

**TÜRKİYE MADENCİLİK BİLİMSEL
VE TEKNİK 5.KONGRESİ**
14-18/2/1977.dısı salonu/ankara

TÜRKİYEDE
UYGULANMAKTA OLAN
MODERN URANYUM
ARAMA YÖNTEMLERİ

TMMOB

MADEN MÜHENDİSLERİ ODASI

TÜRKİYE'DE UYGULANMAKTA OLAN
MODERN URANYUM ARAMA YÖNTEMLERİ

John W. King*

Özet :

Bugün, Türkiye ve Dünyanın diğer yerlerindeki kumtaşı tipi uranyum aramaları birbirine bağlı ve çok yönlü yöntemleri gerektirir. Modern projeler; uçak, yüzey ve yeraltı prospeksiyonun tek tek ve koordineli olarak ve buna ilâveten jeoloji, radyasyon jeofiziği, toprak-su ve yeraltı jeokimyası olarak yorumlanan yöntemleri kullanırlar. Gerekliğinde kısa aralıklarla karot alman, rotary-karotsuz sondajların jeolojik ve elektronik bağları yeterli yeraltı bilgi, lerini temin eder. Yukarıdaki verilerin sabırla yorumu bir projenin sonucunu saptayabilir.

Abstract :

Exploration for uranium in sandstone hosts in Turkey and elsewhere today, requires sophisticated multidisciplinary methods. Modern projects employ phased and coordinated air, ground and sub-surface surveys and investigations that consider geology; radiation geophysics; and soil, water, and sub-surface geochemistry. Geologic and electronic logging of holes drilled by rotary non-core rigs, backed by a few core intervals, provides adequate sub-surface information. Sagacity in interpretation of those data may determine the outcome of a project.

(*) International Atomic Energy Agency

Giriş :

Uranyum araması atom çağının çeyrek yüzyılında, prospektörlerce yürütülen basit araştırmalardan, çeşitli arazi araçları ve laboratuvar teknolojileriyle donatılmış uzmanlar tarafından sürdürülen karmaşık, çok yönlü çalışmalara dönüşmüştür. Bu yazının amacı, bazı mineral araştırmalarının esaslarını, uranyum arama teknolojisi ve bu teknolojinin arazideki uygulamasını kısaca gözden geçirmektir.

Bazı Arama Kuralları

İlk olarak mineral aramalaraıdaki bazı esaslardan ve bu aramalarda özellikle uranyum aramanın temel kurallarından kısaca bahsedelim.

Belki de birçoklarımızca en zor kabul edilen durum, maden aramanın bir kumar olması ve kozların daima bizim aleyhimize olmasıdır. Binlerce arama çalışmalarından belki sadece bir tanesi başarıya ulaşarak işletilebilir bir maden cevheri bulunacaktır. Bu durum fiziksel araştırma projelerinde de aynıdır. Diğer bir deyişle, birçok maden arama projesi başarısızlığa uğrar.

Arama çalışmalarının başarılı olduğu yerlerde, çalışmaların başlangıcı ile rezervlerin işletilip tüketilmesi arasında geçen zaman tahmin edilenden genellikle fazladır. Herşey yolunda gittiği takdirde uranyum cevherlerinin bulunup işletilebilir hale getirilmesi için gereken zaman ortalama 8 yıldır; üretim süresi ise 10 veya 15 yıl sürebilir.

Uranyum üretim maliyeti doğrudan doğruya çok değişken olan arama masraflarına bağlıdır. Diğer safhalar maliyet üzerinde arama masrafları kadar etkili olmazlar. İşletme ve zenginleştirme harcamaları genellikle pound başına 15-20 dolarlık bir artma getirebilecek nispeten dar limitler içinde değişiklik gösterirler. Halbuki arama masrafları pound başına birkaç cent'den, çalışmaların başarısız sürdürüldüğü yerlerde, sonsuza kadar gidebilir. Bugünkü fiyatlar dikkâte alındığında, uranyum aramalarında pound başına 4 dolarlık bir arama masrafı uygun kabul edilebilir.

Kayda değer diğer bir özellikte arama masraflarının arama süresine bağlı olmasıdır. Bugünkü yüksek fiyat artışları arama masraflarını daha üretim başlamadan, iki misline çıkarmakta ve hatta arama süresi uzadıkça tekrar iki veya üç misline çıkarabilmektedir. Bu nedenle uzun bir çalışma süresi iyi bir projeyi ekonomik açıdan başarısızlığa itebilir.

Özellikle uranyum için geçerli olan diğer bir noktada hedefin kalitesi ve büyüklüğüdür. ((Sarı pasta)) (yellow cake) fiyatlarının yakın zamandaki artışı, durumu büyük ölçüde kolaylaştırmıştır. Ancak yine de çok küçük hedefler aramaların dışında tutulmalıdır. Örneğin günde 200 ton kapasiteli bir tesis % 10 tenörlü U_3O_8 cevherini işlediği takdirde, uygun koşullarda yılda, pound'u 15 dolardan 65 ton «sarı parta» üretebilir. Böyle bir tesisin amortisman süresi 12 yılda ve bu süre içinde bu tesisi beslemek için 1000 ton U_3O_8 içeren % 10 U_3O_8 tenörlü 1000000 ton cevher gereklidir. Bu tip bir cevher bazı koşullarda çok çekici olabilir. Fakat eğer bu 1000 ton U_3O_8 herbiri 25 tonluk 40 ayrı cevhere bölünürse, cevher yüzeyde olmadıkça, arama ve işletme masrafları çok büyük tutarlara ulaşacaktır. Ayrıca, eğer cevherin tenörü yukarıda zikredilenin yarısı kadar ise, işlenecek tonaj iki misline çıkacak ve durum daha da kötüleşecektir.

Uranyımı Cevher Hedefi

Uranyum birçok yerde bulunabilir ancak cevherler üç esas jenetik tipte sınıflandırılabilir : 1) Uranyumun muhtemelen, eski sahil plaserleri içinde, oksijensiz bir bölgede konsantre olduğu konglomera tabakalarında; 2) Damarlarda ve intrü'zif kontaklarda; 3) Uranyumun muhtemel kaynağından uzakta, gevşek kumtaşları içindeki zuhurlar halinde. Türkiye'de aramakta olduğumuz tip kumtaşı tipi uranyum cevheridir, zira bu tip cevherler daha önceden de ülkede saptanmıştır. İkinci bir neden ise bugünkü bilgimize dayanarak en geniş uranyum cevherlerinin kumtaşı tipleri olduğudur.

Kumtaşı tipi uranyum cevherleri içeren hazne kayalar, karasal fluvial ortamda çökelmiş, oldukça geçirgen," ge-

nellikle orkozik, karbonlu materyel ve pirit içeren kumlar olarak karakterize edilebilir. Cevher haznesi herhangi bir uyumsuzluğun yakınında olabilir ve uranyum çökelmelerinde etkin olan ve çökeldikten sonra orada korunmasını sağlayan stratigrafik, yapısal veya kimyasal özellikler içerebilir. Cevher yatakları genellikle geçirgenliğin en iyi olduğu hat boyunca uzanan kümeler halinde oluşurlar. Dünyanın en geniş kumtaşı tipi uranyum maden bölgesi Grants, New Mexico'dadır ve toplam 200000 ton U_3O_8 rezervi içermektedir. Bundan başka yeryüzünde yaklaşık herbiri 2000 ton dan fazla U_3O_8 25 tane kumtaşı tipi uranyum bölgesi mevcuttur.

Uranyumun, içinde cevher olduğu kumtaşlarda bulunan kaynaklardan, kanal tipi yeraltı akiferleri boyunca suda eriyebilen u^{+6} halinde taşındığına inanılmaktadır. Oksitleyici cevherli sıvının redükleyici koşullarla karşılaştığı yerlerde uranyum u^{+4} halinde çökeler.

Uranyumun oksitlendiğinde veya redüklendiğindeki değişken çözülebilirliği uranyum cevher oluşumu bakımından çok önemlidir. Kumtaşları içindeki mineralizasyon esas olarak uranyumun, daimi tekrarlanan, oksitlenmesi - çözülmesi taşınması redüklenmesi - çökmesi ameliyesinden ibarettir. Oksidasyonla çözülebilen uranyum redüklenebileceği bir ortama kadar gidebilir ve orada u^{+4} olarak çökebilir. Mineralizasyon olayı için esas olan demir aynı şekilde hareket eder ve cevhere götürücü kılavuz niteliğinde renk değişimleri ve karakteristik pirit morfolojisi meydana getirir.

Cevherler oldukça basittir ve piritle yakından bağlantılı olan uranimik ve coffinite esas cevher mineralleridir. Kumtaşı tipi cevherlerde birçok metalin uranyumla birlikte bulunmasına rağmen, bazı bölgelerde sadece vanadyum ve bakır önemli yan ürün olarak bulunmuştur.

Cevherler iki esas şekilde oluşurlar. Bir tanesi dikey kesitte hakim olarak «C» şeklinde uzun, yılankoni roll-tipi cevher yatağıdır. Diğeri cetvel şeklinde (tabular) veya düz yaygın cevher gövdeleri halindedir. Bu ikinciler hazne kayacın tabakalanmasına aşağı yukarı paralel olarak görünürler, ancak bu genel ve kesin kaide değildir.

Uranyum cevher mineralizasyonu ender durumlar gösteren ayrıcalıklı bir olaydır. Bu gibi durumlar ve cevher yataklarının müteakip dağılımı tesadüfi değildir. Aksine, cevher dağılımı bazı jeolojik ve kimyasal özelliklerin varlığı ile kontrol edilir. Arama yapan jeolog, bu gibi özelliklerin tanınması ve yerinin bulunması ve mineralizasyonu kolaylaştırır değişme zonlarının saptanması ve de kısır sahalarda elde ettiği bilgilerden yakınlarda olabilecek cevher yatağı hakkında fikir sahibi olmakla uğraşır. Cevher mineralizasyon özelliklerinin sadece cevherin bulunduğu yerde olmayıp esas cevherden birkaç kilometre uzağa yayılma özelliği araştırma yapan jeolog için önemli bir yardımcıdır.

Uranyumun Arama Teknolojisi

Uranyum arama teknolojisi birçok bakımdan diğer madenlerin ve yakıtlarınkine benzer. Bununla beraber, uranyumun radyoaktivitesi ve jeokimyası, daha çok bir uzmanlaşma gerektirir ve aynı zamanda bu uzmanlaşmayı sağlar. Uranyum ve kardeş ürünlerinin radyoaktif özellikleri, bugün her yerde kullanılmakta olan uranyum arama yöntemlerinin büyük çoğunluğu bazı radyoaktivite ölçme çeşitlerine dayanır.

Başlangıçta bir çok uranyum cevheri, geiger sayıcıları ile yüzeyden, mostra veren sarı, oksitlenmiş uranyum cevherlerini arayan prospektörler tarafından bulunmuştur. Bu günlerde, uranyum aramakta olan ülkeler mostra veren veya bitki örtüsünün hemen altında bulunan cevherleri saptamışlardır. Böylece, prospektörlerin elde alet taşıyarak arama yapmaları çoğunlukla gerilerde kalmıştır ve gizli cevherleri saptamak için yeni yöntemler uygulanmalıdır. Modern uranyum aramaları, yüzeyde mostra vermeyen ancak yarlıkları hakkında bazı şüpheli belirtiler veren cevherleri bulmak için yerin derinliklerini görebilmelidir. Bu gibi cevherler, oksitlenerek tahrip olmaktan üzerlerini örten su tablası ile korunmuş siyah, oksitlenmemiş cevherlerdir; bunlar 1000 metreyi geçen derinliklere kadar oluşabilirler.

Uranyum cevherlerini bulmanın gittikçe zorlaşması üzerine daha gelişmiş ve karmaşık arama teknolojisi geliş-

tirilmiştir. Bugün uranyum, jeofizik aletleri ve jeokimyasal teknoloji ile donatılmış uzmanlardan oluşuk ekiplerce aranmaktadır. Modern uranyum aramaları, değişik ustalık ve tekniklerin, yorumların ve ne diğer metallerin aranmasında nede petrol aramalarında genellikle uygulanmayan kavramların hepsini birden kullanmaktadır. Uranyum arayıcıları ayrı bir grup oluşturmakta ve ustalıkları, madencilik endüstrisinde kendine özgü bir yeri olan özel bilgilerinin ve yaratıcı güçlerinin ilimleriyle birlikte yoğrulabilmektedir. Böyle bir ustalık kolayca ve çabucak kazanılmaz, ancak başarılı bir uranyum arama programının yürütebilmek için koşuldur.

Modern bir uranyum arama projesi jeolojik haritalama, sintillometre ile aramalar, dere sedimanı çalışmaları, uranyum ve radon için su numunelemeleri, karotsuz sondaj çalışmaları, araziden toplanan numunelerin çok elemanlı jeokimyasal laboratuvar analizleri ve neticelerin elektronik beyinde incelenmesi gibi yöntemlerin hepsini birden kullanan çok yöntemli, devreli, koordineli çalışmalar yapmalıdır.

Uranyum için jeolojik uygunluk, diğer metallerde olduğu gibi, başlangıçta bölgesel jeolojik tektonik, jeomorfoloji, stratigrafi, litoloji, sedimanlarını kaynakları ve diğer faktörlerin incelenmesi ile saptanır. Bir sahanın potansiyel uygunluğu saptandıktan sonra arazi projesinin ilk devreleri başlar. İdeal olarak, bölgedeki sahanın uygunluğunu ve bu saha içinde çalışmaların en ilgi çekici bölgelerde sürdürülmesini sağlamak için havadan radyometrik çalışmalar ve jeolojik tanıma harita alımları yapılır. Böyle bir tanıma ilk elemeyi oluşturur; sonraki elemeler en uygun kısımlarda, daha ayrıntılı havadan çalışmalar, jeolojik harita alımı, yerden radyometrik, jeolojik, jeokimyasal ve belki de radon ve jeobotanik gibi yöntemler uygulanır. Bu araştırmalar herhangi bir sahanın uygunluğunu kanıtladığı takdirde, anomolilerin veya çevrenin uygunluğunun fiziki araştırmalarla kontrol edilmesi gerekir. Bundan sonradırki proje jeologu, hangi tip cevher arıyorsa ona en uygun çalışma yöntemini kararlaştırır.

Bu arada damar tipi uranyum aramaları ile özellikle Colarodo platosu tipi kumtaşı yatakları türünden sedimanter kayaçlar içindeki uranyum aramaları arasındaki temel fark önemlidir. Damar tipi uranyum cevheri ararken mineralleşmenin delilleri genellikle görülür ve değerlendirilir. Buna karşıt kumtaşı tipi cevherler aranırken çalışmalar uranyum çökmesi için uygun sahanın saptanmasına yönelir ve ondan sonra saptanan uygun sahada uranyum cevheri aranır. Diğer bir fark ta iki cevher tipinin geometrik şekillerinden ileri gelir. Her iki cevher türünün de esas itibariyle cetvel şeklinde (tabular) tarif edilebilmelerine rağmen, damarlar daha ziyade çizgisel oluşuklardır ve muhtemelen çok fazla eğimlidirler. Halbuki kumtaşı cevherleri düz ve yatay bir görünüm arzederler ve gerçekten tamamen gömülü, hiç mostra vermiyor olabilirler. Böylece damar tipleri karakteristik olarak nokta veya çizgisel anomali verirler, kumtaşı cevherleri ise varlıkları hakkında herhangi bir doğrudan kanıt vermeksizin saklı olarak uzanabilirler.

Damar tipi cevherlerin aranması genellikle nokta veya çizgisel anomalinin saptanmasına ve mostra boyunca derine doğru veya yüzeysel devamı hakkındaki fikir edinmeye yöneltilir. Genellikle fay veya intrüzif kontak gibi çok eğimli jeolojik yapılar aranır. Bu gibi yapılar devamlılıkları, kollara ayrılıp ayrılmadıkları ve değerleri açısından incelenirler. Bu nedenle bu tip cevherlerin araştırması doğrudan doğruya dik eğimli yapıların yüzey özelliklerine dayanan araştırmalar şeklinde sürdürülür.

Çeşitli nedenlerden ötürü sedimanter çevredeki çalışmalar çok değişik şekilde yürütülür. İlk olarak, herhangi bir radyometrik anomoli, sert kayaç bölgelerinde olduğu gibi yakında bulunan bir cevher yatağının yüzeysel belirtisi olarak kabul edilmez ancak esas itibariyle uygun sahalara bir kılavuz olarak işe yarar. İkinci olarak hedef genellikle düz ve yaygındır çünkü, uranyumu, cevher oluşturduğu yerlere taşıyan solüsyonlar yatay tabakalar içinde hareket ederler ve de buralarda oluşan cevher tabakalanmayla uyumludur. Üçüncü olarak ise, bu solüsyonlar, içinden geçtikleri akifer

içinde aglerasyon yaparak arkalarında iz bırakırlar ve böylece esas cevher sahalarının civarında, uygunluğun saptanabileceği cevher sahasının iki üç katı büyüklüğünde bir saha yaratırlar. •#.

Havadan ve yerden çalışmalar mineralize solüsyonlar tarafından meydana getirilmiş alterasyon bölgesini tanıma amacıyla yönetilir. Sedimanter sahalarda, uçakla havadan çalışmalar çok az bir zaman ve para harcanması ile çok geniş sahalarda ön bilgi sağlar. Havadan tespit edilen anomalileri kanıtlamak üzere yüzeyden çalışmalar sürdürülür.

Herhangi bir mineralize saha erozyona uğradığı takdirde, özellikle bu saha derin bir şekilde oyulmuşsa, alterasyon ürünleri veya mineral oluşumları geniş bir sahaya dağılmış olabilirler. Toprak dere sedimanı, yeraltı ve yerüstü su numuneleri gibi bozuşma ürünlerinden alınan numuneler bu mineralizasyon hakkında jeokimyasal deliller verirler. Dere sedimanı numune alımı, havadan uçakla çalışmalar gibi oldukça geniş bir saha hakkında çabuk ve geniş bilgi sağlar. Radon ve uranyum içeriklerini incelemek üzere, önceden belirlenmiş bir yoğunlukla veya mevcut olduğu yerlerde yapılan su numunelemesi sahanın uygunluğu hakkında değerli bilgi sağlayabilir. Sintülometre çalışmaları diğer yüzeyden çalışmalarla birlikte sürdürülür.

Jeolojik tanıma harita alımları bu çalışmaları takip eder veya onlarla birlikte sürdürülür. İyi yapılmış jeolojik haritalarla, havadan ve yerden çalışmaların sonuçlarının jeolojiyle olan münasebetleri saptanır ve böylece sonuçların anlamı değerlendirilebilir. Jeolojik yapıya göre, bazı kuvvetli anomaliler herhangi bir değer ifade etmeyebilirler. Diğer yandan başka bir jeolojik ortamda background'un sadece birkaç katı değerler önemli olabilirler.

Sedimanter sahalarda tanıma sondajlarına genellikle önce akiferhazne saptamak amacıyla radyometrik veya jeokimyasal anomaliler veren bölgelerde başlanır ve sonra bu akiferin içinde uranyumun saptanmasına çalışılır. Bu çalış-

ma sondaj makinası, numune alımı ve jeofiziksel kuyu loğlaması şeklinde sürdürülür. Böyle bir sondaj çalışması başlangıçta birkaç kilometre aralıklarla sürdürülebilir ve bu aralık elde edilen yeraltı bilgileri ve yüzeysel anomalilere bağlı olarak daha da azaltılıp sıklaştırılabilir. Birkaç y^Ü ton U₃O_B içeren bir bölgenin çevresindeki altere olmuş kesim sondaj çalışmaları ile tanınabilir olmalıdır; böylece uygun olmayan sahalarda en az çalışma ile giderilebilir ve cevher bulma çalışmaları doğrudan doğruya başarının en çok muhtemel olduğu yerlerde yoğunlaştırılabilir.

Bir sahada, önceden eleme yapmadan, kesif sondaj çalışmalarına geçmek için gerekli zaman ve para harcamalarının çok geniş olması araştırmacıları genellikle bu tür yaklaşımdan vazgeçirmektir. Davis (6)'e göre «potansiyel bir bölgenin büyüklük oranı, içinde bulunan tipik bir mineralize sahaya nazaran çok fazladır. Bu nedenle yeterli bir jeolojik çalışma olmadan yapılan geniş bir sondaj programı başarısızlığa uğrayabilir.» «Potansiyel sedimanter uranyum sahalarının büyüklüğü, en az sondaj masrafı gözönüne alınsa dahi, kesif sondaj çalışmalarına imkân vermemektedir.))

Geçmişte Dimimi

Güney batı Anadolu'da sürdürülmekte olan *IAEA-M.T.Â.* ortak projesi yukarıda bahsedilen modern arama metodlarını uygulayan bir uranyum arama projesine örnek olarak gösterilebilir (7). Bu sahalarda bölgesel jeolojik harita çalışmaları ve havadan ve yerden radyometrik çalışmalar proje başlamadan önce tamamlanmış ve küçük, sık oksitlenmiş cevher rezervleri tesbit edilmiş idi. Radyasyon çalışmalarının olumlu sonuçları ve bilinen cevher yataklarının Neojen sedimanları içinde bulunması su tablasının altında yer alan redüklenmiş zonda saklı cevher oluşumlarını aramayı amaçlayan projenin çalışma sahasını saptamakta yeterli bilgiyi sağlamıştır.

Tüm proje sahası içinde değişik çalışmalar, sondaj yapılabilecek uygun sahaların seçilmesini sağlamış ve diğer taraftan uygun olmayan sahaların da çalışma dışı bırakılması-

ni sağlamıştır. Dere sedimanlarından uranyum ve uranyuma bağlı 9 element için numune alınmıştır. Radon ve uranyum içeriklerini anlamak için toprak ve su numuneleri alınmış ve buna uygun olarak gamma - sintillasyon çalışmaları sürdürülmüştür. Bu çalışmalardan elde edilen arazi ve laboratuvar verileri, çok geniş olan bilgilerin en etkin şekilde kullanılabilmesini sağlamak için elektronik beyinle hazırlanmıştır. Bu araştırmalara dayanarak anomali veren sahalardan belirlenmiş ve konturlanmıştır. Genellikle iki veya daha fazla yöntem kullanılarak belirlenen anomaliler uygunluk açısından özellikle en kuvvetli belirtileri vermişlerdir. Daha sık numune alman ve aynı çalışmaları kapsayan takip çalışması ile sondaj hedefleri saptanır. Sondaja geçmeden önce ön stratigrafik bilgi ve kontrol sağlamak için ek jeolojik harita alımı yapıldı. Böylece çok geniş olan proje sahası sondaj çalışması yapabilecek boyutlara düşürüldü. Proje sahasında en yüksek anomali veren saha 30 küsur km² yi kapsamaktadır. Sondaj çalışmaları yaklaşık 1 km aralıkla başlamış ve uygun belirtilerin bulunduğu yerlerde daha da sıklaştırılmıştır. Kalınlığı 30 m den fazlaya ulaşan devamlı bir kumtaşı ünitesi tesbit edilmiştir. Bu ünite her yerde yüksek radyoaktivite göstermekte, ancak radyometrik anomali vermemektedir. Anomali veren sahada yapılan 50 sondajdan elde edilen malumata dayanarak cazip cevher yatakları bulma ümidinin çok düşük olmasından, daha fazla arama yapmaya karar verilmiştir. Böylece başlangıçta çekici olan bir saha en az masraf ve zaman harcanarak değerlendirilmiş ve diğer sahalarda harcamalara devam edebilme olanağını sağlamıştır.

Başka yerde, iki sahada mineralize zona girilmiştir. Bu? tanesinde kılavuz muhtemel bir roll - tipi cevher yatağına işaret sayılabilecek redüksiyon - oksidasyon ara yüzeyi olmuştur. Daha sonraki jeokimyasal çalışmalar sahanın uygunluğunu kanıtlamıştır. Diğer sahada sondaj çalışmalarına, hidro - jeokimyasal anomaliler yol göstermiştir. Bu iki sahada kesilen cevherler henüz detaylı geliştirme sondajları ile takip edilmemiş olduğundan tenörleri ve boyutları hakkında herhangi bir şey söylenememektedir.

Bu projedeki sondaj çalışmalarının bir özelliği de sürekli olarak yeraltı jeolojisinin kullanılmasıdır. Sondaj kırıntılarından alınan temsil edici numuneler kuyularda elektrik ve gamma ölçümleri temel yeraltı verileri sağlamak üzere düzenlenmiştir. Bu bilgi litolojik yorum, stratigrafik korelasyon ve uygunluk değerlendirmeleri için kullanılmıştır.

Her metrede bir alınan kırıntı numuneleri bir jeolog tarafından loglanmaktadır. Standart bir form üzerine kaba özellikleri kaydeder ve mineralojiyi inceler ve son olarak da ağır mineral içeriğine bakar. Tarifleri yaparken, uygunluğun en belirleyici özellikleri olan renk, oksidasyon durumu, karbon ve demir muhtevaları ve mineraloji gibi özelliklere ayrı bir dikkat gösterir. Gamma ve elektrik ölçülerinin küçültmüş bir kopyası mikrolog halinde referans olmak üzere jeolojik ölçün üzerine yapıştırılır.

Sondajlardan elde edilen bilgiler bugüne kadar titizlikle saklanmıştır. Elektronik log akımları, sondaj makinası kuyuyu terkettikten sonra genellikle yarım saat içinde alınmıştır. Bu sadece anında bilgi edinmeyi sağlamamış aynı zamanda da kuyu kaybı (çökme v.s. nedeni ile) önlenmiştir. Kuyu ilerledikçe jeolojik ölçümü tamamlamak ve numune alımına nezaret etmek için bir jeolog genellikle günde yapılan iki vardiye boyunca sondaj başında bulunmuştur. Jeolojik ölçüm genellikle kuyunun tamamlanmasından 24 saat sonra bitirilmiştir. Bilgiler geliştikçe ve korelasyonlar yapıldıkça büroda tamamlayıcı harita ve kesitler hazırlanır. Böylece sondaj çalışmaları ilerledikçe elde edilen yeraltı bilgilerinde gelişmekte ve buna bağlı olarak ek sondaj yerleri saptanmasında karar alınmaktadır. Bu yöntemle her kuyu o anki gereksinimlerle değerlendirilmiş ve daha fazla veya daha az sondaj yapma durumu geniş bir şekilde ortadan kaldırılmıştır.

Özet Ye Sonuçlar

Kumtaşları içinde modern uranyum aramalarının karmaşık teknolojisi, etkin bir program içinde koordine edilebilecek ve devrelere ayrılacak havadan, yüzeyden ve yeraltı

tından çalışmaları kapsar. Böyle devreli, çok yöntemli uranyum aramasının ekonomik ve etkin olduğu Türkiye'de kanıtlanmıştır.

Bulgulara götürecek sondaj hedefleri tespit edilmiş ve 3000 km²'lik bir sahanın kesin değerlendirmesi tamamlanmıştır.

Bölgesel jeolojik harita alımı ve havadan radyasyon çalışmaları tamamlandıktan sonra, dere sedimanı ve su numuneleri alımıyla sahanın yeterli ilk elemesi yapılmıştır. Koordineli gamma çalışmaları, topraktaki uranyum içeriği ve toprak gazındaki radon ölçümlerinden oluşuk takip çalışmaları 50 ve 100 metre derinlikler arasındaki sondaj hedeflerini etkin bir şekilde belirlemiştir. Her metreden kırınıntı numunesi alman karotsuz sondajlar, gamma, s.p. ve rezistivite loglarıyla birlikte yeterli yeraltı bilgileri sağlamıştır. Bu çeşitli çalışmalardan elde edilen verilerin yorumu bir projenin başarılı olduğu veya başarısızlığı oranındaki farkı ifade edebilir.

Bu modern teknolojinin uygulanmasıyla, geniş sahalarda, uygun olmadıkları anlaşılarak ortadan kaldırılmış ve çok az masrafla birçok küçük sondaj hedefleri saptanmıştır. Sondajlarda, cazip kalınlıkta ve tenörde uranyum cevheri kesilmiş ve henüz değerlendirilmemiş ek hedefler saptanmıştır. Kuvvetli anomoliler veren bir saha, yeraltında umulan uygunluğu göstermemiştir.

Referanslar:

- 1 — King, John W., «Some principles of modern uranium exploration», Interamerican Meeting Science and Man in the Americas, CONACYT AÁAS, Mexico. 1973 (oral presentation, unpublished).
- 2 — Nininger, R. P., «Uranium exploration policy, economics, and future prospects» uranium Exploration Methods (Proc. Panel Vieima, 1972). Vienna (1973) q.
- 3 — Fischer, R. P., «Exploration guides to new uranium districts and belts», Econ. Geol. 69 (1974) 363.

- 4 — Adler, H. H., «Interpretation of colour relations in sandstone as a guide to uranium exploration and ore genesis» Uranium Exploration geology (Proc. Panel Vienna, 1970), IAEA, Vienna (1970), 155.
- 5 — King, John W. and Austin, S. R., «Some characteristics of roll-type uranium deposits of Gas hills, Wyoming distr. liy USAEC Grand Junction. Colo. (1965); abridged version in Min. Eng. 18/5 (1966) 73.
- 6 — Davis, J. F., «A practical approach to uranium exploration drilling from reconnaissance to reserves», Uranium Exploration Methods (proc. Ponel Vienna, 1972, Vienna 1973) 109.
- 7 — King, J. et al, «Exploration for uranium in southwestern Anatolia, a case history», Int. Symposium on Exploration of Uranium ore Deposits, Vienna (1976) in press.