

7. teknik kongre

türkiye'nin elektrik enerjisi üretiminde yararlanılabilecek, bilinen linyit ve uranyum potansiyeli ve yeni olanakların bulunmasında uygulanan modern yöntemler

eran nahoman

UDK: 621.311 : 662.642 : 546.791 :
550.81.001.7 (560)

1. DÜNYADA GENEL ENERJİNİN DURUMU

Bilindiği gibi enerji sektörünün durumu, bir ülkedeki endüstrinin gelişmesini, tarımsal verimin artmasını, sosyal kalkınma hızını, kısacası tüm ekonomik sektörleri etkilemektedir, özellikle kalkınmakta olan ülkelerde bol ve ucuz enerji temini hayati bir önem taşımaktadır.

Dünyanın geri kalmış ve kalkınmakta olan ülkelerindeki nüfus, toplam nüfusun % 60'ın> oluşmasına karşılık, bu ülkelerin toplam enerji üretme kapasitesi dünya enerji üretim kapasitesinin yalnız X 7'si dolayındadır. Dünya enerji tüketimi kişi başına yılda 1,77 ton taşkömürü eşdeğerindedir. Bu değer Batı Avrupa'da 3,35 ton, dünyada üretilen tüm enerjinin % 40'ını tüketen Kuzey Amerika'da ise 10,3 tona ulaşmaktadır.

Gelişmemiş ve gelişmekte olan ülkelerin enerji konusunda göstermekte oldukları çabaların doğuracağı büyük kaynak talepleri bir kenara bırakılsa bile, başka bir deyişle, her ülkenin gelişme hızı değişmez kabul edilse bile, artan nüfus nedeniyle dünya enerji talebini karşılayabilmek için enerji üretim kapasitesinin her yıl % 6 oranında artması gerekmektedir.

Bugünkü bilgilere dayanılarak dünya toplam fosil yakıt (kömür, petrol, tabii gaz) rezervinin 11.200.10⁹ tsf (tons of standart fuel : 10.000 kcal/kg'lık sıvı yakıt) kömür, 740.10⁹ tsf petrol,

660.10⁹ tsf tabii gaz olmak üzere toplam 12.600.10⁹ tsf olduğu tahmin edilmektedir. Jeolojik potansiyeli gösteren bu rezervin ancak 3.800.10⁹ tsf'lik bölümünün üretilebileceği öngörülmektedir. 1970 yılında fosil yakıt tüketimi 9.10⁹ tsf'dir. Bu değer 2000 yılında 30.10⁹ tsf'e ulaşabilecektir. Tüm enerji gereksinmesinin yalnız fosil yakıtlardan karşılanması durumunda bu yatakların 50-60 yıllık bir zaman diliminde bitmesi kaçınılmazdır.

Nükleer enerji kaynaklarına gelince, bu kaynakların da sınırsız olanaklar sağlayamayacağı bir gerçektir. 1973 yılında 19.000 ton olan dünya uranyum üretiminin (25.000 ton U₃O₈) 1980'lerde 60.000 ton uranyuma (=80.000 ton U₃₀) ulaşacağı öngörülmektedir. 1985 yılında ise talep hızlı bir artış göstererek 1980 yılına ait talep değerlerinin iki katına ulaşacaktır. Bu gelişmeler gözönüne alınırsa, libresi 10 doların altında olan dünya görünür U₃₀ rezervi (1.126.000 ton) dünya ihtiyacını ancak 1987 yılına kadar karşılayabilecektir.

Yukarıda belirtilen gereksinmelerin genel bir enerji krizine yol açılmaksızın karşılanabilmesi için yeni birincil enerji kaynaklarının bulunması, bilinen ancak şimdiye dek yararlanılmayan klasik birincil enerji kaynaklarının yeniden devreye sokulması ve daha rasyonel yöntemlerle kullanılması gerekecektir.

2. TÜRKİYE'DE GENEL ENERJİNİN DURUMU

Kişi başına düşen yıllık enerji tüketimi sıralamasında (1970 değerlerine göre) 85'inci sırada yer alan Türkiye'de 1970 yılında 30 milyon ton taşkömürü eşdeğerinde olan enerji gereksinmesi, yapılan tahminlere göre 1985 yılında 114 milyon tona ulaşacaktır. Yapılan üretim projeksiyonlarına göre 1985 yılında ortaya çıkacak enerji açığı 71 milyon ton taşkömürü eşdeğerindedir. 2000 yılında ise Türkiye'nin enerji gereksinmesinin 200.10⁹ kWh değerine ulaşması beklenmektedir. Bu büyük talep artışının yanında Türkiye'de kaynak kullanma yönünden de büyük bir dengesizlik vardır. 1973 yılında petrol gereksinmesinin % 73'ünü ithal eden bir Türkiye için, sahip olduğu termik santrallerin toplam kurulu güçlerinin % 48,09'unun fuel-oil'e dayanması dikkati çeken ve üzerinde önemle durulması gereken konudur.

Yukarıda özetle belirtilen büyük enerji gereksinmesinin yurt içi kaynaklardan yararlanılarak karşılanmasının ve varolan dengesizliklerin de ekonomik koşullara koşut olarak düzeltilmesinin en geçerli yol olacağı muhakkaktır. Bu nedenle biz burada, konumuz içinde olan kömür ve radyoaktif mineraller yönünden Türkiye'nin bilinen potansiyelini, bundan en rasyonel biçimde yararlanma olanaklarını, yeni kaynakların bulunması için uygulanan yöntemleri ve Türkiye'nin bu yöndeki olanaklarını incelemek istiyoruz.

3. TÜRKİYE'DE BİLİNEREN LİNYİT YATAKLARI

3.1. Toplam Linyit Kaynakları

Türkiye'de günümüze dek MİA Enstitüsünce yapılan araştırmalar sonucunda 207 yatak saptanmıştır. Ayrıca, 100'den fazla da belirtti vardır. Konu olan bu 207 yataktan 96'sı önemlidir. 70'i ise 1 milyon tonun üzerinde potansiyel taşıyor.

Eran Nahoman, Doç.Dr., MTA

MTA'nın 1973 yılı verilerine göre tüm Türkiye rezervleri şöyledir:

Görünür	2.741.816.000
Muhtemel	1.952.680.000
Mümkün	431.630.000
Jeolojik	137.800.000
	<u>5.263.926.000 ton</u>

3.2. Küçük ve Orta Büyüklükteki Linyit Yatakları

Rezervleri 1 milyon ton ile 10 milyon ton arasında olan kömür kaynaklarının ancak yerel gereksinimleri karşılayabilecek, küçük işletmelerle ekonomiyi sunulabilen yataklar olduğunu kabul etmek gerekir.

Rezervleri 10 milyon tondan 50 milyon tona kadar olan havzalar, potansiyellerine göre bölgesel önem taşır. Bazıları, içerdiği kömür niteliğinin yüksek olması ve jeolojik olarak ekonomik yönden uygun koşullarda işletilme olanaklarının bulunması nedeniyle Türkiye'nin ev ve endüstri yakıtı gereksinmesini karşılamasına katkıda bulunabilecek niteliktedir.

Bazıları halen işletilen bu havzalar şöyle sıralanabilir :

	Görünür Rezerv	Muhtemel Rezerv .	Mümkün Rezerv
Ankara-Bahçeköy	GM 20		
Aydın-Şahineli		11,5	
Balıkesir-Dursunbey	GM 11		4
Bingöl-Karlıova	GM 45		
Bolu Merkezler ve Salıpazarı		12	20,5
Burdur-Tefenni		5	10
Bursa-Devecikonağı	11	5	2,8
Çanakkale-Yenice		10	
Çorum-Dodurga		22	
Edirne-Uzunköprü-Harmanlı		14,5	
Edirne-Meriç-Karayusuflu		10	
Edirne-Demirhanlı	20	15	
Erzincan-Kemaliye-Başpınar		10	
Erzurum-Hınıs-Zırnak	GM 18,5		
İstanbul-Eyüp-Ağaçlı		10	
Kütahya-Gediz-Sazköy		11,5	
Muğla-Milas-Hüsamlar "		15	
Muğla-Milas-Sekköy			20
Muğla-Yatağan-Bayır			100
Muğla-Yatağan-Tınaz	GM 25		
Samsun-Havza		40	10
Tekirdağ-Malkara	GM 35		
Tekirdağ-Saray		40	20
Yozgat-Sorgun	10	3	7

Höt: Rezervler 10* ton olarak verilmiştir.
GM-Görünür + Muhtemel Rezerv

Yukarıda sıralanan havzalardan Bingöl-Karlıova kömür baseni, Doğu Anadolu'da bulunması ve rezervinin 45.000.000 tona ulaşması nedeniyle önem taşımaktadır. Burada yapılacak rasyonel bir işletme ile Doğu Anadolu'nun, şimdilik önemli bir bölümü Batı Anadolu'daki İX1 Men ve Güney Batı Anadolu asfaltitlerinden karşılanan yakıt talebine karşılık verilebilir.

Yine yukarıda yer alan Edirne-Demirhanlı 45.000.000 ton rezervi ile dikkati çekmektedir.

Yalnız bu havzada bulunan kömürün orijinal kaloritik değeri oldukça düşük (2700 kcal/kg), su miktarı ise fazladır (% 40 dolayında), işletmecilik yönünden önemli su sorunlarının ortaya çıkması da olasıdır.

Muğla-Yatağan-Bayır ise 140.000.000 ton rezervi olan Muğla-Yatağan-Eskihisar havzasının yanında önemli bir kömür sahası olabilecek jeolojik rezervine sahiptir. MTA'ca araştırılması sürdürülen bu basenden ümitli ekonomik sonuçlar beklenmektedir.

Tekirdağ-Saray linyit belirtisine son yıllarda MIA Enstitüsünce yeniden eğilinmiştir. Bu sahanın rezervinin görünür hale getirilmesine çalışılmaktadır. Sürdürülen etüdler olumlu yönde gelişirse, daha önceden işletme sorunlarından ötürü ikinci plana itilen bu yatak yeniden önem kazanmış olacaktır.

Bu arada Güney Batı Anadolu'da bulunan asfaltitlere de değinmek gerekir. 18.000.000 ton görünür, 6.000.000 ton muhtemel ve 10.000.000 ton mümkün rezervi olan filon tipli bu belirtiler, kullandıkları kıymetli metallerden yararlanılması ve sıvı hidrokarbürler elde edilmesi yönünden önem kazanmaktadır. MIA Enstitüsünce bu asfaltitler üzerinde birtakım etüdler sürdürülmektedir. Bu kaynağın en yararlı biçimde yurt ekonomisine katkıda bulunmasının yöntemlerini saptamak yolunda yapılan araştırmalar sonucunda kesin bir karar verilebilecektir.

3.3. Büyük Linyit Havzaları

Linyit santrallerinin ekonomik ömrünün 25 yıl olduğu kabul edildiğinde ve yaklaşık % 50 işletme kaybı gözönüne alındığında, ortalama 2000 kcal/kg alt ısı değerindeki yaklaşık 55.000.000 ton rezervli bir havza 150 MW gücünde bir santral besleyebilmektedir. Bu nedenle rezervi 50.000.000 tondan fazla olan linyit basenleri ulaşılan bugünkü teknolojik düzeyde termik santrallerin inşası yönünden üzerinde durulmaya değer ve Türkiye çapında büyük linyit havzalarıdır. Çeşitli yazılıra konu olan ve üzerlerinde ayrıntılı etüdler yapılan bu havzaları özetle şöyle sıralayabiliriz:

Maraş-Elbistan: Kömür ortalama kalınlığı 40 m. dolaylarında olan ve bütün havzaya yayılan tek bir damar halindedir. Kömürün orijinal kalitesi şöyledir: Su X 50, kül % 5-15, ısı değeri 1200-1700 kcal/kg. Toplam rezerv 3.146.000.000 ton olup bu rezervin açık işletmeye uygun, araştırılmış bölümünün 1.770.000.000 ton olduğu bilinmektedir. 1978 yılında üretime başlayacak bu büyük linyit havzasında halen 4x300 MH'lık santral kurulması işini TEK ele almıştır.

Kütahya-Tavşanlı-Tunçbilek: İşletilebilir kalınlığı 7 m. dolayında olan kömür % 15-20 su, % 10 ila 20 arasında kül ve X 1-2 kükürt içerir (orijinal materyalde). Isı değeri 3500-4000 kcal/kg'dır. Bu havzada, MIA Enstitüsünce 213.051.000 ton görünür, 40.053.000 ton muhtemel rezerv bulunmuştur. Halen bölgede 1x65 MH'lık santral vardır. 1x150 MW'lık bir santral ise kuruluş halindedir. 1x150 MW'lık santral da programa alınmıştır.

Kütahya-Seyitömer: Bu basende iki kömür damarının varlığı bilinmektedir. Alt damar 4-22 m. arasında değişen kalınlıklardadır. Üst damar sü-

rekli değildir, ancak yer yer işletilebilir. Ocak çıkışı kömürde Z 32 su, Z 41 kül ve X 1,4 oranında kükürt vardır. Bu havzanın rezervi MIA Enstitüsünce yapılan çalışmalara göre 203.021.000 ton görünür, 124.181.000 ton da muhtemeldir. Halen 2x150 MW'lık bir santral çalışmaktadır.

Manisa-Soma: Soma dolaylarında iki seri halinde 3 damar vardır. Ana damar alt damar olup kalınlığı 2-20 m. arasında değişmektedir. Orta ve üst damarlar ise yer yer ekonomik koşullarda işletilebilecek nitelik ve kalınlığa ulaşmaktadır. Orijinal Soma kömüründe ortalama su X 18, kükürt X 1,3, kül ise X 20 dolayındadır. Parça kömürlerin alt ısı değeri 4200 kcal/kg, toz kömürünün (üretimin X 30-40) ısı değeri ise 3800 kcal/kg dolayındadır.

Soma kömürlerinden yararlanarak enerji sağlayacak 1 x 150 MW gücünde bir santral kurulacaktır.

Ankara-Beyşehir: Bu havzada kömür iki damar halinde görülmektedir. Üst damar ortalama 1,5 m. alt damar ise 1 m. dolaylarında kalınlık gösterir. Ocak çıkışı kömürde X 22,5 su, Z 23,88 kül vardır. Alt ısı değeri ise 3325 kcal/kg'dır. Kömürün bulunma olasılığı olan jeolojik formasyonların alanı geniştir (yaklaşık 1500 km²). Bu alanın bir bölümünde 108.000.000 ton rezerv olduğu hesaplanmıştır. Bu rezervden yararlanacak 1x150 MW'lık bir termik santralin kurulması programlanmıştır.

Muşla-Yatağan-Eskihisar: Kömür kalınlığı 10 m. dolayında ve tek bir damar halindedir. Orijinal halde X 40,44 su, X 16,71 kül ve Z 2,26 kükürt içerir. Ortalama alt ısı değeri 2340 kcal/kg'dır. MIA Enstitüsünce fizibilite etüdüleri sonuçlandırılmak üzere olan bu havzada 140.000.000 ton net işletilebilir görünür rezerv bulunmuştur. Eskihisar'da 2x150 MU gücünde bir termik santral kurulacaktır.

Sivas-Kangal: Kömür iki damarlı ve ortalama 18 m. kalınlıktadır. Su oranı oldukça fazladır. Orijinal kömürde Z 52 su, X 17 kül ve % 2,2 kükürt vardır. Alt ısı değeri 1600 kcal/kg dolayındadır. Kömür havzada kuruyunca, kül oranı X 32'ye, ısı değeri ise 3200 kcal/kg'a ulaşmaktadır.

Rezervi 1x150 MW'lık bir termik santralin yakıtını rahatça karşılayabilir. Bu havzada MIA Enstitüsünce fizibilite çalışmaları sürdürülmektedir.

Çanakkale-Çan: Jeolojik kalınlığı 5 m.'den 55 m.'ye kadar ulaşabilen bir tek damarın bulunduğu bu havzada Durali sahası en büyük önemi taşımaktadır. Durali sahası kömürlerinin orijinal durumda X 21,5 su, % 17,4 kül, Z 4,4 kükürt içerdiği bilinmektedir. 106.000.000 ton muhtemel mümkün potansiyele sahip olduğu hesaplanan bu kömürlerin alt ısı değeri 3800 kcal/kg dolayındadır. Bu havzada 1x150 MW'lık bir termik santrali besleyebilecek kömür rezervi vardır. Çan kömürlerinin fizibilite etüdülerine MIA Enstitüsünce başlanmıştır.

Bursa-Orhaneli: Kalınlığı 2-10 m. arasında değişen tek bir damar vardır. Linyitin orijinal kimyasal değerleri: Su Z 34, kül % 10, toplam kükürt Z 2,2 alt ısı değeri 3400 kcal/kg. Sahada MIA'ca yapılan çalışmalar sonucunda toplam 50.000.000 ton

görünür muhtemel rezerv bulunmuştur. Bu potansiyelin 7-8 milyon tonluk bölümü açık işletmeye elverişlidir. 1x150 MW gücünde bir santralin yakıtını sağlayabilecek bu rezervin fizibilite çalışmaları MIA Enstitüsünce ele alınmıştır.

3.4. Varlığı Bilinen Büyük Linyit Yataklarının Elektrik Enerjisi Yönünden Sağlayabileceği Ek Olanaklar

Yukarıda özetle rezerv ve nitelikleri incelenen büyük kömür havzalarında yapılması planlanan yada öngörülen santrallara ek ünitelerin katılması mümkün görülmektedir.

TEK'in yaptığı son çalışmalara göre (1), Elbistan kömür baseninde bulunan 1.770.000.000 tonluk görünür rezerv, üretim olanaklarının artırılmasıyla 4x300 MW'lık bir diğer santralin yakıtını karşılayabilir. 1.376.000.000 ton olan mümkün potansiyel tahmininin görünür hale getirilmesi durumunda ayrıca 4x300 MW'lık bir santral kurulması olanağı doğmaktadır.

Türkiye'nin ısınma ve endüstri yakıtını önemli ölçülerde karşılayan Tunçbilek rezervlerinin kurulmakta olan ve kurulması planlanan santrallardan dışarıda yeni ek üniteleri besleyebileceği TEK tarafından öne sürülmekte ise de (2 x 150 MU) bunun, ancak bu havzanın domestik yakıt arzının kısıtlanması sonucunu doğuracağı düşünülmektedir. Bu ise bugünkü koşullarda istenmeyen bir durumdur.

Seyitömer havzasında ise yeni santralların kurulabilme olanaklarını, linyit damarlarını örten ve rezervi oldukça önemli olan bitümlü şist ve tabakalarının varlığı kuvvetlendirmektedir.

MIA Enstitüsü 108.000.000 ton rezervi olan Beyşehir baseninde ve halen etüdüleri TKİ'ce sürdürülen sahanın dışında yeni potansiyellerin bulunması amacıyla çalışmalarını yürütmektedir. Son verilere göre bilinen basenin güneyinde 20.000.000 tonluk ek bir potansiyel bulunmuştur.

Muşla ilinin kuzey batısı, batısı ve güney batısını çevreleyen Neojen formasyonlarının içinde, birçok yerde linyit belirtilerine raslanmıştır.

140.000.000 ton görünür rezervi olan ve fizibilite çalışmaları tamamlanan Eskihisar baseni yanında Haramipınar, Tınas, Sekköy ve Hüsamlar da önemli belirtiler görülmüştür. Bütün bu alanlardaki kömür damarlarının oluşum biçimi ve niteliği birbirine çok benzemektedir.

Bu alanlar üzerinde MIA Enstitüsünün çalışmaları sürmektedir. Şimdiye kadar bulunmuş ve ileride bulunması çok olası rezervler yeni termik santralları besleyebilecektir.

4. TÜRKİYE'NİN KÖMÜR OLANAKLARININ YENİ YÖNTEMLERLE ARAŞTIRILMASI

Kömür aramalarında iki ana yöntem söz konusudur. Bunlardan birincisi asırlardır jeologlar tarafından uygulanan endüktif prospeksiyon, diğeri ise dedüktif propeksiyon yöntemidir. Endüktif yöntemde, elde olan verilerden, yani yeryüzündeki kömür aflormanlarından hareket edilir ve bu aflormanları içeren alanların yayılımı incelenir. Artık bu

(1) Türkiye'de Termik Santral Kurmaya Elverişli Yakıt Potansiyelleri, TEK Genel Müdürlüğü PKD-118, 1974, /İnkara

tün dünyada olduğu gibi Türkiye'de de yeryüzünde belirtileri olan yatakların hemen hemen tümünün varlığı bilinmekte, rezerv olanakları da genellikle tahmin edilebilmektedir. Esas olan, insanların bugüne kadar aygıt ve yöntemlerle görüp ortaya çıkaramadığı jeolojik yönden genç çökellerle örtülü havzaların bulunmasıdır. Bugün birçok ileri ülkede olduğu gibi Türkiye'de de uygulanan dedüktif prospeksiyon yöntemi işte bu amacı gütmektedir.

(Kömürün oluşumu belirli jeolojik koşullarda olduğuna göre, önce bu koşulların egemen olmadığı, paleocoğrafik, stratigrafik ve litolojik yönden saptanan alanların elenmesi gerekmektedir.

Kömürün oluşum koşulları, başlangıç sübstansının (yani bitki gövdeleri, yaprak dal vb. gibi organik maddeler) oluşması, bu malzemenin toplanması ve kömürleşerek jeolojik devirler boyunca erozyondan korunmasından ibarettir. Bunları ayrı ayrı ele almak yerinde olacaktır.

Başlangıç sübstansının oluşması: Gerekli organik malzemenin toplanması, başka bir deyimle bitki örtüsünün gelişebilmesi için rutubetli iklim koşulunun varolması, karasal limnik, telmatik, gölssel yada delta fasiyesinin bulunması gereklidir.

Kömürü yaşatacak malzemenin toplanması: Elverişli bir iklim ve fasiyese rağmen, başlangıç sübstansı bir "sarınc" görevi yapan çöküntü havzalarına taşınmazsa kömürün oluşumu gerçekleşmez.

Kömürü yaratacak organik materyalin korunması ve köndrleşmesi: Organik materyalin korunması için gerekli örtü tabakası çökmezse kömürleşmenin olmayacağı açıktır. Ayrıca tektonik nedenlerle yükselen dağ silsileleri arasında kalan çöküntü havzalarının kömürün oluşumu için elverişli ortamlar yarattığı da bir gerçektir.

Dedüktif yöntemeye dayanan prospeksiyon çalışmalarında kesin paleocoğrafik verilere gerek vardır. MTA'ca bu yöntemle yapılan kömür aramalarında özetle şu sıra izlenmektedir:

- Daha önce incelenmiş alanlardan elde edilen veriler değerlendirilmekte ve litostratigrafik, biyostratigrafik korelasyonlar yapılmaktadır. Böylece kömür içerme olanağı olmayan alanlar elenmektedir.
- Daha sonra kömür bulunma olasılığı olan büyük alanların jeolojik haritaları düzenlenmekte, bunların paleocoğrafik verilere uydurulması sağlanmaktadır.
- Paleocoğrafik harita taslaklarının ışığı altında, söz konusu büyük alanlarda kömür bulunabilen fasiyes bölgeleri prospeksiyon planına alınmaktadır. Bu fasiyes bölgelerinin jeolojik yaşları değişik olabileceğinden, her jeolojik devir için bir plan yapılmakta ve bu devirle ilgili umutlu alanlar işaretlenmektedir. En umutlu görülen alanlarda önce ayrıntılı jeolojik harita çalışmaları ve daha sonra da sondajlı aramalar yapılmaktadır.

MTA Enstitüsünce bugüne dek elde edilen sonuçlar olumludur. En umutlu alanlar arasında Batı Anadolu'nun Neojenle kaplı alanlarını özellikle Muğla, Denizli, Aydın dolayları ve Doğu Anadolu'da Orojenik hareketlerle yükselmiş eski kayaçların arasında teşbih tanesi gibi dizilmiş küçük Neojen havzalarını belirtmek yerinde olur.

5. DÜNYA'DA NÜKLEER ENERJİ HAMMADDESİNİN DURUMU

Petrol fiyatlarında son yıllarda görülen artış, kömürle çalışan klasik elektrik santralleri kadar nükleer fisyonlardan enerji sağlayan santralleri da ön plana itmiştir. Nitekim petrol fiyatları yükselmeden önce dahi 350 MW yada daha büyük güçlü petrolle ateşlenen enerji istasyonları ile karşılaştırılınca, nükleer enerjinin daha ekonomik olacağı hesaplanmıştır. Bugünkü petrol fiyatları gözönüne alınırsa bu iki cins santral arasında bir rekabet tabii ki söz konusu dahi olamaz.

Bazı uzmanlar, kalkınmakta olan bir ülkede 500 MW sınırı üzerindeki kapasiteler için nükleer enerji santrallerinin kömür santrallerinden daha ekonomik olacağını ileri sürmektedirler.

Uranyum havzalarında ekonomik tenor 1973 yılına kadar 10 dolar/libre U_3O_8 idi. Bu değer 1975 yılında 15 dolar/libre U_3O_8 'e yaklaştığı görülmektedir. 1980 yıllarında ise ekonomik sınırın 20 dolar/libre U_3O_8 olacağı tahmin edilmektedir.

Doğu bloku ülkeleri dışında, libresi 10 dolar U_3O_8 ekonomik sınırında olan dünya rezervleri 1.240.000 tondur. Bu rezervin X 27'si ABD'de, X 21'i güney ve güneybatı Afrika'da, X 19'u Kanada'da, X 17'si Avustralya'da ve X 6'sı ise Fransa, Nijerya ve Gabon'da bulunmaktadır.

Maliyeti 10-15 dolar/libre olan dünya rezervleri, doğu bloku ülkeleri hariç olmak üzere 920.000 tondur (Z 38 İsveç, X 20 ABD, X 17 Kanada, X 9 Avustralya, X 9 güney ve güneybatı Afrika, % 7 diğerleri).

Dünya'da işlenmekte olan uranyum madenlerinin önemlileri ise şöyle sıralanabilir (Doğu bloku ülkeleri hariç):

Kanada	: Beaverlodge, Elliot lake
Arjantin	: Don otto, Malergue
İspanya	: Andujar, Los Patones
Portekiz	: Sra Das Fontas, Cünha Baixia
Fransa	: Vandee, Forez, Limousin
Nijer	: Arlit, Madaonuela
Ort.Afr.Cum.:	Bakouma
Gabon	: Mounana, Oklo
Güney Afr.:	Palabora, Kinross, Heidelberg
Avustralya:	Mary Kathleen

6. TÜRKİYE'NİN URANYUM YATAKLARI

6.1. Salihli-Kasar Tipi Uranyum Belirtisi

Gördes metamorfik kompleksiyle sınırlanan sedimanter bir havzadır. Sedimanter çökeller yatay tabakalarına gösteren iki grup sediman paketinden oluşmuştur: Altta karasal fluviatil kökenli sedimanlar, kaba konglomeralar, greler, kumlu şiltler ve bunların üstünde yer alan gölssel kökenli çökeller.

Karasal fluviatil kökenli sedimanlar net bir tabakalanma gösterirler. Ayrıca, düzensiz bantlar oluşturan bölümler de vardır. Yatay merceksi geçişler boldur. Bu çökellerde yer alan grelerin materyali çevredeki gnayslardan gelmektedir.

Gölssel tabakalar ise yeşil renkli marnlardan, killi ve kumlu marnlardan, gre ve çörtlerden oluşmuştur. Tüflü düzeyler de görülür. Bütün bu sedimanlar beyaz göl kalkerleri ile örtülüdür. Kasar ti-

pi cevher otünit ve metaotünittir. Ortalama tenor % 0,05 U3O8 dir. Günümüze kadar MTA Enstitüsünce 1364 ton U3O8 saptanmıştır.

6.2. Fosfatlı Taşharman Belirtisi

Burada uranyum otünit halinde konglomeralar, greller ve şiltler içinde yada göl kalkerlerinin arasındaki killi ve tüflü düzeylerle, fosfatla birlikte dahil biçiminde bulunmaktadır. Ortalama tenor % 0,05 ila % 0,1 U₃O₈ arasında değişir. Yapılan çalışmalar sonucunda saptanan rezerv 1165 ton U₃O₈ dir.

6.3. Eşme ve Ayvacık Belirtileri

Eşme belirtisi Kasar tipi cevherin jeolojik ve mineralojik niteliklerini taşır.

Ayvacık dolayındaki volkanitlerin varlığı bilinmektedir. Bu volkanik kayalar yer yer dolomitlerle örtülmüşlerdir. çeşitli jeolojik devirlerde doğan 3 volkanizmanın sonuncusunun oluşturduğu tüfit serilerinde uranyum mineralleri yer almaktadır. Uranyum fosfatlıdır. Belirtinin U3O8 tenörü % 0,1'e ulaşır, rezervi 250 ton U₃O₈ dir.

6.4. Uşak-Güre-Fakılı

Fakılı dolaylarında; tüf katkılı marn-kil karışımından oluşmuş formasyonlarla bunların üstüne gelen kil-silt ve gre tabakaları arasında uranyum yoğunlaşmaları vardır. Cevher otünittir. Tenor ortalaması % 0,04 olup, alanda MTA Enstitüsünce 500 ton kadar U3O8 saptanmıştır.

6.5. Giresun-Şebinkarahisar Belirtisi

Şebinkarahisar dolaylarındaki siyenitler içinde peşblend durumunda bulunan uranyum Z 0,04 tenöründedir. Rezervi 300 ton U₃O₈ dir.

7. SEDİMANTER KÖKENLİ URANYUM KAYNAKLARININ ÖNEMİ

Dünya'daki uranyum rezervinin çok büyük bir bölümü sedimenter kökenli yataklarda bulunmaktadır, özellikle ABD'de rezervin X 95'i Jurasic yaşlı Colorado, Eosen-Paleosen yaşlı Wyoming ve Eosen-Miosen yaşlı Texas sedimenter yataklarında bulunmaktadır. Bu yataklarda 1 pound U3O8 ortalama 8 dolarlık maliyetle işletilir. ABD'de olduğu gibi bütün dünyada da denizel olmayan Mesozoik ve Tersiyer yaşlı yataklar birinci derecede önem taşımaktadır.

Dünya'da görünür hale getirilmiş uranyum yataklarının jeolojik formasyonlara göre dağılımı şöyledir:

Formasyonun Cinsi	Rezerv (10 ³ ton U ₃ O ₈)	%
Kumtaşı içinde	500	40
Konglomera içinde	370	30
Damar halinde	260	21
Diğerleri	110	9

Yukardaki tabloda da görüldüğü gibi, dünya U₃O₈ rezervinin % 70'i sedimenter kökenli olan kumtaşı ve konglomeralarla birlikte bulunmaktadır.

Bu sedimenter kökenli uranyum kaynakları incelendiğinde bazı ortak niteliklere sahip oldukları görülmektedir. Bunları birer ölçüt kabul etmek yerinde olur. Bu ölçütlerin bulunduğu alanlar ün-

yum yönünden umutlu olarak kabul edilebilir. Bu ölçütleri şöyle özetleyebiliriz:

1. Duraylı havzalar, bu havzaların yakınında kratonik bir zon.
2. Düz, kıvrımsız, flüviyaltil yada deltaik kumtaşlarından oluşmuş kalın sediman paketleri.
3. Yakın çevrede silisli magmatik kökenli kristal masiflerin yada uranyum yönünden kaynak sağlayabilen asit nitelikli tüf tabakalarının varlığı.
4. Görsel sedimanlarla kaplı geniş alanlar (eolien ve denizel sedimanlar elverişli değildir).
5. Geçirgenlik farkı olan kumtaşı-kiltaşı vb. gibi sediment sekanslar (detritik-kolloidal ritmik seriler).
6. Uranyum mineralleri açısından kimyasal bir kapan görevi yapan organik unsurların, piritin, karbonatların varlığı.
7. Belirgin bir yerel değişimin varlığı.
8. Uranyum minerallerinin çökmesini sağlayacak stratigrafik kin-yasal ve tektonik kapanların varlığı.
9. Havza etrafında yada sınırlarında görülen asit nitelikli kristalin, mezo-silisik kayaların penepasyonu.

8. TÜRKİYE'NİN URANYUM KAYNAKLARININ YENİ YÖNTEMLERLE ARAŞTIRILMASI VE YENİ BELİRTİLERİN BULUNABİLMESİ OLANAKLARININ İNCELENMESİ

Türkiye'de günümüze kadar yürütülen filon yapılı uranyum kaynağı araştırmaları genel olarak olumlu sonuç vermemiştir. Bu nedenle, yukarıda açıkladığı gibi bütün dünyada en büyük uranyum rezervlerini içeren sedimenter kaynakların Türkiye'de de aranmasına başlanmıştır. Bir sediman örtüsüyle korunmuş, yeryüzüne belirti vermeyen gizli yatakların, erozyonun tahribatında kalmadıklarından, büyük yataklar olabileceği düşüncesinden hareket ederek ikincil uranyum çökmesini olanaklaştıracak yukarıda sıralanan ölçütlere bilimsel olarak sahip olabilecek örtülü yatakların araştırılmasına geçilmiştir. Bu yöntemle yapılan incelemelerin ilk aşaması tamamen bilimseldir. Ele alınan umutlu bölgelerin paleocografyasından başlamak üzere stratigrafik, sedimantolojik, litolojik, jeokimyasal niteliklerinin ayrıntılı bir yöntemle incelenmesi sonucunda uranyumun çökebilmesi için uygun bir ortamın olup olmadığı ortaya çıkarılabilir.

8.1. Trakya Bölgesi

Trakya bölgesinin özellikle Istranca masifine komşu yöreleri uranyum oluşumu yönünden ilginç görülmektedir. Bu nedenle Kırklareli bölgesine eğilmek yerinde olacaktır. Genel olarak bölgenin jeolojisi ve uranyum mineralizasyonu yönünden ir-

delenmesi şöyledir:
Früptifler ve Ketamorfik Seri: Bu formasyonların yaşı hakkında kesin bir bilgi yoktur. Metamorfitler içinde ikincil uranyum minerallerinin bulunması ilginçtir. Masifte yer yer anomalilere raslanmıştır. Bu anomalilerin yagnays çatlaklarında yer aldığı ve derine inmediği bilinmektedir.

Kretase ve Tersiyer: Kretase, yaşlı olduğu kabul edilen beyaz kuars çakılları, gre-kalkerle-

li, plaket kalkerleri, marnlar ve grelerin ardalanısından oluşan fliş izler. Flişin içinde aracı katkı biçiminde andezitler ve andezitik tüfler vardır. Uranyum minerallerinin varlığı açısından yukarıda konu olan bu sedimanter tabakaların tam olarak olanakları bilinmemektedir. Yer yer aktivite gösteren gnays ve erüptiflere komşu olan bu sediman paketlerinin uranyum yoğunlaşması yönünden ilginç olabileceği düşünülebilir. Eosen kalkerlerinin altındaki konglomera ve grelerde yer yer çokta anomalileri saptanmıştır.

8.2. Afyon-Bayat-Şuhut-Sandıklı Bölgesi

Oldukça geniş bir alana yayılmış olan bu havzada çalışmalar 1959 yılında başlamış, bölgenin havadan radyometrik incelemeleri yapılmıştır. Yer yer ayrıntılı etüdlere konu olmasına rağmen araştırmalarda genellikle masiflere bağlı cevherlerin bulunabileceği ana düşüncesinden hareket edilmiştir. Bölgenin jeolojisi ve litolojisi çok genel hatlarıyla ele alındığında, buranın yer yer uranyumun sedimanter olarak çökelp depolanabileceği alanları kapsayabileceği görülür.

Paleozoik ve Mezozoik: Paleozoik ve Mezozoik yaşlı formasyonlar aktivite yönünden çevreye göre yüksek "back-ground" değerleri gösterir. Bölgede yer yer görülen opal-sileks düzeyleri aktiviteye sahiptir.

Tersiyer: Neojen'e atfedilen kahverengi kumlu-marnlı tabakalar asit nitelikli tuf düzeyleriyle alternans halindedir. Bölgedeki Tersiyer yaşlı formasyonlar, ikincil uranyum minerallerinin yoğunlaşmasına elverişlidir. Andezitik tüfler aktivite gösterirler. Yer yer uranyum minerallerinin zenginleşmesiyle ilgili açık belirtiler vardır. Bu sedimanların üstüne beyaz-açık gri renkli marnlar gelir. Bu marnların somatr Pantien tatlı su faunası içermeleri de ilgi çekicidir. Bölgede uranyuma ana kayaç oluşturabilecek birçok sistem vardır. Granitlerin aktivitesi yüksektir. Bu granitlerde anomalilerin bir çoğu fay hatlarında görülmektedir. Uranyum kaynağı olabilecek ikinci bir sistem ise asit nitelikli geniş tuf belirtileridir. Nitekim bölgede yer yer bazı anomaliler gösteren tüfler vardır. Bölgede bakır ve özellikle demirli bileşiklerin olması, Tersiyerin karasal niteliği, litolojik olarak değişik geçirgenlik gösteren değişik fiziksel ve kimyasal nitelikteki tabakaların ardalanısı, bu tabakaların organik maddeler yönünden zengin oluşu (yar yer ince kömür oluşukları bulunmaktadır) ve hepsinden önemlisi bölgesel bazı yoğunlaşmaların görülmesi (Bavurdu-Alataşta % 1,49 U₃O₈, Bayat-Cirit'te % 0,3 U₃O₈, Okçuoğlu çeşmesinde % 0,028 U₃O₈), ve genel olarak sık sık raslanan anomaliler bu yörelerin yeni görüşlerin ışığı altında tekrar ele alınması gereğini ortaya çıkarmıştır. MTA Enstitüsünün bu yöndeki incelemeleri gelişmektedir.

8.3. Ankara - Beypazarı

Paleozoik ve Mesozoik: Paleozoik metamorfitler, Mesozoik ise marnlar ve tabakalı kalkerlerle temsil edilmiştir. Bu tabakalarda yer yer anomalilere raslanmaktadır.

Tersiyer Sedimanları: Bölgenin Neojeni organik materyal yönünden zengindir. Karaköy'ün güney

batısında, Uludere'de, Ayıdere'de greler içinde, aldere yamaçlarında kalkerler içinde anomalilere Taşlanmıştır. Özellikle kum ve killerdeki anomaliler bölgeyi uranyum yönünden ilginç duruma getirmektedir. Ancak, litolojik nitelikleri ve sedimanter uranyum basenlerinin kalıplaşmış ölçütlerin ancak bir bölümüne sahip olması bu bölgenin Trakya ve Afyon bölgesinden nisbeten daha az önemli olacağı kanısını vermektedir.

8.4. Muğla Bölgesi

Bu bölgede raslanan Miosen konglomera, marn, silt kum ardalannasından oluşmuştur. Bu çökeller içinde Otünit ve torbernit gibi ikincil uranyum mineralleri vardır. Bölgede birçok anomali bulunmuştur. Bu anomalilerin mikaşist-gnays ve sedimanter çökeller kontağında yer aldığı görülmektedir. Havzanın MTA Enstitüsünce yapılan ayrıntı prospeksiyonu sürmektedir.

KAYNAKLAR

Adler, H.H., Geology and Resources of Foreign Uranium Deposits, U.S. Atomic Energy Commission, Washington, 1974

Apaydın, O., Türkiye'de Genel Enerji Enerji Dünyası, s. 1-17, Ankara, 1975

Dowie, S.H.H., World Uranium Deposits, Proc. Uran. Explorat. Geol. IAEA, s. 187-204, Vienna, 1970

Ceyhan, A., General Outlines of Turkey's Plans for Electricity Supply. CENIO, Sym. Econ. Nucl. Power plants, rep. No. 12, s. 6-34, Ankara, 1974

Davis, M., Uranium Supply and Demand. U.K. Atomic Energy Agency, London, 1970

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Genel Enerji Raporu, Enerji Dairesi Yayınları No. 5, Ankara

IAEA, Market Survey for Nuclear Power in Developing Countries; Turkey, Vienna, 1973 •

Little, H.N., Favourable Geological Environments for Uranium Prospecting. Can. Min. Jour, s. 89, No. 5, 1968

Nakoman, E., Kömür, MIA Enstitüsü Eğitim Serisi No. 8, Ankara, 1971

Nakoman, E., Elektrik Enerjisi Yönünden Türkiye Kömür Yataklarının Olanakları, Enerji Dünyası, s. 39-45, Ankara, 1975

Nakoman, E., Dünya Birincil Enerji Sorunu ve Nükleer Enerji Olanaklarının Yeni Yöntemlerle Araştırılması, Enerji Dünyası, s. 235-243, Ankara, 1975

Nakoman, E., Sedimanter Uranyum Yatakları ve Türkiye'nin Bu Yönden Olanakları, Ankara (basıkıda)

Ninninger, R.D., Uranium Reserves Future Demand and the Extent of the Exploration Problems, Proc. Uran. Explorat. Geol. IAEA, s. 3-19, Vienna, 1970

Vangöl, N., Türkiye'de Kömür Sorunu, Enerji Dünyası, s. 251-268, Ankara, 1975