegmatitik	1. Madir metal pegmatitleri
II. Pnömatolitik-hidrotermal	2. Grayzenler (kalay-beril ve florit içerenler) 3. Skarnlar (Cu, Cu-Mo, polimetalik, Fe ve Au yatakları)
III. Hidrotermal	4. Kasiterit-demir-silikat formasyonları 5. Kasiterit-sülfid formasyonları 6. Cu-Mo formasyonları 7. Pirit formasyonları (sülfür-, bakır-, pirit-, polimetalik) 8. Arsenik-bakır-polimetalik formasyonlar 9. Polimetalik formasyonlar 10. Karbonatlı kayaçlar içindeki Pb-Zn yatakları (Mississippi vadisi tipi) 11. Subvolkanik intrüzyonlarla ilişkili Sn-Ag yatakları
IV. Sedimanter	12. Fosil kömürler ve karbonlu formasyonlar 13. Demir cevherleri (metamorfize olmuş sedimanter ve volkanosedimanter kayaçlar) 14. Bakır içeren şeyller ve kumtafları

2. MEVCUT DURUM VE SORUNLAR

2.1. MEVCUT DURUM

2.1.1. DÜNYADAKİ DURUM

Rezervler: Germanyum üretiminin büyük bir kısmı sülfürlü çinko (ZnS) cevherlerinden sağlanmaktadır. Dünya'da işletilen ve işletilmeye hazır çinko cevherlerinin Ge içeriklerinin kesin olarak bilinmemesi dolayısıyla toplam Dünya rezervi bilinmemektedir. A.B.D. rezervleri 450 ton, Kanada 700 ton, Zaire 200 ton ve Avrupa ülkelerinin toplam Ge rezervi

800 ton civarındadır. Bunlara ilaveten, kömürün yakılması sırasında baca tozlarına karışan germanyum da büyük bir potansiyel oluşturmaktadır.

Üretim Yöntemi ve Teknolojisi: En çok tercih edilen mineralleri germanit ve renierit olup bunlar kovelin, galen veya arsenikli cevherler ile birlikte bulunurlar. Bu cevherlerin flotasyonu sırasında germanit ve renierit, Cu-Pb—konsantresine—geçer. Bunlardan ferromanyetik olan renierit manyetik ayırma işlemi ile zenginleştirilebilir. Üretim yöntemlerinin tümünde en önemli problemi arseniğin ayrıştırılması oluşturmaktadır. Cevher hazırlama işlemine tabi tutulmuş Ge cevherleri için ya asidik veya bazik çözündürme yada pirometalurjik yöntemler uygulanır.

(a) Asitte Çözündürme: Konsantre önce Cu ve As çözündürülmesi için HNO_3 veya $\text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4$ karışımı ile muamele edilir. Daha sonra kalan artık, konsantre HCl içinde çözündürülüp GeCl_4 halinde Cl_2 gazı ile distile edilir.

(b) Alkali Çözündürme: Cevherler konsantre KOH veya NaOH içinde çözündürülür. Ge ile birlikte çözeltiliye geçen As ve Ga, düşük pH değerlerinde selektif olarak çöktürülür. İşlem sonunda germanyum da GeO_2 olarak çöker.

(c) Pirometalurjik Yöntem: İki şekilde uygulanmaktadır. Birincisi cevher 350°C 'de kuru klor gazı ile işleme sokulur ve böylece GeCl_4 elde edilir. Diğeri, redükleyici bir atmosferde germanyum monosülfür veya monoksit olarak arsen bileşikleriyle kondanse edilir ve kondensat $500-700^\circ\text{C}$ 'de hava ile kavrularak As_2O_3 ayrılır. Artık $\text{HCl}+\text{Cl}_2$ ile klorlanarak GeCl_4 distilasyonu yapılır.

Germanyumun renieritten üretiminde, flotasyon ile zenginleştirildikten sonra kavrulan cevher, H_2SO_4 ile çözündürülür. Bakırın Fe tozu ile sementasyonundan sonra NaOH çözeltisi yardımıyla Ge-hidroksit çöktürülür. Çökelek kavrulduktan sonra $\text{HCl}+\text{Cl}_2$ ile klorlanır ve GeCl_4 distilasyonu yapılır.

Yan ürün olarak germanyum, çinko ve bakır izabehanelerinde ya filtre artıklarından ya da uçucu tozlardan kazanılır. Pb-Zn uçucu tozları çözündürülerek, Ge bir iyon değiştirici yardımıyla tutulur. Bu kompleks bileşikten yıkama işlemi yapıldıktan sonra Cl_2 gazı ile GeCl_4 distile edilir.

Germanyum, taş kömürü küllerinde ve baca tozlarında da % 0.3 e kadar zenginleşebilir. Bunlardan germanyum, ya konsantre HCl veya Cl₂ yardımıyla gerçekleştirilen kuru klorlama yoluyla ya da NaOH ile yıkama yöntemi ile kazanılır.

Yüksek saflıkta germanyum istenildiğinde, GeCl₄ distilasyon yöntemleri ile empüritelere (özellikle As) arındırılır, Ge(OH)₂ olarak çöktürülür ve ısıtılarak GeO₂ elde edilir. Germanyum dioksit (GeO₂) 650-700°C'de hidrojen ile redüklenerek Ge elde edilir. Daha yüksek saflıktaki Ge eldesi için zon rafinasyonu uygulanır.

Ürün Standartları: Kataliz veya metal üretiminde kullanılan GeO₂, klor ve nemin dışında 20 ppm den daha az empürite içermelidir. Germanyum metali ise çok daha düşük miktarda (milyarda bir den az) empürite içermelidir.

Sektörde Üretim Yapan Önemli Kuruluşlar:

Belçika	- Societe Generale Metallurgique de Hoboken
Güney Batı Afrika	- Tsumeb Corp. Ltd.
A.B.D.	- Socorro Metal Extraction
	- Eagle-Picher Lead Co. of Missouri
	- Cominco
	- Kawechi, Berylco
	- Cabot Inc.
	- Atomergic Chemetals Co.
	- Jersey Miniere Zinc Co.
Kanada	- Musto Exploration Ltd.

Çin, Rusya, Japonya ve diğer Batı Avrupa ülkelerindeki üretici firmalar bilinmemektedir.

Mevcut Kapasiteler: Dünya germanyum üretim kapasiteleri Çizelge 3'de görülmektedir. Bu kapasiteler yıllara göre, germanyumun stratejik önemi dolayısıyla değişiklikler göstermektedir. Nitekim, 1990'a göre 1996'da talebin azalması nedeniyle üretim kapasiteleri de bir hayli düşmüştür.

Çizelge 3: Dünya Rafine Germanyum Üretim Kapasiteleri.

Ülkeler	1990 Kapasite (ton)	1996 Kapasite (ton)
A.B.D.	60	40
Belçika	50	50
Almanya	40	
Fransa ve İtalya	35	
Comecon ülkeleri	40	
Çin	10	11
Japonya	35	35
Dünya toplamı	365	155

Üretim Miktar ve Değerleri: Dünya germanyum üretiminin ülkelere göre dağılımı Çizelge 4' te verilmektedir. Dünya germanyum üretimi yıllar ilerledikçe azalma göstermektedir.

Optik ve elektronik aletlerde kullanılan germanyumun çoğunluğu tekrar kazanılabilmektedir. Bu yolla Dünya'da 1996 yılında 12 ton, 1997 yılında 18 ton germanyum kazanılmıştır.

Çizelge 4: Dünya Germanyum Üretimi (ton).

Ülke	1988	1989	1990	1991	1992	1995	1996
A.B.D.	21	20	18	15	13	10	18
Belçika, Fransa, Almanya ve İtalya	45	44	42	40	32		
Rusya, Çin, vd.*	18	18	22	25	20		
Toplam	84	82	82	80	65	45	53

(*) Zaire dahil edilmemiştir.

Tüketim: Germanyumun en önemli kullanım alanını, transistör, diyotlar ve rektifikatörleri içeren yarı iletkenlerin yapımı oluşturur. Germanyumun uygulama alanlarını metalurji, kemoterapi, polimer kimyası ve optik cihazların yapımı oluşturur. Nükleer radyasyon dedektörleri yapımında da Ge kullanılmaktadır. Çok hassas döküm yapımı ve mücevhercilikte altın lehiminde kullanılmak üzere çok küçük miktarlarda altın ile alaşımlandırılır. Germanyum yoğun bir şekilde Avrupa ve Japonya'da, sentetik fiber üretiminde katalizör olarak kullanılmaktadır.

Germanyum içeren camlar yüksek refraktif indeksine sahip olduklarından, kamera lenslerinin, mikroskop objektiflerinin, spektroskop ve infrafred cihazlarında kullanılan özel camların yapımında kullanılmaktadır. Zirkonyumu faz değişimlerine karşı stabilize etmesinden dolayı atomik reaktörlerde kullanılan yakıt elementlerinin fabrikasyonunda kullanılmaktadır.

Yarı iletken özelliğinden dolayı kızıl ötesi optiğinde ve elektronik endüstrisinde kullanımı gittikçe artmaktadır. U.S. Bureau of Mines iki germanyum ve bir silikondan oluşan lens içeren bir tarayıcı geliştirmiştir. Bu tarayıcı Wilkes, Barre, Pa. yakınlarında sellerle oluşan artık birikintilerin anormal yüzey sıcaklıklarının ölçümü ve kömür madenciliğinde ocaklardaki tavan çökmelerinin taranmasında kullanılmaktadır. Platin-germanyum katalizörlerinin yapımındaki araştırmalar sürmektedir.

Germanyum süper iletken yapımında da kullanılmaktadır. Araştırmalar, kolombiyum-germanyum filmlerinin 22.3°K e kadar süper iletkenlik özelliği gösterdiğini kanıtlamıştır.

Germanyum, organik germanyum bileşikleri halinde polimerler ve tıpta da kullanılmaktadır. Örneğin, carcinoma ve leukemia gibi hastalıkların tedavisinde, virüs ve bakterilerle oluşan değişik hayvan hastalıklarından korunmada kullanılmaktadır. Germanyum ayrıca sigara dumanı alarm aletlerinin yapımında da kullanılmaktadır.

Genel olarak üretilen germanyumun 2/3 ü optikte, 1/3 ü ise elektronik alanında kullanılmaktadır. 1997 yılında Dünya germanyum tüketiminin % 40'ı fiber optik sistemlerde, % 20'si polimerizasyon katalizörlerinde, % 10'u kızıl ötesi optik aletlerde, % 20'si elektronik-solar sistemlerde kullanılmıştır. A.B.D.'de 1992, 1993, 1996 yıllarına ait germanyum tüketim oranları Çizelge 5'te verilmiştir.

Çizelge 5: A.B.D.'de Germanyum Kullanım Oranları.

Kullanım	1992	1993	1996
Kızıl ötesi optik aletler	% 62	% 42	% 20
Fiber optik sistemler	% 14	% 34	% 35
Yarı iletkenler	% 7	% 8	%10
Diğer uygulamalar	% 10	% 6	%35

Görüldüğü gibi fiber optik sistemlerindeki Ge kullanımı 1993 yılında % 14 ten % 34 e çıkmıştır. Dünya germanyum tüketiminin % 41 i A.B.D. tarafından gerçekleştirilmektedir.

Yerini Alabilecek Diğer Metaller: Bazı elektronik uygulamalarda germanyum yerine daha ucuz olan silikon kullanılabilir. Bazı tellür, selenyum, indiyum ve galyum bimetallik alaşımları Ge yerine kullanılabilir. Kızıl ötesi sistemlerinde, çinko selenat veya cam germanyum, metalik germanyumun yerine kullanılabilir.

Uluslararası Germanyum Ticareti: Optik alandaki kullanımı ile askeri ve sivil alanda stratejik bir önem göstermesi nedeniyle germanyum ticareti Dünya'nın en gelişmiş ülkeleri arasında gerçekleştirilmektedir. Germanyum ihracatı yapan başlıca ülkeler Belçika, Fransa, İtalya, Almanya ve Japonya bulunmaktadır; son yıllarda bu ülkelere Rusya ile Ukrayna da katılmıştır. 1997 yılına bu iki ülke 20 tonluk stoku satışa sunmuştur. Bu ülkeler ihracatlarını çoğunlukla A.B.D.'ne yapmaktadırlar. Ayrıca, Çin de ihracat yapan ülkeler arasında bulunmaktadır. 1997 yılında Dünya'da pazarlamaya sunulan germanyum miktarı 105 ton dolayındadır.

Fiyatlar: 1992 yılında Rusya ve Çin'den alınan germanyum 300 US \$/kg, Avrupa'dan alınan germanyum 340 US \$/kg iken 1993 yılında fiyatlarda bir düşüş görülmüştür. 1993 yılı başlarında 275-325 US \$/kg olan Ge fiyatları yıl sonuna doğru 250-300 US \$/kg a düşmüştür. Rusya'dan alınan malzeme fiyatı 260-280 US \$/kg olup Çin'den alınanın fiyatı 280-300 US \$/kg civarındadır. Bu ülkelerden alınan germanyumun kalitesinin EMEC (Established Market Economy Countries) ülkelerinininkinden daha düşük olduğu belirtilmiştir. 1986-1992 yılları arasında, birinci kalite, zon rafinasyonu ile üretilmiş germanyumun fiyatı 1060 US \$/kg olarak sabit kalmış; 1998'de 1700 \$/kg'a kadar çıkmıştır; hatta, 1996 yılında 2000 \$/kg olarak gerçekleşmiştir. GeO₂'in fiyatı ise 1986-1992 yılları arasında 660 US \$/kg olarak sabit kalmıştır; fakat, üreticiler bu ürünün fiyatını 1995 yılında 880 \$/kg, 1996'da 1300 \$/kg'a kadar yükseltmişler; 1997'de ise 950 \$/kg'a kadar düşürmüşlerdir.

2.1.2. TÜRKİYE'NİN BU ALANDA DÜNYA'DAKİ YERİ VE MEVCUT DURURMUN VII. BEŞ YILLIK KALKINMA PLANI HEDEFLERİYLE KARŞILAŞTIRILMASI

Türkiye'nin Ge rezervleri bilinmemekte ve üretim yapılmamaktadır. Dolayısıyla Ge ihracatı sözkonusu değildir. 1990 yılında Japonya'dan bir ton civarında, metal, alaşım ve diğer formlarda Ge ithal edilmiştir. 1993 yılında Germanyum ithalatımız 2.364 kg olmuştur.

Son yıllarda ODTÜ tarafından ÇİNKUR işletme artıkları üzerinde yapılan bir çalışmada, artıklarda Cu, Zn ve Cd ile birlikte 1000 ppm kadar Ge olduğu belirlenmiştir. Yapılan liç işlemleri sonucu germanyumun % 90 verimle çözeltiye alınabileceği görülmüştür. Çözeltiden kazanma yöntemleri olarak tanin ile çöktürme ve solvent ekstraksiyon denenmiş ve seçimli olarak her iki yöntemle de Ge kazanılabileceği gösterilmiştir.

3. ULAŞILMAK İSTENEN AMAÇLAR

Germanyumun stratejik önemi, fiyatlarının yüksekliği ve kullanım alanlarının çok önemli olması dolayısıyla ilk aşamada Ge potansiyelimizin ortaya konması gerekmektedir. Bunun için, işletilen veya işletilmeyen çinko sülfür cevherlerinin Ge tenörü saptanmalı ve analiz sonuçlarına göre bir değerlendirme yapılarak Ge potansiyelimiz belirlenmelidir.

KAYNAKLAR

1. Vlasov K.K., Geochemistry and Genetic Types of Their Deposits, Vol. 1, Geochemistry of Rare Elements, Academy of sciences of the USS State Geological Committee of the USSR, 1966, s. 525-549.
2. Plunkert P.A., Germanium, Mineral Facts and Problems, 1985, sayfa 317-322.
3. Gallium and Germanium, Metals and Minerals Anunual Review, 1992 ve 1993.
4. Hazine ve Dış Ticaret Müsteşarlığının İthalat-İhracat listelerinden alınmıştır.
5. S. Akkurt, Y. Topkaya, İ. Karakaya, G. Özbayoğlu, “ Recovery of Germanium and Other Metal Values From the Electolyte Purification Precipitates of ÇİNKUR Zinc Plant”, IV. Uluslararası Cevher Hazırlama Sempozyumu Bildiri Kitabı, Cilt 2, Sayfa 679-690, 20-22 Ekim 1992, Antalya.
6. S. Akkurt, ”Recovery of Germanium and Other Metal Values From the Solution Purification Precipitates of ÇİNKUR Zinc Plant”, M.Sc. Thesis, Middle East Technical University, Ankara, 1991.
7. Amey, E.B., germanium, U.S. Geological Survey-Minerals Information, 1997
8. Brown, R. D., U.S. Geological Survey-Minerals Information, 1997
9. Crowson, P., Minerals Handbook 1998-1999, Statics and Analysis of the World Minerals Industry, Mining Journal Book Ltd.

IX. NİOBYUM (KOLUMBİYUM)

1. GİRİŞ

Niobyum, Amerika kıtasında Kolumbiyum adıyla da bilinmektedir. Doğada, kimyasal özelliklerinden dolayı niobyum, tantalum ile birlikte bulunur. Ekonomik önem taşıyan niobyum ve tantalum mineralleri niyobit-tantalit grubu ile piroklormikrolit grubudur. Niyobit-tantalit grubunda demir, mangan ve niobyum ile tantalum oksit isomorf halindedir. Grubun genel formülü [(Fe,Mn) (Nb, Ta₂O₆)] halindedir. Eğer mineralde Nb₂O₅ içeriği, Ta₂O₅ içeriğinden fazla ise bu mineral niyobit (kolumbit), tersi durumda ise tantalit diye adlandırılır. Aynı özellik, genel formülü [Ca₂ (Nb,Ta)₂O₆ (OH,F)] olan mikrolit-piroklar grubu için de geçerlidir. Eğer mineralde Ta₂O₅ içeriği fazla ise mikrolit, Nb₂O₅ içeriği fazla ise piroklar diye adlandırılır.

2. MEVCUT DURUM VE SORUNLAR

2.1. MEVCUT DURUM

2.1.1. DÜNYADAKİ DURUM

Rezervler: Dünyada niobyum rezervlerinin büyük bir kısmını piroklar-mikrolit içeren maden yatakları oluşturur. Geri kalan bölüm ise pegmatit ve plaserde bulunmaktadır. Plaser tip yataklarda niobyum, niyobit (columbit) ve tantalit halinde bulunur. Zenginleştirilmesi kolay olduğu için plaser tip yataklardan niobyum konsantresi üretimi tercih edilmiştir. Dünyada belirlenen niobyum rezervlerinin ülkelere göre dağılımı Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1: Dünya Niobyum Rezervleri.

ÜLKELER	REZERV (ton)
Brezilya	3 310 000
Bağımsız Dev.Top.	680 000
Zaire	200 000
Kanada	140 000
Nijerya	64 000
Avustralya	5 000
Diğer Ülkeler	53 000
Toplam	4 452 000

Üretim Yöntemi ve Teknolojisi: Niobyum başlıca özel çeliklerin üretiminde ferro-niobyum halinde kullanılır. Zenginleştirme ile elde edilen konsantrelerden ferro-niobyum üretimi için alümino-termik reaksiyonlardan yararlanır. Elde edilen ferro-alaşım yaklaşık %40-60 Nb ve %20-25 Ta içerir.

Niobyum, tantalın üretimi sırasında, potasyum fluotantalatın kristalleştirilmesinden geriye kalan çözültiden de elde edilebilmektedir. Tantalı tamamen alınmış çözültiye HCl ilavesiyle niobyumun pentoksit halinde çökmesi sağlanır.

Niobyum metalinin üretilmesi için niobyum penta oksit, niobyum karbür ile karıştırılır ve çubuk halinde preslenir. Bu çubuklar, CO₂'in tamamı çıkıncaya kadar vakum altında ısıtılır ve gözenekli bir yapı kazanan niobyum metali toz haline gelinceye kadar öğütülür.

Ürün Standartları: Niobyum üretiminde piroklar ve kolumbit konsantreleri; bunun yanısıra tantalit ve kalay curufları kullanılmaktadır. Bu maddelerden başlıca ferro-niobyum, niobyum penta oksit ürünleri, bunlardan da HSLA (high strength low alloy) çelikleri, özel alaşımlı çelikler, niobyum metali ve niobyum karbür üretilmektedir.

Üretim Yapan Ülkeler ve Firmalar: Niobyum üretiminin büyük bir kısmı Brezilya ve Kanada'daki üç madenden yapılmaktadır. Bunlardan ikisi Brezilya'da, biri Kanada'da bulunmaktadır. Brezilya'daki madenler Companhia Brasileira de Metalurgia e Mineracao of Araxa, Mineracao Catalao de Gias firmaları, Kanada'daki maden Niobec Inc. of St-Honore (Quebec) firması tarafından işletilmektedir. Kanada'da üretilen piroklar konsantreleri A.B.D., Japonya ve Almanya'daki firmalara satılır. Zaire'de piroklar konsantreleri üretilmekte; fakat bu ülkedeki politik durumlar üretimi engellemektedir.

Niobyum kaynağı olarak kolumbit'in kullanılışı gün geçtikçe azalmaktadır. Brezilya'daki Pitinga madeninden halen kolumbit üretimi yapılmaktadır. Bu yatak, Paranapanema firması tarafından niobyum, tantalum ve kalay üretimi için işletilmekte ve elde edilen konsantre San Paulo'daki izabe tesislerine nakledilmektedir. Üretim kapasiteleri 4540 ton/yıl Nb ve 550 ton/yıl Ta düzeyindedir.

Üretim Miktar ve Değerleri: Niobyum üretimi için önce konsantreler üretilmekte, daha sonraki aşamada nihai ürünler üretilmektedir. Niobyum üretim miktarının ülkelere göre dağılımı Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2: Niobyum Üretiminin Ülkelere Göre Dağılımı (ton metal).

Ülke	1995	1996
Kongo	1	--
Namibya	--	--
Nijerya	13	13
Rwanda	2	22
Zambia	--	--
Zimbabve	--	--
Malezya	--	--
Tayland	--	--
Kanada	2 357	2 331
Bolivya	--	--
Brezilya	15 240	17 745
Avustralya	109	112
Toplam	17 721	20 223

Tüketim Alanları: Çeşitli tür demir alaşımları üretimi için hemen hemen niobyumun % 90'ı çelik endüstrisi tarafından kullanılır. Ferro-niobyum başlıca dört tür çelik üretiminde kullanılır: 1) HSLA çelikleri, 2) Paslanmaz çelik, 3) Düşük alaşımlı çelikler, 4) Süper alaşımlar. Bu çelik türleri arasında HSLA çelikleri, ferro-niobyumun en büyük tüketicisidir. Bu çeliklerde niobyum içeriği % 0,35-0,1 arasında değişir.

Niobyum metali, niobyum esaslı alaşımlar ve süper alaşımlar; korozyona dayanıklı, yüksek sıcaklıkta, yüksek dirence sahip makina ve teçhizatın yapımında kullanılır. Niobyum karbür en sert maddelerden biri olduğu için kesici alet ve teçhizatın yapımında kullanılır. Bu sektörlerin dışında uzay ve havacılık endüstrisi, nükleer, elektronik sektörleri, süper iletken, kalıcı magnet gibi ürünlerin yapımında niobyum metalinden ve niobyum esaslı alaşımlardan gittikçe artan oranda yararlanılmaktadır.

Fiyatlar:

Kolumbit penta oksit (Nb:Ta = 10:1) 280,2 US\$/lb (1990), 300 US\$/lb (1997),

2.1.2. TÜRKİYE'DE DURUM

Türkiye'de bu alanda yapılan ve yapılması planlanan herhangi bir faaliyet yoktur.

KAYNAKLAR

1. Albert Bouchard, Columbium (Niobium) and Tantalum, 1977, No: 17
2. Metals and Minerals Annual Review, 1992, 1993.
3. Phillip Crowson, Minerals Handbook 1998-1999, Statistics and Analysis of the World Minerals Industry, Mining Journal Book Ltd.

X. TANTALYUM

1. GİRİŞ

Tantalyum, sünek, yüksek ergime sıcaklığına sahip (2996⁰C), korozyona karşı direnç gösteren ve yüksek sıcaklıklara dayanıklı bir metaldir. Tantalyumun başlıca ekonomik önem taşıyan mineralleri, niobyum da olduğu gibi, pirokler, mikrolit, niyobit ve tantalit olmaktadır.

2. MEVCUT DURUM VE SORUNLAR

2.1. MEVCUT DURUM

2.1.1. DÜNYADAKİ DURUM

Rezervler: Tantalyum içeren maden yatakları, başlıca A.B.D., Brezilya, Güney Batı Afrika ve Uzak Doğu ülkelerinde bulunur. Dünyada belirlenen tantalyum rezervlerinin (görünür ve muhtemel) ülkelere göre dağılımı Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1: Dünya Tantalyum Rezervleri.

ÜLKELER	REZERV (ton)
Zaire	37.195
Bağımsuz Devletler Top.	192.780
Nijerya	7.25
Tayland	4.536
Brezilya	3.175
Malezya	3.628
Avustralya	2.268
A.B.D.	1.360
Kanada	0.907
Diğerleri	1.814
Toplam	254.920

Üretim Yöntemi ve Teknolojisi: Tantalit mineralinden metal üretimi yapılırken, konsantre Na₂CO₃ veya NaOH ile ergitilir. Böylece sodyum tantalat ve sodyum niobat oluşumu sağlanır. Su ile yıkamayla empüritelerden arındırılan bu bileşikler %50'lik H₂SO₄ ile ısıtılır ve bünyelerindeki demir ve manganezin çözeltiye alınması sağlanır. Niobyum ve tantal bileşiği, daha sonraki aşamada HF ile ısıtılır ve çözeltiye alınır. En son aşamada, sisteme KF

ilavesiyle K_2TaF_7 ve K_2NbF_7 bileşikleri oluşur. Söz konusu fluorürler, çözeltinin bekletilmesiyle kristal haline dönüşürler. Oluşan kristaller seyreltik HF ile tekrar çözeltilir ve selektif olarak, K_2TaF_7 yeniden kristalleştirilir, K_2NbF_7 ise çözeltide kalır. Elde edilen K_2TaF_7 bileşiği bir çelik potada metalik sodyum ile ısıtılarak, redüklenir ve metalik halde tantal elde edilir. Metalik tantal, aynı zamanda KCl ve KF banyosunda grafit anod kullanılarak, tantal oksit ve tantal fluorürün elektrolizi sonucunda da üretilebilmektedir.

Üretim Yapan Ülkeler ve Firmalar: Tantalyum üretiminin kaynağını, başlıca tantalit, mikrolit ve kalay curufları oluşturmaktadır. Daha önceleri, toplam tantalyum üretiminin yarısından fazlası kalay curuflarından yapılmaktayken, bu pay günümüzde 1/3'e kadar düşmüştür. Bu durum tantalyum fiyatlarının düşmesinden kaynaklanmaktadır.

Tantalyum'un esas üretimi, Avustralya'daki iki, Kanada'daki bir madenden yapılmaktadır. Batı Avustralya'daki The Greenbushesmine of Gwalia Consolidated Ltd. şirketi, 1992 yılında 187.3 ton Ta_2O_5 içeren konsantre ve 295 ton kalay üretmiştir. Yine, Batı Avustralya'da, Pan West Tantalum Pty Ltd.'in işlettiği madenden 1992 yılında 104.6 ton Ta_2O_5 içeren konsantre (1991 yılı: 110.6 ton) elde edilmiştir.

The Tantalyum Mining Corp. of Canada Ltd., Kanada'da, Bernic Lake'te bir madenden tantalit ve spodümen konsantreleri üretmektedir.

Nihai Tantalyum Üreten Firmalar: H.C. Starck (Almanya), Cabot Corp. (A.B.D.), Companhia Industrial Fluminense (Brezilya), Nürnberg Plant of Gesellschaft für Elektrometallurgie GmbH (Almanya), Parahapanema Mineracoes SA (Brezilya): 100 ton/yıl kapasiteli, Tai Tantalum Corp. (Tayland): 453 ton/yıl potasyum fluo tantalat ve 45 ton/yıl kondansatörlük toz tantalyum kapasiteli.

Üretim Miktar ve Değerleri: Ülkeler bazında tantalyum maden üretim miktarları Çizelge 2'de verilmiştir.

Tüketim Alanları: Tantalyum'un başlıca kullanım alanlarından birisini elektronik sanayii oluşturmaktadır. Tantalyum oksit, bilinen metal oksitlerin içinde en yüksek dielektrik sabitine sahip olduğu için kondansatör imalinde kullanılır. Ayrıca, tantalyumdan yapılan

kondansatörlerin uzun ömürlü ve emniyetli olmaları, bu kondansatörlerin daha çok tercih edilmelerine neden olur.

Tantalyum, yüksek kimyasal dirence sahip olduğu için, HF ve sıcak alkali çözeltiler hariç, kimyasal proses tesislerine ait teçhizat ve ekipmanların yapımında kullanılır. Ayrıca, tantalyum karbür, tungsten karbüre katılarak, kesici alet yapımında kullanılır.

Çizelge 2: Ülkelere Göre Tantalyum Maden Üretimi Miktarları (ton).

ÜLKE	1995	1996
Kongo	1	--
Namibya	--	--
Nijerya	2	2
Rwanda	16	22
Zambiya	--	--
Zimbabve	--	--
Malezya	12	26
Tayland	--	--
İspanya	1	1
Kanada	33	55
Bolivya	--	--
Brezilya	50	55
Avustralya	274	276
Toplam	388	437

Fiyatlar:

Tantalit cevheri (%60 Ta₂O₅) 28,6 US \$/lb Ta₂O₅ (1997)

2.1.2. TÜRKİYE'DE DURUM

Türkiye'de bu alanda yapılan ve yapılması planlanan herhangi bir faaliyet yoktur.

KAYNAKLAR

1. Metals and Minerals Annual Review, 1991,1993.
2. Albert Bouchard, Columbium (Niobium) and Tantalum, 1977, No 17.
3. Larry D. Cunningham, Mineral Commodity Summaries, 1991, 1993.
4. Phillip Crowson, Minerals Handbook 1998-1999, Statistics and Analysis of the World Minerals Industry, Mining Journal Book Ltd.

XI. SELENYUM VE TELLURYUM

1. GİRİŞ

Selenyum periyodik tabloda VI.grupta kükürdün altında bulunmakta olup atom ağırlığı 78.96 gr dır. 1817 yılında Berzelius tarafından kurşun odalar çamurundan elde edilmiştir. Eser miktarda hemen hemen bütün sülfürlerde bulunmaktadır. Selenyumun üç kırmızı ve iki siyah modifikasyonu vardır. Kırmızılardan ikisi (alfa ve beta) kristal yapılı biri amorf dur. Kırmızı modifikasyonların hepsi CS₂ 'de çözünür ve elektriği iletmezler. Siyah modifikasyonlardan biri cam olup 60 °C dolayında kauçuk özelliği gösterir. Cam şeklinde olan selenyum 72 °C nin üstünde hegzagonal kristal şekline döner ki buna lamda veya metalik selenyum denir (Ergime Noktası 144 °C, Kaynama noktası 688 °C dir).

Telluryum elementini F. Müller Von Reichenstein 1782 yılında keşfetmiştir. Yedi dağlar'daki (Transilvanya) Altın-Telluryum cevherindeki metalik problemi çözerek, Telluryum'un özel bir element olduğunu ispatlamıştır. Telluryum (Te) elementlerin periyodik sisteminde VI-b grubunda Kükürt ve Selenyum'un altında bulunur. Her iki element tabiatta bulunuş ve kimyasal özellikler yönünden benzerlik göstermektedir.

Telluryum'un atom ağırlığı 127.6 gr olup hegzagonal kristal yapısında veya nadir olarak amorf halde bulunur. Düşük sıcaklıklarda kristal dönüşümü yavaştır. Kolayca tek kristalli metal olarak teşkil ettirilebilir. Sertliği az fakat gevrekli. Kolayca toz haline getirilebilir. Telluryum kimyasal yönden Selenyum'un benzeridir. Katı halde yavaş, ergimiş halde hızlı oksitlenme göstererek, uçucu oksit oluşturarak yanar Nitrik asit, kral suyu, derişik sülfürik asit ve alkali solüsyonlarda kolay çözüldüğü halde, hidroklorik asit ve karbon sülfürde (CS₂) çözünmemektedir.Sodyum sülfat çözeltisinde çözünmemesi ise, selenyumdan ayırma olanağı sağlanmaktadır. Telluryum, Selenyum ve Kükürt gibi 2-, 2+, 4+, 6+ değerlerini almakta ve Selenyum gibi anfoter bir özellik göstermektedir. Telluryum 4 oksit (TeO₂), kimyasal bağ yönünden zayıftır. SeO₂'den daha az buharlaşmaktadır. Ancak 700 °C nin üzerinde kayda değer buhar basıncına sahiptir. Hidrojen ve Karbonlu TeO₂, kolayca metale redüklenebilmektedir.

2. MEVCUT DURUM VE SORUNLAR

2.1. MEVCUT DURUM

2.1.1. DÜNYADAKİ DURUM

Rezervler: Selenyum ve Telluryum, sırası ile yer kabuğunda milyonda 0.05 ve milyarda 0.5-10 oranında bulunan nadir elementlerdir. Selenyum sık sık metal sülfür mineralleri içinde bulunur. Burada benzer kristal-kimyası izomorfoz olarak kristal çatısındaki sülfürün yerini almasını sağlar. Bunun yanı sıra Selenyum'un aksine Telluryum, sülfürün yerini kolaylıkla almaz, fakat sülfürlü mineral topluluğu içinde dikkate değer mineraller veya mikrosegasyonlar (mikro bölünmeler) olarak bulunur. Nabit Telluryum'un yer yer gözlenilmesine karşın, Telluryum'un oluşumu ve daha çok bir altın veya bir gümüş Tellüridi şeklindedir.

Selenyum ve Telluryum'un dünya rezervlerinin hesabı birlikte buldukları bakır rezervlerine bağlı olarak yapılmaktadır. Altın, çinko ve kurşun yataklarında bulunan Selenyum ve Telluryum, bu rezervler içinde hesaba katılmaktadır. Selenyum ve Telluryum'un toplam rezervleri sırasıyla 71 000 ton ve 19 900 tondur. Dünya Selenyum ve Telluryum rezervleri Çizelge 1'de, verilmektedir.

Çizelge 1: Dünya Selenyum ve Telluryum Rezervleri (bin ton)

Ülke	Selenyum	Telluryum
Afrika		
Kongo	3	--
Güney Afrika	1	--
Zaire	--	1,7
Zambia	3	2
Diğer	1	0,3
Asya		
Çin	1	--
Hindistan	1	--
Endonezya	2	--
İran	1	--
Kazakistan	2	--
Mongolya	1	--
Filipinler	2	0,7
Diğer	2	1,9
Avrupa		
Polonya	2	--
Rusya	2	0,8
Diğer	2	1,6
Kuzey Amerika		
Kanada	7	0,7
A.B.D.	10	3
Orta ve Güney Amerika		
Şili	19	5,5
Meksika	3	--
Peru	2	0,5
Diğer	1	0,3
Okyanusya		
Avustralya	2	0,5
Diğer	1	0,4
TOPLAM	71	19,9

Üretim: İlk Selenyum, ABD’de elektrolitik bakır rafinasyondan elde edilmiştir: (Amarillo’daki ASARCO İncorp., El Paso’daki Phelps Dodge Refinig Corp., Magna, UT’deki TX ve Rio Tinto Zinc. Corp. Ltd. ve Kennecott rafinerisi.) Ticari derecede Telluryum ve Telluryumdioksit Asarco tarafından üretilmiştir. ABD’deki diğer bakır rafinerilerinde üretilen Selenyum ve Telluryum’u içeren anod çamurları veya artıkları proses amacıyla ihraç edilmiştir. Selenyum ve Telluryum üretim rakamları Çizelge 2 ve Çizelge 3’de izlenmektedir. 1999 yılı toplam Se ve Te üretimleri sırasıyla 3000 ton ve 500-600 ton civarındadır.

Çizelge 2: Selenyum: Ülkelere Göre Dünya Rafineri Üretimi (ton Selenyum)

ÜLKELER	1986	1987	1988	1989	1990	1995	1996
Belçika	250	230	250	250	250	200	200
Kanada	345	300	321	270	389	561	670
Şili	47	59	47	47	50	19	19,5
Finlandiya	5,7	10	29	25	25	30	30
Almanya	100	100	100	100	110	100	100
Hindistan	4,8	4	5,1	4,3	4,3	4,3	4,3
Japonya	427	481	471	470	495	548	587
Meksika	23	29	13	20	18	--	--
Peru	12	11	5	5	5	54,4	44
Filipinler	82	72	58	55	70	--	--
İsveç	24	31	30	30	30	30	30
ABD	--	--	286	254	287	373	379
Yugoslavya	54,4	66,4	60,8	60	60	--	--
Zambia	22,2	26,8	24,1	25	25	17,7	19,6
TOPLAM	1397,1	1420,2	1700	1613,3	1818,3	1937,4	2083,4

Çizelge 3: Telluryum: Ülkelere Göre Dünya Rafineri Üretimleri (ton Telluryum)

ÜLKELER	1986	1987	1988	1989	1990	1995	1996
Kanada	20	13	19	8	3	102	62
Japonya	55,6	53,3	55,2	51	49,7	43	38
Peru	9,8	7,5	4,1	5	4,3	22	11
ABD	--	--	--	--	--	50	50

Üretim Yöntemi ve Teknoloji: Telluryum'un önemli konsantrasyonlarda bulunduğu Altın yataklarından kazanılması, günümüzde uygulanmamaktadır. Çünkü, altın Telluritler kullanılan siyanür çözeltilerinden ve amalgamasyon metotlarından hiç etkilenmezler.

Selenyum ve telluryum esas olarak, bakır elektrolizi sırasında elde edilen anot çamurundan üretilmektedir. Elektroliz yapılan blister bakırlar % 0.1'e kadar telluryum ve selenyum içerirler. Anot çamurunda Telluryum içeriği % 3'ün üzerine çıkmaktadır. Selenyum, bakır izabesi sırasında üretilmektedir.

Sektörde Üretim Yapan Önemli Kuruluşlar: Telluryum üreticilerini bakır üreten firmalar teşkil etmektedir. Telluryum üreten ülkeleri ve şirketleri şöylece sıralayabiliriz.

Belçika: Metalurgie Hoboken-Hoboken

Kanada: Canadian Copper Refiners, Montreal east(Quebec), International Nickel Co. of Canada, Copper dift(Ontario)

Almanya: Norddeutsche Affinerie, Hamburg Wacker Chemie GmbH. (Saf Telluryum üretimi)

Japonya: Mitsubishi Metal Mining Co., Osaka Mitsui Mining and Smelting Co., Takehara Nippon Mining Co., Hitachi, Ogoy, Saganoseki

Peru: Cerro de Pasco Corp., Oroya

B.D.T.: Kamenogorsk (Türkistan), Kyschtim (Urallar) ve Moskova'da üretilmektedir.

A.B.D.: American Metal Climax Inc. Carteret (New jersey), American Smelting and Refining Co. Baltimore, International Smelting and Refining Co. Pert Amboy (New Jersey), Kennecott Copper Corp. Garfield (Utah), Phelps Dodge Refining Corp. Laurel Hill (Newyork),United States Smelting, Refining and Mining Co., East Chikago (İndiana)

Penn Rare Metals Inc. Revere (Pensilvanya)

İngiltere: Consolidated Mining and Smelting Co.,Johnson, Matthey and Co.

Kolombiya:Consolidated Mining And Smelting Co.

Tüketim: Selenyum genellikle beş alanda kullanılmaktadır: Elektronik (Fotokondüktör kullanımları dahil), cam ve seramik imalatı, boya maddeleri,kimyasal maddeler ve metalurji. Yüksek saflıktaki Selenyum, elektronikte, fotokopi makinalarının tamburları üzerinde bir fotokondüktörü olarak kullanılmaktadır. Diğer elektronik kullanımlar, rektifiyer ve fotoelektrik uygulamalarını kapsamaktadır. Cam imalatında Selenyum, başlıca cam ve diğer soda-kireç-silis camlarında bir renk giderici olarak kullanılmaktadır. Selenyum, mimari plaka camlardaki güneş ısısının geçişini azaltmak içinde kullanılmaktadır. Kadmiyum sülfü selenid kırmızı boya maddeleri iyi bir ısı stabilitesine sahip olup seramik ve plastik sanayiinde kullanılır.

Selenyum'un kimyasal madde olarak; kauçuk katkısı, silah boyası, katalistler, antidandruf şampuanları, hayvansal besin katkıları ve insanlar için vitamin katkıları, eczacılık, ziraat gibi alanlarda kullanılmaktadır. Metalurji sanayiinde ise, makinada-işlenebilirlik, döküm ve şekil oluşturma özelliklerini geliştirmek amacıyla bakır, kurşun ve çelik alaşımları yapısında kullanılmaktadır.

Telluryum prensip olarak, %0.1 kadar telluryum'un ilave edildiği düşük-karbonlu çeliklerin üretiminde bir alaşım elementi olarak kullanılmıştır. Genellikle kurşunla bileşiminde mekanik kabiliyeti (makina ile işlenirliği) büyük ölçüde geliştirir. Aynı şekilde, bakır ve diğer demirsiz alaşımlara Telluryum'un ilavesi bunların mekanik gücünü, dayanıklılığını ve korozyon

mukavemetini artırır. Telluryum, hidrojenasyon, halojenasyon ve klorinasyon reaksiyonlarında, Telluryum kimyasalları, kauçuk terkinde iyileştirici ve hızlandırıcı maddeler olarak kullanılmaktadır. Yüksek saflıktaki Telluryum için elektronik yarı kondüktör uygulamaları, düz kağıt kopye makinalarında fotokondüktör olarak, civa-kadmiyum-telluryum (MCT) termal görüş cihazları ile termoelektrik ve fotoelektrik cihazlarında kızılötesi ışına hassas malzeme olarak selenyum ile birlikte kullanılmaktadır.

Fiyatlar: Üretim arttıkça selen birim fiyatı da diğer malzemelerde olduğu gibi düşmüştür. Örneğin 1962 yılında batı Bloku ülkelerindeki toplam 950 ton iken birim fiyat 50 DM/kg (%99,5 saflıkta) mertebesinde idi. Kasım 1999'daki birim fiyat ise 2,30-3,10 \$/lb (5,1-6,9 veya 9,70-13,10 DM/kg) dır.

Çevre: Çevre koruma acentası (EPA), kaynakları koruma ve iyileştirme kanununun (RCRA) yetkisi altında tehlikeli atıkların araziye salınması konusunda, ABD kongresi kararıyla çıkartılan yasaları kapsayan son beş kanun 8 mayıs 1990 itibarıyla nizamname şeklinde yayımlamıştır. Selenyum bu kanunla belirtilen toksik (zehirli) elementlerden birisidir. İnsanların ve hayvanların diyetlerinde kullanılmasına rağmen selenyumun yüksek dozlarda zehirli olduğu düşünülmüştür. Mayıs 1992 de tamamen işlerlik kazanan yeni nizamname (yönetmelik) altında, selenyum ve bileşiklerinin atılması standartları belirlenmiştir. EPA, artık suları içeren selenyum için 1.0 mg/l selenyumlu artık suyunun atımı için standart tesbiti yapmıştır.

2.1.2. TÜRKİYE'DE DURUM

Selenyum, selenid olarak pirit, bakır, kurşun, altın ve gümüş cevherlerinde bulunmasına rağmen ana kaynak bakır rafinasyonunda yan ürün olarak elde edilen anod çamurlarıdır. Anod çamurlarında Se oranı hammaddeye bağlı olarak %10'a kadar çıkabilmektedir. Türkiye'de anod çamurlarında Se oranı %2-4 mertebesinde seyretmektedir. Ülkemizde toplam kurulu rafinasyon kapasitesi 190 000 t/y olmakla birlikte özellikle ham bakır teminindeki güçlükler nedeniyle bu kapasite tam kullanılmamakta ve ancak 120 000 t/y mertebesinde bakır katod üretimi yapılabilmektedir. Ülkemizdeki toplam anod çamuru miktarının yılda 1000 ton civarında olduğu kabul edilebilir.

Tellur bakır rafinasyonunda yan ürün olarak çıkan anod çamurlarında diğer metallerin yanında selen ile birlikte bulunur. Ülkemizde anod çamurlarında %1-2 mertebesinde Te bulunmaktadır, ancak bu oran esas itibari ile kullanılan blister bakırın kimyasal bileşimi ile doğrudan ilgili olup önemli farklılıklar gösterebilmektedir. Örneğin KBİ (Karadeniz Bakır İşletmeleri) blisterlerinde tellur 250-500 g/t civarında değişmektedir. İthal edilen blister bakır değerlendirme dışı bırakıldığında yaklaşık 35 000 t/y'lık yerli blister üretimine göre bakır içinde 3,5-7,0 ton Te ve 8,75-17,5 ton Se yerli bakır cevherlerinden kaynaklanmaktadır. Anot çamurları yurtiçinde değerlendirilemediğinden bu elementler değerlendirmeyi gerçekleştiren yabancı izabe tesislerinde kalmaktadır. Ülkemizdeki bakır rafinasyon sektöründe yıllık 1000 ton kadar anod çamuru elde edildiği tahminine göre 10 ila 20 t/y Te milli ekonomiye kazandırılmamaktadır.

2.2. SORUNLAR

Bakır anot çamurları henüz ülkemizde değerlendirilememektedir, oysa günümüz teknolojisinde anod çamurundaki Cu, Ni, Se, Te, Au, Ag, Pt ve Pd ekonomik olarak elde edilebilmektedir. Genelde yurtdışına işlenmek üzere ihraç edilen anod çamurlarından döviz kazancı sağlanmakla birlikte içindeki elementler de o ülkeye transfer edilmiş olmaktadır.

3. ULAŞILMAK İSTENEN AMAÇLAR

3.1. VIII. BEŞ YILLIK KALKINMA PLANI DÖNEMİNDE (2001-2005)

Selenyum ve Telluryum üretimi ülkemiz için stratejik bir faaliyet olmamasına rağmen bu konuda bilgi ve deneyim birikimine bir an önce ulaşılması milli ekonomi açısından yararlı ve zorunludur. Ayrıca kıymetli metallerin (Au, Ag, vd.) kazanılması sırasında zaten Se ve Te proses sırasında ara ürün olarak kazanılmaktadır. Dünya nüfusunun %1'ini barındıran ülkemizde yılda 30 ton kadar Se üretimi ile toplam Se-üretiminde %1 ile pay almak pek iddialı bir hedef olarak mütalaa edilemez. Ülkemizde 10 ton kadar Te-üretiminin gerçekleştirilmesi de ekonomik faydanın ve bilgi birikiminin yanında aynı zamanda teknolojik düzey bakımından da bir prestij kazancı olacaktır.

3.2. UZUN DÖNEMDE (2001-2023)

VIII. Beş Yıllık Kalkınma Planı döneminde yapılması planlanan çalışmalar sürdürülmelidir.

4. PLANLANAN YATIRIMLAR

Selen ve tellürün kazanılması için ülkemizde optimal ölçekli (1000 t/y anod çamuru işleme kapasiteli) bir Anod Çamuru İşleme Tesisinin kurulması yararlı olacaktır. Böyle bir tesisin ülkede tek olması ona “tekel” niteliğini kazandırmaz, zira birçok ülkede (Belçika, Avusturya, Finlandiya gibi) bu tesisler tektir, teknolojinin yanında asgari ölçek rekabet kabiliyeti açısından önemlidir.

Dore Metal’e kadarki proses adımlarında kazanılacak Cu, Ni, Se, Te’den sonraki Dore Metal Rafinasyonu, aynı zamanda hurda altın ve ramat gibi kuyumcu atıklarının da rafine edilmesine yarayacağından son yıllarda sözü edilmekte olan “Altın Rafinerisi” projesi ile eş anlamlıdır. Dore Metal’den sonraki işlemler için SARKUYSAN Elektrolitik bakır sanayi ve Tic. A.Ş. bünyesinde yıllık kapasitesi 40 ton saf altın ve 200 ton saf gümüş olan bir rafineri kurulmuştur. Bu nedenle anod çamuru işleme tesisinin SARKUYSAN bünyesinde kurulmasının daha akılcı, ekonomik ve güvenli olacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

1. Mineral Yearbooks, 1990.
2. Metals Week, 1991.
3. Phillip Crowson, Minerals Handbook 1998-1999, Statistics and Analysis of the World Minerals ndustry, Mining Journal Book Ltd.

XII. RENYUM

1. GİRİŞ

Periyodik sistemin 7A grubunda yer alan renyumun atom numarası 75, atom ağırlığı 186.31 g ve yoğunluğu 21 g/cm³ tür. Değerlikleri -1, 1, 2, 3, 4, 5, 6, ve 7 olan bu metal gümüş beyazı renkte olup, ergime noktası 3180°C'dir. Sertliği, Brinell sertliği cinsinden 250 kg/mm² dir. HCl ve HF asitlerine dayanıklı olup soğuk sülfürik asitten az etkilenir ve nitrik asitte kolaylıkla çözünür. Hegzagonal, kapalı bir kristal yapısına sahip olup yüksek sıcaklık dayanımı wolfram ve tantaldan yüksektir.

Alaşım yapabildiği metaller: krom, kobalt, kolombiyum, iridyum, demir, altın, civa, molibden, paladyum, platin, nikel, osmiyum, rodyum, tantal, tungsten ve vanadyumdur. Bakır, gümüş, kalay ve çinko ile alaşım yapmaz. Arsenik, germanyum, selenyum, silikon, titanyum ve zirkonyum gibi metaller ve azot, oksijen, fosfor, sülfür ve halojenler gibi metalik olmayan elementlerle bileşikler oluşturur.

En önemli alaşımları arasında tungsten ve molibden ile oluşturduğu alaşımları gelmesine rağmen iridyum, tantal, rodyum ve platin ile olan alaşımları da bulunmaktadır.

Toz metalik Re (% 99.99) amonyum perrhenate'in hidrojen redüksiyonu ile üretilmektedir. Toz metalurjisi teknikleri, çubuk, tel, şerit, folyo, tüp ve disk üretimlerinde kullanılmaktadır.

Renyum yer kabuğunda 1 ppm (% 0.0001) oranında bulunur. Doğada nabit renyum ve renyum mineralleri bulunmamakla beraber 15 kadar metal bileşiği iz element olarak 0.8-20 g/t arasında Re içermektedir. Renyum içeren en önemli mineral molibdenittir. Renyum bu mineralin yapısında izomorf olarak molibdenin yerine geçer.

Renyum içeren molibdenite değişik yatak tiplerinde rastlanmakla birlikte bunların içinde en önemlileri porfirik bakır ve molibden yataklarıdır. Özellikle porfirik bakır yataklarındaki molibdenitlerde renyum oranı, 1800 ppm mertebesine kadar çıkmaktadır. Dünya renyum üretiminin % 99 u (düşük tenörlü) mezotermal oluşumlu, porfirik bakır yataklarından sağlanmaktadır. Orta Avrupa'daki kupfersifer tipi bakır yataklarından renyum üretimi yapılmakla birlikte eski önemini yitirmiştir.

2. MEVCUT DURUM VE SORUNLAR

2.1. MEVCUT DURUM

2.1.1. DÜNYADAKİ DURUM

Rezervler: Dünya'da mevcut renyum rezervleri Çizelge 1'de verilmektedir. A.B.D. rezervleri Arizona, Utah, Nevada, ve New Mexico eyaletlerinde, Kanada rezervleri ise British Columbia'da bulunmaktadır. Dünya'nın en büyük rezervlerine sahip Şili'de dört büyük porfirik madeni ve ülkenin kuzeyindeki bakır yatakları önem kazanmaktadır. Kazakistan'daki Dzheskazgan depoziti renyum içeren bakırlı kumtaşlarına örnek teşkil etmektedir.

Çizelge 1: Dünya Renyum Kaynakları (ton).

ÜLKELER	Rezervler
A.B.D.	386
Kanada	32
Şili	1310
Peru	45
Meksika	40
Rusya	309
Ermenistan	95
Kazakistan	190
Diğerleri	109
Toplam	2526

Üretim Yöntemi ve Teknolojisi: Molibden konsantrelerinin yaklaşık 500°C'de (bünyedeki kükürdün uzaklaştırılması amacıyla) kavrulması esnasında renyum, heptoksit (Re_2O_7) şeklinde gaz haline geçer. Duman ve sis halinde bulunan ve fiziksel yöntemlerle zenginleştirilemeyen Re_2O_7 , kavrurma gazlarının su ile yıkanması sonucu çözeltiye geçer. Çözeltinin $HClO_4$ ve NH_3 ile reaksiyona sokulması sonucu bütün renyum NH_4ReO olarak çözeltiye geçer ve Fe ve Al gibi empüritelere arındırılmış olur. Aynı zamanda Mo içeren bu çözeltiden renyumun selektif olarak kazanılması, iyon değiştiricilerle veya solvent

ekstraksiyon yöntemiyle sağlanır. Renyumun molibdenden ayrılması, kavurma gazlarının içindeki tozun % 98'den fazlasını kazanabilen kızgın elektrostatik filtrelerde büyük ölçüde çözümlenmiştir. Bütün bu işlemler sonunda renyum, NH_4ReO kristalleri halinde elde edilmektedir. NH_4ReO ten yüksek saflıkta Re metal tozunun (% 99.99) eldesi iki basamaklı olarak (500 ve 1000°C'de) hidrojenle redüksiyon ile mümkündür.

Ürün Standartları: Renyum içeren ürünler amonyum perrhenate, perrhenic asit ve toz metaldir. Dünya piyasalarında NH_4ReO ve Re metal olarak satılmaktadır.

Sektörde Üretim Yapan Önemli Kuruluşlar :

A.B.D.	- Cyprus (Sierrita, Arizona)
Almanya	- Starck
Japonya	- Sumitomo
İsveç	- Climax (Trollhatten)
Şili	- Molytmet (Santiago), Codelco (Chuquicamata)

1992 yılında Outokumpu (Finlandiya) firmasının da renyum ürettiği bildirilmiştir. Mansfeld, 9000 pound/yıl üretimini Almanya'daki artıklardan yapmaktaydı. Bugün bu artıklar büyük bir olasılıkla Starck firması tarafından işlenmektedir. Yukarıdaki listede, Belçika'daki Sadaci firması verilmemektedir. Bu firma renyum üretimini sludge (çamur) dan yapmaktadır. Sadaci bugünkü durumuyla Starck'ın % 50 si kadar bir kapasiteye sahiptir. İsveç' teki Climax şirketinin ise Mart 1993' te kapandığı belirtilmektedir.

Mevcut Kapasiteler: 1990'lı yılların ortalarında Dünya'da mevcut olan belli başlı rafinerilerin kapasiteleri Çizelge 2'de verilmiştir. Konuyla ilgili güncel bilgilere ulaşılammıştır. Çizelgeden de görüldüğü gibi Dünya renyum üretim kapasitesi 35-40 ton dolaylarında bulunmaktadır.

Çizelge 2: Renyum Kazanma Kapasiteleri

Firma	kg/yıl
Climax (İsveç)	6 800
Codelco (Şili)	3 600
Cyprus (ABD)	5 450
Molytmet (Şili)	8 150
Starck (Almanya)	3 650
Sumitomo (Japonya)	3 650
Outokumpu (Finlandiya)	4 100
Sadaci (Belçika)	1 800
Toplam	37 200

Molibdenit ile birlikte veya yan ürün olarak üretilen renyum EMEC (Established Market Economy Countries) ülkelerinde 1987 yılında 28000 pound olup, 1992 yılında 73000 pound Re üretilmiştir.

Üretim Miktar ve Değerleri: Dünya renyum üretim miktarları ile ilgili bilgilere ulaşılamamıştır.

Tüketim: Renyum, yüksek ergime sıcaklığına sahip olması dolayısıyla, özellikle wolfram veya molibden ile alaşım olarak termometrelerin yapımında, elektrik kontaktlarında ve elektron tüplerinde kullanılmaktadır. Renyum ilavesi metallere yüksek sertlik ve aşınma direnci kazandırmaktadır. İridyum ve osmiyum ile olan alaşımları bunlara en güzel örneklerdir.

Renyum, renyum alaşımları ve renyum bileşiklerinin % 90'ı petrol rafinerilerinde katalizör olarak ve yüksek oktanlı benzin üretiminde kullanılmaktadır. Yüksek sıcaklık dayanımından ötürü süper alaşımlarda kullanımı vardır. Renyum alaşımları; termokupl, sıcaklık kontrol üniteleri, ısıtma sistemleri, iyonlaştırıcılar, kütle spektrografları, elektron tüpleri ve hedefleri, elektrik kontaktları, krozeler, elektromagnetler ve yarı iletkenlerde kullanılmaktadır.

Renyum kullanımı tam olarak bilinmemesine rağmen 1990 yılı tüketiminin 30000 pound'un üzerinde olduğu, 1991'de aynı düzeyde kaldığı ve 1992'de belirgin bir şekilde azalma gösterdiği bilinmektedir. Tüketim 1993'de daha da hızlı azalmıştır.

Renyumun petrol endüstrisinde katalizör olarak yaklaşık 2000 pound/yıl kullanımı vardır. Fakat günümüzde yapılan katalitik reformer ünitelerinin % 80'inde Pt-Sn katalizörler kullanılmaktadır. Dolayısıyla bu alandaki kullanımı azalma göstermektedir. 1992'de petrol endüstrisindeki kullanımı 6000-15000 pound arasında, 1993'de 8000-18000 pound arasında değişmiştir. Araştırmalar, yeni katalizörlerin kullanımının yılda en azından 1000 pound civarında olacağını göstermektedir.

Metalurji alanında kullanımı 1984'de 3000 pound ile başlamış ve 1992'de 20000 pound'a ulaşmıştır. Tüketimdeki azalmaya rağmen, temel kullanım alanını uçak motorlarının türbin kanatçıkları (nikel süper alaşımları) oluşturmaktadır. X-ışınları endüstrisindeki kullanımı on yıl önceki 800 pound/yıl değerinden 1500-2000 pound/yıl'a çıkmıştır.

A.B.D.'nin 1995 yılı renyum tüketiminin 35800 pound, 1996 yılı için 53260 pound olduğu tahmin edilmektedir. Japonya'nın son yıllarda renyum tüketiminin 3300-4400 pound/yıl, Batı Avrupa'nın 5500 pound/yıl olabileceği hesaplanmaktadır.

Yerini Alabilecek Metaller: Pt-Re katalizörleri yerine Ir-Sn katalizörleri başarıyla kullanılmaktadır. Katalitik amaçla kullanılabilir diğer metaller Ga, Ge, In, Se, Si, W ve V'dur. Renyumun yerini alabilecek diğer metaller arasında Co ve W (bakır X-ışınları hedeflerinin kaplanması), Rh ve Rh-Ir (yüksek sıcaklık termokuplarında), W ve Pt-Ru (elektrik kontaktlarının kaplanması), W ve Ta (elektron emisyonu yapan cihazlarda) sayılabilir.

Uluslararası Renyum Ticareti: Gelişmiş ülkeler renyumu özellikle Şili, Peru ve Zaire'den ithal etmektedirler. En önemli ihracatçı ülkeler başta Şili ve Almanya olmak üzere Belçika, Lüksemburg, Fransa, İsveç ve Rusya'dır.

Fiyatlar: Renyum fiyatlarının yıllara göre değişimi Çizelge 3'de verilmektedir.

Çizelge 3: Renyum Fiyatları (US \$/kg).

	1990	1992	1994	1996	1997
Saf toz metal (% 99.99)	1500	1550	1560	900	1000
Amonyum perrhenate	1400	1075	1100	500	750

2.1.2. TÜRKİYE'NİN BU ALANDA DÜNYA'DAKİ YERİ VE MEVCUT DURUMUN VII. BEŞ YILLIK KALKINMA PLANI HEDEFLERİYLE KARŞILAŞTIRILMASI

Türkiye'de renyum üretimi yoktur. Fakat, bu alanda yapılan araştırmalar mevcuttur. İTÜ Maden Fakültesi, Maden Mühendisliği, Cevher ve Kömür Hazırlama Anabilim Dalı'nda DPT tarafından desteklenen "İleri Teknolojilerde Hammade Olarak Kullanılan Ağır Metallerin Zenginleştirilmesinde Kullanılan Yeni Teknolojilerin Geliştirilmesi" projesi kapsamında Küre cevher ve konsantreleri, Murgul konsantre ve baca tozlarında nadir metal analizleri yapılmıştır. Bu ürünlerin Re içerikleri Çizelge 4'de görüldüğü gibi dağılım göstermektedir.

3. ULAŞILMAK İSTENEN AMAÇLAR

Türkiye'de çok sayıda molibden içeren porfirik bakır yatağı vardır. Ancak, son yıllara kadar molibdenitin üretildiği ve ihraç edildiği Kırıkkale-Balşeyh yatağında ve diğer molibden zuhurlarında Mo içindeki Re miktarları bilinmemektedir. Bu nedenle ülkemizin molibdenit ve porfirik bakır yatak ve zuhurlarının renyum içeriklerinin belirlenmesi ve Re potansiyelinin ortaya konması gerekmektedir.

Ayrıca, ülkemiz kurşunu az benzin üretimine geçmiş bulunmaktadır. Petrol rafinasyonu sırasında kullanılan renyumun temin edildiği yerler ve ülke ihtiyacı belirlenmeli ve durum değerlendirmesi yapılmalıdır.

Çizelge 4. Türkiye'de Mevcut Bazı Cevher, Konsantre ve Baca Tozlarının Renyum İçerikleri

Ürünler	Re (ppb)
Küre Cevherileri	
Masif Zengin Cevher	342
Bakırlı Pirit Cevheri	70
Dissemine Cevher	91
Bakibaba Cevheri	190
Masif Pirit Cevheri	144
Küre Bakır Konsantresi	100
Murgul Bakır Konsantresi	<100
Murgul Pirit Konsantresi	< 100
Murgul Baca Tozları	< 100

KAYNAKLAR

1. Metals and Minerals Annual Review, 1993, pp.93-94.
2. Blossom J.W., "Rhenium", Mineral Facts and Problems, 1985, pp.665-671.
3. Mineral Commodity Summaries, 1991, U.S. Department of the Interior, Bureau of Mines.
4. Buttermann W.C., "Current Status of the Specialty Metals", Mineral Processing and Extractive Metallurgy Review, 1988, Vol.3, pp.69-86. Gordon and Breach Sci. Pub. Inc.
5. Zelikman A.N., Krein O.E., and Samsonov G.V., "Metallurgy of Rare Metals", Wiener Bindery Ltd., Jerusalem, 1966.
6. Dennis W.H. (yazan), Tulgar H.E. (çeviren), "Demirden Gayrı Metaller Metalurjisi", Kısım II, İstanbul, Teknik Üniversite Matbaası, Gümüşsuyu, 1974.
7. İleri Teknolojinin İhtiyacı Olan Madenler, DPT yayını, No.2120, Ankara 1988.
8. Blossom, J., W., U.S. Geological Survey, Minerals Information, 1997
9. Crowson, P., Minerals Handbook 1998-1999, Statics and Analysis of the World Minerals Industry, Mining Journal Book Ltd.