

NÜKLEER TEKNİĞİN MADEN KAYNAKLARININ PROSPEKSİYON VE İNKİŞAFINA TATBİKİ

Mehmet AYAN

Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü,
Ankara

ÖZET. — Bu yazıda, dünyadaki birçok ülkelerde nükleer teknikten faydalanılarak maden prospeksiyonunun nasıl ve hangi metodlarla yapıldığı kısaca gözden geçirilmekte ve bu tip operasyonlarda kullanılan özel cihazlardan da bahsedilmektedir.

ABSTRACT. — Nuclear techniques have been successfully utilized until recent times in Geiger and Scintillometers used in research for radioactive minerals and in also Neutron Gamma Logging method applied to the evaluation of oil deposits. In recent years, studies on applying nuclear techniques to every kind of mineral researchs have been intensified in many countries and new apparatus are developed. Many new methods are established in prospecting, research for and development of mineral deposits in chemical analysis, in are treatment and in research for oil and development. This article includes the methods which are used successfully and produced good results and also those apparatus both portable and stationary.

GİRİŞ

Dünyadaki birçok memleketlerde nükleer teknikten istifadeyle bazı madenlerin prospeksiyonu yapılmakta ve bu gaye için bazı cihazlar kullanılmaktaydı. Bunların başında, Uranyum ve Toryum gibi radyoaktif madenler ile Zirkon, Monazit, Fosfat ve nadir toprak minerallerinin prospeksiyonunda kullanılan Geiger ve Scintillometer sayıcıları gelir. Ayrıca, petrol yataklarının evalüasyonunda Nötron Gamma Logging metodları kullanılmaktaydı. Fakat son yıllar araştırmacılar nükleer tekniğin maden prospeksiyonunda, maden sahalarının inkişaf ve değerlendirilmelerinde, cevher analiz ve tretmanında kullanılmasına imkân veren yeni metodlar ve cihazlar geliştirerek tatbikat sahasına geçilmiş ve olumlu sonuç-

lar alınmıştır. Bu son gelişmeleri bir arada izleme imkânını verebilmek için I.A.E.A. (Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı) tarafından «5-9 Kasım 1968» tarihlerinde Arjantin'in Buenos Aires şehrinde bir Simpozyum tertibedilmiştir. Halen madencilikte bu teknikten edilen istifade aşağıdaki beş başlıca konuda toplanmıştır.

- I — Uranyum prospeksiyon ve aramaları;
- II — Maden Jeofiziği ve cevher tretmanı;
- III — Radyoizotop X - Ray Floresans tekniği;
- IV — Aktivasyon Analiz tekniği;
- V — Petrol Jeofiziği.

Bu konularda kullanılmakta olan metod ve cihazları ayrıntılı olarak görelim.

I. URANYUM PROSPEKSİYONU

Genel olarak bütün dünyada yapılmakta olan Uranyum prospeksiyonunda 3 ana disiplinden istifade edilmektedir. Bunlar; Jeolojik, Jeofizik ve Jeoşimik metodlardır.

a) Jeolojik araştırmalar sonunda Uranyum yataklarının tipleri sınıflanmış ve her tip yatak için müsait ortam ve şartların tanınması için jeolojik kriterler tesbit edilmiştir.

Bunlardan istifade edilerek yapılan jeolojik çalışmalar sonucunda tesbit edilen favorable sahalarda Uranyum araştırmalarına geçilir.

b) Jeofizik tekniğinden Uranyum araştırmalarında şu metodlar kullanılarak istifade edilmektedir.

Direkt olarak :

- 1 — Portable Geiger sayacı
- 2 — Portable scintillometer sayacı
- 3 — Yan portable gamma ray spectrometer
- 4 — Kuyu Ölçen radiometrik probe
- 5 — Uçakla scintillometer
- 6 — Uçakla gamma ray spectrometer

Bilhassa birçok strüktüral problemlerin açıklanmasında istifade edilmek üzere,

İndirekt olarak :

1 — Uçakla magnetometer

2 — AFMAG

3— Sismik refraksiyon ve refleksiyon metodu

Bazı memleketlerde özel şartlarda bazı problemlerin açıklanmasında Induced - Potential, Self - Potential, Resistivity, Uçakla Elektromagnetometer ve Portable Isotop Fluorescence (P.I.F.) Analyser metodları da kullanılmıştır.

c) Jeoşimik metod, bundan önceki metodlara yardımcı olmak gayesiyle geliştirilmiştir.

Başlıca;

1 — Hidrojeoşimik prospeksiyon metodu;

2 — Stream sediment prospeksiyon metodu;

Radon prospeksiyon metodu

İlk ikisinde Kolorimetrik analitik (dibenzylmethane ile Uranyum reaksiyonu esasına dayanır) tekniğiyle daha hassas olan Fluorimetrik analiz tekniği tatbik edilir.

Radon gazıyla yapılan prospeksiyonda şişe içine toplanan gazda R 222 tayin edilir. 130 ml kadar gaz cidarı ZnS ile kaplı bir tübe boşaltılarak 4 dakika müddetle scintillometrik usulle sayılarak radyometrik olarak analiz edilir.

Yukarıda zikredilen jeofizik metodlardan Geiger ve Scintillometear sayaçları ve radiometrik sondaj probe'ları genellikle ilk plânda ve uzun zamandan beri bu alanda kullanılan bir tekniktir.

1 — Gamma Ray Spectrometer Tekniği :

Gamma ray spectrometer'in Uranyum aramalarında kullanılması oldukça yeni olup, bazı ileri batı memleketlerinde son birkaç yıldan beri kullanılmakta ve geliştirilmektedir.

Bu metodun sağladığı en büyük avantaj; arazide radyoaktivitenin Uranyum, Toryum veya Potasyumdan geldiğini tesbit ederek numune alıp, homojenize edip, merkez lâboratuvarına gönderilip, analiz neticesini beklemeden arazide tenörünü öğrenmenin mümkün olmasıdır. Bu

metodla yapılan analizler kimyasal metodlara nazaran çok daha çabuk ve sıhhatli olup, 1 p.p.m. değerine kadar analiz yapılabilmektedir.

Gamma fay spectrometerinin prensibi şöyledir :

Uranyum ve Toryum serilerinin elemanları doğrudan doğruya gamma ışını neşretmezler fakat alfa beta ve gamma radyasyonlarını birlikte neşrederler. Bu bakımdan sıhhatli netice almak için serilerin en çok gamma ışını neşreden elemanları seçilir. Uranyum serisinde Gamma ışınlarının büyük bir kısmını neşreden Ra (Pb^{214}) veya RaC (Bi^{214}) seçilebilir. Gamma ışını spectrometerinde elementin tepe notkasını içine alan enerji aralığından (meselâ: RaC (Bi^{214}) için tepe değeri 1.76 Mev dir) spektrumu çizilir. Bu spektrum muayyen faktörler ve enterferanslar göz önüne alınarak Standard Uranyum numunelerinin verdiği spektrumla karşılaştırılarak kantitatif analiz yapılır.

Toryum analizleri için da aynı yol takip edilir. Burada Toryum serisinin ThC¹¹ (Tl^{208}) veya ThB (Bi^{212}) eleman kullanılır.

Bu çalışma için temel cihazlar scintillation dedector ve gamma ray spectrometredir.

Scintillation dedector :

Nal (T.I.) scintillator, photomultiplier tube, proumplifier ve Lead Shield gibi parçalardan, Gamma Ray Spectrometre ise stabilized EHT ünit. Non bloching Lineer pulse amplifier, Differentiel pulse high analyser, ratemeter strip - chart potantiometric recorder, Low - voltage supply ve scaler gibi parça ve ünitelerden teşekkül ederler.

Gamma Ray spectrometresi önce uçakla havadan prospeksiyonda kullanılmaya başlanmıştır.

Kanada'da Geological Survey ile Atom Enerjisi Teşkilâtı müştereken memleketlerinin bazı bölgelerinde K^{40} , B^{210} , Te^{208} konsantrasyonunun haritasını çıkarmak ve Monitör olarak kullanılan elementlerle Potasyum, Uranyum ve Toryumun jeoşimik ilgisini bulabilmek için çift motorlu STOL tipinde bir uçağa gamma ray spectrometresi monte ederek uçuşlar yapmış ve faydalı sonuçlar alınmıştır.

Amerika'da uçak ve helikopterlere monte edilen gamma ray spectrometreler ile U, Th, K prospeksiyonunda kullanılmakta olduğu gibi

magnetometer ilâvesiyle kombine uçuş yapılmıştır. Bu cihazlar aynı zamanda fosfat, lateritik demir, aliminyum ve manganer aramalarında da uygulanabilmiştir.

Yakın zamanlarda Danimarka Atom Enerjisi Teşkilâtı tarafından arazide taşınabilen cinsten portatif bir gamma ray spectrometer geliştirilmiştir.

Görnland'ın güneyinde yapılan prospeksiyon çalışmalarında kullanılan bu spectrometer ile Ilimaussag Alkali intrüzyonunda yapılan çalışma ve aramalarla Uranyum (5000 ton) ve Th (12.500 ton) tesbit edilmiştir. Kvanefeld sahasında da önemli U. Th zuhurları bulunmuştur.

2 — Gamma Logging Tekniği :

Prospeksiyon neticesi tesbit edilen zuhurların değerlendirilmesi için tenör ve rezervin bilinmesi gerektiğinden sondaj ameliyesine gidilmektedir.

Sondaj sırasında karot alınmadan ilerleme maliyeti çok ucuzlattığından bu tip çalışmalarda numune alınmadığından kuyunun radyoaktivitesi ölçülerek geçilen cevherli kısımların kalınlık ve değerleri hakkında bilgi edinilir. Geiger tipi sayaçlara bağlı probe ile yapılan bu ölçmeler ile meydana gelen gamma log'una tesir eden birçok faktörler vardır.

Bunlardan casing tüpü tarafından absorbe edilen gamma radyasyonu edüt edilmiş ve tüpün yapıldığı metal alaşımı ile çeşitli çaptaki boruların cidar kalınlıkları yoğunluk ve yüzey yoğunluklarının tesiri ile koeffisientleri hesaplanmıştır.

Ayrıca cevheri ihtiva eden çevrenin litolojisi dokusu rutubetin ve kütle tesirinin meydana getirdiği yanıtıcı faktörlerin etkisini azaltmak için bir gamma GROSS COUNT PROBE geliştirilmiştir. Bunun kristal büyüklüğü cevher tenörüne göre değişerek kullanılır.

Meselâ; % 2 ile 05 arasında U_3O_8 ihtiva eden yüksek tenörlü yataklarda probe kristal büyüklüğü 3/4 "X2", % 0,05 0,01 U_3O_8 arasındaki düşük tenörlü cevher yataklarında probe kristal büyüklüğü 3/4 "X4" olmakta ve ölçü neticeleri hakikate daha yakın ve sıhhatlidir.

Sondaj kuyularındaki Uranyum tenörünü ölçmek için Uranyumun denge halinde oluşu ve yoğunluğu nazarı itibare alınmadan içindeki (Bis-

mith 214) miktarı tayin edilerek selektif tabii, gamma ismiyle radyo-karotaj metodu geliştirilmektedir.

3 — İzolan içinde fisyon parçalarının kaydedilmesi metodunun Maden ve taşlardaki Uranyum ve Toryum dağılımının etüdünde kullanılması :

Uranyum cevheri veya taş numunelerindeki mevcut Uranyumun radyometrik veya kimyasal analizleri numunedeki global olarak Uranyum miktarını vermektedir. Halen Uranyumun taşın neresinde konsantre olduğunu öğrenebilmek için nükleer fotoğraf plâkalarındaki emülsiyon için alfa şularının trajektuarlarını sayma metodu kullanılmaktadır. Bu metodun birçok mahsurları vardır: Radyoaktivitesi düşük olan taşlarda poz süresinin uzun olması, Uranyum ve Toryumun ayrılması zorunluğu ile bilhassa radioaktif denge halinde bulunup bulunmaması gibi. Bu sebeplerden dolayı yapılan ölçmeler hatalı olmaktadır.

Yeni teklif edilen metod Uranyum fisyonunda husule gelen fragmanların izolan bir ortama havi plân üzerinde tesbit ederek sayılması esasına dayanır.

Bunun için numune 200 mg miktarlar halinde Bayer firması tarafından imâl edilen Polycarbonate terkiibindeki makrofol denen bir madde üzerine konur ve 300 g/l 60 c lık NaOH ile 30 dakika müddetle atak yapılır. Irradiation bir araştırma reaktöründe veya bir nötron generator ile 10^{12} n/cm²S akımda 70 dakika müddetle yapılır ve bilâhare fission fragmanları sayılarak daha önce hazırlanmış U yüzdesi bilinen numunelerden yapılmış etalon vasıtasıyla analiz yapılır.

4 — Dahili çevirimdeki X ışınlarının ölçülmesiyle sıvılarda Uranyum miktarının tayini :

Bir çok hallerde sıvılar içinde az miktarda bulunan Uranyum miktarının sür'atle tayini gerekmektedir. Uranyum cevherinin konsantrasyonunda işleyen Uranyum madenlerinden çıkan suların tekrar kıymetlendirilmesinde rafinaj ve reaktörlerden çıkan suların devamlı olarak kontrollerinde buna lüzum vardır.

Dahili çevirimdeki X ışınlarının ölçülmesi metoduyla yapılan sıvı analizlerinde litrede 10 mg. Uranyum ve daha fazla olan miktarlar tayin edilmektedir. Ölçme işlemi 20 ml numune üzerinde 10 dakikada bitirilir.

Kullanılan cihazlar: Bir fotomultiplikator, berilyum pencere, NaI (tl) ince kristalli bir ölçü sondası ve bir preamplifikatörü havi sintallasyon tipi bir dedektör ile MAP 30, MSA 11, MİLİ 11, M6D 11, MHT 30 elemanlarından teşekkül edilen tek kanallı bir selektörden ibarettir. Numunelerden küçük plâstik krözelere konup kurşun odada ölçülür. Metod tabii sular ile maden ve sanayi tesislerdeki suların ihtiva ettikleri Uranyum miktarlarının süratle ölçülmesi bakımından çok faydalı ve pratiktir.

II. MADEN JEOPİZİĞİ VE CEVHER TRETMANI

1 — Moisture gauge :

Arazide toprak ve diğer maddelerin nem muhtevası yoğunluğunu süratli, doğru ve yerinde ölçebilmek için nükleonik cihaz geliştirilmiştir. Nem, nötron geçleriyle yoğunluk ise gamma ışını transmisyonu veya geriye saçma geçleriyle ölçülür.

Ziraat, ormancılık, hidroloji, inşaat ve endüstri dallarında tatbik sahası bulan «Moisture Gauge» nem gayçleri bilhassa su tesviyesi, toprağın su depolama kapasitesi, evapotranspirasyon, topraktaki nem profillerinin ekinler üzerine tesiri, gübrelerin etkisi, bitkiler üzerinde toprak pekişmesi ve sulamanın etkisi, su hareketleri, sulama uygulamaları, bina, baraj yol ve hava alanları inşaatlarında pekişik temelin çukurlara doldurulan ramble, beton, çimento - stabilize, asfaltlamadaki ham maddelerin nem ve yoğunluk muhtevalarının ölçülmesinde, baton vibratörlerinin etkisini değerlendirme ve vibrasyon süresinin kontrolü gibi işlemlerde kullanılmaktadır.

Hafif portatif ve güvenilir bir alet olan bu geçler tecrübesi olmayan operatörler tarafından kullanılabilir kadar basittir.

2 — Portable Berilyum Prospeksiyon cihazı :

Berilyumun nükleer yakıtların hazırlanmasında zarf malzemesi olarak kullanılmaya başlanmasından sonra bu madene karşı olan alâka artmış ve prospeksiyonundan faydalanmak için yeni cihazları meydana getirilmiştir,

$9\text{ Be} (8\text{ n}) 8\text{ Be}$ reaksiyonu esasına göre çalışan portatif bir arazi ale-tinin geliştirilmesi berilyum aramaları için çok faydalı olmuştur. Bilâhare piyasada He^3 ile doldurulmuş nötron dedektörlerinin bulunması ve küçültülmüş elektronik parçalar üzerindeki ilerleme bu tip cihazların arazi

üzerinde kullanılacak şekilde inkişaf ettirilmesine yardımcı olmuştur.

1965 yılında Danimarkalılar tarafından Grönland'da yapılacak berilyum prospeksiyonu için bir cihaz geliştirilmiştir. İlk cihaz nokta üretici kaynak olarak 100 m Ci 124 Sb ve 2 adet BF³ nötron dedektör kullanılması esasına göre inkişaf ettirilmiştir.

Arazide 2000 den fazla yapılan ölçme ile elde edilen neticelerin müsbet oluşu kullanılan metodun uygunluğunu gösterir.

Aletin ağırlığının 40 kg. a yakın oluşu taşınması bakımından bir dezavantaj teşkil eder Yakın bir gelecekte daha hafif ve hassas cihazların geliştirileceği muhakkaktır.

3 — Gamma ışını geriye saçma tekniği ile maden kuyu ve sondajlarında cevher konsantrasyonunun tesbiti :

Maden yataklarının değerlendirmesinde tenör ve rezervinin hesabe edilmesi gerekmekte ve bu gaye için sondajlı aramalar yapılmaktadır.

Tenör ve cevherli zonların kalınlıklarını tesbit için sondajın karot olarak ilerlemesi ve alınan numunelerin kimyasal analize gönderilmesi gerekir. Bu işlem hem zaman almakta ve hem de sondajda karot olarak ilerleme daha pahalıya malolmaktadır.

Bu nedenle petrol ve kömür aramalarında uygulanan Density - Logging, diğer maden aramalarına da tatbik edilmiştir.

Avusturya'da (Bleiberger - Bergwerksunion) Çinko - Kurşun yatağında yapılan uygulamada gamma ışını geriye saçma tekniğinin sondaj kuyularında Çinko - Kurşun tenörlerinin ve kalınlıklarının ölçülmesinde faydalı neticeler verdiği görülmüştür.

Tekniğin esasını, sayaca bağlanan ve sondaj kuyusuna sarkıtılan probe teşkil eder.

Muhtelif denemeler sonuca kaynak olarak en iyi neticeyi 130 cm. uzunluktaki Cs¹³⁷ kullanıldığı probe vermiştir. Probe 14 cm uzunluktaki kurşun silindir içinde yuvarlanmış Cs¹³⁷ kaynağını 3/4 inç çapında NaI kristali, fotomultiplikator ve proamplifier ihtiva eder.

14 adet sondaj kuyusunda bu tip probe ile yapılan ölçülerde % 1-10 arasında çinko ve kurşun konsantrasyonları ile geçilen cevherli ve steril seviyeler hemen tesbit edilebilmiş ve bu tip ölçmelerin metalik maden

aramaları sırasında muvaffakiyetle kullanılacak maden jeologuna yardımcı olacağı ortaya konmuştur.

4 — Cevher hazırlamada radyoizotop kullanılarak dinamik test yapılması :

Ekonomik olabilecek düşük tenörlü cevherlerin konsantrasyon edilmesi gerekmektedir. Genellikle bu tip cevherlerin kalitelerinin çok değişik olması ve bunların karakteristiklerini çeşitli parametrelerle belirtmek güç olduğundan muhtelif cevher tiplerinin karışımı üzerinde yapılan konsantrasyon ameliyesinde de çok miktarda reagent zayi olabilmektedir. Konsantrasyon edilecek cevher üzerine optimum verimi elde edebilmek için tatbik edilecek tekniğe göre matematik bir model hazırlanmakta ve laboratuvarlarda radyoizotoplarla yapılan denemeler sonunda en iyi şartlar tesbit edilerek formüle edilip sınai tesise tatbik edilir.

Bunun için iki önemli hususun tesbiti gerekir.

1 — Çeşitli tipteki flotasyon hücreleri içinde katı, sıvı ve gazların direnme zaman dağılımlarının ölçülmesi.

2 — Katı izleyicilerin kullanılmasıyla flotasyon şartlarında çalışan bir hücrenin dinamik durumunun karakterize edilmesi.

Bu gayelerle kullanılan izotopların sağlığa zarar vermeyen, yan ömrü kısa ve çevrede kolayca tesbit edilebilmeleri çalışma ortam içinde gamma ışını neşretmeleri tercih edilir. İzleyici kütle malzemeyle aynı tarzda davranış göstermelidir.

Katı safhada; izleyici olarak 10 gramlık numuneler bir reaktör veya nötron generatör ile irradiye edilir. Numuneler ortalama 3×10^3 nötron $\text{cm}^{-2} \text{san}^{-1}$ lik termik bir nötron akımında ORR - tipi bir reaktör (hidrolik safaril) içinde 3 saat irradiyona tabi tutulur ve bilâhare testlerde kullanılır.

Sıvı safhada; Yarı ömrü, 2,57 dakika olan ve kuvvetli neşredici olan Ba^{137} traseri seçilmiştir. Bu izotop J.R. Smit tarafından geliştirilen bir iyon değiştirici «COW» içinde tutulan S^{137} den ayrılarak hazırlanır.

Gaz safhasında; Bu safhada Kr^{85} kullanılır. Bu izleyici kolayca elde edilebilmekte ve kimyasal ataleti sebebiyle zararsız ve yarı ömrü kısadır.

Bu radyo izotop izleyicilerin laboratuvar çalışmalarında kullanılma-

sıyla hazırlanan modeller Endüstriyel teslislere tatbik edilerek optimum randıman alınması sağlanmaktadır.

III. — RADYOİZOTOP X RAY FLUORESANS TEKNİĞİ

Dispersiv olmayan radyoizotop x ray flüoresans tekniği kısa zamanda maden prospeksiyon ve aramaları ile cevher konsantrasyonu ameliyelerinde başarıyla kullanılmakta ve faydalı olmaktadır.

X ışınları radyoizotop Flüoresans (XRF) metodunun, ana prensibi, aranan elementlerin izotop kaynaklarıyla K ve L yarım yörüngenin ekzite edilip X ışınlarının elde edilmesine bağlıdır. Bu ışınlar bir veya iki filtreden geçirilerek sintilasyon dedektörleriyle sayılır. Bu dedektörler propertinal counter sistemi ile birleştirilerek arazi çalışmalarında kullanılır.

Kaynak olarak çok miktarda Nuklid kullanılabilir. Böylece aranan elementte en yüksek enerjiyi elde edebilmek için rahat seçim yapabileme imkânı bulunur.

Meselâ; FeK X ışınlar serisi H^3/Zr kaynağı ile eksim edilmekte ve $4X10^5$ Fotom/ β istihsal edilip 2-12 KeV enerji vermektedir.

Dağılımı olmayan radyoizotop X ray fluoressan analizlerinde en önemli şey analizi istenen elemanın X ışını karakteristiğini verecek optimum eksitasyon için gerekli X ışını enerjisini doğru seçmek ve müsait diskriminatörlü dedektör sistemi ile radyasyonları tesbit etmek ve istenmeyen elementlerin radyasyonlarının karakteristiğini meydana çıkarmaktır.

Bu metod gamma ışınları saçmalı metodla kombine olarak arazide demir aramalarında kullanılabilir.

XRF metodla analiz, yapılan ölçmelerde elde edilen neticelerin aynı geometride kimyasal analizleri yapılmış numunelerle mukayesesi suretiyle yapılır.

XRF analiz tekniği : laboratuvarlarda sabit olarak, arazide yapılacak aramalarda portatif olarak, sondajlı aramalarda ise ilâve edilen sonda cihazı (Probe) sayesinde kuyu ölçmelerinde de kullanılmakta olup, analiz 1 - 3 dakika arasında yapılabilir.

XRF tekniğinin prospeksiyon ve madencilik konularına tatbiki şöyle sıralanır:

— Arazi üzerinde satih çalışmalarında :

Aranan elementin veya mineralin arazide konsantre olan yerlerinin tesbitinde ve bulunan yerlerde ekonomik ölçülerde olup olmadığının tahkikinde. Bu gibi hallerde prospeksiyonun yapıldığı sahrelerin tane iriliği ve heterojen oluşları muayyen miktarda yanılıcı tesir icra edebilir. Bu metodla yapılan demir, kalay, çinko ve kurşun aramalarında olumlu neticeler alınmıştır.

— Sondaj karotlarının tahlillerinde:

Sondaj karotlarının kimyasal analiz yoluyla değerlendirilmesi uzun zaman almaktadır. Karotlar üzerinde doğrudan doğruya yapılan ölçmelerle aranan elementin tenörü öğrenilmektedir. Cu, Fe, Pb, Zn, Sn tahlillerinde faydalanılmıştır.

— Sondaj kuyusu (Logging) ölçmelerinde :

Bir ilâve probe vasıtasıyla sondaj kuyusu içinde cevherli kısımları ve tenörlerini çok kısa zamanda öğrenmek mümkün olmaktadır.

Neticelerin sıhhatli olabilmesi için sondaj kuyusunun kuru ve muntazam olması gerekmektedir.

— Toprak ve sedimentlerde :

Toprak ve plaserlerde yapılacak araştırmalarda muvaffakiyetle uygulanmaktadır. Tayland'da bu metodla yapılan Kalay prospeksiyonunda 50 ppm kadar ölçüler yapılabılmıştır. Ve olumlu sonuçlar alınmıştır.

— Öğütülmüş olan taş numunelerinde :

Tane iriliği ve heterojenite mahsurları ortadan kalktığı için daha hassas netice elde edilmektedir.

— XRF tekniği ile titan, demir, nikel, bakır, çinko, kurşun, kalay, gümüş, tungsten ve altın tahlilleri muvaffakiyetle yapılabilmektedir.

— Cevher konsantrasyon tesislerinde konsantrelerin devamlı kontrollerinde.

— Çimento sanayiinde kalsiyum muhtevası ile alüminyum silis ve demir miktarlarının devamlı olarak ölçülmesinde.

— Blast materyellerin kullanılmasında CaO/SiO₂ oranlarının bulunmasında

— Kömürlerde ASH kontenin tesbitinde başarıyla kullanılmaktadır.

IV. AKTİVASYON ANALİZ TEKNİĞİ

Aktivasyon analiz, günümüzde analiz problemlerinde geniş çapta kullanılmakta olan son derece hassas ve spesifik basit bir analitik methodur. Bu method hassasiyetinden dolayı bilhassa elementsel mikroanaliz problemlerinde ve trace elementlerin analizlerinde çok kullanılmaktadır. Bunların yanında bu method kimyasal saflaştırma sahasında diğer analitik methodları kontrol ve yardımcı olarak uygulanmaktadır. Aktivasyon analiz birçok hallerde analizi yapılacak numunenin elementlerine kantitatif ayrışımını gerektirmediğinden analizlerin süratli yapılmasına imkân verdiği gibi reagentlerin empurite kontaminasyonlarından doğan hataları da ölçmüş olur.

Aktivasyon analiz methodunun prensibi şöyledir :

Analiz edilecek numune partiküllerle veya yüksek enerjili fotonlarla bombardıman edilmek suretiyle numune içindeki element veya elementler radyoaktif izotoplar haline dönüştürülür. Elde edilen herbir radyoizotop, neşrettiği karakteristik nükleer radyasyonunun ve yarı ömrünün incelenmeleriyle kantitatif olarak; hasıl olan radyoizotopların aktivitelerinin ölçülmesiyle de orijinal numunedeki ana izotop veya elementler kantitatif olarak tayin edilir.

Cihazlar:

Nötron jeneratörü (10^8 n/S akılı)

100 - 400 kanallı spektrometer

Dedektörler

Monitörler.

Aktivasyon tekniğinin tatbik edildiği yerlerin başlıcaları şunlardır.

- Jeoşimik araştırmalarda
- Tras elementlerin analiz ve aramalarında
- Sulardaki zararlı maddelerin tesbitinde
- Jeolojik formasyonların karakteristiklerinin tesbiti ve korelasyonunda
- Prospeksiyonu yapılan elementin kontur haritasının çıkarılmasında
- Deniz dibindeki sedimentlerin incelenmesi ve deniz dibi jeolojisinde
- Zirkonium da hafniyum tesbitinde
- Cevher konsantrasyonu ameliyelerinde istihsalin ve prosesüsün

devamlı kontrollerinde kullanılmaktadır.

Analizler çok küçük miktarlar üzerinden yapılmakta olup, günde 200 numune analiz edilebilmekte ve bir numune tahlili 10.— TL malolmaktadır.

Metodun hassasiyeti çok fazla olup, suda U ve Th analizlerinde 0,01 p.p.m. element analizlerinde 0,01 p.p.m. maden analizlerinde % 0,01, zikronlu kuumlarda hafnium tesbitinde 30 p.p.m. kadar, taş numuneleri korelasyonunda 1-100 p.p.m. minerallerin determinasyonunda 0,1 - 1000 p.p.m.

Bu cihazlar genellikle laboratuvarlarda kullanılmakta ise de Kanada Atom Enerjisi tarafından otomobil ve uçaklara yerleştirilerek arazide direkt olarak aramalarda kullanılmıştır.

Bu aletin mahzurlu tarafı Cobalt ve berilyum kaynaklarının pahalı oluşu ve senede 3-4 defa değiştirilmesi gerektiği hususudur.

V. PETROL JEOFİZİĞİ

Nükleer teknik petrol ve tabii gaz rezervuarlarının prospeksiyon ve developmanında çeşitli problemlerin hallinde muvaffakiyetle tatbik edilmektedir. Başlıca aşağıdaki gayelerde kuyu ölçmeleri yapılarak kullanılmaktadır.

1 — Verimli zonun hesabedilmesinde:

Petrol ihtiva eden formasyonların jeolojik karakterlerinin (şeyl ve dolomit miktarları) tayin için Konvansiyonel Nötron Logging, Nötron Induced - Nötron Logging, Nötron Induced - Gamma Logging, Scattered Gamma Radyasyon Logging, Compensated Gamma - Gamma Logging metodları kullanılır.

2 — Formasyonun litolojisinin tayininde şu metodlar kullanılır:

Naturel Gamma Ray Logging, spektral Diskriminasyon ile Naturel Radyoaktif — Logging, çeşitli numunelerin radyoaktivitelerinin ve spektral analizlerinin yapılması, Densite Nötron Induced - Nötron - Transit Time, Nötron Aktivasyon.

3 — Petrolün niteliklerinin ve akışkanın kontak yüzeyini tesbit için :

Klorin dedeksiyon, Nötron dedektör pulse kaynak, Nötron Life time Log, su numunelerinin Radyometrik analizleri, Petrol ve su fazlarında seçilmiş Radyoaktif izleyici metodları kullanılır.

4 — Rezervuarın değerlendirilmesinde ve işletilmesinde :

Permeabl ve porü formasyonların tesbiti, kırıkların içindeki hidrolik durumun tayini ve aynı formasyonların civara yayılmasının kontrolünde bu metodlar kombine olarak tatbik edilmektedir.

NETİCE :

Nükleer tekniğin yalnız radyoaktif madenlerin aranmasında değil bütün metalik madenlerle petrol araştırmalarında kullanıldığı ve tatbik edilebileceği hususu yapılan çalışmalar neticesinde ortaya konmuştur.

Uranyum ve Toryum aramalarında bilinen klasik aletler meyanında gamma ray spektrometreleri önemli bir yer tutmaktadır ve büyük gelişmeler göstermiştir. Bu cihazın portabl olanları bir çok memleketler tarafından arazi çalışmalarında kullanılmaktadır. Ayrıca sonda (probe) aletinin akkuple edilmesiyle de sondaj kuyusu ölçmelerini de yerinde yapma imkânı vardır.

Bu spektrometrelerin arazi tipi olarak geliştirilmiş şeklinin yakında ticari yönden yapılarak piyasaya çıkacağı ve prospeksiyon çalışmalarında önemli bir yer alacağı muhakkaktır.

Solüsyonlarda Uranyum dozajının tesbiti metodu bilhassa hidrojeoşimik prospeksiyon ve sınai tesislerdeki artık suların ve tretman sırasında sıvıların devamlı kontrolleri için çok faydalı olacaktır.

XRF tekniğin de gelişmiş ve pertabl arazi cihazı yapılmıştır. Ticarî imalâtına başlandığı takdirde hertürlü madenlerin prospeksiyonunda faydalı olabilir.

Nötron aktivasyon tekniği ile en hassas analizleri kısa zamanda yapmak mümkün olabilecektir. Bu metod başlıbaşına bir analiz Laboratuvarı mahiyetinde görünmektedir.

Bütün burada görülen yenilikler meyanında Fransızlar havalı sığ sondajların çok ucuza malolması nedeniyle bunu sondajla prospeksiyon şekline getirmişlerdir. Bu usulde kuyu yıkanıp fotoğrafı çekilmekte, formasyon ve litoloji tesbit edilmektedirler. Amerika'da bir firma bu iş için özel bir kamera imâl etmiştir.

BİBLİYOGRAFYA

1 —J.A.S. Adams : Total and spectrometric gamma-ray surveys from helicop ters and vehicles. Presented in the «proceedings of the symposium on the use of nuclear techniques in the prospecting and

- development of mineral resources» No : SM-112/10
- 2 — R. Bourseau, P. Fabre et E. Zini : Dosage de l'uranium en solution par la mesure du rayonnement X de conversion interne No : SM 112/17
 - 3 — L. Blaga: Mesure de la distribution isotopique dans revaluation des gisements Pétrolifères No: SM-112/27
 - 4 — P. G. Burkhalter : Radioisotopic X-ray analytical techniques for gold and silver ores No: SM-112/18
 - 5 — J. F. Cameron : Nucleonic soil density and moisture gauges No : SM-112/18
 - 5 — J. F. Cameron : Nucleonic soil density and moisture gauges No : SM-112/6
 - 6 — R. L. Caldwell, W. R. Mills and W. W. Givens : Advances in nuclear geophysical methods in oil geology and rock analysis No: SM 112/25
 - 7 — C. G. Clayton : Applications of radioisotope X-ray fluorescence analysis in geological assay, mining and mineral processing No : SM-112/20
 - 8 — J. A. Czubek et P. Dumesnil : Radiocarottage gamma naturel sélectif No: SM-112/16
 - 9 — J. A. Czubek: Neutron methods in geophysics No: SM-112/5
 - 10 — A. G. Dandey, Q. Bristow and D. K. Donhoffer : Airborne gamma-ray
 - 11 — D. K. Donhoffer: Determination of ore concentration in exploration holes by the gamma-ray backscattering technique No: SM-112/2
 - 12 — K. E. Duftschmid : A versatile field instrument for X-ray fluorescence analysis No: SM112/21
 - 13 — B. Dziunikowski and J. Niewodnicanski : Field determination of iron using X-ray fluorescence and gamma-ray scattering No : SM-112/22
 - 14 — R. S. Foote : Improvement in airborne gamma-radiation data analyses for anomalous radiation by removal of environmental and pedologic radiation changes No: SM-112/13
 - 15 — R. P. King, E. T. Woodburn, R. P. Colborn, R. Edwards and W. E. Smith: Dynamic testing of mineral processing equipment using

radioisotopes No: SM-112/34

- 16 — L. Lövborg, H. Kunzendorf and J. Hansen : Portable beryllium prospecting instrument with large sensitive area No: SM-112/4
- 17 — L. Lövborg, H. Kunzendorf and J. Hansen : Use of field gamma-spectrometry in the exploration of uranium and thorium deposits in South Greenland No: SM. 112/14
- 18 — P. L. Olgaard : Use of theoretical models for neutron moisture gauge calibration and desing No: SM-112/1
- 19 — G. Peteu : Nuclear techniques currently used in oil field exploitation No: SM-112/24
- 28 — A. Pradzynski : Photo-nuclear and fast neutron activation analysis of copper in copper ores and flotation products No: SM-112/29
- 21 — J. R. Rhodes, T. Furuta and P.F. Berry : A radioisotope X-ray fluorescence drill hole probe No : SM-112/23
- 22 — G. G. Santos, L. E. Fite, W. E. Kuykendall, R. E. Wainerdi, A. H. Rouma and W. R. Bryant : Preliminary study on the use of fast-neutron activation analysis on seas floor compositional mapping No : SM-112/30
- 23 — Silvia Sircana et G. Gloria : Utilisation de la méthode d'enregistrement des fragments de fission dans les isolants pour l'étude de la répartition de l'U et du Th dans les roches et dans les minéralisations No : SM h 112/19
- 24 — R. E. Wainerdi, E. A. Uken, G. G. Santos and H. P. Yule : Neutron activation analysis and high resolution gamma-ray spectrometry applied to areal elemental distribution studies No : SM -112/32
- 25 — J. W. Winchester and J. A. Catoggio : Application of neutron activation analysis to geochemical studies of mineral resources No : SM-112/28

