

Uranyum Teknolojisi ve Türkiye

Özer AYIŞKAN*

Uranyum endüstrisi İkinci Cihan Harbini takiben çok büyük bir hızla gelişen yeni bir teknoloji koludur. 1960 yıllarındaki önemli oranda fiat düşmesine rağmen halen en kârlı maden endüstrilerinden biridir. *

Uranyum metale hattâ nükleer yakıt imaline kadarki teknolojik sorunların pek göz korkutucu zorlukta olmadığı söylenebilir. Ancak kullanılan metodlar her gün biraz daha değişmekte devamlı bir gelişme halinde bulunmaktadır.

Uranyumun bulunuşundan endüstriyel gayelerle kullanılacak şekle sokuluncaya kadar geçen safhalar aşağıdaki şekilde özetlenebilir :

1 — İşletilebilecek bir uranyum cevher yatağını Ortaya çıkarmak amacıyla yapılan jeolojik aramalar.

2 — Yataktan cevherin çıkarılması (madenin işletilmesi)

Ancak en zengin cevherlerin dahi tonda 1 ilâ 2 kg metalik uranyum ihtiva etmesi nedeniyle, çıkarılan cevher hemen işletmenin yanında kurulacak tesiste konsantre edilmeli, konsantreler taşınmalıdır.

3 — Zenginleştirme işlemi ile cevherden % 60 ile % 80 i uranyum olan konsantreler elde edilecektir. Yellow - Cake adı verilen bu konsantreler satılabilir niteliktedir.

4 — Refinaj, metalik uranyumun veya temiz uranyum tuzlarının elde edilmesi için gerekli uranyum metalurjisidir.

5 — Nükleer yakıt imali; Metalik uranyum veya uranyum tuzlarından hareketle santral larda yakıt olarak kullanılacak alaşımların elde edilmesidir.

1 — URANYUM CEVHER YATAĞINI ORTAYA ÇIKARMAK AMACIYLA YAPILACAK JEOLJİK ARAMALAR :

Yer kabuğu ortalama olarak tonda 3 — 4 gram uranyum ihtiva etmektedir. Uranyum yatağının meydana gelmesi için bu ihtivanın bir yer-

de konsantre olması, ekonomik olarak çıkartılabilecek limite varması gerekmektedir.

Uranyumda bu gün için bu konsantrasyon limiti % 0,1 (veya cevherin tonda 1 kg) uranyum ihtiva etmesidir.

Tabiatıyla bu limit yatağın büyüklüğüne cevherin işleme kolaylığına ve yan ürün olabilecek diğer metallerin varlığına bağlı olarak düşebilir.

Uranyum yataklarını meydana getiren mineraller iki grupta incelenebilir.

A) Uranyumun 4 değerli halde bulunduğu redüktör ortamda yeşekkül etmiş koyu renk mineraller. Uranite UO_2 , pechblende (UO_2 , UO_8), uranyum silikat (caffinite) ve uranyum titanat (brannerit) gibi minerallerdir. Bunlar Kanada'nın ve Amerika'nın çok büyük rezervli olan karbonatlı ve bitümlü yataklarını teşkil ederler.

B) Uranyumun 6 değerli bulunduğu mineraller ise, oksidon ortamda teşekkül etmiş ve az çok hidratlaşmış cevherlerdir. Az derindeki yatakları temsil ederler. Renkleri sarı kavun içi yeşil olabilir.

En önemlileri uranyumun fosfatla ve bakırla yaptığı bileşiklerdir. Autunite, meta autunite, torbemit gibi.

Bütün bu minerallerdeki tabii uranyumun atom ağırlığı 238 kabul edilmektedir. Ancak bu gerçekte :

% 99,28 U. 238 yarı ömrü $4,5 \times 10^8$ yıl

% 0,71 U. 235 yarı ömrü $7,07 \times 10^8$ yıl

% 0,0054 U. 234 yan ömrü $2,52 \times 10^5$ yıl izotoplarının karışımından ibarettir.

2 — İŞLETME :

Uranyum cevherlerinin işletilmesi genellikle diğer cevherlerdeki gibidir. Açık veya kapalı işletme sistemleri tatbik edilebilir.

* Dr. Maden Yük. Müh.
M.T.A. Enstitüsü

Ancak işletme sırasında zengin kısımlardaki radyo aktiviteden istifade, daha selektif bir çalışma yapmak, steril kısımların cevhere karışmasını önlemek mümkündür.

Uranyum yatağının işletilmesinde diğer bir değişik sorunda radyasyona karşı korunma olacaktır.

Bütün diğer madenlerde karşılaşılan silisli toza karşı işçinin korunması problemine, uranyum madenlerinde radyasyona karşı korunma ilâve edilmelidir.

Tehlike özellikle, organizmaya tesir eden gama şualarından, radyoaktif tozlardan ve radiumdan intişar eden radon gazından ileri gelmektedir.

Yeraltı madenlerinde radon toplanmasını; mâni olmak için havalandırma büyük ölçüde şiddetlendirilir. Önemli yerlerdeki işçilere koruyucu elbiseler verilir ve bir film ile işçilerin aldıkları radyoaktivite devamlı olarak kontrol edilir.

3 — ZENGİNLEŞTİRME :

Cevherin uranyum ihtivasının konsantre şeklinde alınması, ewelce mekanik ve fiziksel zenginleştirme şeklinde yapılmakta idi. İşlem nispeten ucuz fakat konsantre tenörü ve randımanları düşüktü.

Amerikalılar tarafından geliştirilen yeni bir metod «Hidrometalurji işlemi» dolayısıyla bu usuller ancak ön zenginleştirme şekilleri halinde kalmıştır.

(Misal radyometrik triyaj)

Cevherin hidrometalurjiden önce ayıklanmasına ve daha zengin tenörde çalışmaya imkân verir.

Hidrometalurji veya kimyasal zenginleştirme işleminin uygulanmasıyla cevher tenörü 400 misline çıkabilmektedir. % 0,08 U tenörlü cevherden % 70 — 80 U ihtiva eden konsantre (Yellow Cake) elde edilebilmektedir. Zenginleştirme randımanı ise % 95 olmaktadır.

Hidrometalurji işlemi 3 safhada özetlenebilir :

1 — Cevherin uranyum muhtevasının çözeltiliye alınması (eritilmesi).

2 — Uranyumlu çözeltilinin konsantre hale getirilmesi.

3 — Çözeltideki uranyumun uranat halinde çöktürülerek Yellow - Cake'in elde edilmesi.

Basit fakat pahalı bir işlem olması dolayısıyla hidrometalurji üzerinde önemli çalışmalar yapılmakta. Bu safhalardan her birinin değiştirilerek ucuzlatılmasına çalışılmaktadır.

1 — Uranyumun çözeltiliye alınması için önceleri cevher kırılıp yaklaşık 65 — 100 meş'e kadar öğütülmekte, karıştırıcılarda asit veya bazik çözeltilerle karıştırılmakta idi.

İşlem kırma öğütme ve karıştırmayı takiben kaçaklara mani olmak için gerekli yıkamalar dolayısıyla pahalı ve bütün zenginleştirme tesisinin 2/3 ünü kaplıyacak hacimde idi.

Bu gün bu işlemin yerini yavaş yavaş Fransızlar tarafından geliştirilen yığın halinde yıkama sistemi almaktadır.

Cevher kırılmadan geçirimsiz bir «butyl» örtü üzerine yığılmakta asitli solüsyon ile bir çeşit duş şeklinde yıkanmaktadır. Alttan akıp bir havuzda toplanan çözeltili bir pompa ile tekrar duş şeklinde fişkırtılarak uranyum konsantrasyonu gittikçe arttırılmaktadır.

Bu şekilde çok zengin çözeltiler elde edilebileceği gibi, işlemin randımanı uranyumun çözünme duyarlığına bağlı olarak % 95'e kadar yükselebilmektedir.

2 — Çözeltili konsantrasyonunun arttırılması için; ewelce tezinler metodu dediğimiz çözeltideki uranyumun rezinler üzerinde tutulması ve sonradan iyon değiştiricilerle alınması metodu uygulanmakta idi. Son zamanlarda bunun yerini solvant metodu denilen yeni metod almıştır.

Solvant metodu 2 safhada izah edilebilir.

Çözeltili içerisindeki uranyumun organik bir çözeltiliye alınması (ekstraksiyon safhası.)

Organik çözeltideki uranyumun diğer bir inorganik çözeltiliye alınması (ekstraksiyon safhası).

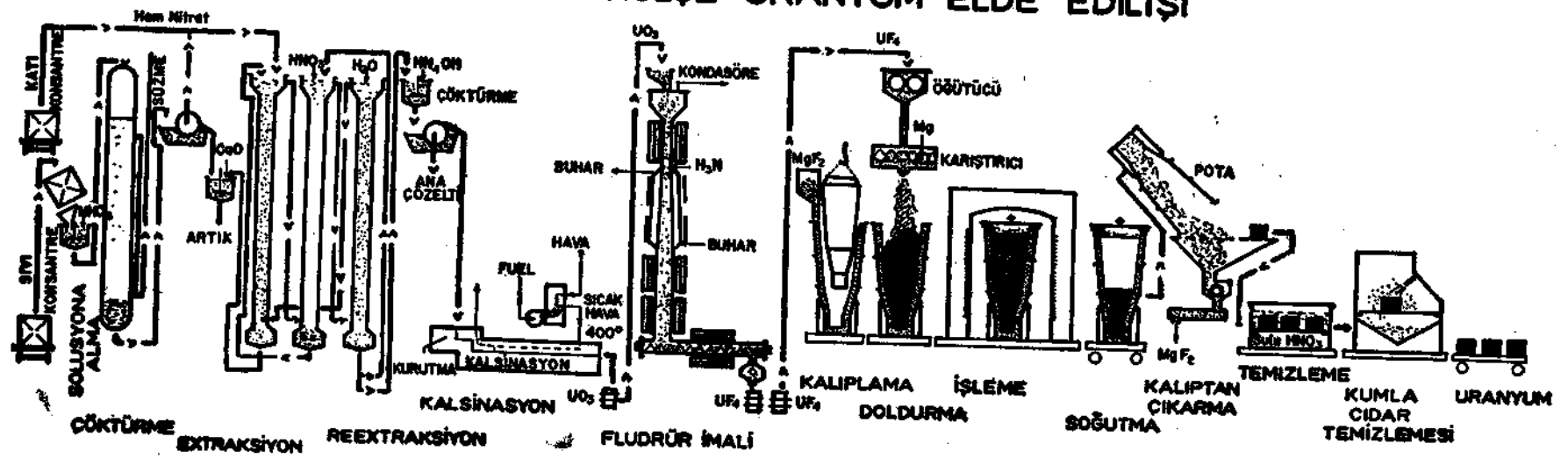
Ekstraksiyon veya reekstraksiyon işlemleri, çözeltilerin birkaç dakika karıştırılması, sonra dinlendirmeye bırakılarak, yoğunluk farkları dolayısıyla birbirinden ayrılmasıdır. Uranyum her seferinde reaktivitesi daha fazla olan çözeltiliye geçmekte ve çözeltili miktarı her seferinde daha küçük olduğu için konsantre olmaktadır.

Elde edilen son çözeltili başlangıçtakine nispetle 20 misli daha fazla konsantredir.

3 — Konsantre çözeltiden uranyumun uranat tuzu halinde çöktürülmesi : Sodyum veya magnezyum sütü (NaO veya MgO) ilâvesiyle karıştırmak şeklinde yapılır.

Çöktürülen süzme ve kurutmayı takiben % 70—80 U ihtiva eden sarı renkli toz elde edilir. Rengi dolayısıyla bu konsantre Yellow - Cake adıyla anılmaktadır.

YELLOW CAKE'TEN KÜLÇE URANYUM ELDE EDİLİŞİ



Uranyum yataklarımızdan bazılarında ait cevherlerden hareketle laboratuvar ölçüsünde bu safhaya kadar gelinmiştir. Alınan neticeler müspet ve teşvik edicidir.

Fabrikasyon için gerekli yatırımın konsantrasyon maliyeti ve teknik problemlerinin tespiti için pilot çapta bir çalışma planlanmıştır.

Pilot tesis Fransa'da ilgili uzmanlarla temaslar sonucu projelendirilmiştir. En yeni ve ucuz metodlara göre çalışacaktır.

4 — URANYUMUN RAFİNASI :

Yellow - Cake'in uranyum metali şekline sokulması için gerekli metalurjik işlemdir.

Kullanılabilecek çeşitli konsantrasyon metodlarından birisi aşağıda safhalar halinde özetlenmiştir.

A — Uranyumun oksit haline sokulması :

a) Yellow - Cake asid nitrikle çözeltiye alınır.

b) Çözelti saflaştırılır. (ekstraksiyon, re-ekstraksiyon safhaları, ekstraksiyonda Tributyl fosfat, reekstraksiyonda su kullanılmaktadır.)

c) Saflaştırılan çözeltiye amonyak verilmek (gaz veya sıvı halde) uranyumun amonyum diurenat halinde çöktürülmesi.

d) Bunun 400°C ta granule halde kalsine edilerek uranyum trioksit (UO₃) haline sokulması.

B — Uranyumun fluorür haline sokulması:

Evelce bu işlem iki fırında önce dioksit UO₂ ve sonra tetraflorür UF₄ şekline sokma tarzında yapılmaktaydı.

Bugün hareketli yatak tekniğiyle çalışan bir fırında her iki işlem birlikte yapılmaktadır. Re-

dükleyici olarak amonyak gazı fluorasyon için ise fluoridrik asid kullanılmaktadır.

Sistemin avantajı UO₂ nin hiç bir zaman hava temasında kalmamasıdır. Elde edilen UF₄ % 98 saflıkta olmaktadır.

C — İndirgeme işlemi :

İndirgemedede çeşitli metodlar uygulanabili . (Kalsiotermi, magnezyum v.s.)

Magnezyumla redüksiyon 1962 senesinden beri çeşitli ülkelerde uygulanmaktadır. Avantajı reaksiyondan çıkan sıcaklığın kalsiotermi metodundakiyle kıyaslanamayacak kadar düşük oluşudur.

Ancak bu metotta fluorür kalitesi çok önemlidir (en az % 98 UF₄ ihtiva etmelidir.) ve reaksiyon karıştırma sıcaklığı 650°C a kadar olmalıdır.

Bu sıcaklık fabrikasyonda potanın bir elektrik firmıyla örtülmesi tarzında elde edilmektedir.

Redüksiyonu takiben uranyum külçe halinde kalıplara dökülmektedir.

Yaklaşık 220 kg ağırlığında olan bu külçe uranyum nükleer yakıt alaşımlarının yapıldığı fabrikalara gönderilmektedir.

Bibliyografik tanıtım :

Edmond Bruet Minéraux Radioactifs et terres tores — 1952

E. RAGUIN Géologie des gites minéraux 1961

Ö. AYIŞKAN — N. ŞENAKAY — U. SADIK

Türkiye uranyum cevherleri etüdleri. M.TA Raporları.