

Uranyum Aramaları ve Türkiye'nin Uranyum Potansiyeli

İBRAHİM ÇETİNTÜRK Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü, Ankara

İkinci Dünya Savaşı'ndan sonra hızla gelişen endüstrileşme ve bunun gerektirdiği enerji talebinin geleneksel kaynaklardan karşılanma olasılığı giderek güçleşmiştir. Son 1973 petrol krizi bu sorunu daha da ciddi boyutlara ulaştırılmış, bu durumda artan enerji açığının nükleer güç ile karşılanması durumu ortaya çıkmıştır. Nükleer gücün birim enerji maliyetinin diğer kaynaklara göre, bilhassa büyük kapasiteli reaktörlerde, daha ucuz olması ve ileri endüstri ülkelerinin dünya hammadde kaynakları %90'unu ve teknolojinin tümünü kendi denetimleri altında bulundurmaları, enerji üretiminde nükleer gücün payını giderek arttırmıştır.

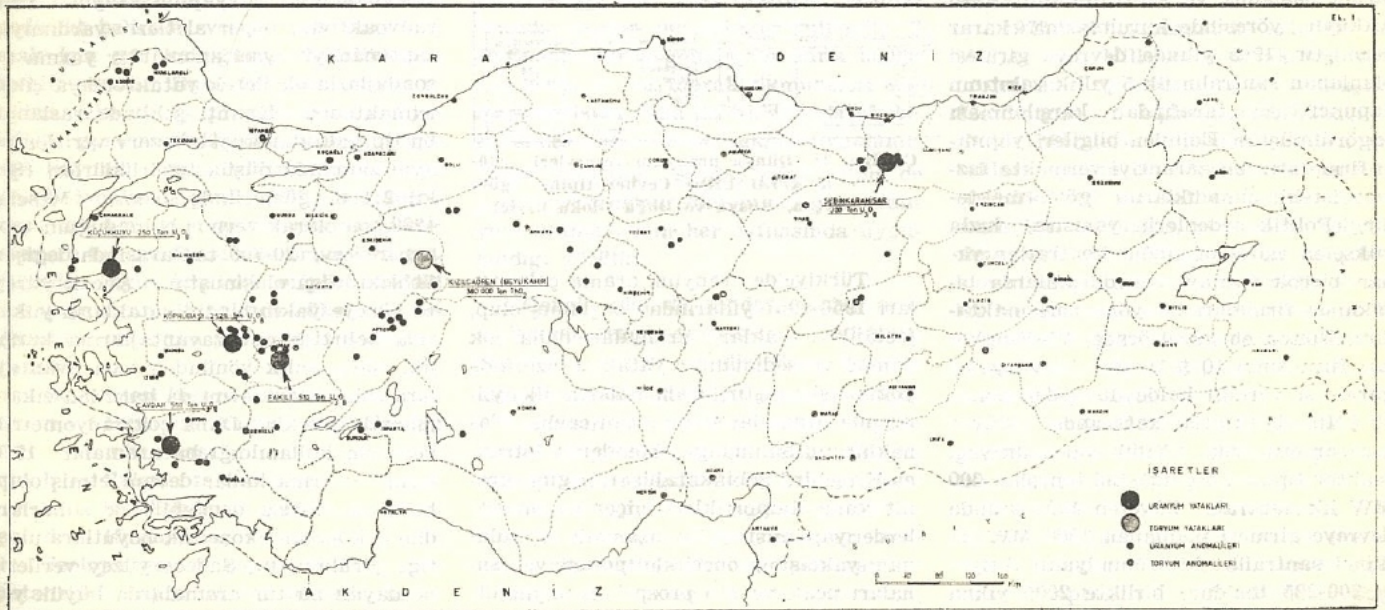
1985 yıllarında bu payın:

A.B.D.	% 20
F. Almanya	% 30
İtalya	% 30
İspanya	% 35
Belçika	% 44

olacağı tahmin edilmektedir.

Gelişmiş ülkelerin yanı sıra, petrol üreticisi durumundaki bazı gelişmekte olan ülkelerin bile nükleer gücü devreye sokmak için hazırlıklarda buldukları gözden kaçmamaktadır. Bilinen metallerin aksine uranyum serbest piyasada alınıp satılan bir metal değildir. Ancak reaktör yapıcısı firmalar, yaptıkları reaktörlerin yakıtı için belirli bir süre (3-5 yıl) garanti vermektedirler. Dünya

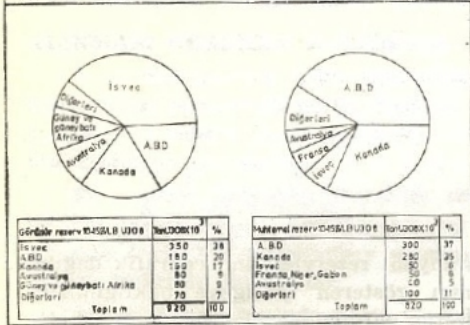
uranyum rezervlerinin coğrafik dağılımını gösteren çizelgeye baktığımızda üretici durumda olan ülkelerle tüketici durumunda olan ülkeler arasındaki dengesizlik hemen görülmektedir. (Çizelge 1) 8 \$/lb olan fiyatlar 1973 petrol krizinden hemen sonra 30 £/lb ye, bugün ise 45 \$/lb ye yükselmiştir. 1974 yılında yaklaşık 20.000 ton olan talebin 1980 de 120.000, 1985 den sonra da 200.000 ton/yıla yükseleceği, bu bakımdan 1990 larda fiyatların yükseleceği ve dünyanın bir uranyum dar boğazına gireceği tahmin edilmektedir. Büyük uranyum rezervlerine sahip ülkelerin aynı zamanda reaktör teknolojisi konusunda da ileri düzeyde olmaları fiyatların bu ülkeler ta-



Sekii 1: Uranyum - toryum yatakları ve radyoaktif anomalilerin dağılımı.

rafından istedikleri düzeyde tutulacağını göstermektedir.

Hâlen pilot çapta Sarı Pasta dediğimiz Yellow-Cake üreten Köprübaşı pilot tesisi 1974 sonlarında tamamlanmış olup, bu güne kadar yaklaşık 500 Kg Yellow-Cake ($Mg U_2 O_7$) üretmiştir. İkinci aşama olan sarı pastadan $UO_3 - UO_2$ gibi bileşiklerinin yapımını amaçlayan pilot tesis hazırlıkları da ilerlemiş olup, tesisin yapımına bu yıl içinde başlanacaktır.



Çizelge 1: Dünya uranyum rezervleri (10-15 \$/LB ülkelere göre (Çin, Rusya ve Doğu Bloku hariç)).

Türkiye'de nükleer santral konusundaki çalışmalar 1965 yıllarında başlamıştır. 1967-1970 yılları arasında EİE idaresinin yaptığı etütler sonucu 1977 yılında 300-400 MW lik bir reaktör planlanmış olup, ancak çeşitli nedenlerle bu proje gerçekleştirilememiştir. 1971 yılının da TEK'in bünyesinde kurulan Nükleer Enerji Proje ve Tesis Dairesi 600 NW lik bir santralin fizibilite hazırlıklarına başlamış ve santralin Silifke'nin Akkuyu yöresinde kurulmasına karar vermiştir. 1985 yılında devreye girmesi planlanan santralin ilk 5 yıllık yakıtının yapımı firma tarafından karşılanması öngörülmüştür. Edinilen bilgiler, yapımı firmaların bu garantiyi vermekte fazlaca istekli olmadıklarını göstermektedir. (Politik nedenlerin yanısıra, hızla yükselen fiatların uzun kontratlar yapan birçok firmayı zor durumlarda bırakması firmaları bu yöne zorlamaktadır). Bunun en güzel örneği Westinghouse firmasının 10 \$/lb. den 20 yıl yakıt garantisini verdiği halde 1973 den sonra 40 \$/lb. olan fiatlar karşısında 2 Milyar \$ zarar etmesidir. Yıllık yakıt ihtiyacı reaktör tipine göre 125-135 ton olan 600 MW lik santrale ilâveten 1991 yılında devreye girmesi planlanan 1000 MW lik ikinci santralla (ki bunun yakıt ihtiyacı 200-225 ton'dur) birlikte 2000 yılına kadar 4000 ton uranyum yakıt hammadmesine ihtiyacımız bulunmaktadır.

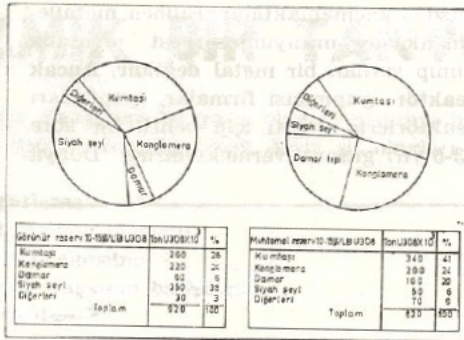
Bugüne kadar Türkiye'de tesbit edilen toplam uranyum rezervi 4289 ton olup bunun 2500 tonunun işletilebilir olduğu yapılan ön fizibilite çalışmaları sonucunda saptanmıştır. Bu durumda, Türkiye'nin 1985-1990 yıllarında devreye sokmayı planladığı nükleer santrallerin hammaddesini kendi öz kaynaklarından karşılayabilmesi için uranyum aramalarına hız verilmesi gerekmektedir.

Uranyum aramaları son yıllarda klasik aramalardan çeşitli arazi ve laboratuvar aletleriyle donatılmış uzmanlarca sürdürülen çok yönlü çalışmalara dönüşmüştür. Burada uranyum arama yöntemlerinin diğer maden aramalarından farklı yöntemler olduğunu vurgulamak isterim.

Uranyum yatakları oluşum yönünden:

- 1 — Damar
- 2 — Sedimanter
 - a) Konglomera
 - b) Kumtaşı

olmak üzere iki ana sınıfa ayırır. (Çizelge 2). Çizelgede görüldüğü üzere dünya rezervinin %20 sini oluşturan damar tipi yataklar yüksek tenörlerine rağmen dar bir yayılım, buna karşılık düşük tenörlü olan sedimanter yataklar ise çok daha geniş bir yayılım gösterirler



Çizelge 2: Dünya uranyum rezervleri (10-15 \$/LB U₃O₈) Cevher tipine göre (Çin, Rusya ve Doğu Bloku hariç)

Türkiye'de uranyum arama çalışmaları 1956-1957 yıllarında başlamış olup, jeolojik olanaklar, aramaları daha çok damar ve sedimanter yataklar üzerinde yoğunlaştırmıştır. Çalışmaların ilk yıllarında aramalar damar tipi cevher olanaklarının bulunduğu; Menderes, Istranca-Kırşehir, Şebinkarahisar, gibi granit ve metamorfikleri içeren masiflerde yapılmıştır. Bu aşamada uygulanan yaklaşım, öncelikle potansiyel sahaları uçak ve oto prospeksiyon metotları ile daraltıp, saptanan hedef sahaları yaya prospeksiyon ekibine hazırla-

mak olmuştur. Bu çalışmalar sonunda granit ve gnayslar içerisinde sayısız anomaliler bulunmuştur. Genellikle otunit ve torbernit gibi sekonder uranyum mineralleri içeren bu anomaliler birkaç metrelik bozuma zonlarına bağlı olarak görülmekte ve yapılan yarma çalışmalarında bozuma zonundan taze kayaca girildiğinde kaybolmaktadır. Süperjen kökenli bu tür mineralizasyonların, bünyesinde uranyum bulunan granit-gnays ve asit volkanik kayaların yüzeylerinde suların aşağı doğru filtre olabileceği ortamlarda olduğu tahmin edilmektedir. Granit-gnays ve asit volkanikler içerisinde bulunan bu tür anomaliler, bizlere daha sonraki yıllarda sedimanter uranyum olanaklarının saptanmasında yardımcı olmuştur.

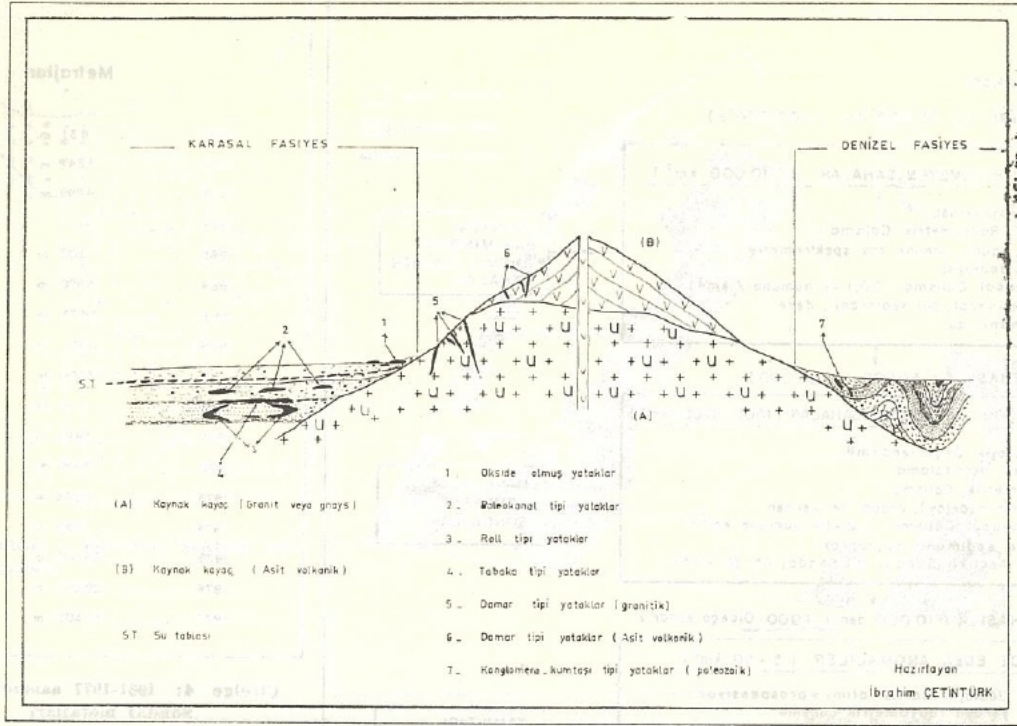
Sedimanter uranyum yataklarının aranmasına öncelikle, içerisinde sekonder uranyum mineralizasyonu saptanan masiflerin çevresindeki Neojen sedimanlarından başlanmıştır. Bugün için bilinen bütün sedimanter yataklar 1960 lardaki bu aşamadan sonra ortaya çıkarılmıştır.

Bu yataklar bulunuş sırasına göre:

Köprübaşı	2529 U ₃ O ₈
Çanakkale-Küçükkuyu	250 "
Eşme-Fakılı	510 "
Şebinkarahisar-	
Çukurovası	300 "
Koçarlı-Küçükçavdar	500 "
Köprübaşı-Ecinlitaş	200 "

(Devam ediyor)

Bu aşamada, yani sedimanter olanaklara geçtiğimizde, uranyum yataklarının aranması tamamen yüzey verilerine dayanılarak yapılmaktaydı. Yani radyoaktivite ölçen aletler yardımıyla saptanan yüzeyel anomaliler yarma ve sondajlarla ölçülerek yatak ortaya çıkarılmaktadır. Kalıntı şeklinde raslanan bu tip yataklar küçük rezerv verirler ve aynı zamanda düşük tenörlüdürler. (Şekil 2:1 ile gösterilmiş kısım). Meselâ, 4289 ton olarak vermiş bulunduğum toplam rezerv, 20-700 ton arasında değişen 14 sektörden oluşmuştur. Ancak yüzey ve yüzeye yakın bu tip yatakların yukarıda belirttiğim dezavantajlarına karşılık, işletmecilik yönünden bazı avantajlara sahip olduklarını da hatırdan çıkarmak gerekir. Daha çok radyometrik verilerin kullanıldığı bu aramalar 1970 lerin başlarına kadar devam etmiş olup, bulunan sayısız denilebilecek zuhurlardan çok azının ekonomik boyutlara ulaştığı görülmüştür. Sadece yüzey verilerine dayalı bu tür aramalarda büyük yatakların bulunabilme şans oldukça zayıftır.



Şekil 2: Uranyum yataklarını gösterir şematik kesit

1970 lerin başlarından itibaren geçilen 3. aşama yüzeyde mostra vermeyen örtülü uranyum yataklarını bulmağa yönelik olup, bu tip yataklar su tablası altındaki derinliklerde korunduğundan rezervleri binlerce ton olarak ifade edilen rakamlara ulaşabilir (Şekil 2: 2, 3, 4 ile gösterilmiş kısımlar) Şu anda dünyada uygulanan ileri düzeydeki uranyum aramaları, yüzeyde mostra vermeyen, buna karşılık varlıkları hakkında endirekt belirtiler veren yatakları bulmak için yer kabuğunun derinliklerine inebilmektedir. Buna bir manada derinliğine veya dikey prospeksiyonda diyebiliriz. ppm mertebesinde uranyum içeren kaynak kayalardan yıkanan ve uranil iyonları halinde solisyona geçen uranyum yeraltı sularıyla çok uzun mesafelere taşınır. Redüktan ortamlara girdiğinde suyun içindeki eriyik haldedeki uranyum uraninit halinde çökelerek sedimanter uranyum yataklarını meydana getirir.

Bu prosesi kısaca özetlersek:

- Uranyum kaynak kayalardan yıkanması,
- Sularla taşınması,
- Redüklenecek çökmesi,
- Korunması.

Jeolojik ve radyometrik verilerle potansiyeli saptanan bir bölgede kademe kademe jeoloji-çeşitli jeosimi ve sondaj yöntemlerinin uygulanması, netice-

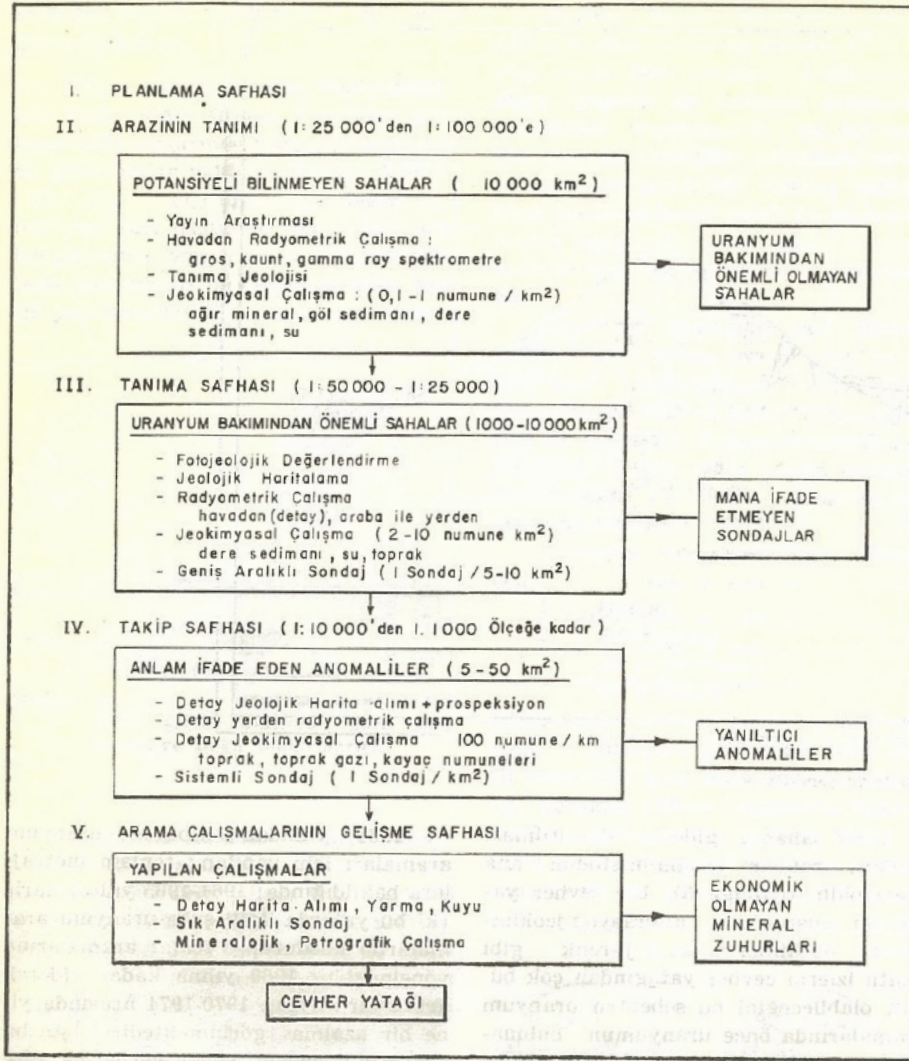
de hedef sahanın giderek daraltılması modern uranyum arama metodun ana prensibidir (Çizelge 3). Bir cevher yatağının oluşturduğu alterasyon-jeokimyasal özellikler-mineroloji-renk gibi çeşitli izlerin cevher yatağından çok büyük olabileceğini bu sebepten uranyum aramalarında önce uranyumun bulunabileceği ortamların aranması gerektiğini hatırdan çıkarmamak gerekir. Çeşitli jeokimyasal teknikler uranyum aramalarında yaygın bir şekilde kullanılır. 2 ve 3. safhalarda geniş aralıklarla başlanan dere, su ve toprak numuneleri alımı 4. safhada daha da sıklaştırılarak bilgi sonuca götürücü bir şekilde uygulanır. Diğer taraftan sondaj yönteminin de jeoloji ve jeosimi yöntemleri gibi uranyum aramalarının her safhasında uygulandığı görülür.

Genel anlamda sondaj, maden aramalarında rezerv safhasına gelindiğinde uygulanan bir yöntemdir. Buna karşılık uranyum aramalarında sondaj istikşaf safhasından itibaren her safhada uygulanan bir yöntem olmaktadır. Mesela, tanıma safhasındaki sondaj, ki en yaygın olarak uygulanan, uranyum yataklarının bulunabileceği ortamları aramağa yöneliktir. Bu aşamada yapılan sondajlarda hemen bir uranyum yatağına raslamak beklenmemelidir. Burada gaye verileri toplamaktan ibarettir.

1961 yılından itibaren uranyum aramaları için yapılan toplam metrajlara bakıldığında: 1964-1965 yılları hariç (ki bu yıllarda ilgili şube uranyum aramalarını durdurup, fosfat aramalarına yönelmişti) 1969 yılına kadar giderek artan bir metraj, 1970-1974 arasında yine bir azalma görülmektedir. İşte bu azalmanın nedeni, yüzey verilerine göre yapılan aramaların tamamlanmış olmasıdır (Çizelge 4).

1973-76-77 yıllarındaki artışlar ise M.T.A. - B. Milletler - ortak uranyum projesinin uygulanmasıyla olmuştur. Söz konusu 3. aşamada Köprübaşı ve Fakılı bölgelerinde evvelce bilinen yatakların, yakın çevrelerinde devam edip etmediklerini kontrol amacıyla istikşaf sondajları yapılmış, yüzeyden belirtisi olmayan Koçarlı-Küçükçavdar ve Şebinkarahisar-Çukurova gibi örtülü yataklar bu aşamada ortaya çıkarılmıştır. Bu devreyi bir bakıma modern uranyum aramalarına doğru atılmış bir adım olarak niteleyebiliriz.

Bu arada Köprübaşı Bölgesinde uygulanmış olan M.T.A. - B. Milletler ortak uranyum arama projesinden bahsetmek isterim (Şek. 3). Biraz evvel bahsetmiş olduğum modern arama metodlarının kademeli olarak uygulanması sonucu saptanan hedef sahalarda daha detay çalışmalarına geçilerek Killik ve Ecinlitaş sektörlerinde ilk oksitlenme-



Çizelge 3: Uranyum arama safhaları

miş uranyum belirtisine rastlanmıştır. Haritada gördüğümüz anomaliler, mevcut kuyulardan alınan sulardaki U miktarıyla suyun içindeki radon gazının aktivitesini göstermektedir (Şekil 4). Bunlardan Kılık Sektöründe 65 m derinlikte bulunan cevher, Türkiye'de Sutableası altında saptanan ilk oksitlenmemiş uranyum mineralizasyonudur. 5,5 m kalınlıkta olan cevherli zonun çevresi sık aralıklı sondajlarla taranmış, ancak zuhurun ekonomik boyutlara ulaşmadığı anlaşılmıştır. İkinci Bulgu ise Kasar Yatağının 1 km NE'de bulunan Ecinlitaş sektörüdür. Ecinlitaş Türkiye'de ekonomik boyutlara ulaşan ilk oksitlenmemiş uranyum yatağıdır. Şekil 5 de halen devam eden 25 m aralıklı rezerv sondajlarını görmekteyiz. Rezerv bu safhada 200 tona ulaşmış olup, halen muhtemel gelişme doğrultusunda sondajlara devam edilmektedir. Veriler bir

kanal tipi yataklanma olasılığını göstermektedir. Şekil muhtemelen kanalın bükümünü olup, bunun güneyinde aynı kanalın başka bir bükümünü izleyecek şekilde bir arama programı hazırlamaktayız. Ecinlitaş yatağı bizim için, rezervi ile kıyaslanmayacak ölçüde olağanüstü bir bulgudur. Genellikle önemi, rezerv miktarlarıyla değerlendirilen cevher yataklarının yanında, yatak tipi ve uygulanan metodun başarısı yönünden değer kazanır. Aynı arama metodları şu anda Afyon-İhsaniye ve Trakya-Kırklareli bölgesinde başarıyla uygulanmaktadır. Her iki sahada da tanıma safhası jeosimi ve sondaj çalışmaları yapılmakta ve olumlu sonuçlar alınmış bulunmaktadır.

Uranyum kaynak kayacı olabilecek granit-gnays ve asit volkanikler yurdumuzda yaygın olarak bulunmaktadır. Kapıdağ - Kestenbolu - Kazdağ - Susur-

Metrajları

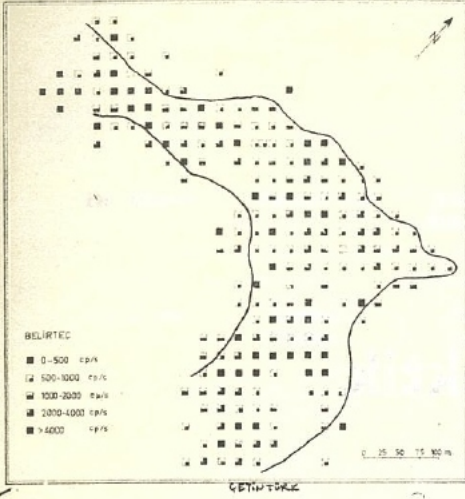
1961	1831 m.
1962	3242 m.
1963	4899 m.
1964	—
1965	200 m.
1966	5900 m.
1967	9272 m.
1968	11751 m.
1969	6000 m.
1970	1116 m.
1971	1963 m.
1972	2000 m.
1973	5078 m.
1974	7583 m.
1975	23000 m.
1976	29200 m.
1977	37.500 m.

Çizelge 4: 1961-1977 arasında yapılan yıllık (Sonda) metrajları

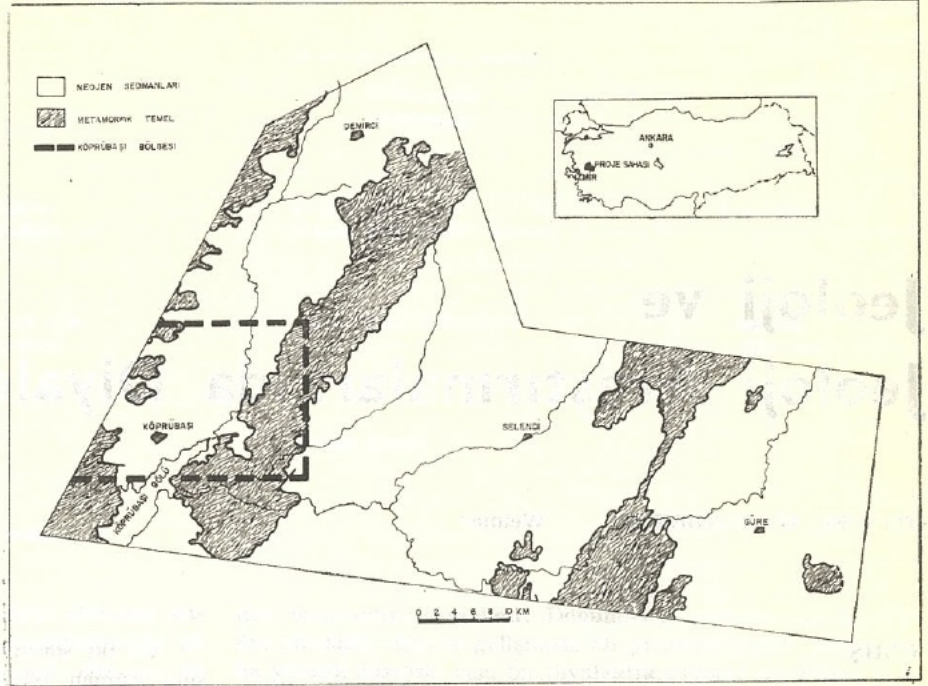
luk - Orhaneli - Domanıç granitlerini, Kırşehir - Tatos ve Bitlis masiflerini bunlara örnek olarak verebiliriz. Bunlar ve bunlara ilaveten, bilinen Menderes - Istranca gibi metamorfik masifler ve bunlarla beslenen sedimanlar önümüzdeki yıllarda bilinçli bir şekilde etüt edilecektir. Aramalar yer altına yönelik hedef ise oksitlenmemiş uranyum cevheri olacaktır.

Burada, üzerinde önemle durulması gereken konu sondaj çalışmalarının bu tür aramalarda en geniş iş hacmini kapsayacağı konusudur. Sıhhatli kırıntı - numune alan ve yıllık kapasitesi 25.000 - 30.000 m arasında olan makinalarla yapılacak sondaj uygulamaları bizi başarıya götürecektir en önemli faktör olacaktır.

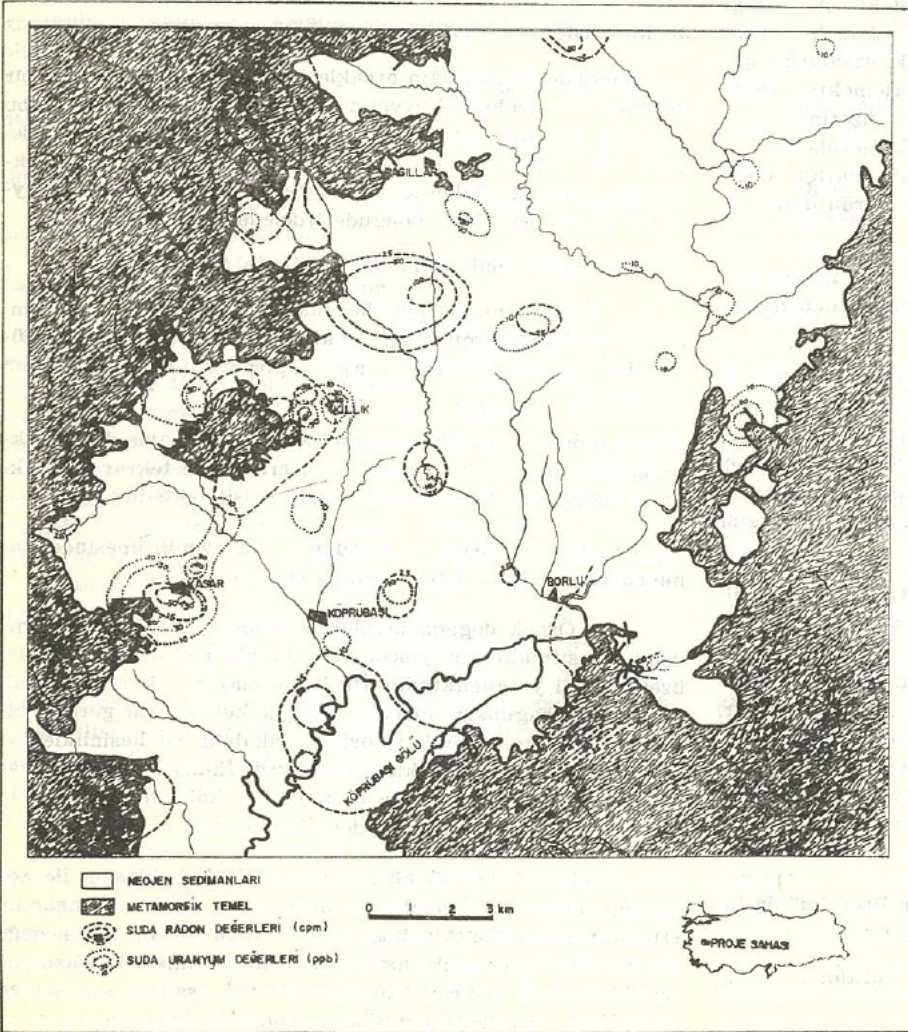
Üzerinde durulması gereken diğer bir konuda; ülkemizin büyük bir kısmının kaynak kayaç değerlendirilmesi yönünden modern anlamda bir uçak prospeksiyonuna tabi tutulmamış olmasıdır. Yapılmış olan uçak prospeksiyonu daha çok direkt olarak, uranyum yatağı bulma amacına yönelik olmuştur. Yurdumuzda bugüne kadar bulunmuş olan uranyum yatakları açık bir şekilde göstermektedir ki; kaynak kayaç ile yataklar arasında çok yakın bir ilişki söz konusudur. Bu yatakların hemen hepsi kaynak kayaçların yakın çevresinde bulunmakta, bu bakımdan ülkemizin



Şekil 5: Köprübaşı - Ecinlitaş Sektörü rezerv sondajları



Şekil 3: Güneybatı Anadolu uranyum aramaları proje sahası



Şekil 4: Köprübaşı Bölgesi suda uranyum ve radon anomalileri

büyük bir kısmı için kaynak kayaları bulmağa yönelik bir uçak prospeksiyonuna ihtiyaç vardır. Kaynak kayaların saptanmasından sonra bu kayaların çevresinde yerden yapılacak etüdler yeni yeni olanakların ortaya çıkmasını sağlayacaktır.

DEĞİNİLEN BELGELER

- Adler, H. H., 1974, Concepts of uranium-ore formation in reducing environments in sandstones and other sediments: Proceedings of a symposium Athens organized by the IAEA.
- Dick, W., 1975, Geochemistry applied to uranium exploration: Geol. Survey Canada 75-26.
- Kalafatçioğlu, A., 1976, Uranyum kaynakları ve Türkiye'nin muhtemel uranyum bölgeleri: Dünya enerji konferansı, ayrı basım.
- King, J. W., Tauchid, M., Frey, D., Basset, M., Çetintürk, İ., Aydınöz, F., Keçeli, B., 1976, Exploration for uranium in Southwestern Anatolia: proceedings of a symposium Vienna organized by the IAEA.
- King, J. W., 1977, Güneybatı Anadolu'da uranyum aramaları: Türk hükümetine sunulan rapor M.T.A. Enstitüsü.
- Nininger, R., 1975, The world uranium supply challenge: USA Atomic Energy commission (SM-183/42)
- Tauchid, M., 1977, Güneybatı Anadolu'da uranyum aramaları jeokimyası, Türk hükümetine sunulan rapor: M.T.A. Derleme Raporu (yayımlanmamış)