

# Tungsten Araştırması \*

Yazan : Y.D. KİTAİSKY

Çeviren : Aydın KESKİN (\*\*)

## Tungstenin özellikleri ve Kullanılışı :

Kimyaca saf tungsten (W) ateşe dayanıklı gümüş beyazı bir metaldir. Kimyevi olarak hayli mukavim olup pratikman hidroklorik asit ve sülfirik asitte erimez ve fakat nitrik ve hidroflorik asitte volfram İt asit teşkil etmek suretiyle erir. 1.600 C° da dövülebilir hale gelir ve İnce tel halinde çekilebilir. Tabiatta tungsten sadece diğer elementlerle kimyevi bileşik halinde bulunur. Demir, nikel, kobalt ve molibdenle sayısız alaşımlar meydana getirir. Az miktarda tungstenin (% 1 den % 10 a kadar) çeliğe ilâvesiyle (Bilhassa sonuncu nisbetle ilâve), çeliğin, dayanıklılığı ve aside ve ısıya karşı mukavemeti çok artar. Tungstenin, karbonla (Karbid) ve borla (Borid) bileşikleri fevkalâde serttir. Tungstenin bu özellikleri onu en önemli endüstriyel materyal haline getirir.

Element olarak 1771 yılında keşfedildi. Fakat hemen hemen bir asra yakın bir zamanda kullanım sahası bulunamadı. Çeliğin hassalarını geliştirici özelliklerini tesbite yarıyan denemeler 19 uncu asrın ikinci yarısında yapıldı.

Bu metalin, dünya istihsalinin % 80 ini tüketen çelik endüstrisi en büyük tüketicisidir. Tungsten, el aletleri yapımına yarıyan başlıca yüksek kaliteli çeliğin imalinde ve büyük kesme hızı olan ısıya mukavim aletler İle yaylar, tüfek namluları, pnömatik alet müştemilatları içten yanmalı motor valfları gibi v.s. nin yapıldığı, alaşımların elde edilmesinde kullanılır.

Tungstenin büyük bir kısmı (Takriben % 18), birçok endüstride, meselâ matkab ve matkab uçları, tanksavar mermi çekirdeği, kesici aletler v.s. nin imal edilmesine yarıyan karbid ve borid alaşımlarının elde edilmesinde kullanılır.

(\*) Prospecting For Minerals'dan dilimize çevrilmiştir.

Tungstenin istihsalinde % 2 den % 5 e kadar lık kısmı elektrik endüstrisinde, ışık veren ampul teli, X — ışını tüpleri, radyo valf müştemilatı, kontakt ve atomik kaynak elektrotları imali için sarfedilir.

Tungsten istihsalinin az bir kısmı da, kimya endüstrisinde, boya ve verniklerin yapımında ve aynı zamanda ateşe dayanıklı ve su geçirmez tekstil imalatında tüketilir.

## Tungsten ve Mineralleri

Başlıca tungsten taşıyan mineraller volframit, hubnerit, ferberit ve şelittir.

Volframit, mineralin en çok bilinenidir, ve tungsten serili minerallerinin bilinen üyelerinden, hubneritle ferberitin izomorfik bir karışımıdır. Rengi ve özellikleri demir ve manganezin Kafi nisbetlerine bağlıdır. Ağırlıkça 5. 9 dan 17.6 % manganeye sahip seri, umumiyetle volframit diye bilinir<sup>1</sup>. Manganez 5.9 % den az ise ferberit, 17.6 % den çoksa hubnerit diye adlandırılır.

Volframit, umumiyetle kalın tabakalar veya kahve renginden siyaha kaçan renkte prizmatik kristaller teşkil eder. Kristalleri 1 — 5 cm. bazan 30 cm. uzunluktadırlar. Volframitın çizgisi kahve rengi iken, hubneritin açık sarı, ferberitin ise siyaha kaçan koyu renktedir. Mineral, metalik parlaklığa sahip olup özgül ağırlığı 7.1 — 7.5 dir. Tabiatta volframit umumiyetle stabildir. Bu özelliğinden dolayıdır ki yatağın hava ile temas eden kısmında meydana gelen plaserleri diğer ağır metallerle birlikte yatağın yakınlarında kalırlar. Çok uzak mesafelere taşınma hallerinde ince toz haline gelirler.

Şelit, Volframit gibi çok genel, bilinen mineraldir. Gri, sarı, yeşil sarı ve kahve rengi ve bazan şeffaf veya yarı şeffaf olup kristalleri basık açık kübe benzer. Bu kristallerin yüzleri ekseriyetle optik çizgiler gösterir. Kristaller umumiyetle bir santimetreden daha büyük

(\*\*) Maden Yüksek Mühendisi, Etibank Perlit Şantiyesi Tesis Md. Alsancak — izmir

değildir. Şelit, genellikle kireç taşı, skarnlar ve aynı zamanda kuarslı damarlar içinde disemine halinde bulunur. Mineral kırılma ve sertliği 4 — 5 olup, kolaylıkla olmasa bile, bıçakla çizilebilir.

Şelit, kuars ve kalsit gibi kendisiyle beraber bulunan minerallerden sadece ağır ve çok kırılma olması ile tefrik edilebilir.

Şelit, tabii şartlarda stabil olup volframitten daha, hafiftir. Bu yüzden mostradan uzaklarda nehir ve vadi çakılları arasında ekseriya rastlanır.

Diğer tungsten taşıyan mineraller şunlardır : Tungsten it, tungstit (veya tungstik oksit) ve ferritungstit; mamafih bunlar tabiatla nadir bulunurlar. Metalik minerallerin çoğunluğunun olduğu gibi tungsten mineralleri de tabiatla yalnız başına bulunmazlar. (Mona mineral gibi—sadece tek mineral ihtiva eden yatak olarak bulunmaz) fakat umumiyetle diğer minerallerle beraber bulunurlar. Bunlara refakat eden minerallerin, iyi bilinmesi, ekonomik ehemmiyeti haiz tungsten yataklarının bulunmasına yardım edeceği için ehemmiyet arz eder.

Tungsten minerallerine refakat eden en ehemmiyetli mineraller şunlardır:

1 — Volframite refakat edenler : Metalik olmayanlar : Kuars, açık renkli mika, feldispat, topaz, filorit ve kalsit.

2 — Şelite refakat edenler : Metalik olmayanlar : Kalay, arsenopirit, pirit, molibdenit, pirotit\* beril, kalkopirit ve bizmutit.

2 — Şelite refakat edenler : Metalik olmayanlar : Kuars gamet, piroksen, skapolit ve diğerleri. Metalik olanlar : Pirit, molibdenit, manyetit, altın ve kalkopirit.

3 — Bazan cevher kütlelerinin % 98 ini teşkil eden kuars volframitin devamlı refakatçisidir. Volframit, ekseriya kuars içinde siyah tabakalar ve şekilsiz oluşumlar halinde bulunur. Kuars içinde volframitin aranması istendiğinde arayıcı kuars parçalarını birer birer kırarak iyice tetkik etmelidir.

Molibdenit, şelit ve volframitle beraber teşekkül eder. Kuars içerisinde kurşun grisi renginde ufak pulcuklar halinde bulunur; çok yumuşak ve parmak şeklindeki lekelerdir. Büyük miktarda bulunursa, bilhassa skarn teşekkül-leri içerisinde ise, kendi yönünden ehemmiyetli bir madencilik arz eder.

Beril, ekseriya kuars damarlarında volframitle beraber bulunur ve kasiterit gibi, cevherden tali ürün olarak istihsal edilebilir. Yüksek tenörlü beril ihtiva eden cevherler ekonomik ehemmiyete haiz olabilirler. Beril umumiyetle uzun kenarlı hegzagonal, kurşun kalem şekline, oluşur ve renksizden zümrüt yeşiline kadar değişen renklere sahip çeşitleri vardır. Emerald (Koyu - yeşil), soluk beril (açık yeşil) ve aquamarine (mavi - yeşil).

Gametler çok karışık ve değişik bileşiklerle haiz olup geniş renk değişikliği gösterirler. Bu cümleden olmak üzere koyu kırmızısı (prop), kırmızı, kahve rengi kırmızıdan siyaha kadar değişen renkte (almandit), bakır yeşili veya açık yeşil renkte (grossularit) ve zümrüt yeşili - yeşil renkte (uvarovit) gibi adlar alırlar. Kan kırmızı ve gri yeşil renkte olanları en çok yaygın olanıdır. Gametler basık açılı küb halinde oluşurlar. Bu mineral cam parlaklığına haiz olup çok sert (takriben 7) ve kuarsla çizilemez fakat topaz, silik bir iz yapar. Sertliği yüzünden garnitlere ekseriya şelit ve diğer ağır mineral-lerle birlikte vadi plaserlerinde rastlanır.

Tungsten Cevherleri ve Yatakları :

Tungsten arz kabuğunda oldukça yaygındır. Altın, gümüş ve platinden çok, kurşun çinko, bakır ve alüminyumdan azdır. Taşlarda takriben ortalama % 0.001 (tonda 1 gram.) bulunur. Bazı magnetik taşlarda (arzin derinliklerinden gelmiş ergimiş kütlelerin soğumasıyla teşekkül etmiş taşlar) tungsten muhteviyatı 0,005 — 0,007 % ye yükselir. Tungsten veya refakatçılarıyla birlikte kârlı bir şekilde işletilebilen mineral birikintileridir.

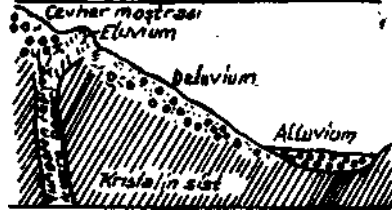
Tungsten cevherleri ekseriya yataklarda da çinko, molibdenit, berilyum, bizmut ve altınla birlikte bulunur.

Tungsten cevherleri olan volframit ve şelit % 75 den % 80,6 ya değişen tungsten anhidrit ihtiva ( $WO_3$ ) ederler. Fakat bu şekildeki tek mineral pratikman tabiatla oluşmaz. Madencilik yapılan bu cevherlerdeki mineral yüzdeleri 1 ile 5 arasında veyahut anhidrit olarak yüzdeleri 0,7 ile 3,5 arasında değişir. Netice olarak izabeden önce bu cevherler zenginleşmeye ihtiyaç gösterirler. İzabe fırınlarına uygun yüzde olan % 60  $WO_3$  elde etmek için cevher zararlı olan arsenikten olduğu kadar önce metalik olmayan minerallerinden ve gangdan ayklanır. Bileşimine ve teşekkül ettiği jeolojik şartlara göre sınıflama şöyle yapılır :

Volframit - kasiterit kompleksi, volframit, şelit - molibdenit cevherleri ve tungsten taşıyan plaserler. Cevherin herbir cinsi, zenginleştirilmesi için özel bir tarzda ele alınmalıdır.

Sayırsız tungsten yatakları arasında damar, stock work (ağsal) skarn ve plaser tipinde teşekküller ekonomikman ehemmiyetlidirler.

Damar tipi : Tungstenin damar tipi yatakları çok fazla olup birleşikleri bakımından çok değişiklik arzeder ve büyük mikyasta metal yüzdesi ihtiva ederler. Cevher kütlesi, bir kaç on santimetreden 5 metreye varan genişlik ve bir kaç on metreden bir iki kilometreye varan uzunluktaki damarlar şeklinde şekillenir. Umumiyetle intrusif granitik kütleler arasında, bilhassa konveks kısımlarında ve aynı zamanda intrusif kütleyi kaplayan taşlar içinde oluşur.



Cevherli Kuars damarı aflormanı  
Şekil : 1

Kuars, cevher kütlesinin başlıca gang mineralidir. Bunu açık renk mika, feldispat, fluorit, topaz ve karbonatlar takip eder. Başlıca mineral ekseriye arsenopiritin refakatindeki volframittir. Şelit, umumiyetle ehemmiyet arzetmeyen oluşumlar halindedirler.

Kasiterit, molibdenit, bizmutit ve beril volframitle birlikte ekseriya çalıştırılabilir miktarlarda bulunurken kalkopirit galenit ve sifalerit daha az yaygındır. Tungsten mineralizasyonu sadece damarın bizatihi içerisini değil fakat aynı zamanda greisen bileşikte kuars, açık renkli mika ve cevher minerallerinden müteşekkil yan taşların aralarını da doldurur.

Bu tip yataklar (Rezerv yönünden) küçük ve vasat büyüklükte olup bir tondan beş tona kadar metal ihtiva ederler. Bununla beraber birkaç bin tona erişen yataklara arasına Taşlanmaktadır. Cevherin  $WO_3$  muhtevası 0,3 — 2,3 % arasında değişir. Bu tip yatağı daha güzel izah edebilmek için böyle bir yatak kısaca aşağıda izah edilecektir.

Böyle bir maden büyük bir granit kütlesi kenarı ile onu çevreleyen metamorfik (Keratinised) kum taşı ve şistlere bağlı olur. Tek cevherli saha büyük mikyasta volframit ve az miktarda kasiterit taşıyan kuars damarlarıyla kesilmiştir. Damarların ortalama uzunluğu 800 ve genişliklerinde 12 m. ye varmaktadır. Bu damarlar süt beyazı kuars, volframit, arsenopirit, kasiterit, pirit ve açık renkli mikadan ibarettirler. Ekseriye az miktarda beril, kalkopirit, florit, molibdenit, şelit ve topaz ihtiva ederler.

Büyük açılı ve gözle görülebilir volframit oluşumu ihtiva eden kuars parçaları, cevher ya taşının mostra verdiği dağın tepesine yakın yerde bulunur. Cevherin bulunduğu tepeyi direne eden sular aynı zamanda bol miktarda volfram taşıyan parçaları sürükler. Tavlama usulü ile, sürüklenen parçalardan meydana gelen bu plaserde, bol volframit ve kasiterit olduğu tesbit edilebilir. İlk yataktan daha uzaklarda mineral ve minerali kuarslarda azalma ve yok olma görülür.

Stockwork (Ağsal) Yataklar :

Bunlar granitoid aflormanlarında ve komşu taşlarda teşekkül ederler. Bazan cevher kütlesi içine tedricen nüfus ettiği yan taştan çok güçle tefrik edilebilir. Umumiyetle büyük yataklar olup yüzlerce metre uzunlukta on ilâ yüzlerce metre genişlikte olurlar. Mineralizasyon, volframit, pirit, arsonopirit, şelit, molibdenit, beril ve bazen kasiterit ihtiva eden kuars damarlarıyla küçük çatlaklardan müteşekkil 8tk ağlara münhasır kalır. Cevherin metal muhtevası umumiyetle düşük (Yüzde birin küsurları kadar.) fakat, kaide olarak, rezerv büyük, on binlerce ton agregatlar halindedir.

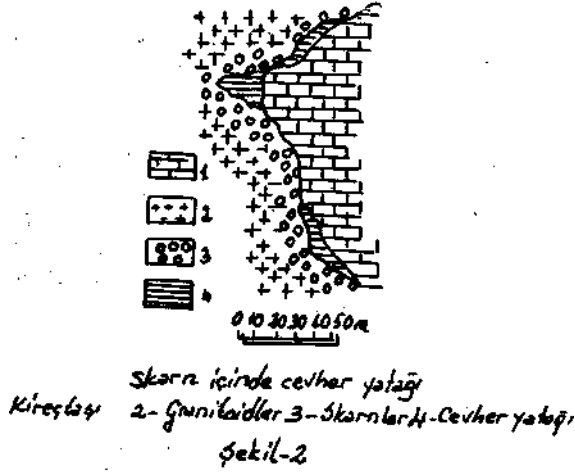
Düşük volframit muhtevasına rağmen bu tip yataklar ekonomikman çok caziptirler zira bunlar basit ve ucuz açık ocak metodlarıyla çalıştırılabilirler. Misal olarak bir özel stock work yatağı düşünelim.

Keratinised taş (Hornfels) : Masif ince kristalli, beyaz veya gri konkoidal kırılımlı, şistiye-tini kaybetmiş bir taş olup granit veya diğer magmatik taşların killi şistlerle kontakt noktasında killi şistlerin metamorfe olması (Alterasyona uğraması) ile teşekkül etmişlerdir. Metamorfize tortul taş altındaki granit sondajlarla tesbit edilmiştir. Stockwork (Ağsal) yatak bir kilometreye yakın boy ve 100 metreden fazla genişliğe sahip olup kuars, feldispat, volframitli beyaz mika ve sfalerit ihtiva eden ince damarcıklar serisinden ibarettir. Damarcıklardan bazıları sadece birkaç on metre uzunluktadır. Damarlardan bazıları aşınmış ve fakat diğer

mineralize olmuş damarlar epey uzaktan gözde-  
kör+

Ehemmiyetsiz miktarda kalay taşı ihtiva eden ve derelerin, nehirlerin aşındırmasıyla meydana gelmiş çalışılabilir tungstenli plaserlere, dere ve nehir boylarında raslanmıştır.

Skarn Yatak Tipleri :



Skarn içinde cevher yatağı  
Kireçtaşı 2-Granitoidler 3-Skarnlar 4-Cevher yatağı  
Şekil-2

6zk:L-z

Bunlar kontakt tip birikintilerden olup umumiyetle intrusif kütlelerin kantağında bulunurlar. Cevher kitlesi gayri muntazam şekildedir. Bazı yerlerde mineralizasyon bütün skarn kalınlığı boyunca dissimine iken diğer yerlerde sütunler veya plakalar halinde oluşur.

Skarnlardaki mineralizasyonu, şelit, molibdenit, kısmen kalay taşı, altın ve kalkopiritler temsil eder. Cevher değişik miktarda tungsten ihtiva eder ve tenoru yüzde birin küsurları ile yüzde birkaç arasında değişir. Yatak bazan çok büyüktür. (Onbinlerce tona baliğ olur) ve ekonomik ehemmiyeti çok fazladır.

Plaser Yatakları : Bunlar şelit, volframit, kalay taşı altın gibi tahrip olmaya karşı mukavim ağır tane veya kristaller ihtiva eden kırılmış materyallerin, çimentolaşma veya gevşek bir şekilde bir araya gelmesiyle meydana gelmiş birikintileridir. Tungsten plaserleri, içlerinde tungsten mineralleri mevcut taşların aşınması ile olduğu gibi damar, stockwork, skarn tipi yatakların aşınmasından da meydana gelmişlerdir.

Tungsten Yataklarının Aranacağı Yerler :

Tungsten taşıyan cevherlerin aranmasında muvaffak olunmak için tungsten mineralini, onun refakatçi minerallerini ve yatak tiplerini bilmek kâfi olmayıp yatağın olduğu taş, tungstenin bulunacağı bölge, oluşum şartları, onun varlığına

delil olan cevher ve arama tekniği hakkında da fikir sahibi olmak lâzım gelir.

Tungsten yatakları umumiyetle volkanik, granitik taşlar refakatinde granitoidlerin içinde veya yakınında, yan taşlarda (Metamorfik kum taşı, şist ve kalker) ve bazan püskürük taşlarda bulunur.

Netice olarak tungsten başlıca granitli ve buna benzer kompozisyona haiz arazide aranmalıdır. Bu sahalarda büyük intrusif kütlelerin kenar zonları ve hornfelsler veya skarn taşlar ihtiva eden kontakt zonları granitoid aflormanından üç ile beş kilometre mesafelerine kadar iyice tetk edilmelidir. Zira buralar damar, stockwork ve skarn tipi yatakların ekseriya buldukları yerlerdir.

Kaide olarak, büyük intrusif granitoid kütlelerin iç kısımları bilhassa derince aşınmışsa ekonomik cazibeli tungsten yatakları ihtiva etmezler. Az mineralli pegmatitik kütlelerin oluşumu böyle arazilerin tipik örnekleridir. Diğer taraftan 10 ile 20 Km\* saha kaplayan küçük granitoid aflormanları büyük stockwork ve damar tipi yatakları ihtiva edebilirler.

Ve yine granitin ve bu intrusif kütleyle yakın mineralizasyona elverişli taşların mevcudiyeti, büyük tungsten yataklarının teşekkülü bakımından çok ehemmiyetlidir.

Meselâ skarn tipi şelit yataklarının teşekkülü için zaruri şartlar kireçli taşların bilhassa kalkerin bulunmasıdır. Damar ve stockwork yatakları, umumiyetle granit kütlelerinin kubbemsi kısımlarında ve kenarı boyunca ve aynı zamanda komşu metamorfize kumtaşı ve şistler içinde bulunur.

Bu bakımdan mineralizasyona elverişli intrüzyonların bulunuşu tungsten cevheri tesbiti için ehemmiyetli amelerdir.

Kaide olarak anlaşılmalıki tungsten yatakları hafif aşınmış granitoid intrüzyonlarıyla beraber bulunmaktadırlar. Şakuli istikametlerle tahrip edilmiş ve aşınmış granitoid kütlelerde böyle yatakların teşekkülü nadirdir veya yoktur.

Granitoid kütlelerin aşınma derecesine aşağıdaki endirekt vasıtalarla karar verilebilir. Eğer granitoid, intrüzyonu ihtiva eden altère olmuş bir formasyonla kaplı ise ve granit kütlesi mesahası küçükse, bu durum umumiyetle intrüzyonların büyük derinliklere varan aşınmalara maruz kalmadığına delalet eder. Uygun jeolojik şartlar altında böyle granitoidler ekonomik bakımdan ehemmiyetli tungsten yataklarını ihtiva edebilirler.

Umumiyetle eski formasyonları ihtiva eden derince aşınmış granitoidler ekonomik önemli tungsten yatakları ihtiva etmezler. Fluvial yatakların tetkiki esnasında bazan tesbit edilebilen ehemmiyetsiz şelit mineralizasyonları mevcudiyeti, olsa olsa bu aşınmalardan ileri gelmiş olmalarıdır.

Bu bakımdan granit intruziyonunun erozyon derecesi, arayıcıya bir fikir vermeye yarar.

Damar ve stockwork yataklar umumiyetle formasyonlar içindeki muhtelif büyüklük ve istikametlerdeki çatlaklarda bulunurlar. Stockwork yataklar küçük gayri muntazam çatlaklara bağlı bulunurken damar tipi yataklar devamlı ve daha büyük çatlakları doldururlar. Arayıcı, (Bilhassa granitoid bloklar civarında aramalar yapıyorsa) bu bakımdan, sathidir ve uzun depresyonlar teşkil eden kıvrımlı parçalanmış taşlardan müteşekkil sahaları, dikkatle incelemelidir. Granitoidlere bağlı pegmatit ve apatitler kadar kuars damarlarının bolluğu, granitoidin arz kabuğunun üst seviyelerine sokulurken kabukta meydana getirdiği çatlakların, bu damarların teşekkülüne müsait olmasından

ileri gelir. Bu durum yatağın teşekkülü için uygun jeolojik şartların meydana gelmiş olduğunu gösterir.

Pirimer damar, stockwork (Ağsal) veya skarn tip tungsten yataklarının teşekkül ettiği dissémine volframit veya şelit mineralizasyonlu sahalarda, tungsten minerallerine, bu sahayı drene eden derelerin meydana getirdiği aynı yaşttaki yumuşak birikintilerde az ve çok değişik miktarlarda raslanır.

Nehir ve derelerin drene ettiği cevherli saha ne kadar genişse vadi boyunca teşekkül eden plaser yataкта o kadar büyük olur.

Benzer şekilde nehir çakıllarında cevher mineralli kuars parçacıklarının bulunması hali bu çakılların primer kaynağın yakınlarında olduğu fikrini verir.

Bu sebeple yumuşak sedimanlarda tungsten minerallerinin mevcut olması hâii, verilen arazide muhtemel cevher yatağının bulunduğu na delalet eder.