

TÜRKİYE URANYUM CEVHERLERİ ÜZERİNE PİLOT ÇAPTA DENEYLER

Bayram ÇIRALI (*)
Nazım BİLGEN (*)
Necmi GÖNEN (*)
Utku SAĞDIK (*)

ÖZET

Sunulan bildiri, Türkiye'de bulunan Uranyum cevherlerinin pilot çapta yapılan deneylerini kapsamaktadır. Yiğın Özütleme -SX-Sarı Pasta çöktürme akım şeması Manisa-Köprübaşı, Manisa-Alaşehir-Yeşilyurt ve Uşak-Fakılı cevherlerine uygulanmış, fizibiliteye baz olacak teknolojik veriler üretilmiştir.

ABSTRACT

The presented paper covers the pilot plant scale experiments on the Turkish uranium ores. A flow-sheet, which consists of Heap Leaching, SX and Yellow Cake Precipitation, was applied to the uranium ores located in Manisa-Köprübaşı, Manisa-Alaşehir-Yeşilyurt and Uşak-Fakılı. The technological data has been obtained for the feasibility studies.

(*)" MTA Enstitüsü, Teknoloji Dairesi, ANKARA

1. GİRİŞ

Yurdumuzda MTA Enstitüsü tarafından 1956 da başlatılan uranyum arama çalışmaların, bugün olanakların elverdiği ölçüde ileri bir düzeyde sürdürülmektedir. Saha çalışmalarının sonucu bulunan cevherler üzerine, laboratuvar çaptaki teknolojik testler 1966 yılında başlamıştır. Bu çalışmalardan amaç, cevherden uranyumu kazanmak için; tane iriliği kimyasal çözücünün seçimi, zaman, sıcaklık, katı/sıvı oranı ve oksidanın etkisi gibi karıştırmalı leaching (katıdan özütleme) parametrelerinin incelenmesidir. Takiben, ekonomik bir asit harcaması gösteren cevherlerin -2 cm irilikteki örnekleri ile statik kolon testleri yapılmış ve böylece pilot deneyler için ön bilgiler toplanmıştır.

Laboratuvar deneylerden sonra yapılan pilot çalışmanın başlıca amaçları ise;

— Laboratuvar çapta olumlu sonuç veren cevherlerle daha büyük çapta deneyler yaparak, ana tesis için ön veriler elde etmek ve sarı pasta üretim akım şeması hazırlamak.

— Yerli olanaklarla yapılan cihaz ve malzemeyi, pilot tesiste kullanarak ana tesis için geçerliliğini saptamak,

— Belli bir miktar sarı pasta üreterek bunun kalite kontrolünü yapmak, nükleer yakıt için gerekli daha saf uranyum bileşiklerinin üretim olanaklarını araştırmak,

— Eleman yetiştirmektir.

Genel olarak uranyum cevherlerinin tenörlerinin diğer cevher tenörlerine göre çok düşük oluşu (% 0,1 U_3O_8 den az) pilot test için büyük miktarlarda numuneyi gerektirmesi ve bunun 20 km dışın-da ekonomik olmaması nedeniyle pilot tesis; cevher oluşumlarına en yakın yerleşim bölgesi olan Köprübaşı bucağında kurulmuştur.

2. PİLOT TESİS KURULUŞ VE TANIMI

26 dönümlük bir arazi üzerine kurulan tesisin pilot binası, Ekim 1974'de tamamlanmıştır, tik cevher Aralık 1974'de hücrelere yüklenmiş, Ocak 1975'de ilk san pasta üretilmiştir.

Pilot tesis başlıca şu bölümlerden meydana gelmektedir;

a — Meyilli Alanlar

Yığın özütleme yapmak için yaklaşık 1000 m²'lik bir alan düzeltilmiş olup, üst kısmında tesisin su gereksinimini karşılayan

100 tonluk su deposu bulunmaktadır. Ayrıca 2x10 m³'lük asit deposu bu bölümdedir.

b — Hücre özütleme ve Depolama Havuzları

Bu bölüm, 24'er ton cevher yüklenebilen 6 adet hücre serisi ile, 3x5 tonluk dekantasyon havuzları ve 3x50 tonluk depolama havuzlarından oluşmuştur. Ayrıca iki çeneli kırıcı ile öğütücü ve bir tükner de bulunmaktadır.

c — Kapalı Pilot Holü (200 m²)

Bu kısımda, solvent ekstraksiyon, sarı pasta çöktürme, süzme, kurutma, analiz ve atölye üniteleri bulunmaktadır.

d — Sarı Pasta Deposu

Tartma, yarılama, numune alma ve çelik bidonlarla depolama bu bölümde yapılmaktadır.

e — idari ve Teknik Hizmetler için Ekler

Bürolar, yemekhane, ambar ve yatakhanelerden oluşmaktadır.

2.1. Pilot Çalışmalar ve Alum Şeması

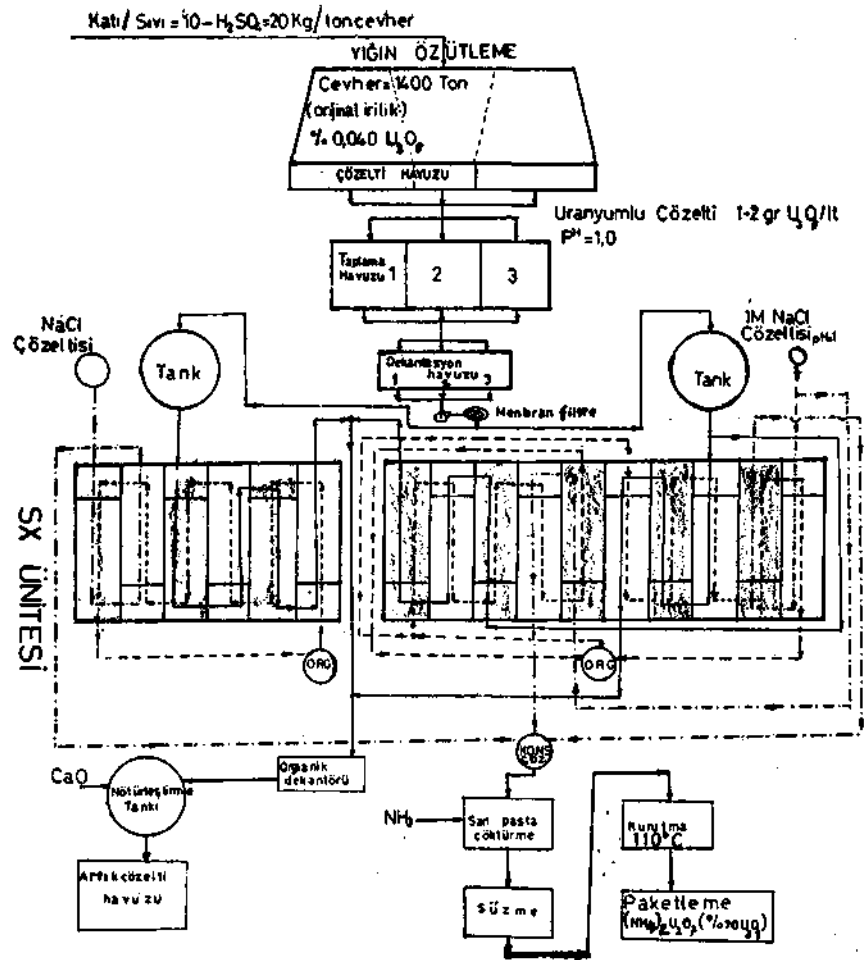
Pilot tesiste, kolon, hücre ve yığın özütleme deneyleri yapılmış olup, yığmanın hacmini cevherin çıkarma ve taşıma zorlukları tayin etmektedir.

— Türkiye'de bu güne kadar bulunan 5300 ton U₃O₈ rezervinin ortalama tenörü % 0,05 U₃O₈ dir. Çizelge 1'de rezerv ve tenor, durumları, Şekil 1'de pilot tesis akım şeması görülmektedir.

Çizelge 1 — Türkiye'de Bulunan Uranyum Yataklarının Rezervleri

<u>Yatağın Adı</u>	<u>Tenor</u> <u>% U₃O₈*</u>	<u>Rezerv</u> <u>ton U₃O₈</u>
Salihli - Köprübaşı	0.05	3040
Uşak- Güre - Fakılı	0.045	510
Aydın - Söke - Küçükçavdar	0.05	500
Aydın - Söke - Demirtepe	0.08	700
Çanakkale - Ayvacık - Küçükkuyu	0.08	250
Giresun - Şebinkarahisar	0.04	300
TOPLAM	—	5300

Kaynak : MTA Enstitüsü, Radyoaktif Mineraller ve Kömür Dairesi.



Sekili. Köprübaşı kasar tipi cevherlerden yığın özütleme yöntemi ile sarı pasta üretimi

Kaynak : MTA Enstitüsü Teknoloji D. Radyoaktif ve Nadir Metaller Servisi 1982

2.1.1. Yığın özütleme

Açık düzeltilmiş eğimli arazide hazırlanan geçirgen olmayan alana, radyomektrik ayırım uygulanmış orjinal irilikteki cevherin yığılarak, üzerine asitli çözeltinin püskürtülmesi ile uranyumun ana çözeltiliye alınmasıdır.

Yığından elde edilen ana çözeltiler 3x50 tonluk depolama havuzlarına alınmakta, düşük oranda uranyum içeren çözeltiler ise bir sonraki yığına basılmaktadır.

2.1.2. Solvent Ekstraksiyon (SX)

50 tonluk depolama havuzlarından alınan çözeltiler 3x5 tonluk dekantasyon havuzlarına alınmaktadır. Membran filtreye süzülen çözeltiler 2x2 tonluk çalışma tanklarına alınmaktadır. Yaklaşık litrede 1,0 gr. U_3O_8 içeren ana çözeltiler, SX ünitesinde 0,1 M organik ters akımda Si, Fe, Al, Ca, K, Na,..., gibi elementlerden arıtılmakta ve konsantre (15-20 gr U_3O_8 /lt) edilmektedir. 16 adet Denver tipi Mikser-Settlerden oluşan SX ünitesinde 6'lı ve 10'lu olarak iki dizi vardır. 6'lı sistemde ilk dört kademe sıvı-sıvı özütlemeye, son iki kademe sıyırmaya çalışmaktadır. 10'lu sistemde ise çözeltinin durumuna göre 2x (3-2), (6-4), gibi değişik kademe bağlamaları ile gerekli denemeler yapılmaktadır.

Ayrıca, bu 10'lu sistem, ilk kez pilot çapta, Kasar sarı pastasının TBP ile A.D.U'e dönüştürülmesinde kullanılmıştır (10 Aralık 1980).

2.1.3. Sarı Pasta Çöktürme

SX- ünitesinde elde edilen 15-20 gr U_3O_8 /lt'lik konsantre çözeltilerdeki uranyum MgO , suda ya da NH_3 gazı ile PH=6-7 de çöktürülmektedir, üstteki sıvı faz dekante edilmekte dipte oluşan sarı pasta çamuru vakum filtresinde süzülüp ve 110°C de kurutulularak % 65-70 U_3O_8 lik magnezyum ya da amonyum diuranat (Sarı Pasta) elde edilmektedir.

3. TÜRKİYE URANYUM CEVHERLERİNİN TEKNOLOJİK SINIFLANDIRILMASI

Bu güne kadar yapılan çalışmalara göre uranyum cevherlerimizin teknolojik sınıflandırılması ortaya çıkmış bulunmaktadır ve her bir bölgedeki cevherin sarı pasta üretimi teknolojisi açısından önemli özellikleri şöyledir :

3.1. Salihli Köprübaşı

Teknolojik deneylerin ve mineralojik yapının etken olduğu dört ayrı tip cevher vardır;

a — Kasar Tipi Cevherler : Kasar, Çetinbaş, Kayran, Topallı - Konglomera, Topallı - Tüflü ve Tomaşa oluşumlarına ait bu tip cevherler düşük asit harcaması, 20-40 kg H₂SO₄/ton cevher ve sahadan çıkarıldığı gibi yığın yapılarak hızlı geçirgenlik göstermesi, Yığın - SX - Sarı Pasta çöktürme akım şemasının ortaya konmasını sağlamıştır.

b — Taşharman Tipi Cevherler : Tüflü ve Konglomera olarak iki oluşum gösteren bu tip cevherlerde, uranyum minerali saptanamamış ve fosfat minerali (% 3,7 P₂O₅) Dahlite bağlı olduğu kabul edilmiştir. Yapılan yığın özütleme testleri sonunda, uranyumu kazanmak için daha fazla asit ve daha ufak tane iriliği koşulları uygulanırsa bile, % 60 mertebesinde uranyum çözeltiye alınmaktadır.

c — Karbonatlı Cevherler : Kocadüz, Gördes gibi karbonatlı bir oluşum gösteren cevherlerin ön laboratuvar testlerinde, ince öğütme; fazla miktarda asit ya da alkali, 65°C sıcaklık gibi pahalı koşulların uygulanmasına karşın uranyumu çözeltiye almanın zor ve çok düşük değerde oluşu bu cevherler üzerine daha fazla çalışmayı gereksiz kılmıştır.

d — Ecinnitaş Tipi Cevherler : Sondajlı aramalarla 60-120 m derinlikte okside olmayan Ecinnitaş yatağı ortaya çıkarılmıştır. Karot örnekleri üzerine yapılan ön testler olumlu sonuç vermiştir.

3.2. Alaçehir-Yeşilyurt

ön laboratuvar testleri olumlu sonuç vermesine karşın Çizelge 2'de görüldüğü gibi yığın özütleme sonunda ancak % 31 U₃O₈'lik bir verime erişilmiştir. Tenorunun düşük oluşu (% 0.012 U₃O₈) ve cevherin oldukça yüksek oranda sıvı absorblaması zayıf içerikli ana çözeltileri oluşturmuş ve bu durum, SX ve sarı pasta çöktürme işlemlerinde sorun yaratmıştır.

Çizelge 2 — Köprübaşı Uranyum Pilot Tesiste Yapılan Yığın
özütleme Toplu Sonuçları

Cevher	U minaral	Ton	% U ₃ O ₈	H ₂ SO ₄ Kg ton Cevher	Özütleme		Yıkama		Verim %	
					Zaman gün	Çözelti ton	Zaman gün	Çözelti ton		
Kasar I		100	0,049	20	20	45	22	47	87,7	
Kasar II		100	0,056	20	10	39	38	41	97,3	
Kasar III		118	0,055	20	8	37	35	60	82,7	
Kasar IV		1000	0,024	20	19	83	33	290	85,4	
Kasar V		1372								
		438 böl.	0,080	20	11	122	31	195	89,8	
Σ Kasar		1756	—	—	—	326	—	63	—	
Çetinbaş	Otonit — Metaotonit	50	0,030	30	4	12	65	22	97,0	
Kayran		84	0,093	40	15	30	48	42	84,9	
Topallı Konglomera		72	0,076	30	4	5	53	75	93,8	
Topallı Tüflü		134	0,052	20	7	26	38	51	98,0	
Tomaşa		57	0,020	20	5	6	28	30	91,2	
Taşharman Konglomera		110	0,030	100	10	73	14	97	56,6	
Taşharman Tüflü		134	0,052	100	13	74	10	38	63,6	
Kasar Taşharman K/Ko/Tü		50 25 25	100	0,075 0,075 0,028	85	8	44	14	103	64,6
Yardere		50	0,036	80	30	40	18	30	50,0	
Alaşehir Yeşilyurt		Gümmüt ve jips bağlı uranyum	77	0,012	100	16	67	7	30	34,0
Uşak-Fakılı I	75		0,025	77	8	42	86	145	80,0	
Uşak-Fakılı II	82		0,030	40	7	92	9	98	91,0	
TOPLAM		2781	—	—	—	837	—	2028	—	

3.3. Uşak - Fakih

Bu cevher üzerine yapılan laboratuvar ve pilot çaptaki teknolojik testler, Kasar cevherine uygulanan (Yığın ozütleme >-* SX -*• Sarı Pasta Çöktürme) akım şemasının bu cevhere de uygulanabileceğini göstermiştir. Ancak cevherin fazlaca çözelti absorblaması (33 m^3) nedeniyle elde edilen ana çözeltideki uranyum içeriği maksimal, $0,5 \text{ U}_3\text{O}_8 \text{ gr/lit}$ olmuş, bu içerikler SX ve sarı pasta çöktürmede başlıca etken olmuştur. Bu sorun IX+SX ya da TBP arıtması ile çözümlenmiştir.

3.4. Diğer Cevherler

Aydın-Koçarlı, Giresun-Şebinkarahisar, Çanakkale - Küçükku-yu gibi laboratuvar testleri olumlu sonuç veren cevherlerin, aramalarının kesin sonuçlarına göre pilot çapta deney yapılacaktır.

4 PİLOT DENEYLERİN TOPLU SONUÇLARI

1975-1982 yılları arasında Köprübaşı Uranyum Pilot Tesiste yapılan çalışmaların toplu sonuçları Çizelge 2,3,4'de verilmiştir.

4.1. Yığın ozütleme

Çizelge 2'de görüldüğü gibi değişik sektörlere ait 2781 ton uranyum cevheri yığın ozütleme işlemine alınmış 2865 ton çözelti elde edilmiştir. Verimler % 34 ile % 98 arasında değişmektedir.

4.2. SX

828,185 İt ana giriş çözeltisi ekstraksiyona alınmış, 686,333 kg U_3O_8 işlenmiş olup, artık çözeltide 39,971 kg U_3O_8 kaybı söz konusudur (Çizelge 3). Solvent ekstraksiyon çalışmalarında artık ana çözeltide, 1-10 ppm U_3O_8 kaybı ile % 99 üstünde bir verim amaçlanmaktadır. Ancak ana giriş çözeltisindeki yan elementlerin derişimi ile orantılı olarak arafaz oluşmakta ve bu durum, artık ana çözeltide, organik ve uranyum kayıpları ile verim düşmelerine neden olmaktadır. Böyle durumlarda ise, sistemde gerekli önlemler alınarak verim yükseltilebilmektedir.

Çizelge 3 — Köprübaşı Uranyum Pilot Tesis SX işlemi Toplu Sonuçları

Cevher	Ekstrakte edilen ana çözeltili (İt)	İşlenen U ₃ O ₈ fer)	Artık Çözeltili U ₃ O ₈ fer)	SX Verimi %
Kasar I	27750	33963	143	99,5
Kasar II	33192	38205	734	98,0
Kasar III	39182	40842	291	99,3
Kasar IV	65074	73577	5314	92,7
Kasar V 1. Bölüm	234336	305115	19433	93,6
S Kasar	399534	491702	25915	94,7
Çetinbaş	15765	10259	149	98,5
Kayran	48940	46893	886	98,1
Topallı Konglomera	22070	30349	3327	89,0
Topallı Tüflü	39060	30660	854	97,02
Taşharman Konglomera	53174	7495	1048	86,0
Taşharman Tüflü	44172	7721	591	92,3
Kasar + Taşharman K/KO/Tü	39576	22831	5557	75,6
Yardere	39492	11797	438	96,3
Alaşehir - Yeşilyurt	36449	2247	188	91,6
Uşak - Fakılı I	14340	3379	419	87,6
Uşak - Fakılı II	55061	13424	438	96,7
Tomaşa	20552	7576	161	97,8
TOPLAM	828185	686333	39971	94,1

4.4. Sarı Pasta Çöktürme

Çizelge 4'de görüldüğü gibi 50959 İt konsantre çözeltideki 561,162 kg U₃O₈ çöktürmeye alınmış, 93668 İt süzüntüyle 5,339 kg U₃O₈ kaybedilmiş, toplam 923,680 kg sarı pasta çöktürülmüştür. Çöktürme verimi % 99 olan sarı pastalar % 60,8 U₃O₈ içermektedir.

Çizelge 4 — Köprübaşı Uranyum Pilot Tesis Sarı Pasta Çöktürme İşlemi Toplu Sonuçları

Cevher	Konsantre Miktar (İt)	Çözelti U,0, (kg)	SUZUntU Miktar (it)	U,0* (gr)	San Pasta (kg)
Kasar I	3083	33,900	8470	260	44,150
Kasar II	1920	33,400	5620	149	60,870
Kasar III	2160	33,970	10710	2516	51,830
Kasar IV	4281	68,260	11600	812	90,780
Kasar V 1. Bölüm	15945	219,292	14215	195	311,030
S Kasar	27389	388,822	50615	3932	558,660
Çetinbaş	1160	10,040	1675	26	18,700
Kayran	3525	45,080	5760	128	71,580
Topallı Konglomera	1575	27,160	3460	118	40,970
Topallı Tüflü	2685	27,770	5845	164	40,250
Tomaşa	1510	6,660	4675	88	12,310
Taşharman Konglomera	2105	6,240	2270	12	27,220
Taşharman Tüflü	2070	7,510	2000	8	22,680
Kasar + T. harman K/Ko/Tü	3180	19,630	5490	218	47,270
Yardere	2370	9,840	4770	510	20,080
Alaşehir Yeşilyurt	790	2,380	830	14	5,640
Uşak Fakılı I	660	2,330	2390	99	6,970
Uşak Fakılı II	1940	7,700	3908	22	51,350
TOPLAM	50959	561162	93668	5339	923,680

5. ÖNERİLER

Yukarıda özet olarak sunulan çalışmalar, şu iki önemli gerçeğin doğuşuna neden olmuştur :

— Uranyum cevher tenörleri çok düşük olduğu ve özellikle SX deneyleri için fazla miktarda ana çözelti gerektiğinden laboratuvar çapta deneyler olumlu sonuç verse bile pilot çapta deneyler kesinlikle yapılmalıdır.

— Kolay ve ucuz üretim olanağı sağlayan Köprübaşı cevherlerinden, bir santralin yakıt ihtiyacının yarısını karşılayacak olsa bile, 50-60 ton U_3O_8 /yıl kapasiteli sarı pasta tesisinin kurulması, bu teknolojiye giriş ve güvence açısından çok önemlidir. Böyle bir görevle yükümlü Etibank'm bütün girişimleri desteklenmelidir.

