

# TUNGSTEN MADENCİLİĞİ CEVHER HAZIRLAMASI VE TEKNOLOJİSİNE BİR BAKIŞ İLE TÜRKİYE'DE TUNGSTEN MADENCİLİĞİ

**Sabri KARAHAN(\*)**

## ÖZET

Tungstenin kullanım alanlarının çeşitliliği belirtilerek, rezerv miktarlarının azlığından çok tungsten arzında meydana gelebilecek kesilmelerin gelişmiş ülkelerde doğuracağı buhran olasılığının tungsteni stratejik yaptığı vurgulanmıştır.

Dünya'da tungsten yatak çeşitleri, yatakların dağılımı, madencilik, cevher hazırlanması ve metallurjisi kısa olarak özetlenmiş ve son ürün elde etmedeki değer artışı ortaya konmaya çalışılmıştır.

Son olarak, Uludağ Wolfram Madeni'ndeki işletmecilik özetlenmiş ve son ürün üretimine gidilmesi durumunda oluşacak katma değer ile Türkiye yeraltı kaynaklarının değerlendirilmesinde elde edilecek bağımsızlığın önemi ortaya konmaya çalışılmıştır.

(\*) Maden Yük. Müh. Etibank Genel Müdürlüğü; ANKARA.

## 1. GENEL

Dünyada yılda 45.000 ton tungsten askeri hizmetler dışındaki amaçlar için kullanılmaktadır. Kullanılan büyük miktara karşılık tungsten stratejik önemini sürdürmektedir.

Tungsten ev aletlerinde; elektrik ampulleri, floresan tüpler, televizyonlarda, sanayide; yüksek hız çeliği yapımında, karbürü kesme aletlerinde, konstrüksiyon ve madencilikte ve savaş malzemeleri yapımında geniş şekilde kullanılmaktadır. Yüksek ergime noktası nedeniyle başka elementlerce yerinin alınması zor olduğundan tüketim alanının daha da genişlemesi beklenmektedir.

Tungsten üretimi dünyada sayılı ülkelerde yapılmaktadır. Bu ülkeler de genellikle tüketici ülkeler olmadıklarından üretim arz ve talebinin emniyet altına alınması önem kazanmakta ve bu nedenle tungsten stratejik bir madde olmaktadır.

Tungsten'in dünyadaki rezerv miktarı, yer kabuğunun yeterince tanımlanmamış olması nedeniyle, bilinmemektedir. Bununla beraber bu konuda yapılmış tahminler vardır.

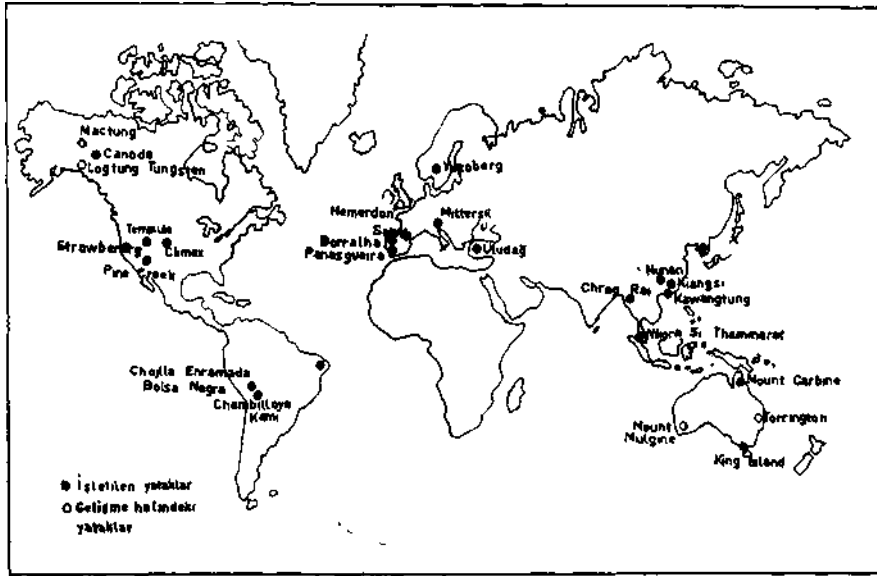
30 sene önce eldeki rezervler yıllık üretimin 20 - 200 katı iken bu gün de durum aynıdır. Bu durum ileriki yıllarda da, artan üretime karşın sürecelecektir.

Rezervlerin bilinen kısmının, üretimin durağan tutulması halinde tüketilebileceği süre (Statik ömür) Batı Bloku ülkeleri için 34, Doğu Bloku ülkeleri için 49 senedir. Potansiyel rezervlerin de dikkate alınması halinde bu süre sırayla 88 ve 131 sene olmaktadır. (Sekili, 2a. b).

Kıta Çini ve SSCB dünya rezervinin % 57'sine sahiptirler. Buna Kanada, Kuzey Kore ve A.B.D.'de eklenirse toplam dünya rezervinin % 80,5'inin 5 ülkede toplandığı görülecektir.

Dünya rezervlerinin ekonomik olarak işletilebilecek miktarı 2,03 milyon ton Tungsten olarak tahmin edilmektedir. Bu miktarın 0,75 milyon tonu (% 36,9) Batı Bloku ve 1,28 milyon tonu (% 63,1) Doğu Bloku ülkelerinde bulunmaktadır. En büyük üretici olan Kıta Çin'inde rezervlerin % 49,9 u (925.000 ton) toplanmış bulunmaktadır.

Potansiyel dünya rezervlerinde de durumun aynı olduğu söylenebilir.



Şekil 1 — Dünya Tungsten Yatakları.

## 2. TUNGSTEN ÜRETİMİ

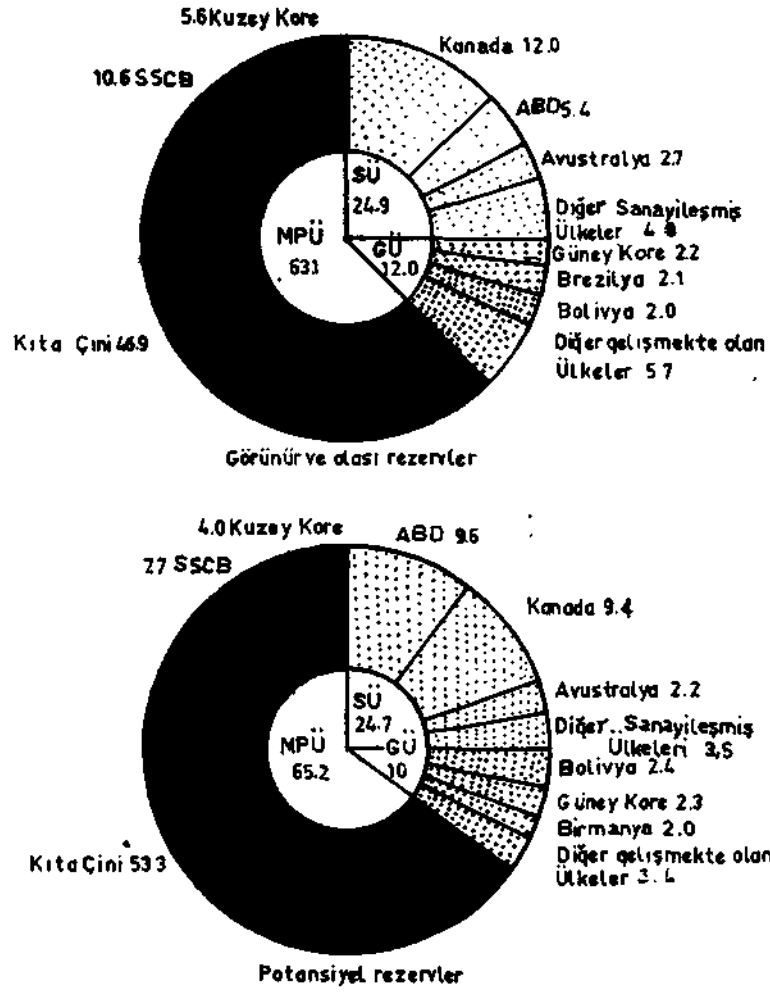
Şekil. 3, 4'te Merkezi Planlı ülkelerin ve gelişmekte olan ülkelerin toplu ve ayrı ayrı madencilik üretimleri verilmektedir. Şekil. 5'de de yıllar itibari ile üretimin oran dahilinde yükseldiği görülmektedir. 1967 -1972 yılları arasında yıllık artış % 6,3; 1972 -1977 yılları arasında da % 1,5 olmuştur.

1977 de üretim 41.500 ton tungstendir. Bunun 22.041 ton'unu (% 53A) Batı Bloku ülkeleri, 19.430 ton'unu (% 46,9) Doğu Bloku ülkeleri üretmişlerdir.

Toplam 32 ülke tungsten üretmiştir. Batı bloku ülkelerinde üretilen toplam tungsten'in %47'si sanayileşmiş ülkelerde ve % 53'ü gelişmekte olan ülkelerde gerçekleştirilmiştir.

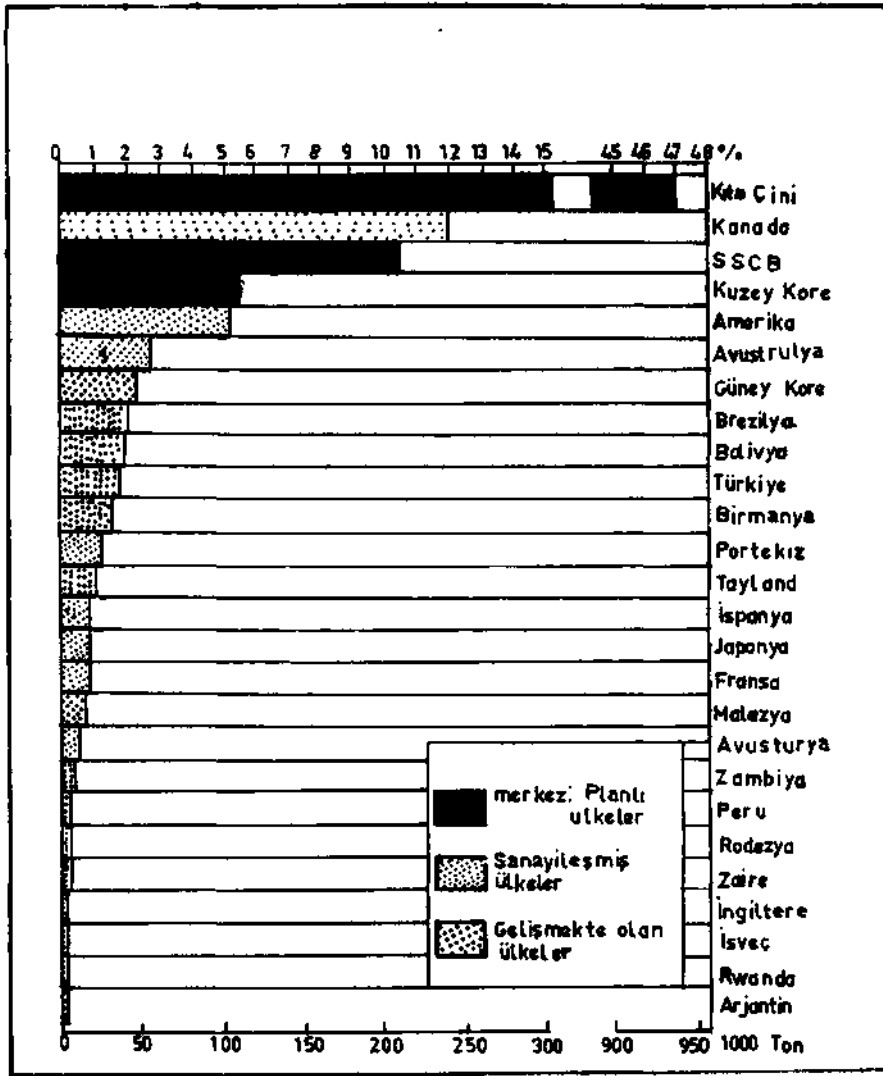
### 2.1. GELECEKTEKİ ARZ VE TALEP

Talep, üretim miktarım tayin etmektedir. 1967 -1977 yılları arasında gelişmiş Batı Bloku ülkelerinde artış hızı oranı % 6,1 Doğu Bloku ülkelerde % 1,8, gelişmekte olan ülkelerde % 7 ve dünya ortalaması % 3,8 olmuştur.



Şekil 2a. — Bulunmuş ve Muhtemel Tungsten Rezervlerinin % Dağılımı, 1979.

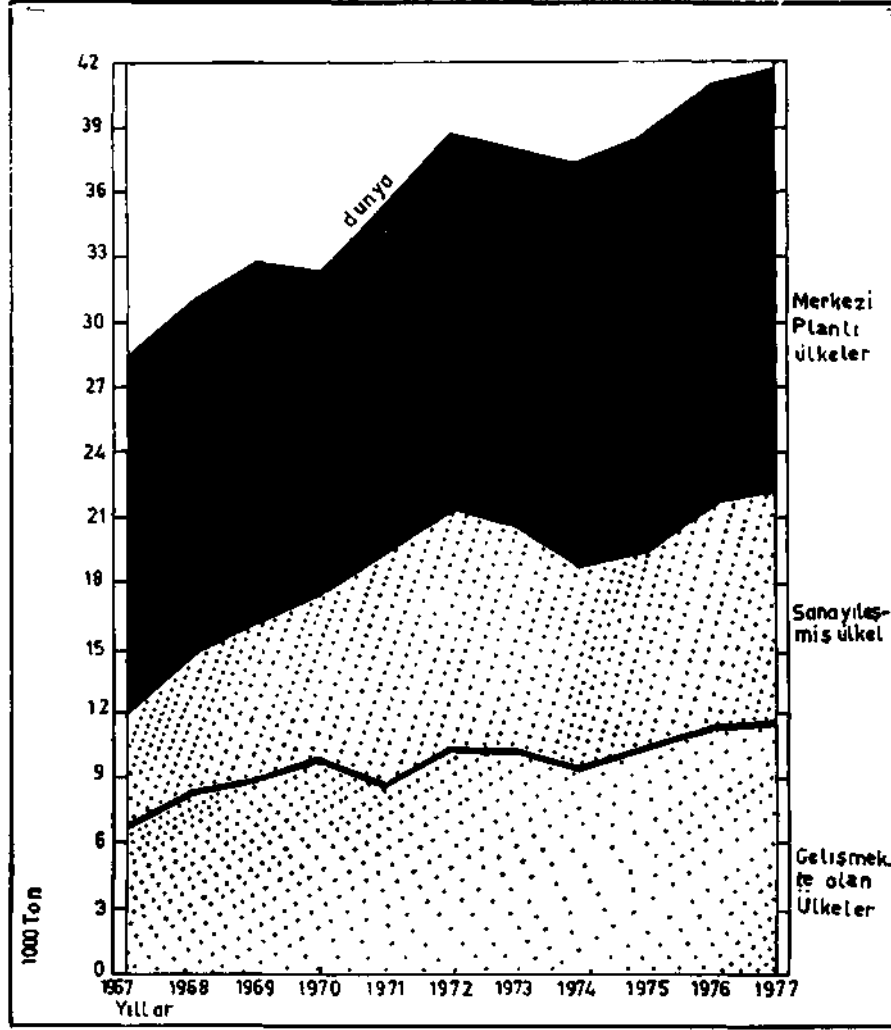
Gelecek yıllarda Batı Bloku ülkelerindeki planlanan kapasitelerin devreye girmesi ile yılda % 7 lik bir üretim artışı beklenmektedir.



Şekil 2b. — 1979 yılında ülkelere göre görünür ve muhtemel şelit rezervleri.

### 3. TUNGSTEN YATAK ÇEŞİTLERİ

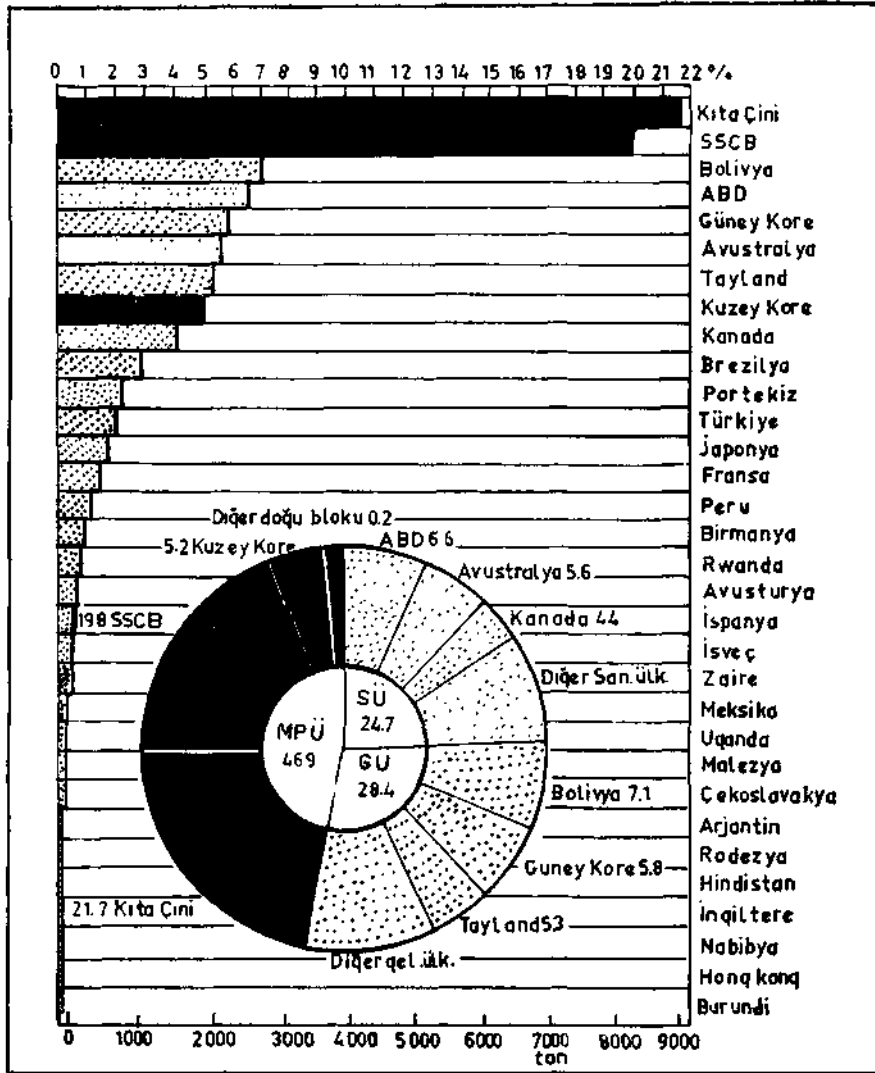
Tungsten yataklarını dioritten alkali granite kadar uzanan bir seri magmatik kayada bulmak mümkün olmuştur. Yataklar 5 ana grupta toplanmışlardır.



Şekil 3 — Tungsten Üreten Ülke gruplarıca yapılan maden Üretimi; 1967 -1977.

1 — Skarn, (Salua - Fransa, SangDong - Kore, MC MiUan - Kanada),

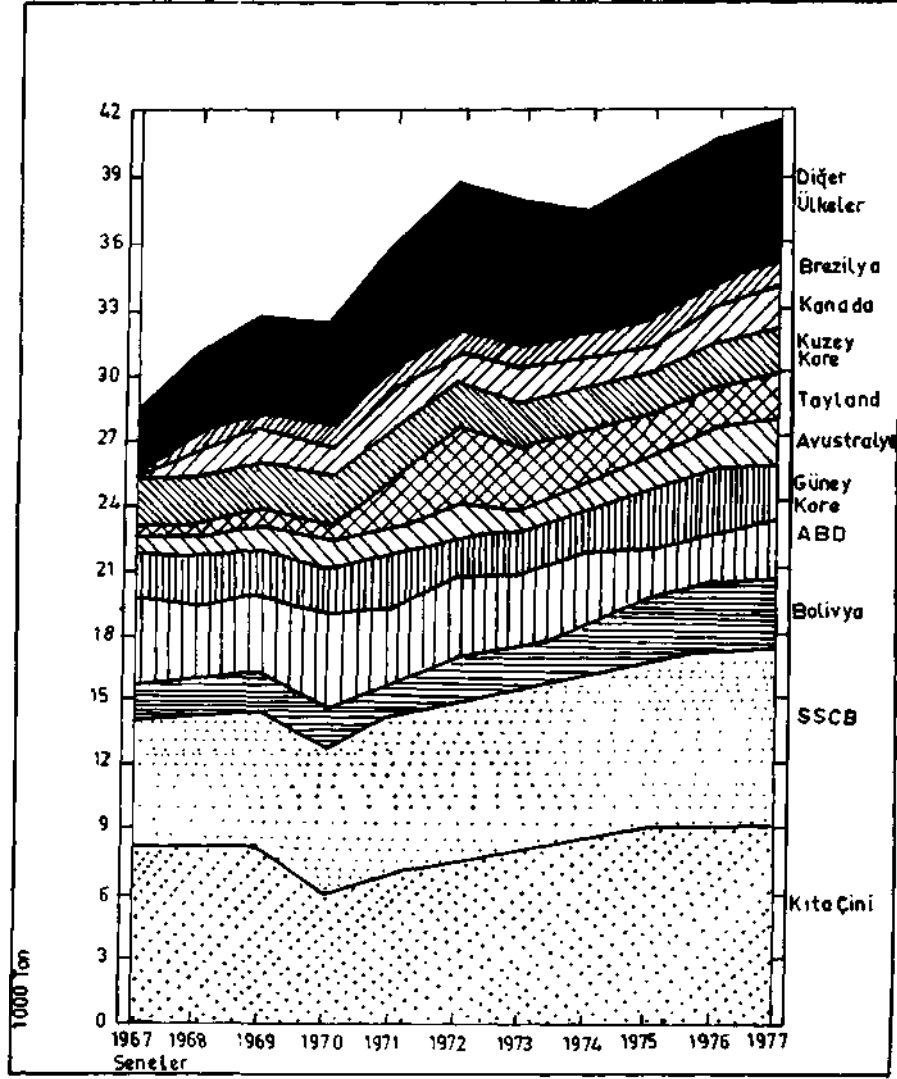
2 — Hidrotermal damarlar ve stoklar (Stock works), (Kiangsi Bölgesi-K. Çin, Kardillere Real - Bolivya, Hemerdon - İngiltere, Uludağ - Bursa)



Şekil 4 — Tungsten üreten ülkelerce yapılan maden üretimi, 1978.

3 — Porfiriler (Bu yataklarda belirli skarn zonları ve damarlar oluşmamaktadır.)

a) Molibden içerenler (Climax -Kolorado),



Şekil 5 — Tungsten: Maden Üretimi (1967-1977).

b) Multi metal içerenler (Mount Pleasant, New - Brunswick • Kanada),

(W, Mo, Bi ve daha az olarak Sn, Zn ve Cu)



4 — Volkanojenik yataklar, (Mittersil - Avusturya). Şelit, volkano - Sedimanter sıralama esnasında oluşmuş olup, ortamda kal-ker yoktur.

5 — Tungstenli tuzlaklar ve sıcak sular, (Searles Lake-Kali-fornia). Tuzlu sularında ortalama 70 ppm  $WO_3$  bulunmakta olup, toplam 120 milyon libre'lik tungsten rezervi tahmin edilmektedir.

#### **4. TUNGSTEN MADENCİLİĞİ**

Diğer maden işletmelerinde olduğu gibi tungsten yataklarının işletilmesinde de ana etkenler aynıdır.

Skarn ve porfiri tip yataklar genellikle yeterli genişlikte olup, büyük oranda madenciliğin uygulanmasına elverişlidirler.

Hidrotermal damar ve yataklarda damar kalınlığının bir kaç cm'den 1 m'ye kadar olan bölümlerinde yüksek oranda selektif madencilik yöntemleri uygulamak gerekmektedir.

Tungsten madenciliğine uyan belli bir madencilik yöntemi yoktur. Genellikle diğer madencilik çalışmalarında uygulanan kriterler tungsten madenciliğine de uygulanmaktadır.

##### **4.1. ELLE MADENCİLİK**

insan gücü ile tutulan delme tijleri ve çekiç - balyozla selektif madencilik yapılır. Kazanılan madende randıman düşük olmaktadır.

##### **4.2. AÇIK İŞLETME**

Açık işletmeler dünyada oldukça az olup genellikle hava koşulları nedeniyle 4 - 5 ay çalışmakta ve 12 ay için cevher stok edilmektedir.

1962-1973 arasında Kanada Tungsten, **1917-1974** arasında Kings island Şelit Madeni, Mount Carbine - Avustralya, Mittersill - Avusturya, Uludağ - Bursa, örnek olarak gösterilebilir.

##### **4.3. YERALTı MADENCİLİĞİ**

Tungsten Madenciliğinde, özellikle yeraltı işletmeciliğinde, mekanize madencilik ve buna uygun maden yöntemlerinin geliştiril-

mesi yönünde gelişme vardır, örneğin Kanada Tungsten'de 25 ton/adam/vardiya hedefi gerçekleştirilmişken dünyanın bir çok madeninde üretim 2 ton/adam/vardiya seviyesindedir.

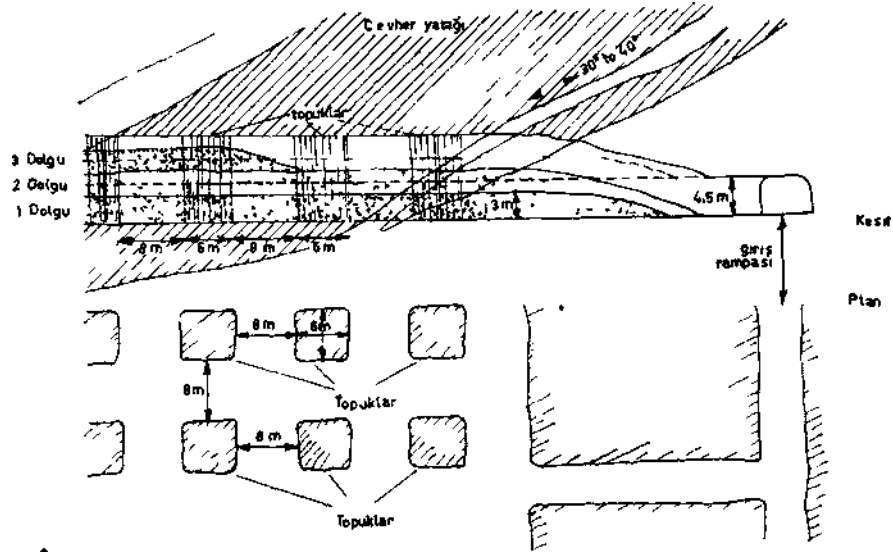
Kanada Tungsten, Pine Creek, Emerson Mine-Nevada, Kings Island Şelit ve Anglade - Fransa mekanize madenler arasına girmiş bulunmaktadır. Ulufdağ Volfram ve maden yatakları elverişli olan diğer madenler de aynı yolu izlemektedirler.

Aşağıda bazı önemli madenlerin uyguladıkları yeraltı yöntemleri verilmiştir.

#### 4.3.1. Kings Island

Madencilik yöntemi, stun topuklu, yatay dilimli - rambleli işletme yöntemi (Post Pillar, Cut and fill) olup, «oda topuk» ve «Ya\* tay dilim ve dolgu» yöntemi kombinasyonundan oluşmaktadır.

Yöntem hem mekanizasyona olanak vermekte, hem de tavanın yeterince desteklenmesini sağlamaktadır. Maden ekstraksiyonu %680 dir.



Şekil 6 — Kings Island Şelit - Dolphin Madeni : Stun topuklu, yatay dilimli rambleli işletme yöntemi (Post pillar cut and fill).

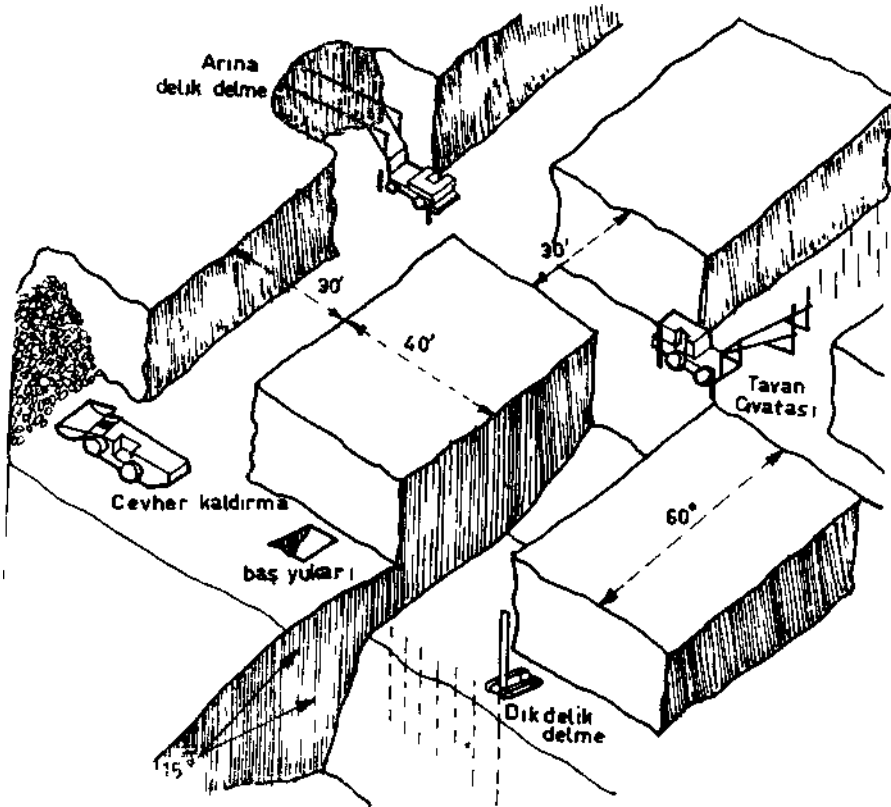
Dolgu için klasifiye edilmiş konsantratör artığı kullanılmakta, odalar başlangıçta 8 m genişlik x 4,5 m yükseklikte, topuklar 6x6 m boyutundadır. Odaların 3 m si dolgu ile doldurulduktan sonra üste çıkarılarak 3 m kalınlık daha alınmakta ve bu operasyon birbirini izlemektedir (Şekil 6).

Kullanılan ekipman; 3 bumlu jumbo deliciler, yeraltı loderleri ve yeraltı kamyonlarıdır.

Prodüktivite; 20 ton/adam/varvdiya

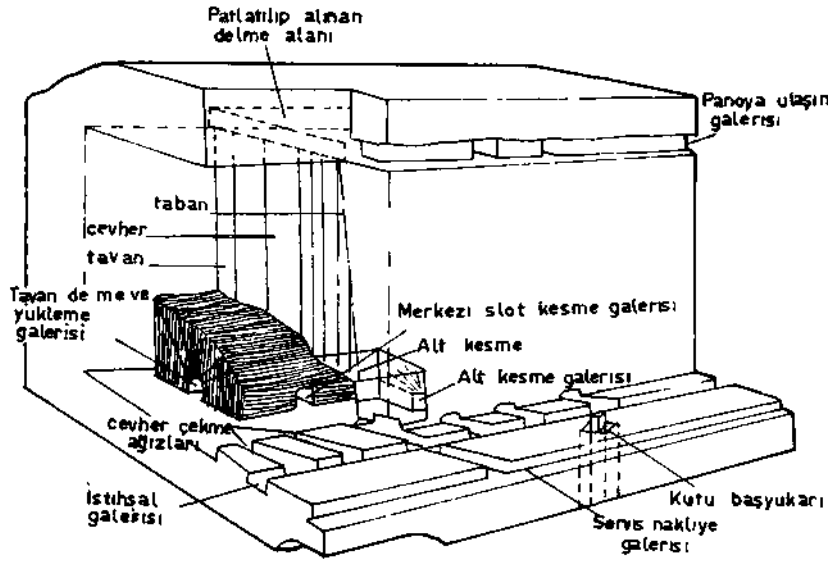
#### 4.3.2. Kanada Tungsten

Madencilik yöntemi; değiştirilmiş oda topuk yöntemidir. Cevher kalınlığı 30 m olup, maden işletmeciliği cevherin tavanından tabanına doğru yapılmaktadır. (Şekil 7).



Şekil 7 — Kanada Tungsten Oda Topuk İşletme Yöntemi (Room and pillar minin?).





Şekil 9 — Union Carbide : Ara katlı kazı yöntemi (Blast hole open stoping).

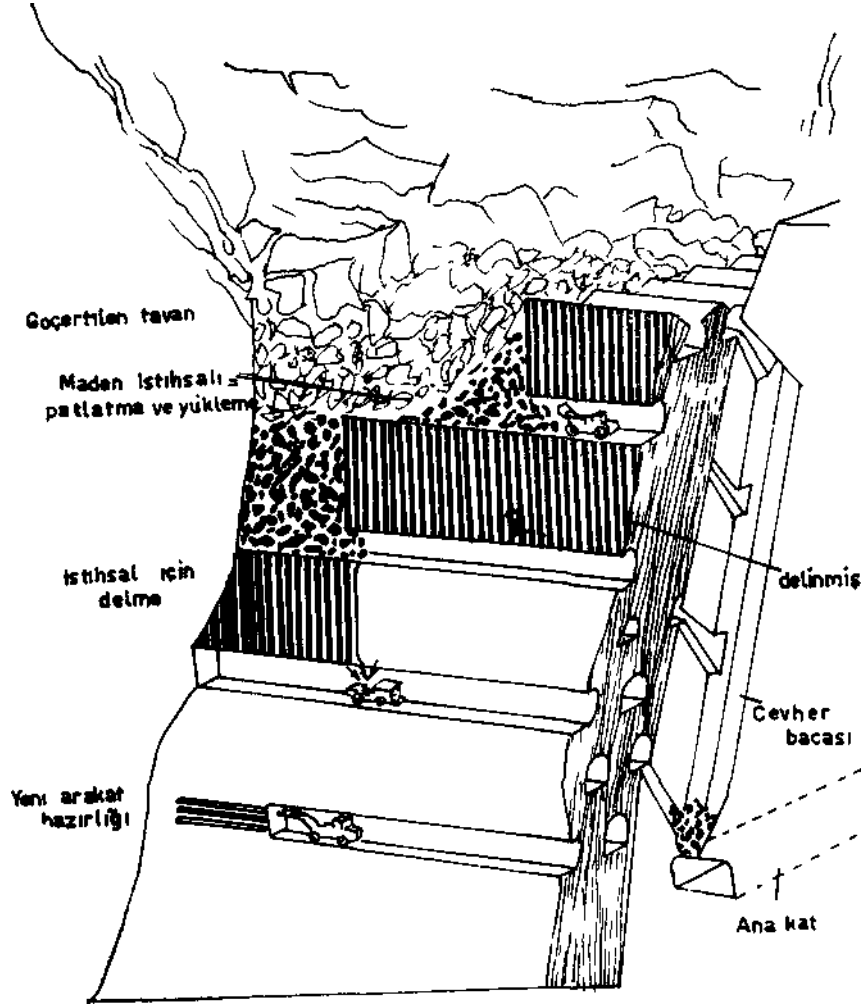
#### 4.3.4. Diğerleri

Emerson madeninde 2 m kalınlıktaki damarda anbarlama (Shrinkage) yöntemi kullanılmakta (Şekil 11) Climax'de «Blok göçertme» (Şekil 12), Kore - Sandong madeninde oda - topuk ve taban damarlarında uzun ayak yöntemleri uygulanmaktadır. Cevher dalımı 25-35° arasındadır.

Salau - Fransa Madeninde önceleri ambarlama (shrinkage) yöntemi kullanılmış, daha sonraları «ara katlı kazı yöntemine» geçilmiştir. Mekanizasyonda ise LHD tekniğine dönmüştür (Şekil 13-14). Ara katlar 6-8m aralıkla yapılmaktadırlar. Yatağa giriş taban veya tavadan sürülen %25 eğimli rampalarla sağlanmıştır. Ayrıca cevhere rampadan sürülen galeriye dik ve eğimli başyukarılarla ulaşılmaktadır.

## 5. TUNGSTENİN CEVHER HAZIRLAMASI

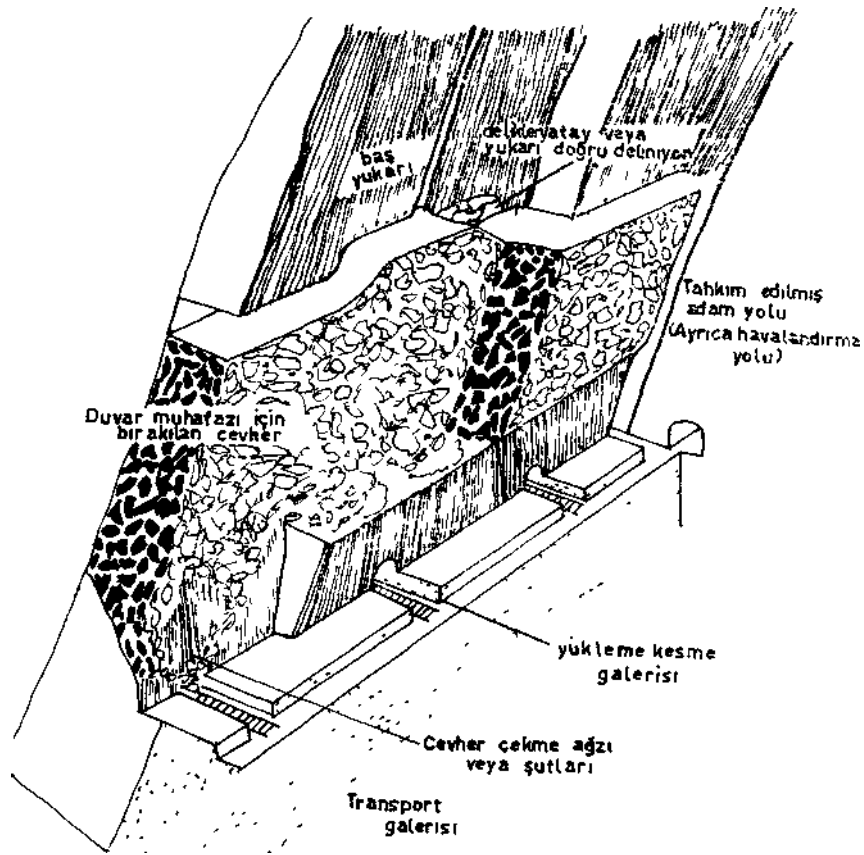
Tungsten'in yüksek yoğunluğundan dolayı dünyanın bir çok tungsten cevherleri gravite yolu ile zenginleştirilmektedir. Bununla



Şekil 10 — Union Carbide : Arakatlı Göçertme Yöntemi (Sublevel Caving).

beraber şelit cevherinin flotasyon yolu ile zenginleştirilmesi büyük gelişme göstermektedir.

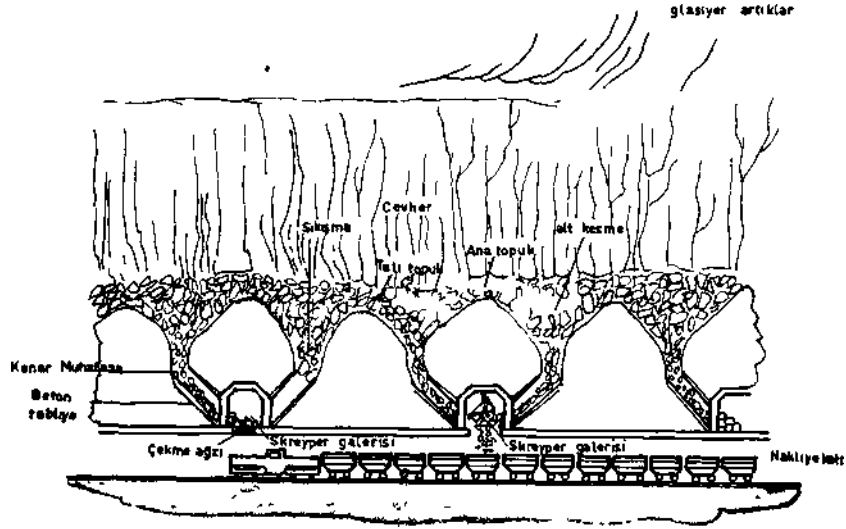
Gravite Yönteminin iyi sonuç vermesi için serbestleşmenin iri boyutta oluşması gerekir. Kural olarak mineralizasyon ne kadar ince ise, zenginleştirme de o kadar zor ve elde edilen ürün de o derece fakir olmaktadır.



\* Şekil 11 — Emerson : Ambarlama Yöntemi (Scrinkage Stopping).

Şelit ve Wolframit oldukça kırılığandır. Madencilik, kırma ve öğütme prosesleri sırasında bu özellik dikkate alınmazsa zenginleştirme sırasında zorluklar meydana gelecektir.

Gravite yönteminde en önemli zorluk ince malzemenin değerlendirilmesi olmaktadır. Ağır mayi siklonları, jigler, tablalar ve Reichert konilerinde 200 meş'in üzerindeki malzeme randımanlı şekilde zenginleştirilebilmektedir. Şelit'te ince malzemenin flotasyonu alternatif olarak geliştirilmiştir. Ancak wolframit için sorun çözülmüş değildir.



Şekil 12 — Climax Molybdenum Mine : Blok Göçerime Yöntemi.

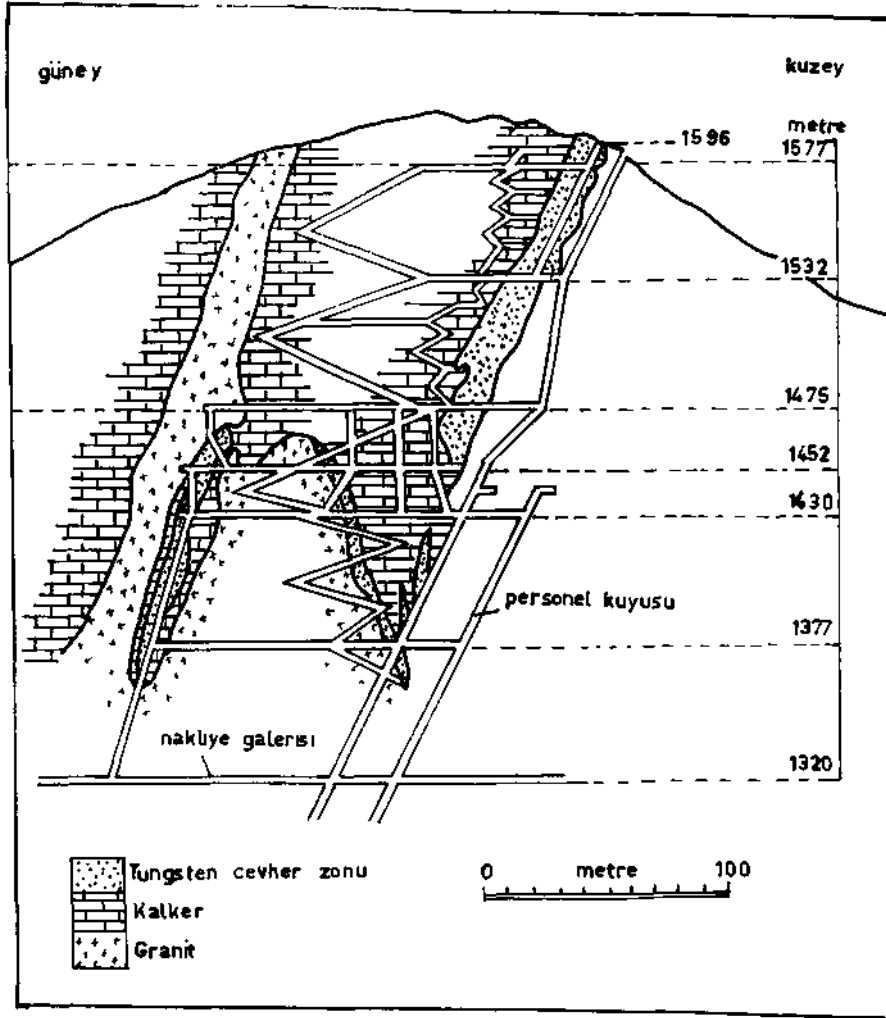
Cevherde pirit ve yoğunluğu Tungsten minerallerine yakın diğer minerallerin, örneğin garnet'in olması işi iyice zorlaştırmaktadır. Burada bütün ağır minerallerin konsantre edilmesi, sonunda flotasyona tabi tutularak piritin yuzdürülmesi ve daha sonra da şelit ve wolframitin flotasyon yoluyla veya düşük kapasiteli şlam masaları ile zenginleştirilmesi yönünde gelişme vardır (Şekil. 15 - 16).

Bununla beraber mineralizasyon'un karmaşık olması nedeniyle bazı cevherler yeterince zenginleştirilememektedir. Bu aşamada da düşük tenörlü konsantrenin sentetik şelit veya APT tesislerine gönderilerek zenginleştirilmesi mümkün olmaktadır.

üretilen konsantrenin ticari değerini tam olarak bulabilmesi için %65-70WO<sub>3</sub> ihtiva eder seviyeye getirilmesi gerekmektedir. Bununla beraber randımanın tenörden daha önemli olduğu durumlarda %10 - 30'luk konsantreler üretilerek sentetik şelit ve APT tesislerine gönderilmektedir.

örneğin Pine Creek'te % 15'lik konsantre, Emerson'da % 10'luk konsantre üretilerek Union Carbide'in Bishop'taki APT tesislerine gönderilmektedir. Mittersil'de % 30'luk ve King Island'da % 73

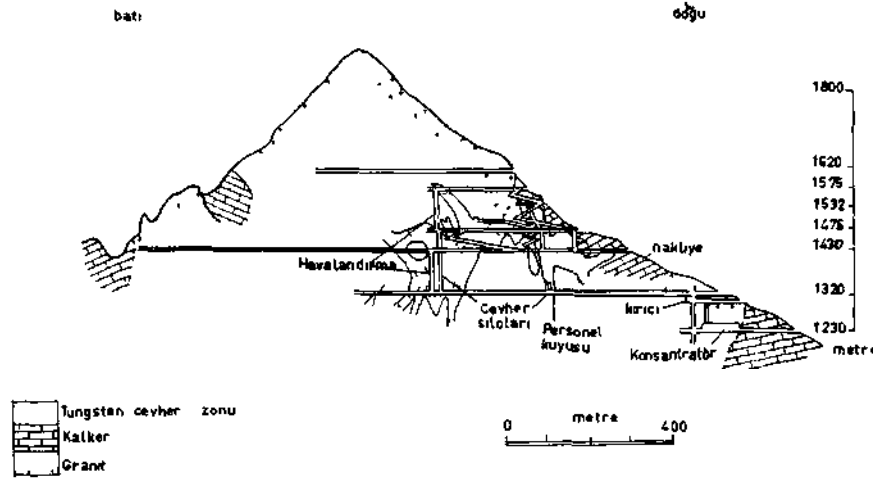




Şekil 13 — Salau Madeni Yeraltı Düzeni.

$W_3$ 'luk konsantre yanında % 20 - 30  $W_3$ 'luk konsantre üretilerek APT tesislerine gönderilmektedir.

Halen dünyada işletilen en düşük cevher tenörü % 0,2  $W_3$  olmaktadır. Bununla beraber yeni bulunan ve yüksek rezervli yataklarda tenör daha da düşük değerlere inebilmektedir. Bu tür yatakların değerlendirilmesi için düşük maliyetli ön konsantrasyon tesislerinin, ağır sıvı gibi, kurulması gerekmektedir.



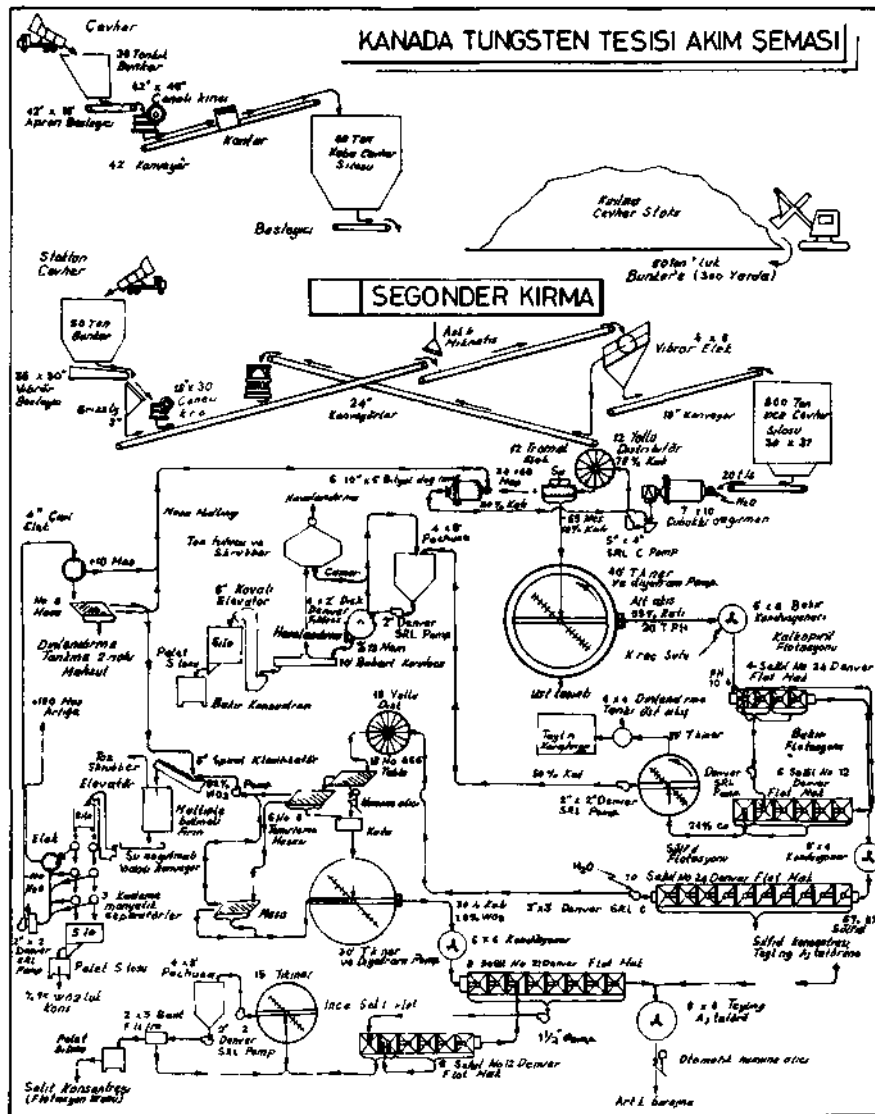
Şekil 14 — Soci t  Miniere D' Anglade - Salau Madeni Kesiti.

## 6. TUNGSTENİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Deđerlendirilmeden kastedilen, konsantrelerin fiziksel, kimyasal veya metalurjik yontemlerle ara veya son ürüne dönüştürülmesidir, üretilen tungsten'in %65'i kimyasal yoldan deđerlendirilmektedir.

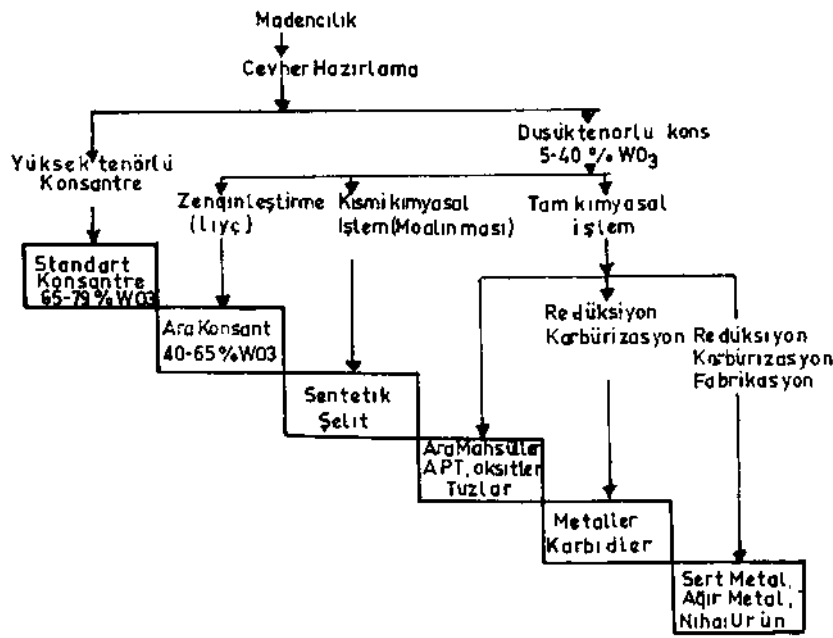
Son 20 yılda tungsten endüstrisi'nde temel deđiŐiklikler olmuştur ve hala devam etmektedir. Ayrı merkezlerde (Madencilik ve cevher hazırlama; Ekstraktif metalürji konversiyonu; Metal, karbid ve ferro üretimi; ve fabrikasyon ürün) ayrı ayrı ürün elde edilmesi yontemi terkedilmektedir. Eski yontemin yerini «dikey entegrasyon» yontemi almaktadır (Şekil. 17).

Minerolojik nedenlerle cevher hazırlaması zor cevherlerden, %5 - 40  $W_3$  tenörlü konsantre üretilmesi halinde, konversiyon için en iyi yontem kimyasal ekstraksiyon teknolojisidir. Artık maden iŐletmeleri elde ettikleri konsantreleri için konvertisaj tesisleri kurarak sentetik Şelit, APT, metal, karbid ve sert metal elde edilebilmektedirler. Hangi aşamada durulması gerektiği teknolojik olmaktan çok pazarlama ile ilgili bir sorundur.



Şekil 15 — Kanada Tungsten Tesisi Alam Şemasi.





Şekil 17 — Dikey Entegrasyon.

Yüksek tenörlü şelit konsantresi wolframli çelik yapımında direkt kullanılabilir, ayrıca konsantrenin direkt karbürizasyonu da endüstriyel uygulama haline gelmiş bulunmaktadır. Bu kısa ve ucuz uygulamaların yanında daha yüksek kaliteyi tutturabilmek için pahalı yöntemler de gelişmektedir.

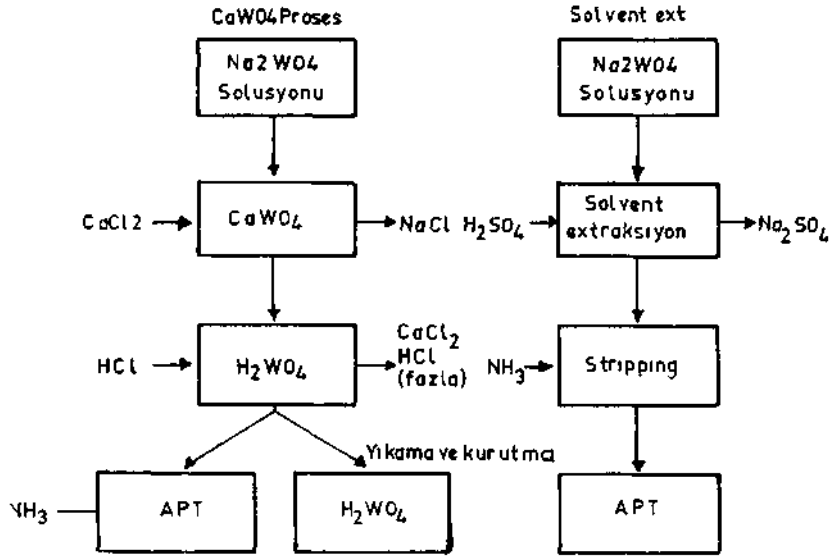
## 61. KİMYASAL İŞLEM

Pahalı kimyasal yöntemlerle önce konsantre bir ön işleme tabi tutularak temizlenmektedir (Şekil. 18).

Temizlenen konsantre alkali veya asidik ortamlarda, bazen basınç altında dekompoze edilmektedir.

Şelit prosesinde, yüksek kaliteli konsantre veya sentetik şelit HCl ile muamele edilerek dekompoze edilir. APT elde edilmesinde en kısa yoldur.

Düşük tenörlü şelit konsantreleri için kimyasal yöntem «soda otaklav liç» prosesidir. Bu proses genellikle solvent ekstraksiyon ile



Şekil 18 — Na-NH<sub>3</sub> Sistemi Konversiyonu (Kimyasal İşlem).

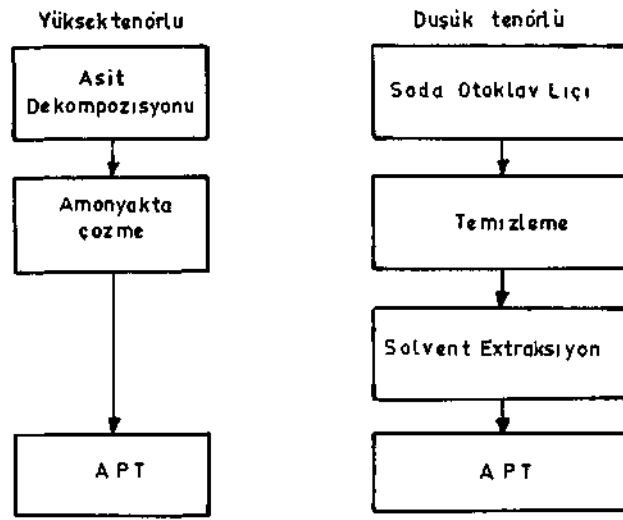
beraber uygulanmamaktadır, tik uygulamasını Union Carbide 1960 da Bishop tesislerinde yapmıştır. Dünyada geniş şekilde kullanılmaya başlanmıştır. Elde edilen ara ürün APT veya sentetik şelit olmaktadır. (Şekil 19). MTA'da da bu konuda çalışmalar sürmektedir.

Wolframit prosesinde (Şekil. 20) basınç altında veya basınçsız «Kostik liç» bilinen en eski yöntemdir. Elde edilen sodyum solüsyonu, kimyasal maddeler elde etmede veya asid dekompozisyonundan sonra tungstik asit elde edilmesinde kullanılır. APT eldesi için ise en iyi yöntem solvent - ekstraksiyonudur.

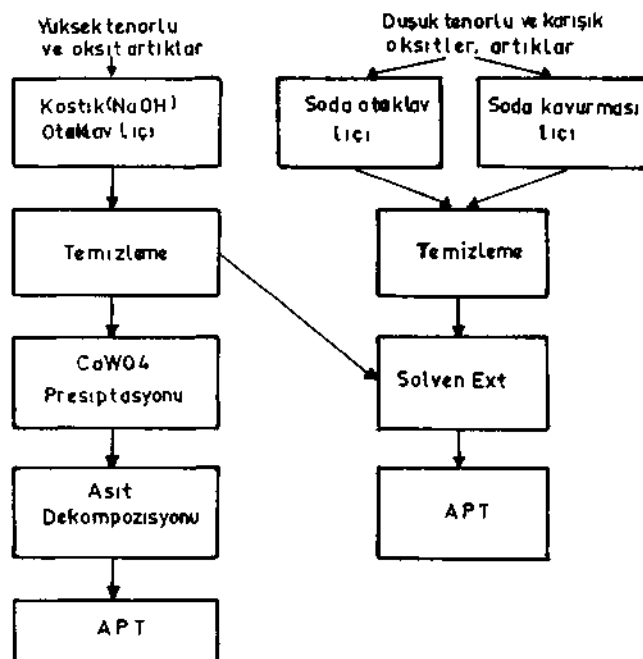
Düşük tenörlü wolframit konsantreleri için «Soda otaklav liç» başarı ile uygulanmaktadır.

## 6.2. APT

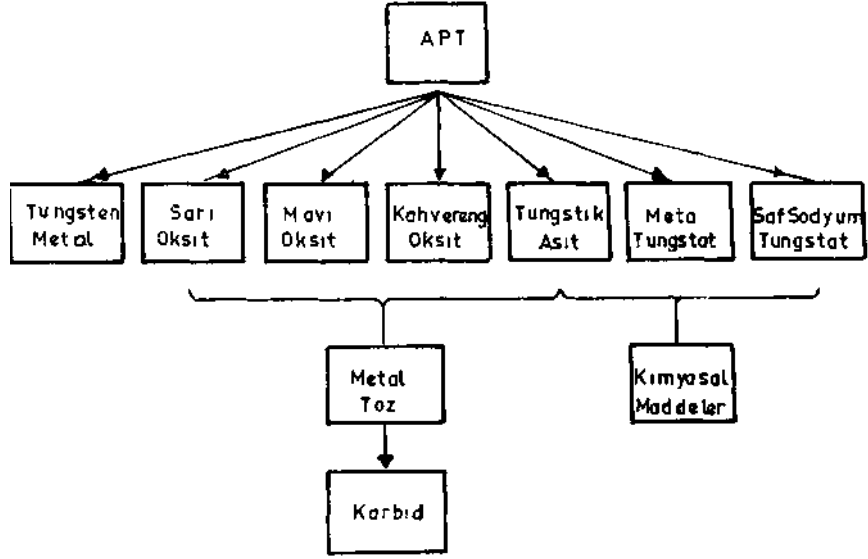
Tungsten kimyasında APT en önemli yere sahiptir. Şekil 21'de APT'den elde edilen ürünler görülmektedir. APT üretimi nedeniyle değer artışı % 15 - 20 olmaktadır.



Şekil 19 — Şelit Prosesi.



Şekil 20 — Volframit Prosesi.



Şekil 21 — APT'den elde edilen ürünler.

### 6.3. METAL TUNGSTEN

APT'den başlayarak gerek «metal tozu» ve gerekse «karbid tozu» eldesi için oksit hazırlama, metale redükte etme ve karbid'e dönüştürme gerekmektedir.

Ortam atmosferine bağlı olarak APT'den sarı oksit mavi oksit veya kahverengi oksit elde edilmektedir.

### 6.4. TUNGSTEN KARBİD

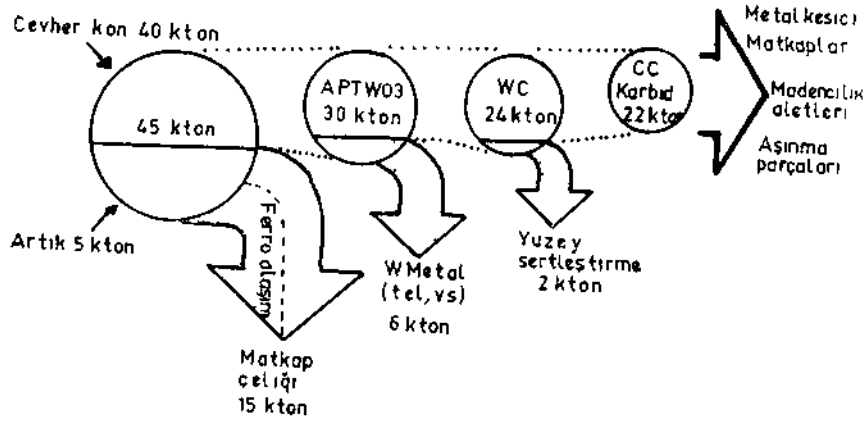
Tungsten karbid tungsten metali ile karbonun direkt muamelesinden elde edilir (Şekil 22-23).

Elde edilen ürün son derece ince yapıda olup, sertliği H.V. 2000'e ulaşmaktadır.

1930 da 10 ton olan tungsten karbid üretimi ortalama % 6 yıllık artışla 1980 de 25.000 tona ulaşmıştır.

Metal kesme bıçakları yapımında, madencilik tij ve uçları ve petrol-maden aramalarında sert metal geniş uygulama bulmuştur.





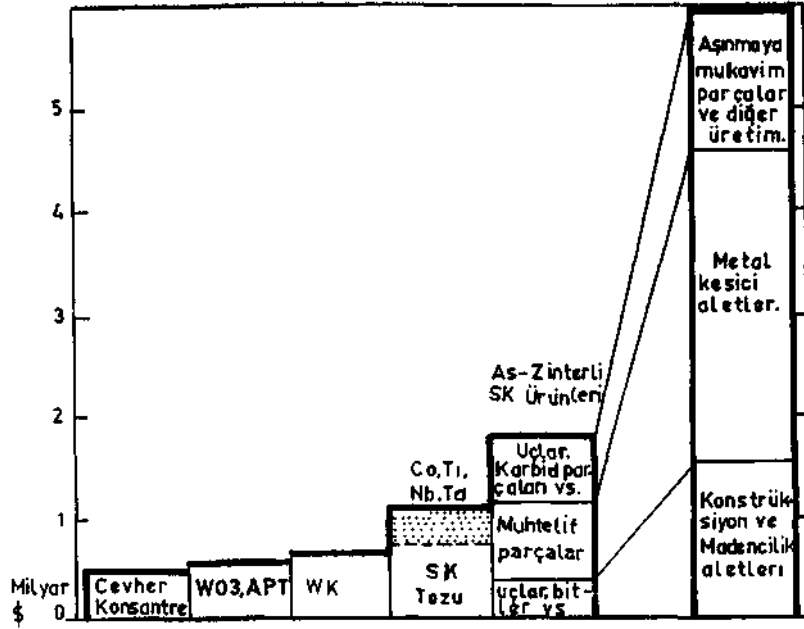
Şekil 22 — Dünya'da Yıllık Tungsten Tüketimi (Sivil amaçlarla).

	Tungsten karbid	Elmas	Mat kap çelikleri
Ergime Noktası (°)	2 700	>3500	~ 1 300
Elastisite Modülü (MPa)	7 00 000	-700 000	200 000
Basınca dayanıklılık (MP <sub>a</sub> )	5000-7000	—	3000-5 000
Sertlik (HV)	2 >00	e 000	6 00-900
Termal ekspansiyon	6 7X10 <sup>-6</sup>	3 6X10 <sup>-6</sup>	12X 10 <sup>-6</sup>
Termal Kondaktivite (W/m°C)	120		25
	Semente karbidler	Seramik	Yüksek hız çelikleri
Enine kırılma direnci (MPa)	1000-2 500	-500	3 000-6 000

Şekil 23 — Tungsten karbidin bazı özellikleri.

Bununla beraber tungsten karbid tozunun % 90'ı semente karbid ürünlerinde kullanılmaktadır. Şekil 24'de tungsten cevherinden tungsten karbid ürünlerine geçişte oluşan değer artışı verilmektedir. Dağıtım ve servis de dikkate alındığında, Batı ülkelerinin semente karbid üretiminin değeri 6000 milyon doları (\$) bulmaktadır.

Yaklaşık olarak dünyada 100 firma semente karbid zinterlemesi ile uğraşmaktadır. Bu firmalardan 10 büyüğü toplam üretimin % 70'ini ve 20 si ise % 80 ini yapmaktadırlar. Bütün bu firma-



Şekil 24 — Batı Dünyasının Sement Karbid Ürünleri Üretimi (Çeşitli aşamalardaki yaklaşık değerler).

lar hemen hemen metal kesiciler, madencilikte kullanılan ekipman ve aşınmaya dayanıklı parçalar üretiminde tam seriyi izlemektedirler.

Tungsten Karbid üretimi endüstrisinde yılda 200 milyon dolar araştırmaya girmektedir ki bu oran işin önemini çok iyi vurgulamaktadır.

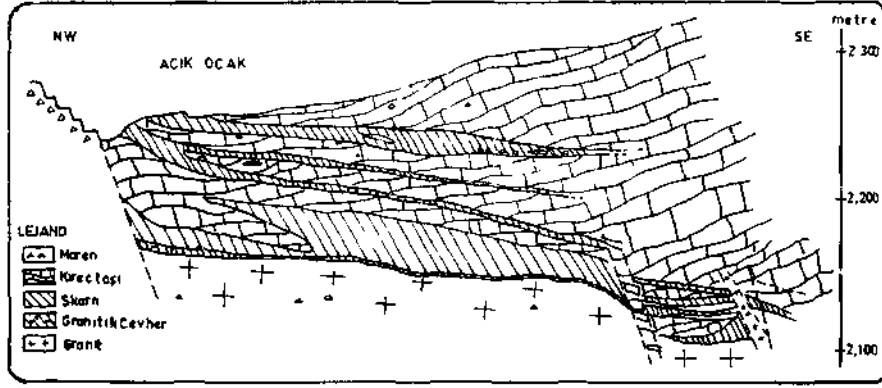
## 7. ULUDAĞ WOLFRAM MADENİ

### 7.1. JEOLJİ

Cevher pnömatik - Hidrotermal proses sonucu granit ve kalker kantağında meydana gelmiştir (Şekil. 25).

Yatak, metasomatik (Granitik) ve skarn tip cevherleri içermektedir. Granitik tip cevherde; şelit, wolframit, manyetit, pirit, slaferit, kuvars, kalsit, fluorit, apatit; skarn tip cevherlerde, man-

yetit, hematit, pirit, kalkopirit, şelit, bizmutin, molibdenit, kalsit, ve garnet bulunmaktadır.



Şekil 25 — Uludağ : Jeolojik Kesiti.

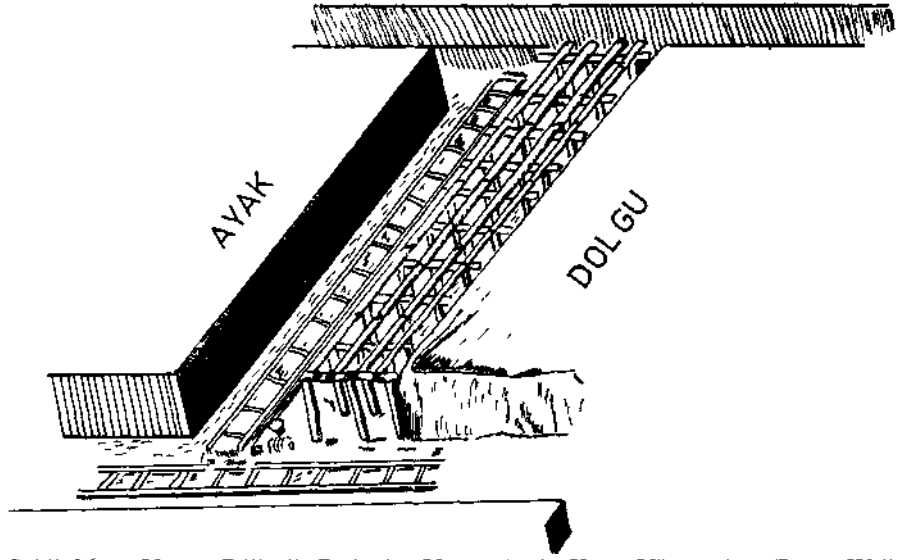
Yatağın toplam rezervi 14,5 milyon ton olup, ortalama tenörü kayıtlara göre % 0,5  $W_3$  tür.

## 7.2. MADENCİLİK

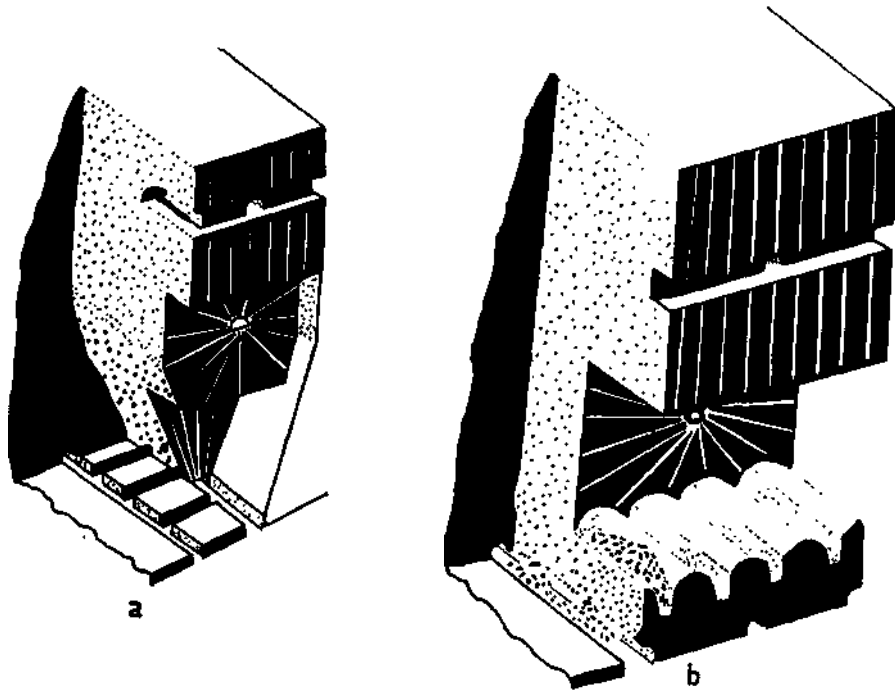
Uludağ'da yıllık 550.000 ton cevherin üretimi öngörülmüştür, önceleri tüm cevherin yeraltından sağlanması düşünülmüş, daha sonra açık ve yeraltı arasında paylaşılmıştır. Açık ocak işletmesine esas olan rezerv 2,1 milyon ton olup, dekapaj - cevher oranı  $1/1 \text{ m}^3$  /ton'dur.

Yeraltı işletme yöntemi önce hidrolik rambelli uzun ayak şeklinde planlanmış (Şekil 26), daha sonra göçertmesiz ara-katlı kazı (Sub - Levai Stopping) yöntemine geçilmiştir. Şekil 27 bu yöntemle cevher üretim randımanının ocakla 20 ton/adam/vardiya'ya çıkarılması planlanmaktadır.

Yeraltı madenciliğinin mekanize madencilığe dönüştürülmesi için hazırlıkta kullanılmak üzere jumbo deliciler, arından cevher alınması için LHD - Loderler, yelpaze deliciler sipariş edilmiş bulunmaktadır.



Şekil 26 — Yatay Dilimli Dolgulu Uzun Ayak Kazı Yöntemi (Long Wall Stopping).



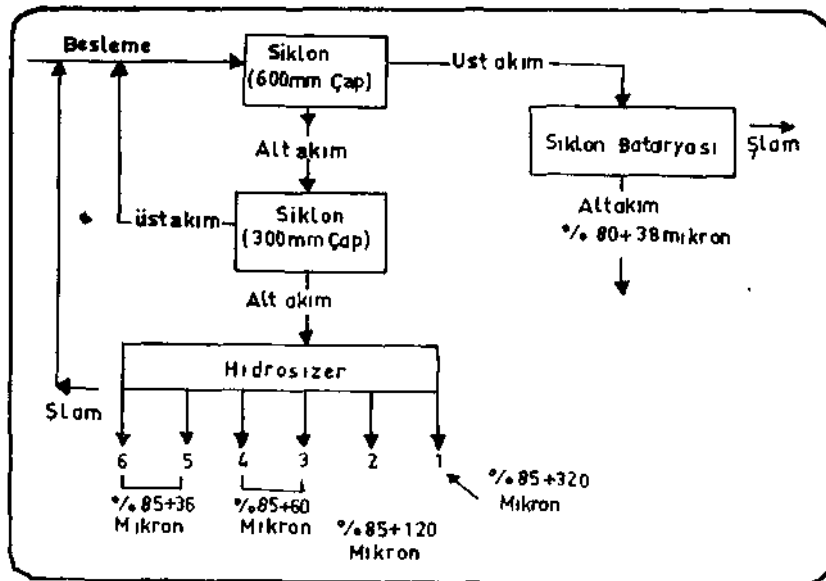
Şekil 27a.b. — Göçertmesiz Arakath Kazı Yöntemi (Sub - level Stopping).

### 7.3. CEVHER HAZIRLAMA

Uludağ'da cevher hazırlama, planlama aşamasında cevherin farklı özellikleri dikkate alınarak iki ayrı devre şeklinde dizayn edilmiştir.

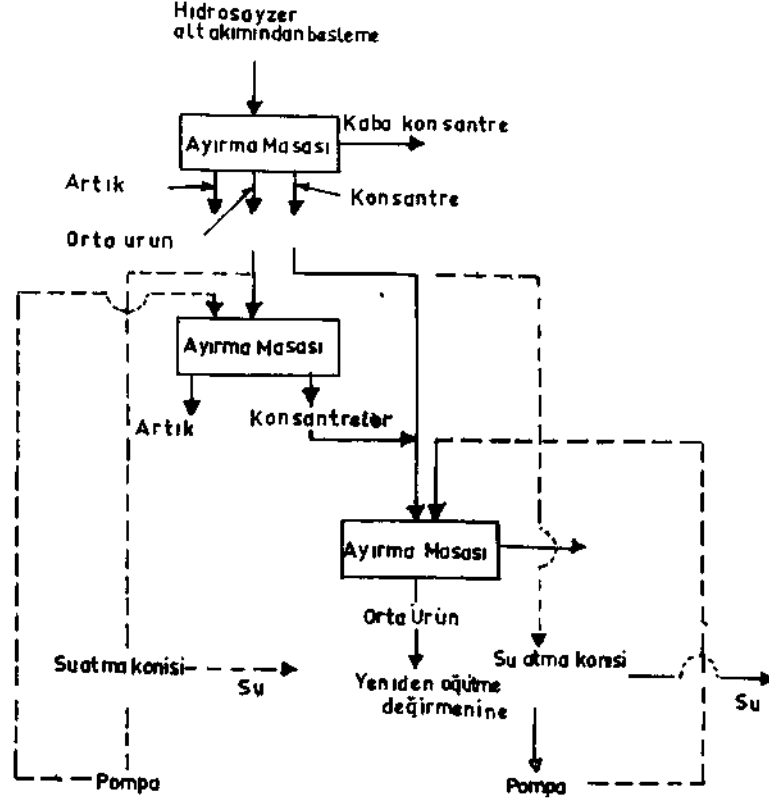
Birinci devrede, madenin alt katlarından üretilen ve daha çok granit bileşenleri içeren kalkerli, piritli, manyetiteli bir cevher işlenmektedir. Buradaki kademeler; -20 mm'ye kırma ve eleme, -1 mm'ye yaş öğütme, klasifikasyon, 3 kademede masa gravite zenginleştirilmesi, pirit flotasyonu, kurutma, düşük ve yüksek alanlı manyetik seperasyon şeklindedir.

ikinci devrede, Maden'in üst zonlarında üretilecek olan, yüksek oranda garnet içeren cevherin işlenmesi planlanmıştır. Buradaki kademeler; -20 mm'ye kırma ve eleme, cevherin kurutulması, -1 mm'ye kuru öğütme, düşük ve yüksek alanlı kuru manyetik seperasyon şeklindedir. Manyetik seperasyondan alınan ön konsantre yaş klasifikasyon aşamasında birinci devre malzemesine karıştırılmaktadır.



Şekil 28 — Uludağ : Sınıflandırma Devresi.

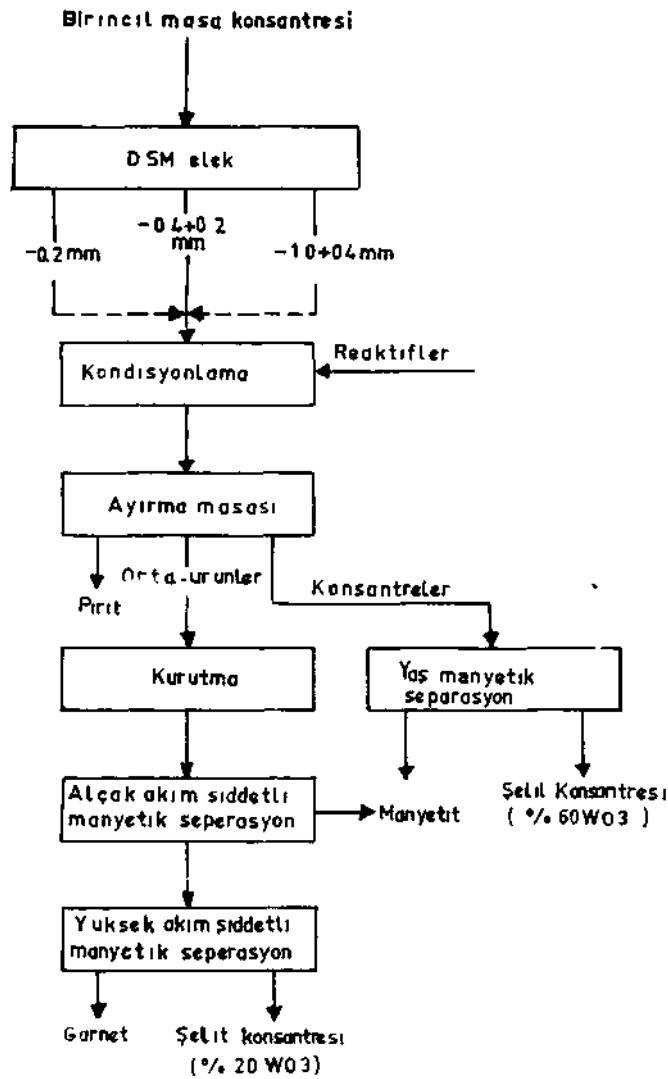
Prosesi cevhere uygun duruma getirmek için her kademede modifikasyonlar yapılması zorunluluğunda kalınmıştır. Ayrıca artılla gitmesi önlenemeyen ince şelit'in kurtarılması için flotasyon tesisinin devreye konması çalışmaları devam etmektedir (Şekil 28, 29,30,31).



Şekil 29 — Uludağ : Ayırma Masası Devresi.

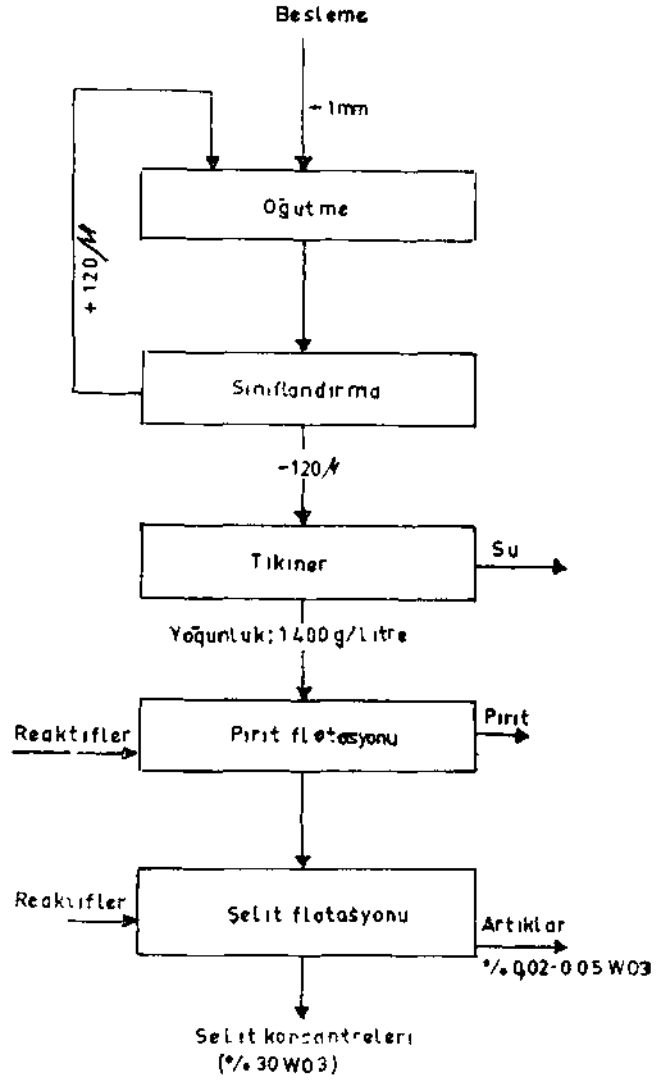
#### 7.4. DEĞERLENDİRME

Uludağ Wolfram madeni tam kapasite çalıştığında 2800 ton % 65  $W_3$ 'lük konsantre üretecektir. Yapılan ve yapılacak olan değişikliklerle beraber kapasite kullanımının ileriki yıllarda % 80 ve kurtarma randımanının da %75 olacağını söylemek olanaklıdır. En kötü ihtimalle cevher tenorunun % 0,3  $W_3$  dolayında kalaca-



Şekil 30 — Uludağ Masa Zengin Konsantresinin Değerlendirilmesi.

ği kabul edilse bile üretimin takriben 1000 ton % 100 luk  $WO_3$  olacağı kesindir. Bu miktarın %40'ı düşük tenorlu (%30 $WO_3$ ) ve %60'ı da yüksek tenorlu (%60  $WO_3$ ) olacaktır.



Şekil 31 — Uludağ - Pilot Tesis Flotasyon Devresi.

Ortalama 135 dolar (\$) tenor fiyat'la, 1000 ton % 100  $WO_3$ 'lük konsantrenin değeri 13,5 milyon A.B.D. dolarıdır. Bu konsantrenin tungsten karbid'e dönüştürülmesi halinde 16,2 milyon dolar, son ürüne dönüştürülmesi halinde aşağı yukarı 150 milyon dolar değe\*



'i vardır. Son ürüne giderken elde edilecek deneyimin sanayimizi ijdığı boyutlara ulaştıracağını kestirmek zor değildir.

Dünyadaki bu kadar rezerve karşın arz yollarının kesilmesi olasığđ nedeniyle, tungstenin gelişmiş ölkelerce stratejik ilan edilmesi ölkemiz için de hayati öneme sahiptir. Böyle bir yoklukta ölkemiz tungsteni olmasına karşın, dışarıdan ihtiyacı olan delici ekipmanı alamama durumuna düşecek ve yeraltı kaynaklarının değerlendirilmesi tümü ile durma tehlikesi ile karşı karşıya kalacaktır.

Bu nedenle dikey entegrasyonu izleyerek, ilk olarak APT üretmeliyiz. Bunun için ölkede yeterli bilgi birikimi vardır. Bununla beraber teknolojiyi bilen firmalarla da işbirliğı yapmamak için bir neden yoktur. Bu iş hemen yapılmalıdır.

ikinci adım Tungsten karbid ve bu karbidi son ürüne dönüştürecek yan tesisler yapmaktır, ürünümüzden tam olarak yararlanmak ve maden - petrol, su aramalarımızı emniyet altına almak istiyorsak bu iki yatırımı birlikte yapmak zorundayız.

#### KAYNAKLAR

- 1 — The tungsten situation : Supply and demand, present and future, by Prof. Dr. F. Bender. (Proceedings of the first International Tungsten Symposium, Stockholm, 1979)
- 2 — The Geology of Tungsten by R. F. Horsnail Proceedings of the first International Tungsten symposium, Stockholm, 1979.
- 3 — The Mining of Tungsten by A. Smith. Proceedings of the first International Tungsten Symposium, Stockholm, 1979.
- 4 — The tungsten Carbide Product Industry, by J. Friberg and B. Aronsson. Proceedings of the First International Tungsten symposium, Stockholm, 1979.
- 5 — Turkish tungsten producers redesigns for efficiency. Sabri Karahan, Dr. A. Demirci, and Dr. R. Atademir World Mining, Sept. 1980.
- 6 — Wolfram Madeni Yeraltı Cevher Üretiminde uygulanmakta olan kazı yöntemi. Dr. H. Köse, Dr. A. Demirci, Maden Mühendisleri Odası Madencilik Dergisi, Eylül 1979.

