

## TÜRKİYE'DE KROM MADENCİLİĞİ

Kıraç Ali BEKİŞOĞLU

### Özet:

Bu derlemede, Türkiye Krom Madencilikinin tarihçesi, bugünkü hali ve gelecekteki gelişme imkânları incelenmiştir. Bu etüdden elde edilen neticelere göre önümüzdeki senelerde neler yapılması gerektiği hususu da objektif kıstaslara dayanılarak belirtilmiş ve bu konuda memlekete sağlanacak faydelerin tesbitine çalışılmıştır.

### I – GİRİŞ:

Krom cevherlerine Türkiye'mizin hemen her tarafında rastlamak mümkündür. Bu sebeble 1848 yılından bu yana bir asırdan fazla bir zaman istihsal ve ihraç edilen maddelerimiz arasında KROM cevheri önemli bir yer işgal etmiştir. Zaman zaman duraklamalar olmuşsa da KROM culuk hiç bir zaman yok olmamıştır. Bu gün Türkiye'nin hemen her yerinde köylü ve çobanlarımız bu madeni tanıyacak kadar bilgiye sahiptir. Bu asırlık alışkanlık adeta babadan oğula intikal eden bir an'ane haline gelmiştir denilebilir.

KROM madencilikimiz, bir asırlık mazisine rağmen başka rakip memleketlerdeki gelişmeye ayak uyduramamıştır. Bunun en bariz sebeplerinden bazılarını aşağıda topluca belirtiyoruz.

- Bilindiği gibi, Osmanlı İmparatorluğu'nun son devirlerinde millet fakrû zaruret içinde bulunuyordu. Madenlerimizin en verimlileri birkaç ecnebi sermayedara tanınmış imtiyazlarla sömürülmekte idi. Daha sonra Birinci Dünya Harbi, İstiklâl Savaşı, İkinci Dünya Harbi gibi badireler memleketin gerüşmesine engel olmuş sermaye canlanamamıştır. **Kısmen birikebilen sermaye daha tehlikesiz sektörlere** akmış ve madencilik, dolayısıyla KROM'culuk daima **kendi yağı ile kavrulmaya mahkûm olmuştur.**

- Teknik bilgi meselesi memleketimizin baş problemi olarak KROM madencilikimizde de kendini hissettirmiştir. 1900 dan 1925 yılına kadar Türkiye'de yerli bir maden mühendisi varını idilemiyoruz. 1900 dan 1925 yıla kadar azami beş mühendis yetişmiştir. Bu rakam 1945 de 150'ye, 1960'da 700'e ulaş-

### Abstract:

This article presents a detailed analysis of the chromite mining industry in Turkey. By preparing such a report, it is intended to bring up the rate of growth of this industry in the past, its economic and technical conditions at present as well as possibilities and ways of its prosperity in the future. It is stressed that if certain measures are taken, the chromite industry in Turkey may develop rapidly; a production rate of 1 000 000 tons per year can be realized; and chromite business may continue to play an important role in the Turkish economy.

bilmiştir. Bu son rakama metalürji, jeoloji ve seramik mühendisleri de dahildir.

Bugünkü şartlarla Türkiye'nin 780.000 kilometre karelik arazisi üzerinde bu 700 kişiden ancak 400'ü aktif vazife olarak madencilikle ilgili işler yapabilmektedir. Bu durumda her 2000 km<sup>2</sup> ye bir mühendis isabet eder. Bu rakam Amerika'da 200 Rusya'da 30 km<sup>2</sup> 'den ibarettir. Bu sebeble çobanlara bir hayli iş düşmektedir. Gene bu sebeble ecnebi mütehasşislar vaktile gelip en verimli maden yataklarımızı istismar eden sermayedarlara hizmet etmişlerdir.

Doğrudan doğruya maden istihsalinde çalışan mühendislerin adedi ile yekûn maden istihsal tonajı mukayese edildiğinde vatsati olarak 50.000 ton cevhere bir mühendis isabet eder. Bu da istihsalin neden daha ziyade çavuşların elinde kaldığı ispat eder. Aynı şekilde, halen maden istihsal endüstrimizde çalışan 60.000 işçinin içinde aktif olarak çalışabilen takriben 300 mühendisten herbirine 200 işçi isabet eder. Demek ki 50 işçi 100 işçi çalıştıran madenlere müdendis isabet etmemektedir.

Buraya kadar verilen kısa izahattan **bilginin KROM madencilikimizden ne kadar uzakta kaldığı** anlaşılabilir.

® 1322 senesinden evvel madencilik ferimanlarla idare edilirken mezkûr tarihte Fransızcadan tercüme edilen bir nizamname mer'iyyete girmiş, bu nizamname 1942 de kısmen ve 1954 de tamamen kaldırılmıştır. Ancak yapılan yeni kanunlar bu boşluğu dolduramamış, madencilik gelişeceği > iklimi yaratamamıştır. Bu suretle madencilik teşvik ve

himaye eden kanunlardan mahrum olan memleketimizde gelişme o nispette ağır olmuştur.

#### İktisadî meselelere gelince:

• Yukarda sayılan sermaye, bilgi, mevzuat kısırlığı içinde madenciliğin ve dolayısıyla KROM madenciliğinin maliyet unsuru yüksek olmuştur. Randımanlar düşük, malzeme sarfiyatı ve cevher zayıfatı fazla olmuştur. Rezervler tesbit edilmemiş, rantabalitesi en yüksek olan kısımlar adeta gaspedilmiştir. Nakliye problemi halledilemediğinden uzak bölgelerdeki madenlere kimse bakmamıştır.

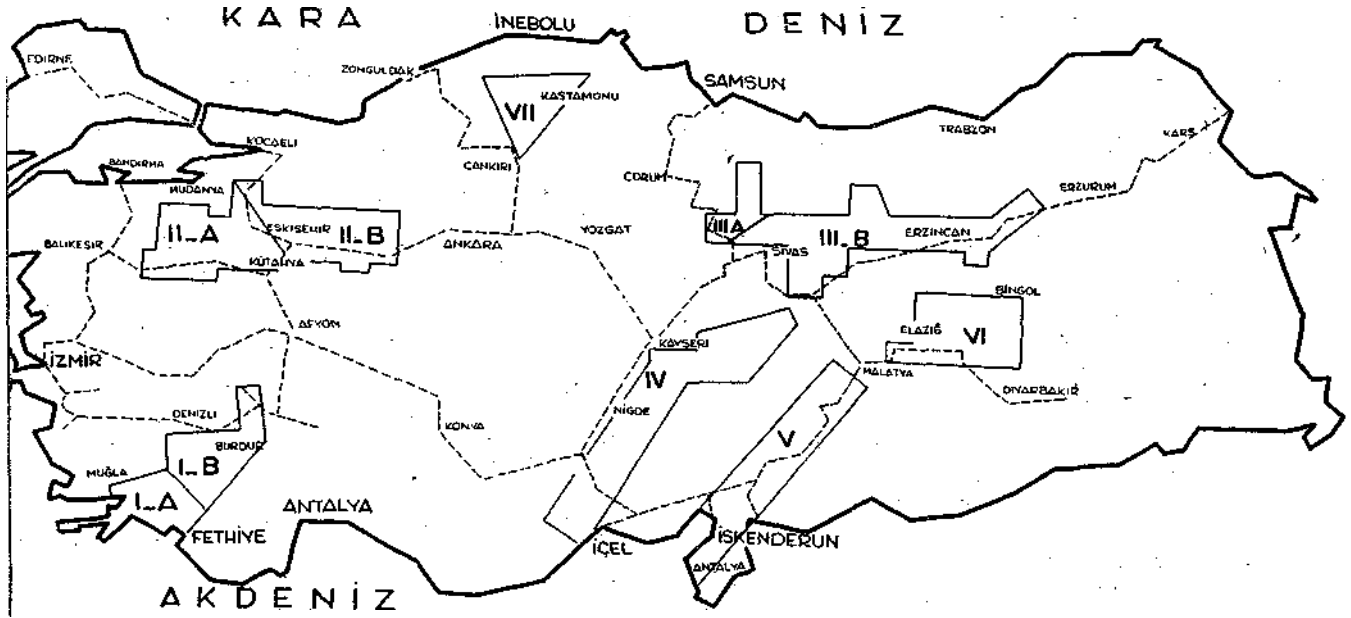
Müşteriler ve alıcı pazarlar, Türk KROM'larının üstün kalitesine rağmen, istihsal, nakil ve yükleme sistemlerindeki istikrarsızlıklar dolayısıyla kendilerini emniyette hissetmiyerek başka yerlerde KROM aramışlar ve bunu Rodezya'da, Filipinler'de Küba'da ve daha birçok yerlerde bulmuşlardır. Bu suretle pa-

zarlarda karşımıza çıkan bu rakipler, zamanla bizi geride bırakmışlardır. Madencilerimiz bu rekabeti bertaraf edecek durumda değildirler. Bunu onlara öğretmek ve onları teknik, hukukî ve iktisadî bakımdan desteklemek bu sektörün müstakbel gelişmesi için lüzumludur.

#### TARİHÇE:

Krom cevheri Türkiye'de ilk defa 1848 yılında Bursa'nın Harmancık kazası civarında bir İngiliz tarafından keşfedilmiştir. Bu suretle ilk KROM madenciliği Bursa mıntıkasında başlamıştır. 1900 yıllarında Fethiye bölgesinde, 1912 de Guleman'da, bulunan KROM yataklarını Eskişehir, Hatay, Toroslar, Kayseri Erzincan ve nihayet 1959 da Malatya mıntıkları takip etmiştir. Halen Türkiye'de bilgili insanların uğramadığı bir çok bölgeler olup buralarda da KROM yatakları bulunabileceğine inanmak lâzımdır.

## TÜRKİYE KROM BÖLGELERİ



İlk günlerden bugüne kadar Türkiye'de 10 milyon tondan fazla krom cevheri istihşâl ve ihraç edilmiştir. Bunun takriben % 70'ini özel teşebbüs, % 30'unu Devlet teşebbüsleri temin etmiştir. Bu miktar cevherden memleketeye 250 milyon dolar civarında döviz girmiştir.

İhracatın % 95'i metalurjik evsafa yüksek kaliteli kromdan olmuştur. 1900 yıla-

kadar Türkiye, dünya piyasasında baş müstahsil mevkiini işgal etmiştir. Bundan sonra liderliği kaybetmiştir. 1938 yılında dünya istihşâlinin % 20 sini vererek tekrar liderliğe yükselmiştir. Bundan sonra ancak 1957 yılında 900.000 tona yakın bir istihşâl ile tekrar birinci olmuş ise de bugün ümidini kaybedecek kadar bu durumdan uzaklaşmış bulunmaktadır.

Cetvel: I — Türkiye'de KROM cevheri istihsali ( 1, 2, 3,)

191» — 1928		192» -- 1938		1939 -- 1948		1949 -- 1940	
Yıllar	M. Ton	Yıllar	M. Ton	Yıllar	M. Ton	Yıllar	M. Ton
1919	3.500*	1929	16.178	1939	191.644	1949	450.000
1920	25.000	1930	28.195	1940	182.327	1950	423.000
1921	10.000	1931	25.388	1941	150.129	1951	614.000
1922	2.540	1932	55.216	1942	144.704	1952	803.000
1923	—	1933	75.379	1943	165.633	1953	903.000
1924	3.400	1934	199.844	1944	139.397	1954	551.000
1925	7.506	1935	150.472	1945	116.716	1955	649.000
1926	6.670	1936	160.399	1946	103.167	1956	820.000
1927	18.318	1937	192.508	1947	102.875	1957	900.000
1928	11.849	1938	300.405	1948	285.353	1958	800.000
					" "	1959	600.000
						1960	460.000

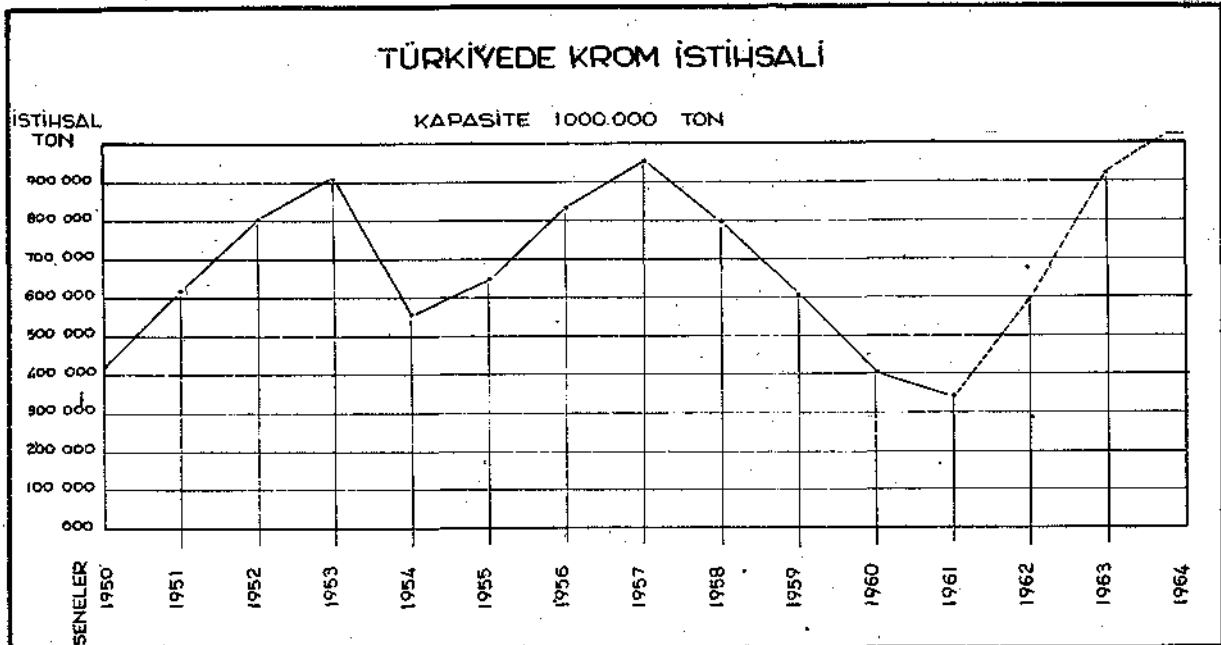
Cetvel: II — KROM istihsal ve ihracatı (2,3,4,7,12)

Yıllar	Yekün İstihsal	H. Sek. İhracatı	D. Sek. İhracatı
1948	285.000 ton	100.000 ton	210.000 ton
1949	450.000 "	146.000 "	206.400 "
1950	423.000 "	200.000 "	153.000 "
1951	614.000 "	330.000 "	175.000 "
1952	803.000 "	462.000 "	164.000 "
1953	903.000 "	493.000 "	186.000 "
1954	551.000 "	272.000 "	86.000 "
1955	649.000 "	343.000 "	220.000 "
1956	820.000 "	455.000 "	187.000 "
1957	900.000 "	388.000 "	183.000 "
1958	800.000 "	328.000 "	190.000 "
1959	600.000 "	196.000 "	192.000 "
1960	460.000 "	190.000 "	196.000 "

## COĞRAFİ DAĞILIŞ:

Türkiye'de kromit ihtiva eden serpantinler, peridotitler ve diğer ultrabazik sahelere Anadolunun hemen her yerinde rastlanır. Ancak krom cevheri istihsâl etmek üzere açılmış olan maden ocaklarının bulunduğu bölgeler itibariyle 7 ana bölge kabuletmek isabetli olmaktadır. Bu bölgeler hudutlandırılırken yollar ve liman mesafeleri de nazari itibare alınmıştır. Bu bölgeler sırasıyla şunlardır:

1 — Fethiye, Muğla, Denizli, Burdur kasabalarını içine alan bölge. Burada, doğrudan doğruya kamyonla nakledilerek Fethiye, Marmaris, Gökova, Antalya Finike limanlarına



cevher veren (A) bölgesi ve bir de İzmir limanına trenle cevher veren (B) bölgesi vardır.

2 — Bursa, Eskişehir bölgesi. Burası da Mudanya, Bandırma limanlarına cevher veren(B) bölgesi ile İzmit, Derince limanlarına cevher veren (A) bölgelerinden meydana gelmektedir.

3 — Sivas, Erzincan bölgesi. Bu bölge de Samsun ve Trabzon limanlarına cevher veren (A) bölgesi ile İskenderun'a cevher veren (B) bölgesinden ibarettir.

4 — İçel, Kayseri bölgesi. Bu bölge İçel'den başlayarak Toroslar, Niğde Kayseri mın-tıkasını içine-alır. Cevherler Mersin limanına indirilir.

5 — Hatay - Gaziantep bölgesi. Burası

Fevzipaşa'dan Adıyaman'a kadar uzanan ve Maraş tezahürlerini içine alan bölge olup cevherleri İskenderun limanına iner.

6 — Gulerhan bölgesi. Bu bölge 'Şark kromlarını içine alan ve Elâzığ, Bingöl arasında uzanan bölgedir. Cevherleri İskenderun limanına iner.

7 — Diğer bölgeler - Yukarda sayılan bölgeler dışında kalan tezahürleri içine alan ve bir bölgeden ziyade grubu ifade eden bu bölgelerde ;

a — İnebolu, Sinop limanlarına cevher veren Kastamonu bölgesi ile

b — Muş, Siirt, Hakkâri ve.Kars illeri dahilinde ve İç anadolu'da rastlanan münferit yataklar mevcuttur. (Ekli Türkiye haritasında bu bölgeler gösterilmiştir.)

Cetvel: III — Limanlara Kamyon ve Demiryolu Ortalama Mesafesi.

Bölge	İhraç limanı	Demiryolu istasyonu	Ortalama Kamyon yolu km.	Ortalama Tren yolu km.	İhracaat %	Saatte yükleme kapasitesi ton
	Fethiye Marmaris Gökova Antalya Finike					30
1 — B	İzmir	Denizli Burdur	70	300	» 4	50
II — A	İz. Derince	Eskişehir Kütahya	30	300	10	20
II — B	Mud. Ban.	Gökçedağ	30	250	9	20
III — A	Samsun Trabzon	Sivas Erzincan	60	300		
III — B	İskenderun		60	500	1	50—400
IV	Mersin	Kayseri Pozanti	80	400	9	25
V	iskenderun	F. Paşa	50	150	9	50—400
VI	iskenderun	Maden	50	500	33	50—400
VII	İnebolu Sinop	-	100	-	-	-

Cetvel: III de bölgelerin limanlarını, demiryolu istasyonlarını, ortalama kamyon taşıma mesafelerini, ortalama tren yolu mesafelerini ve limanlardaki saatte yükleme

kapasitesini görüyoruz. Ayrıca her bölgenin yekûn ihracaat tonajının % kaçını temin ettiğini de aynı tabloda görmekteyiz. (2, 4, 11, 12)

Cetvel: IV de ise bu % leri 1952 den itibaren mukayeseli olarak görmekteyiz. Buradaki ortalamalara göre Krom ihracaatımızın %40 ı İskenderun'dan, %30 u Fethiye ve İzmirden, %20 si İzmit ve Bandırma'dan ve %10 u da Mersinden yapılmaktadır. Buna mukabil kamyonla nakil ve demiryolu ile nakil mesafeleri de incelenirse ihracaatımızın %80 ine yakm bir kısmının 50 km ile 100 km arasında değişen kara yolu ile nakli icabettiği görülür. Keza %66 sının 300-500 km. demiryolu ile nakledilmekte olduğu müşahade edilir.

Coğrafi dağılışı çerçevesi içinde arazi arızaları, kara yolları ve iklim şartlarından da bir nebze bahsetmek faydeli olur.

KROM madenciliğimiz umumiyetle sarp dağlık arazilerde yapılmaktadır. Rakımlar yüksektir. Bu durumda ocakların ana nakliye yollarına irtibatını sağlayacak iltisak yollarının yapılması güç ve pahalı olmaktadır. Ayrıca bu iptidaî yollardan nakliye yapmak da pahalı olmaktadır.

Kış aylarında sert iklim şartları dolayısıyla çalışmalar inkıtaa uğramaktadır. Bu tip çalışmalar da maliyeti artırıcı faktörler arasında yer almaktadır.

#### JEOLJİK DURUM ve DAĞILIŞ:

Türkiye KROM yatakları da dünyanın her yerinde olduğu gibi peridotit, piroksinit, dunit ve serpantinler gibi ultrabazik sahrerle müterafik olarak ve diabaz, norit, harzburjit gibi ağır ultrabazikler civarında zuhur etmişlerdir.

Türkiye serpantinlerinin yaşı, Kovenko ve Vijkerslooth tarafından alpidik olarak ifade edilmiş ise de H. Borcherd'in yaptığı en son ilmî tayinler sayesinde bunların Paleozoik yaşta olduğu anlaşılmıştır (9). Hal böyle olunca KROM ihtiva eden bu ultrabaziklerin sonradan daha genç sedimanlarla yer yer örtülmüş olduğunu kabul etmek gerekir. Bu da halen gizli bulunan birçok yatakların mevcudiyetini ifade edebilir.

Bununla beraber, ultrabaziklerin devamlı tektonik hareketlere maruz kaldığı, daha genç entrusif masiflerle yer yer yırtılıp parçalan-

Cetvel I V - - Bölgelerin Yıllara Göre İhracat Yüzdesi ( 2 )

Bölge	1952	1953	1954	1955	1956	1957	1958	1959	Ortalama
I—A	28	23	34	23	26	25	23	23	25.6
I—B	5	6	3	3	5	3	2	2	3.7
II—A	12	13	15	10	9	10	7	9	10.6
II—B	16	14	9	8	7	6	5	2	8.5
III—A	1	1	—	2	2	1	2	1	1.2
III—B	—	—	—	—	—	—	—	—	—
IV	3	8	6	8	12	12	10	8	8.5
V	8	7	9	7	9	11	13	5	8.6
VI	26	28	24	39	30	32	37	49	33.3
VII	1	—	—	—	—	—	1	—	—
Toplam	100	100	100	100	100	100	100	100	100

dığı, lavlarla örtüldüğü vakidir. Esasen Fethiye'den İran'a kadar 2.000 km uzanan ve adeta Anadolu yarımadasını alttan kaplayan bu muazzam kitlenin gerek mağmatik safhada ve gerekse daha sonraki Pnömatolitik ve hidrotermal safhalarda sayısız değişikliklere uğrayacağı tabiidir.

Mineralojik bakımdan Türkiye kromitleri oldukça temiz ve saftır. Ana mineral kromittir. Bunun dışında KROM granat (Uvarovit) ve kemmererit, kromlu amfibol (Gulemanit) gibi tâli KROM mineralleri ile glokofan, klorit, olivin, piroksen, magnetit, smaragdit, serpantin, talk ve limonit gibi gang minerallerine de rastlanmaktadır.

Cevher yataklarının ekserisi orjinal mağmatik safhada teşekkül etmişlerdir. Mağmatik differansiasyon ve segregasyon sonunda kromit ayrılmıştır. Daha çok piroksinitler civarında enjeksiyon tipi dayklara, damarlara rastlanır. Memleketimizde emprenye (dissimine), nodüllü (kaplan gözü) lantiküller (adese biçimli) şerit biçimli, damar biçimli yatakların hepsine misâl teşkil edecek KROM teşekküllerine rastlanmaktadır. Ayrıca Metaturjik, refrakter ve kimyevi evsafa cevher tipleri de bol bol mevcuttur.

Guleman'm Gölalan mevkiinde rezervi bir milyon tonu aşan tek bir adeseye rastlanmıştır. Sori dağında, Kayseride, Kızıldağ'da kilometrelerce uzanan filon tipi yataklara rastlanır.

#### REZERVLER (13):

Rezerv konusunda üzülerak belirtilmesi icabeden bir husus vardır. 100 yıldan fazla zamandan beri KROM yataklarımızın etüdü daima geri plânda kalmıştır. Bu sebepten bugün dahi rezervlerimizi ve rezerv imkânla-

## Cetvel: V — • Rezerv Tahminleri (1.000 Ton)

ÖLÇE BÖLGE	GÖRÜNÜR		MUHTEMEL		MÜMKÜN		TOPLAM	
	Yüksek	Düşük	Yüksek	Düşük	Yüksek	Düşük	Yüksek	Düşük
I — A	100	200	100	500	1.000	1.000	1.200	1.780
I — B	50	1.000	500	1.000	1.000	1.000	1.550	3.000
II — A	500	500	2.500	2.500	5.000	5.000	8.000	8.000
II — B	50	100	100	500	500	1.000	650	1.600
III — A	5	50	50	200	100	500	155	-750
III — B	50	250	500	1.000	1.000	2.000	1.550	3.250
IV	5	250	50	1.000	100	200	155	1.450
V	25	100	100	1.000	500	2.000	625	3.100
VI	1.000	2.000	4.000	5.000	5.000	5.000	10.000	12.000
VII	50	1.000	100	250	500	500	650	850
TOPLAM	1.835	4.550	8.000	12.950	14.700	18.200	24.535	35.700

nmızı bilmemekteyiz. En çok etüd edilmiş olan Guleman madeninde dahi rezerv hesaplarını yapmaya yarayacak çalışmalar yapılmamıştır. Bununla beraber H. Borcherd, rezervlerimizin 100 milyon tonun üstünde olduğunu tahmin etmiştir (9). Biz bu etüdümüzde bölgelere göre düşük ve yüksek kaliteli cevherlerimizin görünür, muhtemel ve mümkün olanlarını bugün me ve ut bilgilerin ışığı altında tahmin etmeğe çalıştık. Tahmin-

lerimiz yukardaki tabloda görülmektedir. Buna göre yekûn rezerv 60 milyon tonun üstündedir. Bu miktarın 6 milyon tonu görünür, 21 milyon tonu muhtemel ve 33 milyon tonu mümkün sınıfına girer. Diğer taraftan yüksek dereceli cevherler yekûnu 25 milyon düşük dereceli cevherler yekûnu 35 milyon tondur. Bu rezervlerin % 25 i devlete ait sahalar da, % 75 i ise özel teşebbüse ait sahalarda bulunmaktadır.

Bununla beraber memleket sathına şamil ilmî bir prospeksiyon ve eksplorasyon çalışması yapılırsa yeni yeni KROM sahalarının bulunacağına ve rezervlerin daha da artacağına inanmak hatalı olmasa gerektir.

#### • EXPLORATION ve ARAMALAR:

Bugüne kadar özel teşebbüs tarafından yapılmış prospeksiyonlar en iptidaî şekilde olmuştur. Genel olarak bir köylünün ihbarı üzerine mahalline gönderilen bilgili veya az bilgili bir kimsenin orada yapacağı gezi sonunda vereceği malûmat ile yetinilmiştir. Halbuki bilinen rezervlerin % 75 ine sahip bulunan, bir zümrenin daha ilmî aramalar yapması gerekirdi. M. T. A. Enstitüsünün yaptığı prospeksiyon çalışmaları maksada kâfi gelmemiştir.

Bugün M. T. A. ca yapılacak iş şöyle özetlenebilir:

a. Bütün Türkiye'nin detaylı bir ultrabazik haritası hazırlanmalıdır. Bu iş kâfi miktarda jeolog angaje edilmek suretiyle ve on-

ların arazi çalışmalarını takviye edecek petrografik laboratuvarların ve harita ekiplerinin kurulması ile mümkündür.

b. Elde edilecek bu malumatın ışığı altında en modern usullerle sondaj ve madencilik aramaları yapılmalıdır.

c. Devlet ve hususi sektör farkı gözetilmemelidir.

d. Bu çalışmaların sonuçları aleni olmalı ve neşredilmelidir.

Yukarda sayılan işlerin sür'atle yapılması için M. T. A. nm malî imkânlarının artırılması, kaliteli, teknik personel angaje edilmesi ve yetiştirilmesi ve bu işin senelere şamil bir programa bağlanması lâzımdır.

Bu işlere yatırılacak para çok büyük rakamlara baliğ olabilir. Ancak bu\* parayı dâ bulunan cevher rezervinin beher tonundan alınacak bir Devlet hakkı ile karşılamak mümkündür. Bunu her madenci seve seve ödiyecektir.

#### İŞLETME:

Memleketimizde KROM madenleri umumiyetle açık işletme usulleri ile çalıştırılmaktadır. Bu usul ile bilhassa ince yatakların üst kısımları yarmalarla alınmakta ve alt kısımları terkedilmektedir. Yeraltı çalışan ocaklarda ise en iptidaî yeraltı metodu olan açık mağara usulü kullanılmaktadır. Taban ve tavan çok sağlam ve yatımlar dik olduğu halde rambelleli ufki dilimli usul kullanılan

madenler vardır. Bu suretle maliyet füzuli şekilde artmış olmaktadır. Fethiye ve Orhaneli'de birer madende anbarlı usul kullanılmaktadır (13).

Bu izahattan madencilerimizin istihsâl metotları bakımından da\* yardıma muhtaç bulduklarını anlamak mümkündür.

Türkiye'de son on yıllık vasatilere göre krom madenciliğinde ihracaat tonajı esas alınmak şartıyla vasati umumi randıman 375-400 kg. arasında değişir. Vasati dinamit sarfiyatı ton başına 180-200 gr., vasati maden direği sarfiyatı ton basma 15 desimetre küptür (13,3).

Dikkat edilirse randıman düşük, malzeme sarfiyatı yüksektir. Bu sebeble ocakta maliyet 50-100 TL arasında değişmektedir.

Kullanma ve bakım tekniği de kifayetsiz olduğundan makine ve teçhizatın ömrü çok kısa olmakta ve amortisman şarjları yükselmektedir. Bu da maliyeti artıran bir unsur olmaktadır.

İstihsâl esnasında cevherin bir kısmı normal zayıt olarak yerinde kalmakta, bir kısmı da tahkimat ve ateşleme sistemlerinin yanlışlığı yüzünden heba olabilmektedir. Bu yüzden istihsâl tonajı düşmekte ve maliyet artmaktadır. İşte bütün bunlar işbaşında bulunacak bilgili maden mühendislerinin feragatli çalışmaları sayesinde önlenebilecek hususlardır. Bunlar önlenince maliyet düşecek, memleket ekonomisi daha çok menfaat sağlayacaktır.

#### ZENGİNLEŞTİRME:

Rezerv bahsinde belirttiğimiz veçhile memleketimizde görünür muhtemel ve mümkün olarak 35 milyon ton düşük dereceli KROM cevheri vardır. Bunların konsantre edilmesi ve belki de briket haline getirilip satılması mümkündür.

Halen Türkiye'de Şark kromları işletmesinde bir adet, Eskişehir Kavak İşletmesinde bir adet, Fethiye mıntıkasında da iki adet olmak üzere 4 adet lavvar faaliyet halindedir. Bunlardan başka Eskişehir ve İskenderun'da ufak çapta pilot yıkama tesisleri yapılmasına tevessül olunmuştur. Halen Fethiye'de bir adet ve Orhaneli'de bir adet olmak üzere daha iki adet KROM lavuarının inşa halinde olduğunu öğreniyoruz. Bunların hepsi faaliyete geçtiğinde senede 150-200 bin ton konsantre elde edilecektir. Bu konsantreler için

şimdiden satış pazarı aramak ve bulmak faideli olur kanaatindeyiz. Bununla beraber dünya krom istihsâlindeki artış temposu hızını kaybetmez ise ileriki senelerde bu konsantreleri satabileceğimiz anlaşılıyor. Bu takdirde İskenderun'da ve Eskişehir bölgesinde birer adet bölge lavvan kurulması ve küçük madencilerin düşük dereceli cevherlerini buralarda yıkamak çok faideli bir tedbir olabilir.

Halen memleketimizde istihsâl edilen KROM cevherlerinin bazı yerlerde iptidaî su oluklarında yıkanması ve bazı yerlerde de el ile ayıklanması suretiyle kısmen temizlendiğini biliyoruz. Bu ikinci ameliyeye tavuklama denmektedir. Tavuklama işi randımanı düşüren ve maliyeti artıran bir ameliyedir.

#### METALÜRJİ:

KROM cevherinin belli başlı 4 türlü kullanılış sahası vardır:

1. Çelik endüstrisinde ferrokrom olarak
2. Refrakter olarak tuğla imalinde
3. Kimyevi maddeler ve boyalar imalinde
4. Krom kaplamalarda

Dünya istihlâk rakamlarına göre kullanılan krom cevherinin % 60-65 i çelik endüstrisinde, % 20-25'i refrakter sanayiinde, geri kalanise kimya sanayiinde kullanılmaktadır.

Memleketimizde bu endüstriler kurulmuş olsa ve kendi kromlarımızı oralarda ham madde olarak kullanıp mamullerimizi ihraç etmek her halde çok daha faideli sonuçlar elde edilirdi. Ancak halen böyle bir endüstrimiz yoktur ve bu sebeble KROM cevherlerimizi ham olarak ihraç etmeye mecburuz.

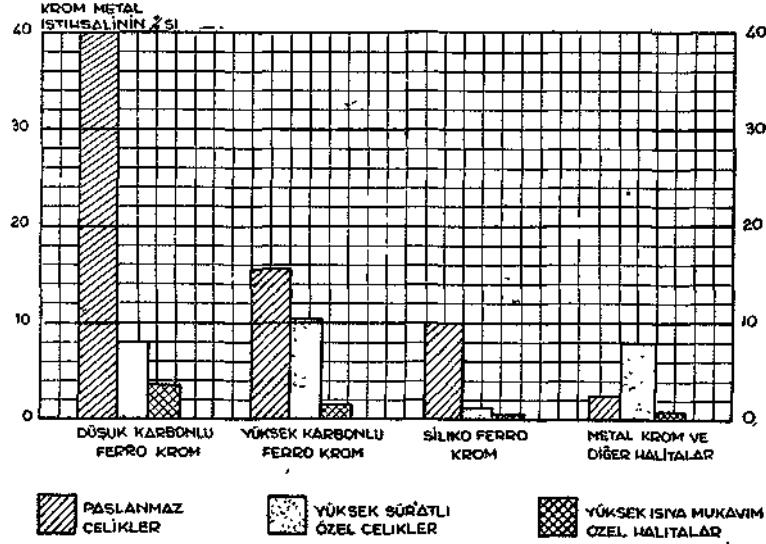
1961 yılı sonuna doğru faaliyete geçecek olan Antalya Ferrokrom fabrikası yılda 20 bin ton krom işleyecek ve 8 bin ton ferrokrom imâl edecektir. Ancak bu ferrokromun ihraçı suretiyle elde edilecek kârm, yapılan yatırıma nisbetinin düşük olacağı tahmin edilebilir. Zira bu tesis daha ziyade Antalya bölgesinde mevcut fazla enerjiyi istihlâk etme gayesini gütmektedir.

Filyos'taki ateş tuğlası fabrikasının refrakter krom tuğlası imâl edecek şekilde tevsii ve teçhiz edilmesi ve dışarıya refrakter.

krom tuğlası ihraç etmemiz imkân dahilinde sokulursa faili bir sonuç elde edilmiş olur.

Hülâsa olarak krom cevherlerimizi mamul hale getirerek ihraç etmemiz, uzun ve programlı çalışmalara ve büyük yatırımlara bağlı bir iştir. Ekli grafikte kromun metalürjide kullanım nisbetlerini görüyoruz.

KEOM METALİNİN AMERİKADA 1958 YILINDA METALÜBİK MAKSATLARLA KULLANILIŞ SEKLİNİ YERİNİ VE MIKTARINI GÖSTERİR SEMA



### SATIŞ PROBLEMİ VE EKONOMİK ŞARTLAR:

Satış problemi doğrudan doğruya Avrupa ve Amerika'daki müstehlik endüstrinin talebine bağlıdır. Bu talep ise doğrudan doğruya çelik istihşaline bağlı ve onunla müteneşiptir. Amerikanın çelik istihşali yılda 140-150 milyon ton arasında değişmektedir. Bu miktarın 1970 yılında 160 milyon tona ve 1975 yılında 180 milyon tona çıkacağı tahmin edilmektedir. (Paley raporuna göre). Avrupa'da batı blokuna dahil memleketlerde ise çelik istihşali 1959 ve 1960 yıllarında aşağıdaki seyri takip etmiştir (7).

Memleketler	1959	1960
Fransa	15.000.000	17.000.000 ton
B. Almanya	29.000.000	34.000.000 "
İngiltere	20.000.000	24.000.000 "
Beneiux	11.600.000	13.000.000 "
İtalya	6.000.000	8.000.000 "
Diğerleri	10.400.000	11.000.000 "
<b>TOPLAM</b>	<b>92.000.000</b>	<b>107.000.000 TON</b>

Bu durumda Batı Blokunun yekûn çelik istihşali vasati olarak 250 milyon ton etrafında dolaşmaktadır. Böyle bir bünye içinde sarfedilecek krom cevherinin miktarını iki şekilde tahmin etmek mümkündür.

1. Beher ton çelik için ortalama 9 kg. metalürjik, 34 kg. refrakter ve 12 kg. kimyevi vasıflı KROM cevheri kullanılır (10). Buna göre bu muazzam endüstri blokunun yılda;

2.250.000 Ton Metalürjik  
1.000.000 " Refrakter  
250.000 " Kimyevi

olmak üzere cem'an 3,5 milyon ton KROM cevheri istihlak etmesi gerekir.

2. Yıllık çelik istihşalinin % 3 ü özel halita çeliklerine tahsis edilir. Yani 250 milyon tonun % 3 ü 7,5 milyon tonu özel halita çeliğidir. Özel halita çeliklerine vasati % 20 nisbetinde KROM metali karıştırılır. 7,5 milyon tonun % 20 si 1,5 milyon ton KROM metali eder. Ortalama olarak 2,5 ton cevherden 1 ton KROM elde edileceğine göre 3,7 milyon ton KROM cevherine ihtiyaç var demektir.

Görülüyor ki her iki şekilde de bulduğumuz ihtiyaç rakamı birbirinin hemen hemen aynıdır.

Türkiye hariç olmak üzere diğer memleketlerin azami istihşal rakamları ise şöyledir.

Güney Rodezya	1.000.000 Ton
Tranvaal	1.000.000 "
Filipinler	200.000 "
KOba	50.000 "
Hindistan	10.000 "
Pakistan	25.000 "
İran, Afganistan	50.000 "
Diğerleri	100.000 "
<b>10PLAM</b>	<b>2.435.000 Ten</b>

Bu durumda 3,5 veya 3,7 milyon ton cevhere ulaşmak için 12 milyon ton daha cevhere ihtiyaç olacaktır. Şu halde Türkiyemizin

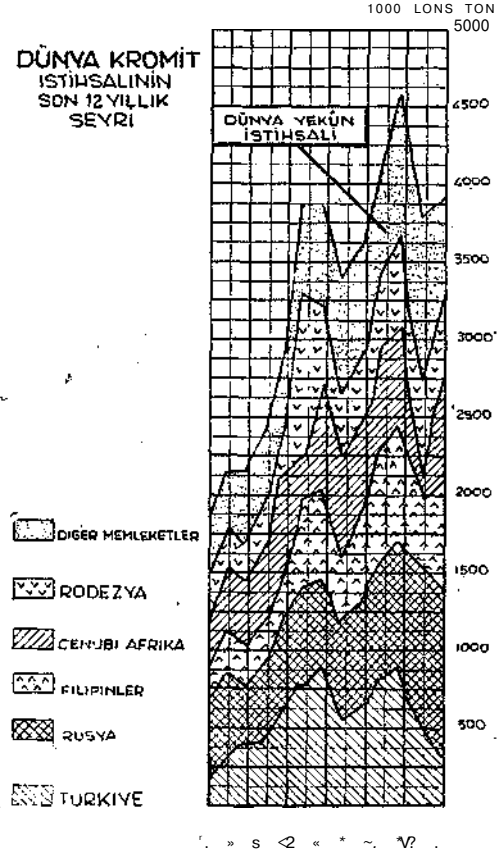


bu açığı kaaptmak üzere piyasaya yılda asgarî bir milyon ton cevher arzetmesi mümkündür ve hattâ zaruridir.

Yukardaki istihlâk rakamı asgarîdir. Zira çelik istihsalinin 300 milyon tona yaklaşmakta olduğu bir hakikattir. Böyle olunca krom cevheri ihtiyacı 5 milyon tonu aşmakta ve Türkiye'nin de piyasaya bir milyon tonun çok üstünde cevher arzetmesi imkân dahilinde girmektedir. Bu temin edilirse Türkiye ezeli iki rakibi olan Güney Rodezya ve Transvaal memleketleri seviyesine erişmiş olacaktır. Demek oluyorki piyasa etütleri yapılır ve müşterilere devamlı, iyi vasıflı, uygun fiatla cevher teslimatını garanti edecek şekilde bir teşkilât kurulursa Türkiye kromculuğunun istikbali parlak olabilir.

Aşağıdaki tablo'da Amerika'nın 5 yıllık krom cevheri istihlâk kategorilerini görüyoruz (8).

Sene	Metalurjik	Refrakter	Kimyevi	Yekûn
1955	887.233	385.203	141.902	1.414.338
1956	1.082.118	423.736	142.975	1.648.820
1957	1.150.000	388.000	132.000	1.570.000
1958	695.000	279.000	117.000	1.001.000
1959	711.000	338.000	145.000	1.104.000



Cetvel: VI — Bölgeler İtibariyle Krom İhracatı (2)

Son 25 yıllık krom cevheri fiyatları ise cif olarak Amerikan limanlarında teslim aşağıdaki seyri takip etmiştir. (8)

Sene	cif fiyat S	Sene	cif fiyat \$	1938	24.00	1951	44.50
1935	18.50	1948	39.00	1939	28.00	1952	49.25
1936	21.00	1949	38.50	1940	30.00	1953	50.50
1937	26.50	1950	37.00	1941	47.00	1954	47.25
				1942	39.00	1955	47.00
				1943	43.50	1956	52.75
				1944	43.50	1957	56.50
				1945	43.50	1958	50.00
				1946	39.00	1959	40.00
				1947	39.00	1960	36.00

Cetvel: VII ^— Türkiye Krom Cevheri İhracatının Alıcı Memleketlere Göre Tasnifi (\* )

Alıcı Memleket	1955	1956	1957	1958	1959	1960	1961 (**)
-Amerika (1)	192 346	284 337	225 911	203 290	76 787	65 338	—
(2)	173 020	181 389	141 211	125 512	43 434	69 560	51 565
B. Almanya	70 830	59 728	47 035	46 429	36 517	74 862	—
	—	24 620	33 258	33 710	37 141	7 180	4 960
Fransa	24 105	35 353	36 854	35 154	34 461	36 181	—
	1 016	—	—	3 048	16 070	35 777	32 029
İngiltere	20 567	20 344	25 851	23 032	4 540	20 879	—
İspanya	5 593	4 714	3 751	5 129	9 008	7 800	—
					2 235	—	—
İtalya	4 965	7 755	6 488	528	4 244	8 437	—
	—	1 016	—	—	5 436	—	—
Avusturya	15 139	12 494	11 105	4 265	7 900	13 270	—
	13 208	21 190	25 945	11 176	9 632	13 208	18 288
İsveç	2000	6 916	4 148	—	1 800	2 860	—
						7 214	9 150
Norveç	—	4 032	5 613	10 160	3048	11 124	—
Hollanda	5 056	2 794	7 996	—	—	3 000	—
					— 4 032	7 410	—
Japonya	—	7 822	8 128	—	8 128	—	—
			—			1 220	—
Diğerleri	— 35055	— 8755	— 5 680	—16 577	— 9682	9 458	—
	—	—	—	—	—	—	—
Y e k ü n	375 756	455 045	388 560	327 987	196 115	253 209	284 008
	187244	185 955	182 440	173 436	190 885	141791	115 992
Umumî yekûn	562 000	41 000	571000	518 000	387 000	395 000	400 000

(1) Özel sektör. (2) Devlet sektörü.

(2) Devlet sektörü

(\* ) Türkiye Krom Müstahsilleri Komitesinden ve Etib.ank'tan şahsen alınan malûmata göre derlenmiştir.

(\*\*) 1961 rakamları 10 aylık fiillere göre tahmin edilmiştir.

Bu listede en yüksek fiyat 1957 de 56.60 dolar olarak görülmektedir. Türkiye istihsâli de 1957 yılında 900.000 tona ulaşarak bir rekor tesis etmiştir. Bu suretle istihsâlin fiatla ve istihsâle arttığını gayet bariz bir şekilde görmüş oluyoruz.

Aşağıdaki tablolarda krom bölgelerimizin yaptığı ihracaatın 9 yıllık seyrini ve bu ihracaatın hangi memleketlere ne miktarda, yapıldığını görüyoruz (Cetvel VI ve VII)

### GELİŞTİRME İMKÂNLARI:

Buraya kadar izah ettiğimiz durum, memleketimizin krom cevheri bakımından zengin olduğunu ve dünya pazarlarının da bunu satın almaya muhtaç bulunduğunu göstermiş olsa gerektir. O halde ihracaatımızı arttırmak hususunda neden arzulanan hızı kazanamıyoruz.

Bizim kanaatımızca aşağıda sıralanan tedbirler alındığı takdirde gayemize erişebiliriz. Bu tedbirleri kısa ve uzun vadeli olmak üzere iki grupta mütalâa etmek yerinde olur.

#### a. Kısa İVadeli Tedbirler:

1. Ucuz satılan cevherler için kademeli bir nakliye ve liman tarifesi tatbik edilebilir.

2. İstihsâl edilip stoklara konacak cevherlere karşılık madenciye kredi verilebilir.

3. Madenci temin ettiği dövizin bir kısmını kendi ekipmanı için kullanabilir.

4. Yatırımlara ayrılan kâr dilimleri vergiden muaf olabilir ve ayrıca madenler için bir tükenme payı karşılığı ayrılması ve vergi matrahının bu nisbette indirilmesi sağlanabilir.

#### 5. Madenciye teknik asistans ve malî

yardım yapabilecek iki ayrı teşkilât kurulabilir.

#### b. Uzun Vadeli Tedbirler:

1. Bir maden ihraç ofisi kurularak bütün maden ihracaatının tek elden idare edilmesi sağlanabilir. Bu ofis;

a. Bütün madencilerin istihsâl edeceği cevheri ocakta veya limanlarda satılabilir. Bu suretle madenci satışla uğraşmaz.

b. Bölge lavvarları kurarak düşük dereceli cevherleri kıymetlendirebilir.

c. Amerika ve Avrupa'da stoklar tesis ederek devamlı ve standart cevher verilebileceğini müşteriye ispat edebilir.

d. Beynelmillel rekabet piyasasında söz sahibi olabilir.

2. Maden kanunu yeniden yapılmalı ve Maden Dairesi reorganize edilmeli, madenci teşvik görmelidir.

3. M. T. A. Enstitüsü teşkilât ve kadro itibariyle genişletilmeli, memleketin jeolojik etüdü detaylı olarak tamamlanmalı ve buna paralel olarak da prospeksiyon ve keşif çalışmalarını yürütülmelidir.

4. Teknik eleman yetiştirilmeli ve bunların işbaşında çalışmaları, sağlanmalıdır.

Netice olarak elimizde mevcut bir serveti kıymetlendirmek imkânları vardır. Bu günkü durumun teşrihi yapılmış dertler ortaya konulmuştur. Tedavi çareleri de sıralanmıştır.

Bunları yaptığımız takdirde istihsâl ve ihracaatımız bir milyon tonu aşacağına ve yalnız krom cevherinden memlekete sene de 25 milyon dolar gireceğine inanmak fazla iyimserlik değildir.

### B İBLİOGRAFİE:

[ 1 ] BEKİŞOĞLU K. A. Kromit (1952). Etifaank neşriyatı.

[ 2 ] Türkiye Krom Müstahsilleri Komitesi tarafından CENTO Krom Simpozyonuna verilen rapor (1959).

[ 3 ] Mineral. Trade Notes, U. S. Bureau of Mineş. (1959). Special supplement No. 57; Vol. 49, No. 1. P. 4 - 5.

[ 4 ] Dış. Ticaret İstatistikleri (1959).

[ 5 ] Madenlerimizin faaliyetleri (1956 - 1957). Sanayi Bakanlığı. İstatistikleri.

[ 6 ] "Etibank" adlı Broşür (1957).

[ 7 ] Dünya Maden Haberleri. (1960) M.T.A. yayınları. S. 7.

[ 8 ] Economics of chrome. (1960) E. Shekarchi. Union Carbide. Ore Co.

[ 9 ] BURCHERD H. Türkiye krom yatakları hakkında elde edilen neticeler. (26 Eylül 1960 da Cento Krom Simpozyonuna verilen rapor). -

[ 10 ] YALABİK. T. Krom İhracatımızı Arttırma Çareleri, (ihracaatı geliştirme merkezince tertiplenen bir konferans. (1960).

[ 11 ] İstatistik Genel Müdürlüğü neşriyatı. (1956-57-58-59-60).

[ 12 ] Devlet Plânlama teşkilâtı, madencilik sektörü'çalışmaları.

[ 13 ] BEKİŞOĞLU K, A, Şahsi müşahadelere ait notlar.

## RADYOAKTIF İZOTOPLAR VE MADENCİLİKTE KULLANILMALARI

Derleyen:

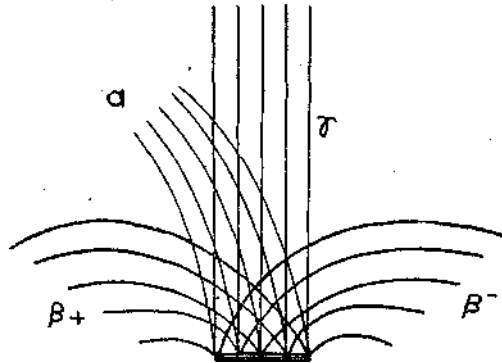
Dr. Müh. H. Erkan

Radyoaktif şuların, tatbikatı ve bunlardan istifade hemen her sahada gün geçtikçe ehemmiyetini arttırmakta ve hissettirmektedir. Bu yazıda radyoaktivitenin maden ve daha ziyade kömür ocakları için ne gibi imkânlar gösterdiği, bunların bu sahadaki tatbikatına ait istihfâmı cevaplandırabilmek için bir arada derlenmiştir.

Literatüre göre, radyoaktivitenin bu sahada tatbiki çok kısa, hemen hemen on senelik bir mazi göstermekte, bu kısa zamana mukabil ise geniş bir tetkik ve meşgale mevzuu olduğu görülmektedir.

Herşeyden evvel, hatırlatma ve mevzua intibak gagesi ile radyoaktivite esasları hak-

kında kısa bir izahat aşağıda derlenmiştir. Atom yapısı ve bilhassa Atomçekirdeği ile meşgul olan ilim dalı bilindiği gibi Atom Fiziğidir, Atom fiziğinin doğuşu olarak, Uran cevherlerinin (**Bequerel**, tarafından ve daha sonra Curie'ler tarafından Polonyum ve Radium'un Röntgen ışınlarına benzer ışınlar gönderdiklerinin ve bu ışıkların gönderilişlerinin tamamen bu maddelerle alakalı oluşunun tesbitini kabul edebiliriz. Kısa bir zaman sonra, bu ışınların bir element parçalanmasına yani Radiumun atom çekirdeğinin değişmesi neticesi başka bir element'e dönüşmesine istinat ettiği tanındı. Bu esnada muhtelif ışınlar intişar etmektedir. En çok intişar gösterenler  $\alpha$ ,  $\beta$  ve  $\gamma$  ışınlarıdır. (Şekil 1)



**ŞEKİL : 1 RADYOAKTIF İŞINLARIN MANYETİK  
ALANDA SAPMALARI**

$\alpha$  ışınlarının Helyum atomu çekirdekleri olduğu çok çabuk tesbit edilmiştir. Yükleri pozitifdir. (3 ışınları yükleri - olan elektronlardır  $\gamma$  ışınları ise elektro manyetik dalgalarıdır. Röntgen ışınları gibi  $\gamma$  ışınları manyetik bir sahadan müteessir olmazlar,  $\beta$  ışınları ise büyük bir sapma gösterirler,  $\alpha$  ışınlarının gösterdiği sapma ise (3 ışınlarına nisbeten daha azdır. Dördüncü bir ışın  $\alpha$  ışınlarının saptığı istikamete sapar ve (3 ışınlarına benzer, bunlar + yüklü elektronlar veya pozitronlardır.

Bütün bu ışınlar, Floresans bir levhada ışık meydana getirir, bir fotoğraf kâadını karartır ve alçak tazyikte bulunan bir gazı iyonize ederler. Bu sebeblede iyonize eden ışınlardan bahsedilmektedir. Bahsi geçen ışınlardan en fazla iyonize etme kudreti olan  $\alpha$  ışınları için bu, bu değerinde  $\beta$  ışınları ile yüzde biri arasındadır,  $\gamma$  ışınları için ise tekrar bir ondabir nisbetinde küçülür.

Bu meyanda  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  ışınlarından başka Atom değişmelerinde "ekseriyetle rol oynayan

diğer ışınlar (Neutron ve Proton gibi) zikretmek lâzımdır. Bunlara, boşluktan bizim atmosferimize büyük bir enerji ile giren kozmik ışınlarda dahildir.

Bir elementin radyo aktif olup olmaması onun atom yapısına bağlıdır. Atom çekirdeği proton ve neutronlardan müteşekkildir. Protonların pozitif yükü, çekirdeğin etrafında periyodlarında devreden elektronlarla muvazenededir. Atom ağırlığı, atom çekirdeği tarafından tesbit edilir, bir elektronun ağırlığı, bir protonun ağırlığınının 1840 da biridir. Neutronlar, protonlarla aynı ağırlıkta olup, elektrikçe nötrdür, kimyasal bakımdan, aynı özellikleri gösteren, fakat atom ağırlıkları, yani çekirdeklerindeki neutron sayısı farklı olan elementlere isotop denir. İsoptoplar ekseriyetle, az veya çok bir radyoaktivite gösterirler ve stabil isotopa nazaran atom ağırlıkları daha az veya çok olabilir. Atom ağırlığı farkı, hafif elementlerin isotoplarında daha çok ve meselâ hidrogen ve ağır hidrogen "deuterum" de en fazladır. Hidrogenin diğer bir isotopu atom ağırlığı 3 olan tritiumdur. Bu iki isotop - hidrogen bombası denen - Atom bombasında mevcuttur.

Birçok elementin muhtelif isotopları vardır. Meselâ karbon için normal element  $O^2$  den başka radyo aktif olan  $C^{14}$  isotopu mevcuttur. Ayrıca Atom fizikçileri normal element çekirdeğine yalnız neutron değil, proton ithal etmede muvaffak olmuşlardır. Bu suretle karbondan sentetik azot  $N^{14}$  istihsâl edilmiştir. Yeni elementlerin sentetik teşekkülleri, büyük çapta atom bombalarının infilâkında vuku bulmaktadır.

Her elementin stabil bir şekli vardır. Bu stabil isotop veya normal element diye tanıyoruz. Bir çok hallerde stabil isotopun çekirdeğindeki neutron ve proton sayısı birbirine müsavidir. Ve bu nisbet herhangi bir istikamette bozulursa Atom dışarıya radyoaktif ışınlar gönderir, bu yüzden bunlar radyoaktif isotop olarak tesmiye edilirler, sentetik olarak istihsâl edilen radyoaktif isotoplardan başka, tabii, radyo-aktif isotoplar da (Uran, Thorium, Radium) bilindiği gibi mevcuttur.

Radyoaktif bir preparatın kuvveti, aktivitesi Curie ile ölçülür 1 C, 1 gr radiumda 1 saniyede parçalanmış atom sayısıdır ki buda  $3,7 \times 10^{10}$  a eşittir, az ve çok aktivite'leri ölçmek için bu değer biner, biner küçültülen veya büyültülen değerleri ünite olarak alın-

mıştır. Aşağıdaki cetvelde bunların ad, değer ve sembolleri gösterilmiştir.

	Brim	Sembol	Saniyede parçalanmış atom sayısı
Megacurie	1.050.000 C	[ M C ]	$3,7 \cdot 10^{16}$
Kilocurie	1.000 C	[ K C ]	$3,7 \cdot 10^9$
Curie	1 C	[ C ]	$3,7 \cdot 10^7$
Millicurie	$10^{-3}$ C	[ mC ]	$3,7 \cdot 10^4$
Mikrocurie	$10^{-6}$ C	[ $\mu$ -C ]	$3,7 \cdot 10^1$
Nanocurie	$10^{-9}$ C	[ "C ]	$3,7 \cdot 10^{-2}$

Atomların parçalanması, hudutsuz değildir, bilâkis zamanla stabil bir şekle vasıl olurlar, veya başka bir deyimle, maddenin radyo aktivitesi zamanla azalır. Aktivitenin, baştaki aktivitenin, yarı değerine düşünceye kadar geçen zamana "yarılanma müddeti" denir. Eğer bir preparatın başlangıçtaki aktivitesi  $I_0$  ve yarılanma müddeti S ise t müddeti sonunda preparatın aktivitesi  $I_t$  ise bu

$$I_t = I_0 \cdot e^{-\frac{t}{S} \cdot 0,693}$$

Yarılanma müddeti, isotoplara göre, çok küçük zaman birimlerinden, yıllara kadar değişen bir değer gösterir. Bahsi geçen carbon'un radyoaktif isotopu  $C^{14}$  ün yarılanma müddeti 5720 senedir. Atmosfere gelen kozmik şualar, daimî olarak radyoaktif isotoplarm teşekkülüne sebep olurlar, bu şekilde meselâ, bir neutron bir azot atomuna çarparsa, bir proton atılması ile aşağıdaki müsavatta görüleceği gibi, radyoaktif karbon atomu teşekkül eder.

${}_{7}^{14}\text{N} + {}_{0}^{1}n \rightarrow {}_{6}^{14}\text{C} + {}_{1}^{1}p$  atom fiziğinde bu aşağıdaki şekilde gösterilir  $N^{14} (n,p) C^{14}$  Bu  $C^{14}$  dü bitkiler, asimilasyon yolu ile kendi bünyelerine alır ve biriktirirler. Tecrübeler göstermiştir ki aktif karbon atomlarının, normal karbon atomlarına nisbeti sabittir. Bitki öldükten sonra asimilasyon durur, yani bitkinin bünyesine artık hiçbir aktif karbon atomu giremez, bilakis mevcut olanlar parçalanmaya başlar, o halde  $C^{14}$  ün  $C^{12}$  ye nisbetinden  $C^{14}$  ün yanılanma müddeti nazan itibara alınarak, oldukça kati olarak, bulunan bitkisel arkeolojik maddelerin yaşını tesbit edebiliriz. Bu zaman tayinleri mafih umumiyetle "Yanılanma müddetinin" altı misline kadar mümkündür. Yani  $C^{14}$  le yapılan tayinle de takriben 30.000 seneye kadar, meselâ potasyum yataklarında bunların yaşının tayini yanılanma müddeti  $1,3 \cdot 10^9$  yıl

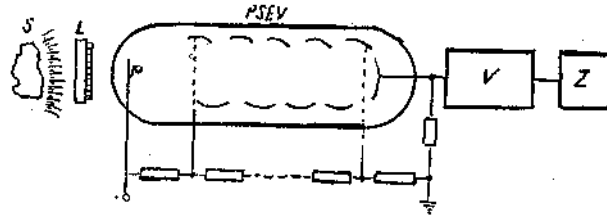
olan  $K^{40}$  in miktarına göre yapılır, liran yataklanndaki isotop miktarı ve nisbetleri de aynı şekilde ve bu yönden dünyamızın yaşının hesabına yardım etmiştir.

Radyoaktivite bahsinde bilinmesi icab eden diğer bir mevhumda ışınların enerjisi-dir. Atom fiziğinde enerji birimi Elektronen Volt (e V) dir. Ekseriyetle kilo - ve MÜyonelektronen Volttan bahsedilir. 1 MeV (1.MİlyonelektronenVoIt) bir elektronun 1 milyon Voltluk bir gerilimden geçerken kazandığı enerjidir ki bu  $1,63.10^{-2}$  Kgm. dir. Enerji bakımından zayıf ve kuvvetli ışınlardan bahsedilir. Müteakip cetvelde, bilhassa maden ocaklarında kullanılması akla gelen isotoplar muhtelif karakteristikleri ile bir araya toplanmıştır.

Yazının başında işaret ettiğimiz özelliklerden (Floresans levhada, ışık hasil etme, fotoğraf kâadmı karartma ve gazleri iyonize etme) radyoaktif ışınların ölçülmesinde' istifade edilir.

Radyoaktif ışınların en eski isbatı, bunların muayyen bir madde üzerinde (bakırla aktiflendirilmiş çinko sülfat, Natriumiyodür kristali gibi) ufak bir ışık kıvılcımı hasil etmesine isnat eder, ölçme aletlerinde bu sintilasyonlar bir yükseltici vasıtası ile bir elektrik akımına tahvil edilir ve ikinci bir kuvvetlendiriciden geçtikten sonra bir sayıcıda tesbit edilir. (Şekil 2)

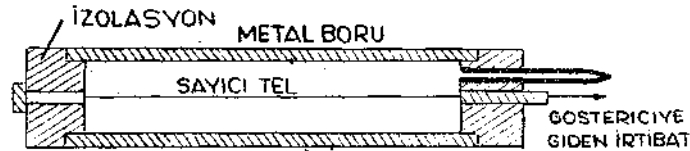
Sintilasyon-sayıcılar bilhassa y ışınlarının ölçülmesinde iyi netice verirler. Bunların



ocaklarda kullanılması, gerilim değişmelerine ve çarpmalara karşı çok hassas oluşlarından bugüne kadar yalnız jeolojik araştırmalara inhisar etmiştir.

Radyoaktif ışınların iyonlaştırıcı tesiri ise, iyonlaşmanın tesiri ile ölçülür. Bunun için iyonlaştırma kamarası veya geiger sayacı kullanılır. İyonlaştırma kamarası, içinde muayyen bir voltaja bağlanmış bir elektrod bu-

lunan metal bir kutudan ibarettir. Kamarada bırakılan bir açıklıktan içeri giren ışınlar, yüklerine göre ya kamaranın duvarlarına veya elektroda çarparlar ve elektrik yükleri, kâfi derecede hassas bir elektrometre ile ölçülür. Geiger sayacı, radyoaktif şuaları ölçme ve tesbitte kullanılan en tanınmış alettir. (Şekil: 3) Bu mihverinde 0,05 ilâ 0,2 mm kalınlığında isole edilerek gerilmiş bir Wolfram



ŞEKİL 3 GAYGER - MÜLLER SAYACI

tel bulunan metal veya elektrik nakledebilen cam bir silindirden ibarettir. Silindir gayet alçak tazyikte gaz şeklinde bir halogen, argon veya alkolle doludur; Tel pozitif, kutu ise negatif kutba bağlanırsa silindir içindeki gaz iyonize olur. Umumiyetle kullanılan gerilim 400-1200 volt arasındadır. Sayma borusunun elektrikli sahasına giren iyonlaştırıcı ışınlar yani radyoaktif ışınlar ikinci bir iyonlaşmaya, sebep olurlar buda teldeki gerilimde tak-

riben 10 volttan 100 volta kadar bir düşmeye sebep olur, bu gerilim düşmesi bir kuvvetlendirici vasıtası ile iştirilir, görülebilir veya ölçülebilir şekle getirilir.

Y Işınların ölçmek için oldukça kalın cidarlı bir silindir kullanılır. (5 Işınları için ise cidar çok ince olmalıdır, bu takdirde cidar ya ince camdan veya 0,1 mm kalınlığında alüminyumdan müteşekkildir. Pencere

(Glimmerfenster) geiger sayaçları, ocak in-melerindeki basınç değişmelerinden müteessir olmaktadır, bunun için kapalı işletme de yapılan ölçmeler için uygun değildirler. Aynı sebepten çok düşük şiddette ışınları ölçmede kullanılan aletlerde kapalı işletme ölçüleri için gayri müsaittir.

Harici tesirler için gayet iyi korunmuş olan bazı cihazlar son zamanlarda muhtelif firmalar tarafından imâl edilmektedir.

Kullanılacak isotopun seçilmesinde muhtelif faktörlerin göz önünde tutulması lâzımdır.

- 1 — Işın cinsi
- 2 — Işın enerjisi
- 3— Yarılanma müddeti
- 4 — Mecmu aktivite
- 5 — Işın zararları
- 6 — Element veya kimyasal bileşik
- 7 — Kimyasal ve fiziksel özellikler.

Maden işletmeleri için mevzubahis olan ışınlar pratik olarak sadece  $\beta$ , Y ve neutron ışınlarıdır, radyoaktif isotoplarm ekserisi P yayımlayıcı olmasına rağmen, bunların çoğunun ışınlarının nüfuz kabiliyetinin az oluşu düşünülen maksatlar için kullanılmasına engel teşkil etmektedir. Neutron ışınları ise çok küçük bir tatbik sahası bulmuştur. Bunlar umumiyetle neutron özelliklerinden istifade edilmek istendiğinde veya diğer maddelerin aktifleştirilmesi için kullanılırlar. Diğer bir zorluk Neutron sayıcılarının temini imkânıdır. Bu yüzden birçok tecrübe ve araştırmalar için yalnız Y ışınları kalmaktadır.

Işınların nüfuz kabiliyeti, ışınların enerjisinin bir fonksiyonudur. Tecrübeler için lüzumlu radyoaktif madde miktarını ise, maddenin aktivitesi ve yanlanma müddeti tayin eder.

- Teknik ve ilmin birçok bölümlerinde radyoaktif isotoplarm kullanılması hakkında mevcut bir çok bilgi ve imkânları maalesef doğrudan doğruya maden ocaklarında tatbik imkânı yoktur. Çok hassas aletlerin ocaklarda kullanılmasının mahzurları bir yana, patlamalara karşı korunma tedbirleri de, bunların tatbikatı için bir çok güçlükler doğurmaktadır. Bundan mada radyoaktif preparatların ocaklara daimi veya tecrübeler için yerleştirilmesi, insan bünyesi üzerinde yapabileceği zararlardan dolayı çok sıkı kontrol ve kaideler altında tutulmalıdır. Bu da radyoaktivitenin bu sahadaki tatbikatının ge-

nişleme imkânım önleyen bir mahzurdur. Ocaklarda radyoaktivite kullanılırken radyoaktiviteyi nerelerde kullanabiliriz diye değil neden arzu edilen ölçme veya araştırma için radyoaktiviteden başka birşey uygun değildir diye düşünmek lâzımdır.

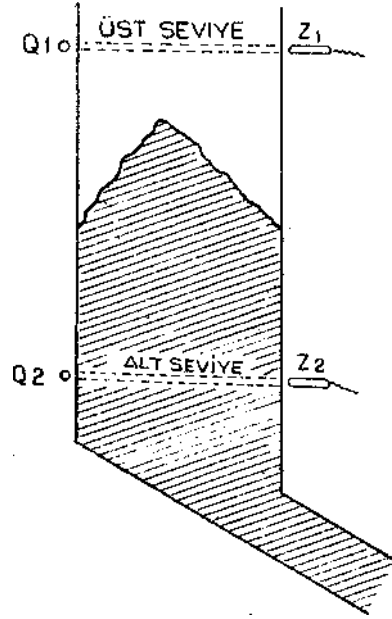
Meselâ sevk arabalarını saymada ve doldurulmalarını kontrolde, radyoaktif ışınlar yerine, fotoselüllü tertibatlar tercih edilmelidir aynı şekilde vagon şevklerinde bölme kapılarının otomatik olarak açılıp kapanması isteniyorsa optik tertibatlar tercih edilmelidir.

Radyoaktif preparatların kullanılması imâl edilen malzemenin homogenliği ve kalınlığının ölçülmesinde şimdiye kadar en fazla yayılmıştır. Bu usûl okadar hassastır ki, haddanelerde imâl edilen muhtelif endüstriyel maddelerin otomatik kontrol ve ayarını mümkün kılmaktadır. Saç kalınlığı, kaat, sentetik madde ve lâstik levha kalınlıkları radyoaktivite yardımı ile otomatik olarak ayar ve kontrol edilmektedir. Bunun için ekseriya daimi ışınlandırma metodu kullanılır, ışın kaynağı ve bir ölçme aleti karşı karşıya konur ve aradan kontrol edilecek madde geçirilir. Maddenin kalınlığı aynı kaldığı müddetçe, ölçme aleti aynı değeri gösterecektir.

Aynı şekilde boru tesisleri kontrol edilir. Kaynak yerlerinin kontrolünde, korozyon tezahürlerinin tetkikinde yine aynı şekilde hareket edilir. Fakat bu takdirde bir ölçme aleti yerine borunun üzerine ışınlar hassas bir film konması daha iyi neticeler verir, zira ufak, gayrimütecanis tezahürler ve ince çatlaklar daha iyi tesbid edilir. Bu ölçmeler ocaklarda da gayet iyi kullanılmaktadır. Şayet aktif preparat borunun içine konabiliyorsa bu tercih edilmelidir. Bu takdirde, bir ameliyede borunun bütün çevresi ve daha düşük şiddette preparatlarla kontrol edilebilir.

Birçok boru tesislerinde, aşınmalardan ziyade tıkanmalar daha mühim güçlükler doğurur, bilhassa su borularındaki tıkanmalar aynı şekilde ocaklarda kontrol edilip, tesbit edilebilir.

Depo seviyelerinin ölçülmesinde, aynı metoddan aynı şekilde istifade edilmektedir (Şekil: 4) bu taktirde hassasiyet daha da az olabilir, depo seviyesi, ölçme hattının üstüne çıktığı taktirde, absorpsiyon artacak ve bu ölçme aletinde kendini derhal gösterecektir, bu şekilde kontrollar çapı 50 mm den 6000 mm ye kadar olan kaplarda kullanılabilir.



#### ŞEKİL.4. DEPOLARDA SEVİYE ÖLÇMELERİ

Q1 QZ IŞIN KAYNAKLARI  
Z I ZZ SAYICILAR

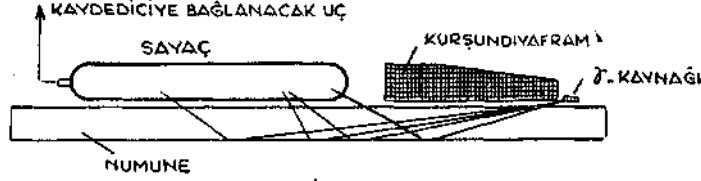
mamafih cidar kalınlığı 80 mm yi geçmemelidir. Eğer depo ölçüleri yukardaki değerlerin dışına çıkıyorsa bu taktirde deponun içine içinde radyoaktif preparat bulunan bir boru yerleştirmekle ölçme temin edilir. Böyle bir borunun muhtelif yerlerine preparatlar yerleştirerek daimi olarak depo seviyesi kontrol edilebilir. Fakat depolar için daimi kontrolden ziyade üst ve alt seviye mevzu bahisdir ve şekildeki gibi tesbit edilmiş iki kaynak ve ölçme aleti depo kontrolü için iktifa eder, radyo izotoplarla depo seviyesi ölçülmesi, bilhassa kontrolü güç olan fazla toz inkişafından, optik veya radar ölçme cihazlarının kullanılması mümkün olmayan depolar için uygundur. Bunlar yeraltı işletmelerinde kömür şist biriktirme yerlerinin, bilhassa otomatik işletmelerde, kontrollerinde kullanılır.

Radyoaktivitenin, kömür işletmelerinde bulunduğu diğertatbik sahalarından biri kömürün kül miktarı ve su miktarının bilhassa ince kömürde daimi olarak kontrolü için kullanılmasıdır. Kül ölçmelerinde, kömür tabakasının kalınlığının hatalarını izale etmek için biri kuvvetli biri zayıf iki y kaynağı kullanılır. Bilhassa sintilasyon sayıcılarında kuvvetli ve zayıf ışınları ayırarak ölçmek mümkün olmaktadır. Cihaz ve taksimatı doğ-

rudan doğruya kül miktarını gösterecek şekilde tanzim edilebilir. (Kuvvetli ışımlann absorpsiyonu kütle, zayıf ışımlann absorpsiyonu ise kül miktarı ile orantılı olacak ve iki farklı ışının miktarları arasındaki nisbet daha ziyade kül miktanna göre değişecektir.) su tayinlerinde ise, hidrogen atomları nötronlan kuvvetle absorbe ettiklerinden, neutron kaynakları kullanılır.

Su miktarım ölçmede, umumi olarak ak-seden ışınlarla ölçmeler, adı ile isimlendirilebileceğimiz metoddan da istifade edilebilir. Bu usulle yapılan ölçmelerde ışık kaynağı ve ölçme aleti birbirinden bir izaletörle ayrılmış olarak, tetkik edilecek maddeye göre aynı tarafta bulunur. (Şekil: 5) bu ölçmeler için, maddeden geçtiğinde bir compton veya fotoeffekte sebep olan y ışılannndan istifade edilir. Compton efekti atomun elektron mınıtıkasına (bulutuna) giren ışının, zayıf bağlı elektronlara, dışarıya doğru bir hareket impulsu vermesinden ileri gelir. Bu esnada y ışını enerjisi perioda katılır, frenlenir ve duruma göre, daha düşük bir enerji ve daha büyük bir dalgaboyu ile geri verilir. Compton efekti sert y ışılannnda (0,5 MeV üstünde) vukubulur. Yumuşak y ışınlan ise buna mukabil foto efekt hasil ederler, yani elektron





## ŞEKİL.5 AKSEDEN İŞINLARLA YAPILAN ÖLÇMELERDE ESASLAR

bulutu tarafından absorbe edilirler ve bu esnada bir foto elektron serbest kalır.

Neutron yayılarda, akseden ışınlarla yapılan ölçmeler için teklif edilmiştir. Yalnız nazarıdikkate alınacak nokta hızlı neutronların müteakib radyoaktif reaksiyonlara sebep olması ve yavaş neutronlarda çekirdek değişmelerini intaç ettirmesidir. Bu çekirdek değişmelerinde ise ekseriya  $\gamma$  ışınları meydana gelir.

Neutronların  $\gamma$  ışınlarının meydana gelmesine sebep olması, su miktarı tayini için bir imkân vermektedir. Burada yine ölçmek istenen  $\gamma$  ışınları olduğu için, ölçme aleti olarak bir sintilasyon-sayıcısı veya Geiger-Müller cihazı kullanılır, neutron yayıcı ve alet, içinde su miktarı tayin edilecek maddeye daldırılan bir boruda bulunur. Ameliye  $H^1$  in neutron olarak  $H^2$  ye intikalinde,  $\gamma$  ışınlarının açığa çıkmasına istinat eder.  $H^1$  tarafından neutron yakalanması tesir çapının yüksek oluşundan ( $35 \text{ barn } 1 \text{ barn} = 10^{-24} \text{ cm}^2$ ) diğer elementlere nazaran bariz şekilde yüksektir.

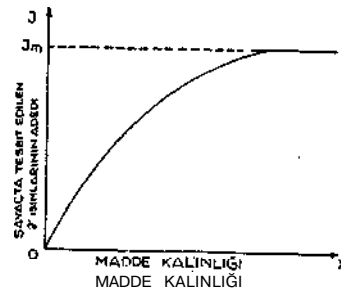
Bu ölçme usulünün, ince kömürde su miktarı tayini için nedereceye kadar kifayet ettiği henüz belli değildir. Fakat sondajlarda taşların rutubetinin ölçülmesinde, veya sondaj esnasında taşlar tarafından alınan su miktarının kontrolunda, iyi neticeler vermiştir.

Bu usulle tabaka' kalınlığı ölçmelerinde ise, ölçme aleti olarak daha ziyade sintilasyon sayıcıları daha uygundur. Zira bunları akseden ışınların şiddetine göre ayarlamak mümkündür ve kalınlık ne kadar fazla ise, akseden ışınların şiddeti okadar fazla olur (Şekil: 6) Sondaj deliklerinde yapılan bu tip ölçmelerin, madencilik bakımından enteresan neticeler getirmesi, beklenmektedir.

Jeolojik tetkiklerden, bir sondaj deliğine sevk edilmiş bir  $\gamma$  yayıncısının akseden

ışınlarının, tabakaların kesafeti ile orantılı olduğu bilinmektedir. Bu usul madencilige tatbik edilince, yine akseden ışınlar vasıtası ile tabakaların durumu ve kesafetleri hakkında bir fikir edinilir. Tecrübeler, bu ölçmelerle, yalnız aralanmış ve katı tabakalar arasındaki boşluklarının tefrik edilebileceğini, yoksa aynı zamanda akseden ışınların şiddetinden minorolojik özelliklerin de tesbit edilip edilmeyeceğini gösterecektir. Tabaka taziyikleri ve gaz intişarı tetkiklerinde de, akseden ışınlar, bilhassa aynı yerde zaman aralıkları ile tekrar edilerek yapılan ölçmelerle çok yardım sağlamaktadır.

Burda, akseden ışınların, sondaj deliğinin çapı ile de münasebeti olduğunu zikretmek lâzımdır, bu sebeble ancak aynı şartlar altında elde edilen neticeler birbiri ile mukayese edilebilir. Sondaj deliğinin çapının değişmesinden dolayı ileri gelen oynamaların, ölçme kısmı ile, aktif madde arasındaki mesafeyi değiştirerek gidermek tecrübe edilmektedir.



ŞEKİL. 6 AKSEDEN İŞINLARLA YAPILAN ÖLÇMELERDE.MADDE KALINLIĞI VE İMPULS SAYISI ARASINDAKİ BAĞLANTI

Şimdiye kadar anlatılan mahfuz bulunan radyoaktif preparatların tatbikatına ait olmuştur. Halbuki birçok hallerde, radyoaktif maddeyi katı, sıvı veya gaz halinde diğer maddelere karıştırmak ve bir ölçme aleti ile zamana veya mekana nazaran, gerikâlan râd-

### Bazı Radyoaktif Maddelerin Radyoaktiviteleri ve Biyolojik Tesirleri

İsotop	Işın	Enerji Mev	Fiziksel	Yarılanma Müddeti		Biyolojik		Fesir ettiği organ	
				Fiziksel	Biyolojik	efektif	g		
H <sup>3</sup>	β-	0,018	12,6	Y	19,0	g	19	g	Bütün vücut
C <sup>14</sup>	β-	0,156	5568	Y	230	g	35	g	Yağ ve kemikler
P <sup>32</sup>	β-	1,7	14,3	g	35	g	14	g	Bütün vücut kemikler
Co <sup>60</sup>	(β-)-γ	(0,3); 1,3	5,3	Y	8,4	g	8,4	g	Çiğer, dalak
K <sup>85</sup>	β-(γ)	0,76; (0,52)	9,4	Y	—	—	—	—	—
Rb <sup>86</sup>	β-; (γ)	1,8; (1,1)	19,5	g	13	g	7,8	g	Bütün vücut adaleler
Sr <sup>90</sup>	β--	0,54	25	Y	190	g	7,4	Y	Kemikler
I <sup>131</sup>	β--; γ	0,6; 0,37	8,0	g	130	g	7,5	g	Bütün vücut
					120	g			Bütün vücut adaleler
Cs <sup>137</sup>	β--; γ	0,5; 0,66	33	Y	25	g	17	g	adaleler
Jr <sup>192</sup>	β-; γ	0,66; 0,5	74,5	g	13	g			
					23	g	17	g	Böbrekler
					130	g	45	g	Dalak

Y = Sene

Gün

yoaktiviteyi ölçmek daha iyi ve gayeyi müstelzimdir.

Meselâ madencilik bakımından, biriken veya toprak tarafından alınan suların, tabakalar içinde takib ettiği yolun tesbiti birçok hallerde mühimdir. Bunun için radyoaktif maddeler, kullanılabilir, yalnız radyoaktivitenin kullanılması, yine boyalarla netice alınmayan (meselâ asitli sular) hallerde olmalıdır.

Radyoaktif maddelerin, su akıntılarının tetkik ve tesbitinde kullanılması, artık bilinen bir şeydir. Radyoaktivitenin gerek ufki gerek şakuli yayılımı tekkikle, akıntılar kolayca ve muvaffakiyetle istikamet ve sürat bakımından tesbit edilmektedir.

Madencilik mevzuu mevcut olduğu her memlekette hergün daha fazla ehemmiyet kazanan bir mevzu, tozla mücadeledir. Bu mevzuda çalışmalarda da radyoaktivite büyük yardım imkânları sağlayacak gibi görünmektedir. Meselâ radyoaktif bir gazle (CH<sub>3</sub> Br<sup>83</sup>) muhtelif şekillerdeki galerilerde, ciğerler için tehlikeli olan tozun (5 u. den küçük) toz kaynağından itibaren yayılımı tetkik edilmiş, bunun hava suretile değil (0,7 ilâ 6,1 m/s süratler arasında) galerinin kesiti ile bağıntılı olduğu tesbit edilmiştir. Tozla mücadelede, mücadelenin değerlendirilmesinde de, radyoaktif elementler faydalı olmakta ve optik aletlerin hatalarından dolayı doğru kaydedilemeyen ölçmelerin tashihine yardım etmektedir. Meselâ Tyndalloskopa; su püskürtmek sureti ile

yapılan mücadelede, su zerrelere toz taneleri olarak ölçülür ve toz miktarı hakiki değerinden fazla bulunur. Şayet filtrasyonla numune almak tercih edilirse bu taktirde ölçme mikroskopla yapılacaktır ve Rutin-usulle yapılan ölçmelerde ancak 1 p. den biraz daha küçük tozlar tesbit edilebilir, halbuki Silikozlu ciğerler 0,2 ile 0,4 u. arasındaki zerrelere ihtiva etmektedir. Bu taneler tyndalloskopta ölçülürse de mikroskopta tanınmazlar ve tyndalloskopta bulunan değere nazaran, mikroskopla yapılan tayinler daha düşük kıymetler verir. Bu müşkülleri kaldırmak için bir tecrübe tozu 1 u. nün altına öğütülmüş bir radyoaktif preparatla karıştırılır ve mücadelenin muvaffakiyet derecesi ya izale edilen tozda veya havada kalan tozda radyoaktivitenin ölçülmesi ile değerlendirilir. Bu hususta dikkat edilmesi icab eden, çalışanlara zarar vermemesi için, radyoaktif maddenin suya çözünmeyen ve yarılanma müddeti mümkün olduğu kadar kısa bir madde olmasıdır. Radyoaktif maddelerden, aynı şekilde toz süzgeçlerinin süzme kabiliyetlerinin tesbitine de intikal edilmekte, süzülecek radyoaktif tozun, aktivitesi ile süzgeç tarafından tutulan tozun gösterdiği radyo aktivite birbiri ile mukayese edilmektedir.

Ocuklara verilen hava ve bunların kontrolünde da bilhassa gaz halindeki radyoaktif maddelerden istifade edilmektedir. Bu havalandırma mevzuu madencilikte bilindiği gibi hâla müstesna bir mevzu olarak yer işgal etmekte, kaide-ve kanunların daha fazla ta-

nınarak bunların pratikte tatbikine mümkün olduğu kadar çalışılmaktadır. Radyoaktivite kaçak havanın işletmede kontrolünü sağlamış ve her ayrı kaçağın tesbitini ve ortalama süratinin tayinini temin etmiştir.

Metan intişarı kontrollerinde da radyoaktif maddeler kullanılmaktadır. Su tayininde anlatıldığı gibi, hidrojenin neutron yakalama özelliğinden istifade edilerek, doğrudan doğruya metan miktarını gösteren radyoaktif cihazların inkişafına çalışılmaktadır. Yine radyoaktiviteden, zeminin gazlere karşı geçirgenliğini tesbitte istifade edilmekte, meselâ bir sondaj deliğine radyoaktif bir gaz verilmekte, ve diğer sondaj deliğinden gaz emilmektedir. Emme yapılan delikte gazın ne zaman aktif olduğu, ne şiddette aktif olduğu ve nekadar zaman aktif olduğu, hatta zaman fasılları ile kontrol edilerek, elde edilen neticeler, gerek zemin mekaniği, gerek metanla

mücadele ve metan kazanma bakımından çok iyi kıymetlendirilmektedir.

Bir çok sahada, çok fazla ve süratle tatbik imkânı bulan, radyo aktif maddeler ve ölçmeler, maden işletmesinde bazı zorluklara uğruyorsa da görülüyorki kısa zamanda tatbik sahaları bulmuş ve kıymetli değerlendirmelere yardımcı olmuştur. Bilhassa açık işletmelerde işletme kontrolünün mükemmelleşmesi bakımından istifade edilen radyo aktiviteden, ocaklarda, ocak emniyetini artırma bakımından yapılan tecrübelerde istifade edilmektedir. Her iki yönde de daha birçok imkân ve tatbikat radyoaktif maddeler ve ölçmeler şüphesizki bulacaktır. Yalnız yazının başında işaret edildiği gibi, biyolojik zararları her zaman göz önünde tutulmalı, radyoaktivitenin kullanılmasının mutlaka lüzumlu olup olmadığını araştırmak unutulmamalıdır.

#### MEHAZLARDAN MUHİM BAZILARI

- Ullch - Jost : Kurzes iehrbuch der Physiksischen Chemie (1956).  
 Soner, E. : Radio, isotops Course Middle East Technical University (1960).

- Flügge, G. : Grundsätzliches über radioaktivite Isotope Glückauf (1957).  
 Hanle, W. : Künstliche Radioaktivität (1952)  
 Be^thold, R. : Die Anwendung radioaktiver isotope in der Technik. Atomprax. (1956).

