

TARİHİ MADENCİLİK ÇALIŞMALARININ MADEN VE REZERV ARAMALARINDAKİ ÖNEMİ

Sabit YLMAZ (x)

özet :

Maden ve rezerv aramalarında bir maden jeologu eski imalâttan büyük ölçüde yararlanabilir. Zengin bir madencilik tarihine sahip olan memleketimizde bu konuya yeteri kadar önem verilmemektedir. Şimdiye kadar bu konu ile ilgili olarak sistematik bir çalışma yapılmamıştır. Bu yönde yapılacak ilmî bir çalışma ile daha birçok yeni maden yatanının bulunması ihtimal dahilindedir.

Tebliğimizde, konunun önemine değinildikten sonra arazide eski imalâtın tanınması ve değerlendirilmesi ile ilgili esaslar belirtmeye çalışılmış, Kayseri - «Zamantı kurşun - çinko aramaları»'ndaki eski imalât etüdüleri anlatılmış ve ülkemizde bilinen bazı eski imalât bölgeleri baklânda kısa bilgiler verilmiştir.

I. Giriş :

Madencilik ve meslekî çalışmalarım sırasında eski imalât ve cüruf yığınları benim için ilginç bir konu olmuştur.

Memleketimizde tarihî madencilik çalışmaları ve izleri birçok bölgede bulunur. Madencilik camiası bu izlere «Roma çalışmaları», «Cenevzi çalışmaları» veya kısaca «eski imalât» olarak isimlendirir.

Zengin bir madencilik tarihine sahip olduğumuz umumiyetle bilinmektedir. Tarih boyunca geçmiş medeniyetlerin kalıntıları arasında demir, bakır, kurşun, gümüş ve altından mamul araç ve süs eşyaları bulunur.

Memleketimizde gelişen Eti, Yunan, Roma, Bizans, Selçuk ve Osmanlı medeniyetleri «antik metallerini» büyük çapta istihsal etmişlerdir. Eski imalât bu madencilik faaliyetinin kalıntılarıdır ve bunların sistemli etüdü ile yeni metalojenik provenslerin bulunması ihtimal dahilindedir.

Bilhassa Eti medeniyeti ile ilgili kazı ve kalıntılarda bronz alaşımı önemli bir yer işgal eder. Bronzun imalinde kullanılan kalay metali ve cevherleri hakkında bir bilgimiz mevcut değildir. Kasiterit, stanin veya tetraedrit mineralleri hakkında bildiklerimiz çok azdır. Kısaca kalay metalinin menşei şimdiye kadar çözümlenmemiştir.

Demir madenleri ile ilgili eski imalâtın birçoğu bilinir. Bunların mühim bir kısmı açıkta ve küçük topoğrafik depresyonları ile belli olurlar. Meselâ Sivas ve Hekimhan civarında bu tür eski imalât çok görülmüştür. XVII. Asırda yapılan birçok seferde bu cevherlerin izabe edildiği ve yüksek evsafa silâh imal edildiği tarihî kayıtlardan öğrenilmektedir.

(x) Yük. Müh. Jeolog «ALAÇAM» Müşavir Mühendislik — Ankara,

Eski bakır madenleri, imalât ve cüruf yığınların ile tespit edilebilmektedirler İnebolu - Küre civarında bulunan bir milyon tona yakın bakır cürufu, Artvin, Merzifon, Ankara ve Bursa illerinde bulunan binlerce ton cüruf ve çok sayıda eski imalât, hacim itibariyle önem arzederler.

Kurşun ve dolayısıyla çinko cüruf yığınları ve eski çalışmalar, en yaygın olanlardır ve memleketimizin her bölgesinde bulunurlar. Kurşun ve gümüşün istihsalı, en eski çağlardanberi bilinmektedir. Şimdiki bilgilerimize göre tarihî çalışmaların en mühim lokaliteleri arasında Bolcardag Kayseri - Zamantı, Çorum - Gümüşhacıköy, Tunceli - Memlik köyü Gümüşhane ve Kütahya - Tavşanlı havzaları önem arzederler.

Altın madenleri ile ilgili eski çalışmalar İzmir, Çanakkale ve Bilecik illerinde tespit edilmiştir. «Menderes masifi»nde ve Batı Bölgelerinde, menşei bilinmeyen birçok eski imalât görülmektedir. Bunların detaylı etüdüleri şimdiye kadar yapılmamıştır.

Civa metalinin istihsalı daha ziyade Orta ve Yeni Çağ'da gelişmiştir. Orta Anadolu ve Batı bölgelerimizde sinober cevherinin istihsalı ile ilgili birçok eski imalât, halen muhafaza edilmiş ve açıkta görülürler.

Memleketimizde gelişen medeniyetlerin madencilik çalışmaları, zamanımıza kadar kısmen muhafaza edilmiştir. Sistematik etüdler neticesinde bilinenlerin yanında daha birçoklarının bulunabileceği kuvvetle tahmin edilmektedir. Bu arada tarihî madencilik, jeolojik ve metalojenik değerlendirmeler neticesinde daha birçok metalojenik provensin tanımı ve bilinen cevher potansiyelinin de geliştirilmesi, ihtimal dahilindedir.

Tarihî, madencilik ve jeolojik verilerin iyi bir değerlendirilmesi Kayseri - Zamantı Proje'sinde yapılmış ve müsbet netice alınmıştır.

. - %. Eski İmalâtın Ortak Özellikleri ve Arazide Tanıma Kıstastan :

Eski imalâtı' arazide tesbii "etmek ayrı bir işlemdir. Bazan çok kolay görülebilir len eski çalışmalar yanında, hususî itina ile dahi görülemiyenler çoktur.

Şimdiye kadar bilinen tüm eski imalâtı etüd ederek birçoklarında ortak özellikler tesbit ettim. Bu imalât çoğunlukla kalker, dolomit ve mermer kayaçlarında görülür. Ancak bu kayaçların karstifikasyon oluşumları, eski imalâta şekil bakımından benzemekte ve çok defa ayırım yapılamamaktadır. Küçük faylar, «Uvala» ve «Küçük Dolinalar» eski imalâtın tanınmasında güçlük arzederler. Fakat kısa zamanda elde edilen bir saha tecrübesi ile eski çalışmalar bu karst oluşumlarında¹ kolayca tefrik edilebilir. Bu arada eski imalâtın önünde bulunan döküntü ve cevher paşalarının mevcudiyeti her zaman müsbet bir işaret sayılmalıdır. Tecrübe kazanmış, prospektör, maden mühendisi ve maden jeologu çok defa bu döküntülere ve imalâta göre imalâtın hacmi, istikameti, derinliği ve çalışılan cevher hakkında ön bilgiyi verebilmektedir.

Gerek karst oluşumlarının gerekse eski imalâtın bir ortak özelliği vardır. En kurak mevsimlerde tıahi, ' bitki örtüsü civara rfazaran daha taze ve daha diridir. Boşluklardan gelen ılık ve rutubetli hava bitkilerin gelişmesini sağlamaktadır. Küçük ölçekli hava fotoğraflarında bu durum daha iyi görülür.

3. Eski İmalatın Etüdü ve Değerlendirilmesi :

Eski imalatın tesbit edildikten sonra istihsalı yapılan cevher hakkında ön veriler toplanmaktadır. Steril kayaçların döküntüleri arasında hususiyet arzeden cevher numuneleri toplanır ve makroskopik ilk determinasyonlar yapılır. Problematik durumlarda kimyevî, mineralojik, mikroskopik, töntgenografik ve diğer etüdler neticesinde, istihsal edilen cevherin kimyevî ve mineralojik terkihi katıyetle tespit edilebilir.

Şimdiye kadar yapmış olduğum araştırmalarda eski imalatın derinlikleri hakkında bir neticeye varmış bulunmaktayım. Balıkesir - Balya kurşun - çinko madeni ile Çorum - Gümüşhacıköy kurşun-çinko eski imalatları hariç, diğer eski çalışmalarında ulaşılan derinlikler 30 - 40 m. civarındadır. Yeraltındaki malzemenin nakil güçlüğü ve havalandırma imkânsızlıkları, kanaatime göre derinliği tahdit eden unsurlardır. Eski çağların basit teçhizatı ve tekniği ile ancak satın ve satha yakın olan cevherler alınabilmekteydi. Tabiatıyla yeraltı istihsalı, tamamen insan gücüne ve insanın cesaretine dayanan çalışmaları kapsamaktaydı.

Eski imalatın etüdünde topoğrafik depresyonlar çok defa faydalı ipuçlar vermektedirler. İmalatın birbiri ile olan münasebetleri, bazan topoğrafik depresyonlarından faydalanılarak çözümlenebilir.

İmalat girişleri ekseri hallerde kapalıdır. Bu arada göçükler sebebiyle girişin nerede olabileceği tahmin edilememektedir. İlk açma ve temizleme işinden sonra çalışılan cevher hakkında daha detaylı veriler elde edilmektedir. Fazla göçük yoksa, bir giriş bulunduktan sonra ve ekseri hallerde, cevheri takiben dar ve tehlikeli galerilere girilir. Birikmiş gazlar ve ani göçükler her zaman tehlike arzeder. Etüderim esnasında bu gibi galerilerde basit kürek, çapa, çekiç, murç ve sert kayaçlardan yapma öğütücü çekiçler buldum. İnce ardıç ağaçlarından tahkimat, göçüklerde kalanların iskeletleri, Roma ve Osmanlı paraları ile sert deriden yapılmış cevher torbaları, her imalat'ta tesadüf edilmektedir.

Eski imalatın etüdünde fotojeoloji ve büyük ölçekli hava fotoğrafları her zaman faydalıdır. Özel gaye ile çekilen perspektif ve renkli fotoğraflar, hususi problemlerin çözümü için daha iyi netice verirler. Bilhassa fotomozaiklerin tertibinden geniş ölçüde istifade edilmelidir. Bu suretle bilinmeyen daha birçok eski imalatın bulunması, gerekli irtibatların sağlanması, istikamet ve muhtemel cevherleşme imkânları hakkında ön bilgiler toplanmış olur. Bu arada yapılacak detaylı topoğrafik haritalarda en küçük topoğrafik depresyonlarının alınmasına dikkat edilmeli ve elde edilen fotomozaikler ile korelasyona gidilmelidir.

Jeşimi etüdlerin tatbikatı hakkında dikkatle karar vermek gerekir. Kontaminasyon sebebiyle çok defa yanlış neticeler alınmaktadır. İyon akım ve taşınma istikametlerine dikkat edilmediği takdirde, yapılacak tefsirden yanlış ve aldaticı bilgiler elde edilebilir. Kayseri - Denizovası çinko-kurşun madeninde yapılan jeşimi etüdlerinde, bu tip bir hata yapılmış ve en yüksek anomaliler eski imalatın cevherli paşalarında elde edilmiştir. Bilâhare cevherleşme ile ilgili olmayan bu anomalilerin tefsirinde güçlük çekilmiş ve etüdler durdurulmuştur.

Jeofizik etüdler bazan faydalı neticeler verebilir. Uygun metodun seçilmesi, alman neticelerin jeolojik tefsiri ve metod ile tecrübenin geliştirilmesine azami dikkat gösterilmelidir. Bakır ile ilgili eski imalatın etüdünde ve spesifik problemlerin hallinde, jeofizik etüdlere faydalı neticeler elde edilmektedir.

Eski imalâtın etüdünde, topoğrafik ve jeolojik çalışmaların yanında en müsait yerlerde temizleme ve açma işlerine girişilmelidir. Çünkü en iyi neticeler bu çalışmalardan sonra alınmaktadır. Cevherleşmenin tipi, mineral parajenezi, cevherleşmenin kalınlığı, istikameti, yatımı ve gang mineralleri hakkında en iyi bilgiler bundan sonra öğrenilmektedir. Bu ilk étudier ekseriyetle masrafsız olur ve netice çabuk almır. Daha detaylı araştırmalar hakkında karar verebilmek için, bu ilk etüdüleri de lüzumsuz yerde uzatılmasında fayda yoktur. Peyderpey elde edilen neticelerin, çalışma grubu içinde konsültatif şekilde değerlendirilmesine dikkat edilmeli ve bilinmeyen hususların çözümlenmesinde çalışma grubunun işbirliği sağlanmalıdır.

4. Kayseri - «Zamantı Kursun-Çinko Aramaları Projesi» ve Eski imalâtın Yeri :

Bu proje jeolojik ve tarihî çalışmalardan elde edilen verilere göre tertip edilmiştir. Bulunan tüm zuhurlarda eski çalışmalar mevcuttur ve birçok zuhurda eskiden kalma murç izleri halen görülmektedir. 100 Km. uzunluk ve 30 - 40 Km. genişliğinde olan metalojenik provenste, 72 adet münferit zuhur ve binlerce eski imalât izi tespit edilmiştir. Önlerinde ekseriyetle karışık olarak çinko-kurşun cevhei paşaları görülür, istihsali yapılan cevher galenit ve muhtemelen serüzittir. Çinko cevherleri ise bilinmediğinden tüm olarak paşalara atılmışlardır. Cevherin içinde yumrular halinde bulunan galenit, titizlikle seçilmiş ve ancak gözle görülemeyenler paşalara geçebilmişlerdir. Paşalarda ekseriyetle yüksek tenörlü smitsonit cevhaerleri görülmektedir.

Cevherleşmenin galenit bakımından en zengin kısımları dar eb'adlı galeri, başyukarı, başaşağı ve kuyular ile alınmıştır. Azami derinlikler ise 30 - 40 m. civarındadır. Tek ve münferit girişlerden sonra yüzlerce metre eski galeri tespit edilmiştir. Bazı zuhurların önlerinden binlerce ton smitsonit cevheri toplanmıştı Randle malzemesi olarak kullanılan çinko cevherleri ise halen çıkarılmaktadır.

Toros dağlarının en yüksek yaylalarında, izi ve yolu bulunmayan birçok zuhurda, hacimli eski çalışmalar tespit edilmiştir. Çalışmalarımız esnasında yeniden bir tek zuhur dahi tespit edilememiştir.

En mühim zuhurlarda yapılan rezerv aramalarında müspet neticeler elde edilmiş ve 1968 - 1970 yılları arasında 18.000 m. sondaj ile arama galerisi yapılmıştır. Bu arada yüzlerce metre eski imalât açılmış ve etüd edilmiştir. Neticede yüksek tenörlü ve ehemmiyetli olan cevher rezervi, kısa zamanda tespit edilmiştir. Araştırmalara devam edildiği takdirde, bu rezervler her an artabilir. Çünkü cevher potansiyeli bakımından bu bölge için son söz henüz söylenmiş değildir.

Cevherleşme zonları ekseriyetle paleozoik ve mezozoik kalkerlerinde ve kuzeydoğu-güneybatı istikametinde görülürler. Cevherleşme filon ve metasomatik ramplasman tipindedir. Oksidasyon zonlarının derinlikleri henüz katiyetle tespit edilememiştir. Oksidasyon zonundaki mineral parajenezi smitsonit, az serüzit, limonit ve az galenittir. Yalnız «Kaleköy madeni»'nde tespit edilen primer zonda ise sfalerit, pirit, markazit ve galenit parajenezi görülür.

Rezerv aramaları gayesiyle yapılan sondajlarda devamlı olarak «T» tipi karotiyer kullanılmış ve karot randımanı % 90 dan yukarı olmuştur.

Fotojeolojik etüdler tüm provens için yapılmış ve tektonik durum ana hatları ile tespit edilmiştir. Bu meyanda takriben 1.800 adet hava fotoğrafı değerlendirilmiştir.

Jeofizik etüdler meyanında D. C. Rezistivite metodu tatbik edilmiş ve spesifik problemlerin çözümünde yararlı olmuştur.

Kontaminasyon sebebi ile jeo>imi etüdiere tatbik edilememiştir.

5. Memleketimizde Bilinen Eski İmalât'tan Bazıları :

Memleketimizde bulunan birçok tarihî çalışmalar henüz bilinmemekte ve dolayısıyla verimli etüdler henüz tertip edilememektedir. Mevcut kısa prospeksiyon raporları, ancak deskriptiv bilgileri ihtiva etmekte ve hakiki durumu ile problemleri hiçbir surette doğru olarak vazedememektedirler. Bu sebepten ötürü binlerce eski imalât ve milyonlarca ton cüruf yığınlarının tespit edilmesine rağmen, şimdiye kadar sistematik olarak bir envanter yapılmamıştır. Neticede açıkta veya kapalı olan binlerce eski imalâtın hakiki durumları henüz katiyetle bilinmemektedir.

Eski imalâtın tarihî dokümanları değerlendirilmemiş, eski madencilik bölgelerinin jeolojik ve metalojenik durumları aydınlatılmamıştır. Maden jeolojisi çalışmaları bu bölgelere teksif edilmeli ve bu arada sistematik olarak tüm bölgelerin tarihî, jeolojik, metalojenik ve madencilik verileri yeniden değerlendirilmelidir. Sistematik olarak yapılması tavsiye edilen bu etüdlere müspet neticenin alınmaması için, hiçbir sebep görülememektedir.

Memleketimizde bilinen eski imalât bölgelerinden bazıları hakkında ön bilgiler özet olarak aşağıda verilmiştir :

5.1. Bilecik - Söğüt «Kokurdanlık Altın Madeni» : Jurastik kalkerleri içinde ve takriben bir kilometre kare bir alanda, onbeş kadar büyük imalât mevcuttur, tik önce bu izlerin karst olanakları ile ilgili olabilecekleri düşünülmüştür. Birkaç imalâtın önünde 300.000 ton kadar kalker paşası görülmüş ve bunların içinde cevherleşme emaresine ait en küçük bir iz dahi bulunamamıştır. Jeoşimik etüdler neticesinde bakır ve kın.un için normal «treshold.» elde edilmişti. Pasa ile örtülmüş olan en derin yarma 27 m. derinlikteydi. İnilerek arından numune alınmış ve yapılan kimyevî, mineralojik ve mikroskopik tahlillerde koloidal, metalik ve telurid formunda altın tespit edilmiştir. Bu etüdlere muvazi olarak yapılan bir arama galerisinde diskordan hidrotermal altın filonları tespit edilmiştir. Altın muhtevası 4 ile 970 gr/tondur. Mikroskopik ve röntgenografik etüdler neticesinde kurşun-altın teluridi olan nagyagit minerali tespit edilmiş ve altın muhtevasının % 20-25 bu minerale bağlı olduğu kaydedilmiştir.

Daha detaylı rezerv aramaları için ilk müspet veriler elde edilmiş ve eski imalâtın mevcudiyeti her yönü ile yardımcı olmuştur. Hali hazırda araştırmalara devam edilmemektedir. Kalkeilerin altında bulunan genç entrüzivler her yönü ile ilgi çekmektedir.

5.2. Merzifon-Merkez «Büklüce Köyü Bakır Zuhurları» : Bu zuhurlar Büklüce ile Gelinsini köylerinin civarında bulunurlar. Mahallî halk asrımızın başlangıcına kadar bakırın izabe edildiğini hatırlamaktadır. Geniş izabe faaliyetinde kullanılan ağaç kömürünün mevcut ormanlardan elde edildiği halen bilinmektedir.

Eski imalât büyük yarma ve yeraltı girişlerinden meydana gelir. Yarmaların çoğu 1 km. ile 2 km. uzunluktadır. Yeraltı imalâtının hacmi bilinmemektedir. Takriben 10 km.2 lik bir alanda yirmi kadar büyük yarma mevcuttur. Paşalar çoktur ve oksi-karbonat ile sülfidik bakır cevher döküntüleri devamlı olarak görülmektedir. Cevherleşme ve eski imalât kısmen kalkerler içinde ve bazan skarn zonlarında müşahade edilir. Kalkerlerin altında genç granodiyorit-siyenit mağmatik kompleksi yer alır. Kalkerler içinde bulunan yüksek tenörlü bakır cevher filonları istihsal edilmiş, buna mukabil skarn zonları içindeki düşük tenörlü cevherler paşalara atılmıştır.

Bu hacimli eski imalâtın tarihçesi Eti medeniyetine kadar dayanmakta mıdır? Bakır cevherleri arasında stanin veya kasiterit minerali bulunur mu? Sualler çok, bilgimiz ise o nispette azdır.

5.3. Niğde - Ulukışla «Bolkardağ Kursun-Çinko Maden Havzası» :

Eti medeniyeti ile başlayan madencilik ve izabe faaliyeti asrımızın ilk senerlerine kadar devam etmiştir. Kayalara oyulmuş ve takriben 3.500 sene evvel verilen ilk Eti maden ruhsatı bu bölgede bulunur.

Maden köyü civarında yapılan aramalar neticesinde karbonat tipinde ve vasatı tenörü düşük olan 280.000 ton kadar bir cevher rezervi tespit edilmiştir.

Gümüshacıköy civarında takriben 500 bin ton ve Maden köyü civarında 100 bin ton kadar kurşun cürufu mevcuttur.

Eski imalât çok ve dağınık halde bulunur. Maden bölgesi jeoloji, cevherleşme ve mineral parajenezi bakımından «Zamantı çinko-kurşun metalojenik provenis»'ne benzemektedir. Bu iki maden havzası arasında birbirine çok yakındır.

Büyük çapta istihsal faaliyetinin verileri açıkta görülür. Eski imalât girişleri çoktur ve paşalarda devamlı olarak cevher döküntüleri mevcuttur. Cüruf kalıntılarına bakılarak ve bir tahmine göre, şimdiye kadar takriben bir buçuk milyon ton galenit cevheri izabe edilmiştir.

Rezerv aramalarından müspet neticelerin alınabilmesi için, kanaatime göre eski arama bölgesi terkedilmeli ve civarda bulunan diğer eski çalışmalar değerlendirilmelidir.

5.4. Çorum «Gümüshacıköyü Kurşun-çinko maden havzası» : Ondokuzuncu asrın ortalarına kadar Osmanlı devleti tarafından geniş çaptaki çalışmaların devam ettiği bilinmektedir.

Kalkerler içerisinde görülen eski çalışma izleri çoktur. Galenit cevherinin izabesinden arta kalan cüruf yığınlarının miktarı tam olarak bilinmemektedir. Bir tahmine göre asgari olarak 500.000 ton cüruf mevcuttur. Cüruflardan alınan numunelerin kimyevî tahlilinde % 5.34 Pb tespit edilmiştir.

Cevherleşme alanı oldukça büyüktür. Yapılan ilk müşahadelere göre cevherleşmenin filoniyen ve metasomatik ramplasman tipinde olduğu tahmin edilmiştir. Detaylı etüdler için imkân olmadığından, şimdilik bilinenlerin değeri azdır ve dolayısıyla kanaatler hipotetik safhadadır.

5.5. Tunceli - Hozat «Menlik köyü kurşun-çinko maden havzası» : Memlik köyü tamamen kurşun cürufları üzerinde kurulmuştur.

Çalışmaların tarihçesi belli değildir. Memlik köyü civarında büyük eski imalât görülür.

Yapılan bir tahmine göre cüruf yığınlarında yüz bin ton kadar cüruf mevcuttur. Kimyevî tahlil neticesinde % 4.38 Pb tespit edilmiştir.

5.6. Kütahya - Tavşanlı «Gümüşhacıköyü kursun-çinko maden havzası» : Eski imalât bölgesi köyün takriben 3 km. güneybatısındadır. İki lokalitede ve takriben birer kilometre karelik alanlarda, birbirine çok yakın yüzlerce eski imalât girişleri görülmektedir. Paleozoik yaşlı sedimanlar içinde ve galenit - sfalerit - pirit parajenezinde olan cevher filonları, azami olarak 10-20 cm. kalınlığındadırlar.

Köyün temel kazılarında kalınlığı bilinmeyen kurşun cürufları tesbit edilmektedir.

Eski çalışmaların tarihçesi ve cevherleşme alanının imtidadı bilinmemektedir.

5.7. Ankara - Balâ — «Karaali köyü Bakır cürufları» : Şimdiye kadar yetmiş bin ton civarında bakır cürufu tesbit edilmiştir. İzabede kullanılan bakır cevherinin menşei ve karakteri bilinmemektedir. Diyorit kayaçları içinde yer yer disemine bakır cevherleşmesi görülür.

Bölgenin civarı ultrabazik entrüziv kayaçlardan müteşekkildir.

5.8 «Gümüşhane ili kursun-çinko cürufları» : Cüruf yığınlarının çok ve dağınık olduğu bilinmektedir. Eski imalât bölgelerinin tam olarak tesbiti yapılmamıştır. Kurşun metali ile beraber bol miktarda gümüş metalinin istihsal edildiği ve Osmanlı tarihinde mühim bir yer işgal ettiği bilinmektedir. Bilhassa onsekizinci ve ondokuzuncu asırlarda geniş çapta madencilik çalışmalarının yapıldığı tahmin edilmektedir.

Alınan üç cüruf numunesinin kimyevî tahlili yapılmış ve % 3.28 - 4.67 Pb tespit edilmiştir.

5.9. Aydın - Manisa - İzmir - Balıkesir - Çanakkale illeri dahilinde görülen eski imalât kalıntıları : Memleketimizin batı bölgesinde, menşei bilinmeyen birçok eski imalât mevcuttur. Bu eski çalışmaların detaylı envanteri yoktur. Bir kısmında bakır ve kurşun, diğerlerinde ise civa veya altın istihsal edildiği tahmin edilmektedir. Eski imalât kalıntıları bakımından bu bölgemiz en az bilinenidir. Göçükler ve bunların yakınlarında bulunan döküntüler, tek endikasyon olarak görülmektedir. Çalışmaların esnasında gördüğüm birçok eski imalâta bazan limonit, bazan malakit-azurit, bazan ise yalnız kalker döküntüleri tespit edilebilmektedir.

Yurdumuzda, yukarıda sayılan eski imalât bölgelerinden gayri daha birçok bölge kısmen bilinmektedir. Bu tebliğin gayesi, eski imalât bölgelerinin envanterini vermek değildir. Gayemiz, maden jeolojisi ve cevher aramaları yönünden yapılacak yeniden bir değerlendirmenin, zorunlu olduğunu belirtmektir. Bu çalışmalar tarihî, jeolojik, metalojenik ve madencilik verilerini kapsamalıdır. Memleketimizde «Zamantı çinko-kurşun metalojenik provensb'nde yapılan rezerv aramaları ve alınan müspet netice, iran'daki çinko-kurşun rezerv araması, Yunanistan'da antik

«Laurium» bölgesinde yapılan kurşun-çinko rezerv aramaları, Bulgaristan ve Yugoslavya'da tatbik edilen benzeri bakır ve kurşun-çinko arama projeleri, bu kanaatin somut delilleridir. Neticede eski çağlarda iktisadî olabilen, fakat zamanımızda değer ifade etmeyen birçok zuhur tesbit edilebilir. Fakat ne olursa olsun her seviyedeki kanaat, detaylı etüdlerin mahsulü olmalıdır.

6. Sonuç :

Şimdiye kadar verilen kısa izahat neticesinde, aşağıdaki verilerin tespitinde fayda vardır :

Ülkemizde birçok medeniyetler gelişmiş ve geniş çapta madencilik ve izabe faaliyetleri olmuştur.

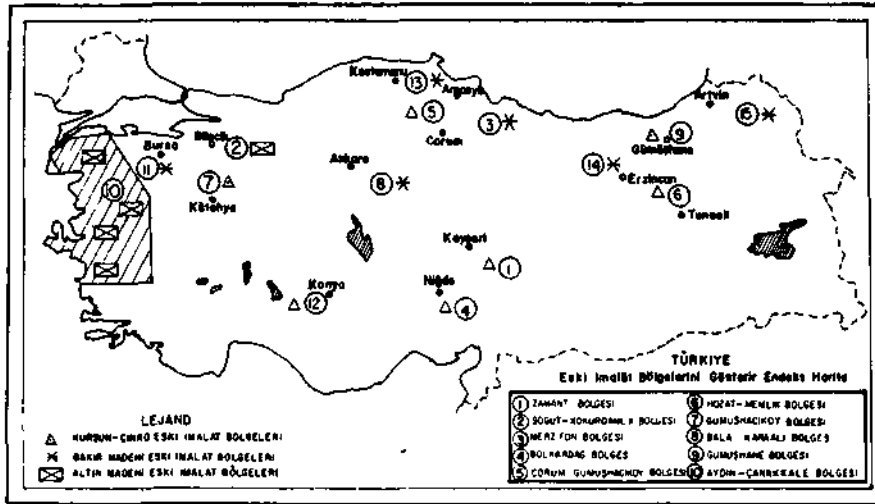
Bu faaliyetin kalıntıları, memleketimizin her bölgesinde görülür.

Kapalı veya örtülü bulunan birçok cüruf yığını ve eski imalât hakkında bir değerlendirme yapılmamıştır.

Cevher aramaları ve yeni maden yataklarının bulunması yönünden sistematik olarak yapılacak tarihî, jeolojik, metalojenik ve madencilik değerlendirmeden müsbet neticenin alınması beklenmektedir.

Bibliyografik Tanıtımı :

1. Devlet Plânlama Teşkilâtı : «Kurşun-çinko Özel İhtisas Komisyonu raporu» No. V. Sabit Yılmaz ve Mete Demirel.
2. Topkaya M. «Türkiye'de bulunan kurşun ve bakır cürufları», Derleme, neşredilmemiş rapor. Maden Yardım Komisyonu, Ankara 1965.
3. M.T.A. Enstitüsü : Kurşun ve bakır cürufları ile ilgili raporlar.
4. «Metag MUŞ. Müh.»: «Zamantı projesi öü- fizibilite raporu», istanbul 1970. (Devlet Plânlama Teşkilâtı için hazırlanmıştır.)
5. «Lead and Zinc in Iran» Teheran, 1966



Şekil: 1. Eski imalat bölgelerini gösterir harita.



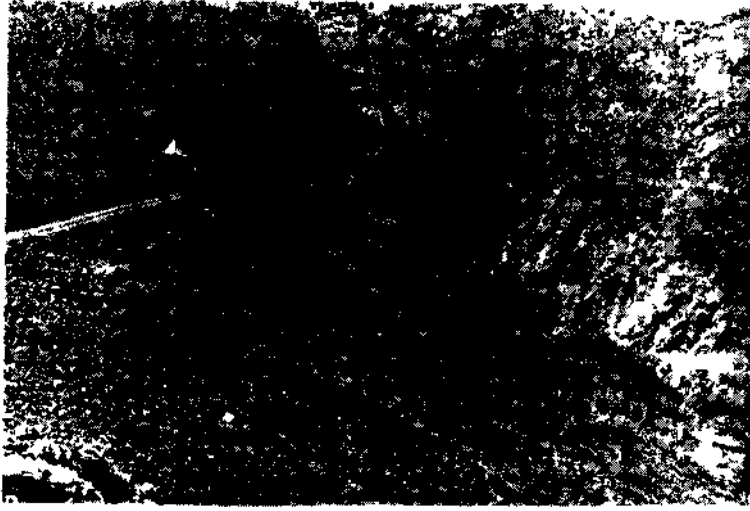
Şekil : 2. Kayseri .. Denizovaşı çinko - kurşun madeni civarında Karst oluşumları.



Şekil : 3. Kayseri - Denizovası çinko - kurşun madeni, eski imalât durumu.



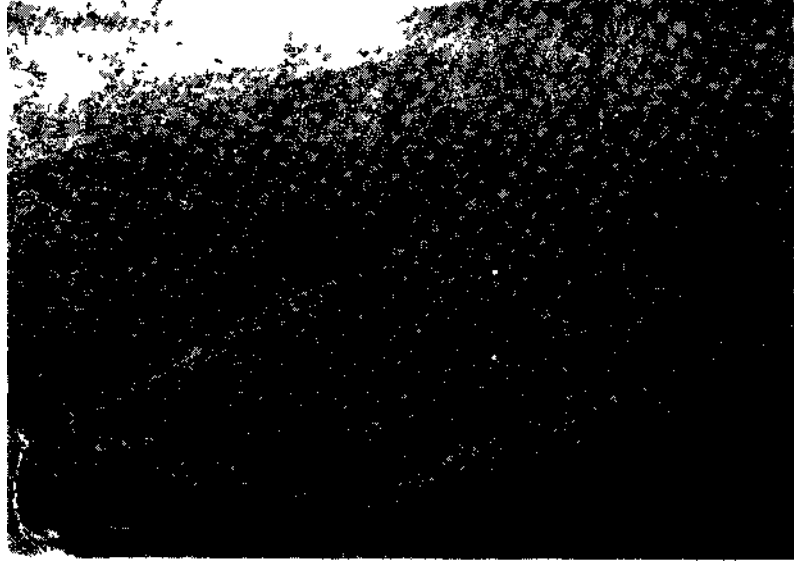
Şekil : 4. Kayseri - Denizovası çinko - kurşun madeni, eski imalâttan bir görünüş.



Şekil 5 Kayseri - Aladağ çinko - kurşun madeni işletmesi



Şekil . 6 Merzifon - Buklüce Köyü bakır zuhurları ve eski imalât



Şekil 7 Meızıfon-Bukluce Ko>u bakır zuhurları ve eski imalât durumu



Şekil 8 Buraa - tneg-ol bölgesinde bir eski imalâtın girişi

**TÜRKİYE KRİZOTİL ASBEST POTANSİYELİ
TÜRK EKONOMİSİNE KATKISI VE ARAŞTIRMA METODLARI**

Alp GÜRKAN (x)

1. Özet :

Bu yazıda, şimdiye kadar yapılan etüdlerden elde edilen bilgilere göre ülkenin çeşitli bölgelerinde tezahür eden krizotil asbest zuhurlarının genel bir sınıflandırmasına ve bölgelerdeki mümkün potansiyel ile bunların araştırılmasında gözönünde bulundurulması gereken hususlar belirtilmeğe çalışılmıştır. Ayrıca gittikçe talebi artan bu ham maddenin TÜRK ekonomisindeki yeri genel şekilde gösterilerek araştırmalara verilmesi gereken ilgi ile Uİ&KİLİ düşünceler özetlenmiştir.

2. Asbestin Tanımı ve Genel Sınıflandırılması :

2.1. Asbest Mineralleri :

Asbest terimi, çok ince lifli bir yapıya sahip olan birden fazla minerale verilen bir isimdir.

Asbest mneralleri, minerolojik ve kimyasal özelliklerine göre iki grupta toplanırlar :

Serantin grubu		
Monoklinik	Krizotil	$Mg_3(OH)_4Si_2O_5$
Amfibol grubu		
	Aktinolit	$Ca_2(MgFe)_D((OH)Si_4O_{11})_2$
Monoklinik	Tremolit	$Ca_2Mg_5((OH)Si_4O_{11})_2$
	Krosidolit	$Na_2MgFe,((OH)Si_4O_{11L})_2$
	(Mavi asbest)	
	Antofilit	$(MgFe),((OH)Si_4O_{11})_2$
Ortombik	Amozit	$MgFe_6((OH)Si_4O_{11})_2$

(x) Jeolog. Y. Müh.

Bu mineraller içinde endüstride en çok kullanılanlar krizotil, krosidolit ve amozit'tir. Gerek istihsalin gerekse kullanılan miktarın % 95'i krizotil, % 5'i ise amfibol asbeste tekabül eder.

2.2. Krizotil Asbestin Sınıflandırılması :

Asbest mineralleri içerisinde en büyük kullanılma alanı olan krizotil, en büyük istihsale sahip Kanada (Quebec) ve Rusya tarafından ayrı ayrı şekilde sınıflandırılmaktadır. Fakat şurası muhakkak ki fiziksel ve kimyasal özelliklerin haricinde sınıflandırmaya esas olan husus asbest liflerinin uzunluğudur. Halen Rusya haricindeki diğer istihsal ünitelerine sahip memleketlerin büyük çoğunluğu Kanada sınıflandırmasını kullanmaktadır.

Sınıflandırmaya esas olarak alınan alet, Quebec standart test kutusudur. Bu kutu, içinde 1/2, 4, 10 mesh'lik üç tel elek ihtiva eder. Testi yapılması istenen açılmış krizotil lifinden 16 onz (453,6 gr) üst eleğin üzerine konup kutu kapatılır. Bilâhare test kutusu, bağlı olduğu motor vasıtasıyla sallantıya tabi tutulur. Bu sallantı 110 saniye ve 600 devirlidir. Bilâhare kutu açılır ve her elek üstünde kalan kısım tartılır. Böylece testi yapılması istenen numunenin grubu öğrenilmiş olur.

Rus sınıflandırmasında numune 500 gr. olarak alınır ve motor 600 deviri 120 saniyede yapar.

Quebec sınıflandırmasında 1. ve 2. gruplar elle ayrılabilen uzun liflerden teşekkül eder. Diğer gruplar için mekanik ayırmaya ihtiyaç vardır. (Ek 1).

liflerin çeşitli fiziksel ve kimyasal özellikleri de ayrıca gözönünde bulundurulur ve bu konularla ilgili olarak özel bir numaralandırma sistemi kullanılır.

3. Asbestin Kullanılma Alanları :

Asbest mineralleri ile alâkalı olarak endüstride yaklaşık olarak 250 kullanılma alanı mevcuttur. Fakat bu alanların büyük kısmı ihmal edilecek kadar azdır. En büyük kullanılma alanları % olarak şöyle sıralanmaktadır :

v.-----	Dünya %	Türkiye %	Kullanılan grup
Asbestli çimento boru	42.9	41.8	4, 5, mavi, amozit
Asbestli çimento levha	28.6	32.2	5, 6, mavi
Yer karoları	8.5	14.8	6, 7
Asbestli mensucat	1.8	2.1	3, mavi
Asbest levha	6.5	1.7	3, 4, 5, 6, 7
Diğerleri	12.1	7.4	4, 5, 6, 7

Bu tablodan da görüleceği gibi % 71.5 ile asbestli çimento mamulleri en büyük kullanılma alanını teşkil etmektedir. En fazla ihtiyaç duyulan gruplar ise 4, 5, 6 olmaktadır.

EK : 1

Kanada gruplandırması	Test Neticesi				FOB Fıatı (1970) (Kanada \$ olarak)
	1/2 m.	4 m.	10 m.	elekaltı	
No. 1 Crude					1524
No. 2 Crude					874
3F	10.5	3.9	1.3	0.3	649
3K	7.0	7.0	1.5	0.5	551
3R	4.0	7.0	4.0	1.0	468.50
3T	2.0	8.0	4.0	2.0	425.50
3Z	1.0	9.0	4.0	2.0	369.50
4A	0.0	8.0	6.0	2.0	368.50
4D	0.0	7.0	6.0	3.0	248
4J	0.0	5.0	7.0	4.0	243
4K	0.0	4.0	9.0	3.0	243
4M	0.0	4.0	8.0	4.0	243
4T	0.0	2.0	10.0	4.0	218
5D	0.0	0.5	10.5	5.0	184
5K	0.0	0.0	12.0	4.0	184
5M	0.0	0.0	12.0	5.0	173
5R	0.0	0.0	10.0	6.0	156.50
6D	0.0	0.0	7.0	9.0	113.30
7D	0.0	0.0	5.0	11.0	94.30
7F	0.0	0.0	4.0	12.0	85
7H	0.0	0.0	3.0	13.0	72.60
7K	0.0	0.0	2.0	14.0	53.70
7M	0.0	0.0	1.0	15.0	50.50
7R	0.0	0.0	0.0	16.0	50.50
7T	0.0	0.0	0.0	16.0	48.40
7MS	Teste tabi değildir				52
7RS	»	»	»		52
7TS	»	»	»		52
8S	»	»	»		31.40
8S	»	»	»		30
8T	»	»	»		24.20

4. Dünya Asbest İstihali, Arz Talep Durumu :

1970 senesinden sonra Rusya, Avustralya ve Güney Afrika'nın bazı kısımlarında istihsal ünitelerinin faaliyete geçmesiyle dünya lif asbest istihali 5 milyon tonu geçecektir. Bunun yarıya yakın kısmı Rusya'ya diğer yarının 3/4 ü Kanada'ya aittir. Üçüncü sırayı Güney Afrika ve Rhodesia almakta, bu ülkeler toplam dünya istihsalinin % 90'ından fazlasını temin etmektedirler.

Asbest istihsal eden bütün memleketlerde krizotil mevcut iken Amozit ve Kro-sidolit (mavi asbest) istihsalı sadece Güney Afrika'ya münhasır kalmaktadır. Bazı mavi asbest yatakları Avustralya, Rusya ve Amerika'da bulunmakla beraber, bu memleketlerde, bu minerallerin istihsalı mevcut değildir.

Dünya asbest tüketimi her geçen sene muayyen bir oranda artmakta, yeni istihsal ünitelerine rağmen talep tam manâsiyle karşılanamamaktadır.

Dünya lif asbest tüketiminin gruplara göre artış hızı şöyledir :

Gruplar	Geçmişteki artış hızı %	1972 ye kadar artı; hızı tahmini %
1, 2, 3	3,8	0
4	4,7	4,5
5	4,5	6,2
6	3,5	5,8
7, 8	4,7	1,7

Tablodan da görüldüğü gibi 1972 senesine kadar ortalama % 4 lük bir tüketim artışı mevcuttur. Mevcut talebi karşılamak üzere Almanya ve Avustralya'da büyük kapasiteli yeni tesislerin kurulmasına rağmen arz talep durumu şöyle gözük-mektedir :

- 1, 2, 3 ncü gruplarda gelecek 5 yılda arz talep eşit olacak
- 4 ncü grupta 1971 den sonra talep arzdan fazla olacak
- 5, 6 ncı grupta 1972 yılından sonra talep arzdan % 13 fazla olacak
- 7, 8 nci grupta 1972 yılında eşitlik temin edilecek.

Bu duruma göre, 1972 yılında talebin arzdan 100 bin ton civarında fazla olacağı tahmin edilmektedir. Talebin fazlalığı fiyatlara da haliyle tesir etmekte ve her sene genellikle % 5 civarında bir fiat artışı olmaktadır.

5. Yurt tçi Talep Tahmini :

Asbest araştırmaları ile ilgili olarak piyasa araştırması 1968 senesinde Şada Firması tarafından yapılmış 1970 senesinde ise Alaçam Firması tarafından tekrar gözden geçirilmiştir. Bu incelemeler neticesinde önümüzdeki 10 yıl içinde talep tahmini yaklaşık olarak şöyle gözük-mektedir :

Sene	Ton/lif
1970	20000
1972	31000
1974	42 000
1976	54 000
1978	67 000
1980	82 000

Kullanılan bu miktarın % 26 sini amfibol grubu asbest teşkil etmektedir. Türkiye'de bu grup asbest gereğinden daha fazla kullanılmaktadır. Bu oranı 1/3 nisbetine düşürmek mümkündür. Nitekim Güney Afrika ve Rhodesia'ya yapmış olduğumuz tetkik seyahatinde mavi asbesti ve amozidi en düşük seviyede kullanmak hattâ bazı alanlarda tamamen krizotil asbest ile ikame etmek için geniş çalışmalar yapıldığını müşahade ettik. Türkiye'de mevcut olmayan bu elemanların ithalâtını asgari seviyeye indirmek için krizotil ile ikamesi konusunda gerekli incelemeler yapılmalıdır.

6. Türkiye Asbest İmkânları :

Şu âna kadar yapılan etüdlerde Türkiye'de herhangi bir knosidolit ve amozit yatağına rastlanılmamıştır. Esasen etüdlere büyük endüstriyel ehemmiyetine binaen krizotil asbestin araştırılmasına yönelmiştir. Krizotil asbeste tabiatla üç şekilde rastlanır :

Stock-work Damar tip Masse-fiber

Üçüncü tip son derece nadir olduğundan istihsal ehemmiyeti yoktur. Dünya üzerindeki en büyük istihsal Stock-work şeklinde olan yataklarda yapılmaktadır. Zira bu tip yatakların rezerv imkânlarının büyüklüğü yanında istihsal de çok ucuza malolmaktadır.

Damar tipi yataklar, küçük rezervlere sahip olmalarına rağmen yüksek konsantrasyon gösterdiklerinden bazen ekonomik olarak iletilebilmektedirler.

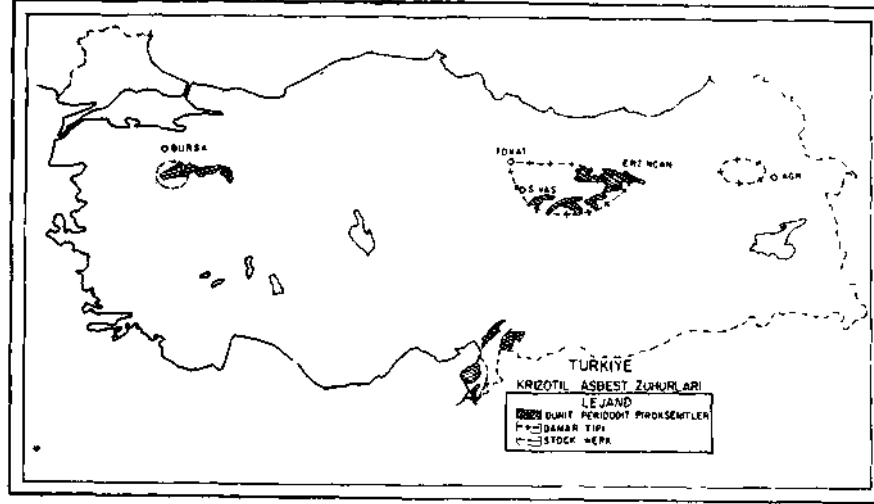
Türkiye'de halen yapılmakta olan istihsal, damar tipi teşekküllerde olmaktadır. Bunun da esas sebebi, halen bir - iki II merkezinde bulunan ve çok ilkel metodlarla çalışan lif ayırma tesislerine ancak konsantre cevher getirildiği takdirde üretici için kârlı olabilmektedir. Düşük tenörlü stock-work sahalarından cevher getirmek nakliye ücreti sebebiyle imkânsız olmaktadır. Bu sebepten dolayı stock-work sahaların etüdüne ancak son zamanlarda başlanabilmektedir.

Türkiye'deki asbest sahalarını etüdlere şu safhasında dört bölgeye ayırmak mümkündür : (Ek 2)

6.1. Sivas • Erzincan - Tokat Bölgesi :

Bölgede, damar tipi ve stock-work teşekkülleri gelişim göstermişlerdir. Çok ilkel metodlarla olmakla beraber geniş bir asbest madenciliği göze • çarpar.

Damar tipli teşekküller, umumiyetle, serpantinlerin sedimanter kayalarla olan şariyaj bölgelerinde, serpantinlerin içindeki, kompetanslı farklı kayaların



kontaklarında teşekkül etmişlerdir. Bütün incelemeler, teşekküllerin, şariyayı takip eden safhada meydana gelen tektonik hareketlerin etkisiyle meydana geldiğini doğrulamaktadır.

Serpantinitle harzburjit orijinli olup, tektonik hatlara yakın kısımlarda breşik bir yapı arzederler.

Damar teşekküller bölgede, üç kısımda konsantrasyon gösterirler. Bu konsantrasyon gösterirler. Bu konsantrasyon hattı batıda Yayıcağ'dan başlayarak, Bey-pınarı bölgesinden geçip doğu'da İliç'e uzanır.

Krizotil asbest damarları gerek kalınlık, gerekse damarları teşkil eden liflerin kalitesi itibarıyla büyük değişkenlik gösterirler. Lifler 1-50 mm. arasında değişir uzunlukta olup, müşahede edilen damar kalınlıkları ise 3-150 cm. arasında değişir.

Genellikle cevher manyetit ihtivasi bakımından çok fakirdir ki buda asbestin değerini arttıran özelliklerden biridir.

Bu tip teşekküllerde uzun liflerin çok oluşu ve genellikle bu liflerin tekstil endüstrisinde kullanılacak evsafına haiz olmaları, bölgenin asbest yataklarının değerini arttırmaktadır. Buradan elde edilecek uzun lifler her zaman için ihraç edilebilme imkânına sahiptir.

Çok yeni olarak yapılan prospeksiyon çalışmaları sonunda bazı stock-work sahaları tespit edilmiştir. Bunlar daha ziyade bölgenin batı ve kuzey kesimlerinde bulunmaktadır. Bunlar gerektiği şekilde henüz değerlendirilememiş olmakla beraber rezerv bakımından ümit vaatmektedirler.

Asbest yataklarının civarlarında herhangi bir genç asid entrüzyon bulunmadığından, krizotilin teşekkülü ile hidrotermal eriyiklerin arasında herhangi bir iliş-

ki bulunmadığı ve teşekkülün sadece tektonik hareketlere bağlı kaldığı saha etüdüleriyle doğrulanmıştır. Krizotil teşekkülünün diğer bir hususiyeti de özellikle harzburjit orijinli serpantinlere bağlı kalmasıdır.

6.2. Bursa Bölgesi :

Asbest yatakları, Orhaneli kasabasının kuzeyindeki ultrabazik masifin granodiyorit ile kontağına yakın kısımlarda stock-work olarak teşekkül etmiştir.

Ultrabazik kayalar genellikle dünit ve peridotitlerden teşekkül etmiş olup az serpantinleşmişlerdir.

Krizotil genellikle, serpantinleşmenin ve dolayısıyla kırıkların yoğunlaştığı, talk-pirit-manyetit zonlarının yakınlığında ve serpantinleşme ameliyesiyle aynı zamanda teşekkül etmiştir.

Lifler umumiyetle uzun ve yüksek direnç birimine sahip olmakla beraber az çok talklıdır.

Bölge genel olarak iyi bir potansiyel ihtimali vermektedir. Yapılmış olan detaylı çalışmalar jönezin ve araştırılacak yerlerin tespitine imkân vermiştir.

Krizotil yatakları diğer bütün bölgelerin aksine dünit orijinli serpantinlerin içinde teşekkül etmiştir.

6.3. Hatay Bölgesi :

Şu ana kadar yapılmış olan etüdülerin ışığı altında, Hatay bölgesinin, bilinen en büyük asbest rezervine sahip olduğu söylenebilir. Yalnız diğer bölgelerin aksine bu bölge ekseriyeti ince liflerden teşekkül etmiş cevher yataklarından meydana gelmiştir.

Cevher yatakları stock-work ve damar tipinde olup yer yer yüksek konsantrasyon gösterirler. Yapılan incelemeler lif kalitesinin iyi olduğunu göstermiştir.

Krizotil asbest, az çok serpantinleşmiş harzburjtlerin, tektonik hareketler neticesinde tamamen serpantinleşmiş kısımlarında ve dolerit orijinli tamamen kloritleşmiş, rodenjitleşmiş daykların kenarlarında teşekkül etmiştir.

Yapılan çalışmalar NE-SW istikametinde 1000-1700 m. irtifaları arasında 20 km. uzunluğunda bir cevherleşme bölgesini ortaya çıkarmıştır. Bu zon içinde yer yer uzun liflerin olduğu kısımlar da mevcuttur. Bölgeden 5, 6, 7 nci gruptan lif elde edilmesi mümkün görülmektedir.

Asbest yatakları, Kıbrıs asbest yatakları ile aynı özelliklere sahiptir. Halen Kıbrıs'ta 15 000 ton/lif kapasiteli tesis mevcut olup 1700 m. irtifamda bulunan yataklardan cevher havai hatla tesise indirilmekte ve ekonomik olarak işletilmektedir.

6.4. Diğer Bölgeler :

Türkiye'nin serpantin sahaları bakımından dünyanın en zengin memleketlerinden biri olduğu bilinmektedir. Krizotil asbestin bir serpantin minerali olması ve bazı özel şartlarda teşekkül etmesi sebebiyle, bu şartlara haiz olabilecek serpantin sahalarının özellikle incelenmesi gerekir. Fakat bu diğer bölgelerin bırakılması

anlamına gelmez. Zira herhangi bir 'bölgede teşekkül edebilecek mevzii tektonik hareketler krizotil asbestin teşekkülüne sebep olabilir.

Şu âna kadar yapılan çalışmalarda ekonomik ehemmiyete haiz olmayan birçok zuhura tesadüf edilmiştir. Bunların içinde en emniyetlisi Kağızman - Ağrı arasındaki serpantin sahalarında bulunmaktadır. Krizotil asbest genellikle damar tipinde teşekkül etmektedir. İyi kaliteli liflerin bulunmasına rağmen bölge rezerv bakımından çok ümitvar değildir. Tabii şartların son derece güç olması bu bölgenin gerekli şekilde incelenmesine mani olmuştur. İleride bu sahaların tekrar ele alınması faydalı olabilir.

Çankırı, Yozgat, Amasya civarlarında da daha ziyade damar tipli krizotil asbest yataklarına rastlanılmıştır. Fakat genellikle rezerv imkânları büyük değildir.

7. Araştırma Metodları :

Gerek halen yapmakta olduğumuz araştırmaların verdiği pratik netice, gerekse diğer memleketlerde yapılmış olan çalışmaların neticeleri, krizotil asbestin araştırılmasında iki metodu ortaya koymaktadır.

7.1. Sondajla arama metodu :

Ucuzluğu çabukluğu ve stock-work sahalarında verdiği pratik netice ile dünya üzerinde en çok kullanılan metoddur. Bu tip sahalarda lif damarları genellikle 2 bazan üç istikamet ve dolayısıyla yatıma sahiptirler. Sondaj karotları bu sebebe binaen lifleri çeşitli açılarda keserler.

Sondajlar genel olarak cevher yatağının durumuna göre ayarlanır. Eğer lif damarlarında bir zonlaşma ve umumî bir yatım mevcut ise, sondajlar eğik olarak ve lifleri dik kesecek şekilde yapılır. Sondaj karotları önce gözle bilâhare pilot tesiste incelemeye tabi tutulur.

Gözle değerlendirmede karotlar baştan itibaren 1,5 metrelik kısımlara ayrılır. Her kısımda, seçilen bir hat boyunca lif uzunlukları ve lifli damarların karotları yaptıkları açı ölçülür. Lifler uzunluklarına göre 1,5 ile 25 mm. (1/16 ile 1 inç) arasında ayrılmış 13 kolondaki yerlerine yazılır. Bilâhare her kısmın grubu tespit edilerek genel karottaki gruplandırma yapılır. Bundan sonra elde edilen verilere göre karotun, hem genel hem de kısım kısım \$ - ton olarak değerlendirilmesi yapılır.

Lif damarlarının karotla yaptığı açılardan hareket edilerek karot içindeki lif hacminin düzeltme katsayısı tesbit edilir. Bu katsayı daha evvel elde edilen değerle çarpılarak karotun ve karot içindeki muayyen kısımların hakikî değerleri bulunur.

Gözle yapılan bu incelemelerin benzer işlemleri ikinci safhada pilot tesiste yapılır. Karotlar 5 - 10 metrelik kısımlara ayrılır. Her kısım istenilen küçüklüğe kadar parçalanarak pilot tesiste incelenmeye tabi tutulur. Parçalanmış kısmın 1/4'ü numune olarak saklanır. Bu şekilde karotun her kısmı için \$ - ton olarak bir değer bulunur.

Bu her iki şekilde elde edilen değerler harita üzerine işlenerek cevher yatağının eşdeğer kat haritaları çıkartılır.

7.2. Galeri ile araştırma metodu :

Bu metod genellikle damar tipi teşekküllerde tatbik edilir. Umumiyetle bu tip teşekküllerde, damar kalınlıklarında ve lif kalitelerinde büyük bir değişkenlik müşahade edilmektedir. Bu değişkenlik katsayısının tespiti için muayyen seviyelerde damarın boydan boya tahkiki gereklidir.

Galerili araştırmalar, tamamlayıcı olmak gayesiyle bazı memleketlerde, özellikle, Rusya'da stock-work sahalarda da yapılmaktadır.

Damar tipli teşekküllerde, galeri içinde gözle yapılan müşahedelerin muhakkak surette pilot tesiste denenmesi gerekmektedir. Zira pratikte, gözle yapılan müşahade ile pilot tesiste yapılan incelemeler arasında büyük farklılıklar görülmüştür. Bu durum krizotil liflerinin tozlanabilme miktarının gözle tespit edilememesinden ve damar boyunca meydana gelen büyük kalite değişikliğinden ileri gelmektedir.

8. Sonuç :

Yapılmış olan piyasa araştırmaları 1980 yılına kadar Türkiye'nin asgari 500 000 ton asbest ihtiyacı olacağını bunun da 100 000 tonunun amfibol tipi olabileceğini göstermektedir. Sanayi ihtiyacı daha ziyade 4, 5, 6 ncı gruplarda toplanmaktadır. 2 No. lu ekteki 1970 fiatları sabit kalacağı kabul edilirse önümüzdeki 10 sene zarfında, tamamen ithal edildiği takdirde, Türkiye'nin sadece krizotil asbest için en az 100 milyon dolar (FOB) civarında döviz ödemesi gerekmektedir. Kaldık! dünyadaki talebin arzdan daima fazla gözükmesi, asbest fiatlarını her sen arttırmaktadır.

Bu durum karşısında gerek iç piyasanın ihtiyacını karşılayarak döviz tasarrufunda bulunulması, gerekse, imkân elde edildiği takdirde, dünya piyasalarına satışı her zaman mümkün olması sebebiyle, ihraç suretiyle döviz geliri imkânlarının mevcudiyeti, bu alandaki yeni araştırma yatırımlarına gidilmesini zaruri kılmaktadır.

Diğer taraftan neticelendirilmiş olan etüdlerin gerektirdiği tesislerin kurulmasına bir an evvel başlanılmalıdır. Türkiye'deki rezerv dağılımları gözönünde bulundurulursa, büyük kapasitedeki tesislerin yerine, Güney Afrika ve Rodezya'daki misallerine uygun küçük kapasitede birkaç tesisin kurulması, küçük rezervlere sahip, özellikle damar tipli birçok zuhurun istihsal üniteleri haline gelmesini mümkün kılacaktır.

Tesislerin kurulması ile beraber, özellikle Bursa'nın Orhaneli Bölgesi, Sivas'ın Kangal kazası ile Beypınarı nahiyesi arasındaki sahalarda, Tokat'ın Reşadiye bölgesi ve Hatay bölgesinde rezerv aramalarına matuf detay çalışmalara devam edilmelidir.

Yapılmakta olan çalışmaların şu safhasında Türkiye'de bir asbest potansiyeli olduğunu söylemek kehanet sayılamaz. Halen yapılmakta olan sistematik çalışmaların devamlılığı, Türkiye'yi asbest ithal eden bir memleket olmaktan kurtaracak ve belki de ihracatçıları safına sokacaktır. Bundan elde deilecek döviz kazancı ise ortadadır.

TEKNİK VE EKONOMİK AÇIDAN JEOTERMAL KAYNAKLAR VE BU AÇIDAN TÜRKİYE'DEKİ JEOTERMAL ÇALIŞMALAR

Mehmet SALTUKLAROĞLU (x)

Özet :

Jeotermal kaynakların değerlendirilmesi gerek enerji üretimi, gerekse diğer birçok kullanış imkânları bakımından ekonomik ve kompetitif olacak bir durum arz etmektedir. Bunun böyle oluşu memleketimiz dahil bir çok devletleri bu kaynakların eksplorasyonuna ve geliştirilmesine yöneltmiştir.

Bu yazıda bu kaynakların değerlendirilmesine tesir edecek teknik ve ekonomik faktörler dikkate alınmakta ve bu faktörler ışığında çeşitli değerlendirme imkânları üzerinde durulmaktadır.

Ayrıca memleketimizde bu alanda yapılan çalışmaların teknik ve ekonomik yönü özetlenmekte ve bu kaynakların memleketimiz için haiz oldukları önem belirtilmektedir.

Bölüm : I Teknik ve Ekonomik Açıdan Jeotermal Kaynaklar

1. Giriş :

Gerek dünyanın çeşitli yerlerinde yer yüzeyinde görülen sıcak su emareleri ve gerekse yapılan bazı sondajlar yer altında yararlanılabilecek büyük bir ısı enerjisi potansiyeli olduğunu göstermektedir. Bu ısı enerjisinden halihazırda en kolay yararlanma yolunun bu enerjinin bir kısmını taşıyan yer altı sularının ve sıcak gazların yer üstüne çıkartılması ile mümkün olabileceği aşikârdır.

Bu şekilde elde edilebilecek bu enerji «Jeotermal enerji» ve bu enerjiyi taşıyan ortamlarda «Jeotermal kaynaklar» olarak tanımlanabilir. Jeotermal enerjiden ucuz elektrik enerjisi üretiminin mümkün oluşu ve yine dünyanın bir çok yerlerin de sıcak su tezahürlerine rastlanması bir çok milleti enerji kaynağı olarak jeotermal kaynaklara yöneltmiştir. Memleketimizin de dahil olduğu bu memleketler arasında ABD, EL Salvador, Endonezya, Filipinler, Habeşistan, İrlanda, İtalya, Japonya, Kenya, Macaristan, Meksika, Milliyetçi Çin, Polonya, SSCB ve Şili sayılabilir. Bunlara önümüzdeki yıllarda daha bir çok milletin katılması çok muhtemeldir.

2. Jeotermal Kaynakların Yer Yüzüne Çıkarılması :

Jeotermal kaynakların yer yüzüne çıkarılmasından önce enerji üretimini ekonomik kılacak kapasitede kaynakların bulunması şarttır. Bu bakımdan yüzeyde tabii tezahürlere rastlansa dahi, ilk önce jeoloji, hidroloji, jeofizik ve jeo?imik açıdan bu kaynakların etudleri yapıp, soma gerek etüd neticelerini kontrol etmek ve gerekse neticelerin uygun olduğu hallerde üretime geçme için sondaj safhasına girilir.

(\) Dr. Maden Yük. Müh. M.T.A. Enstitüsü Teknik Ameliyeler Şubesi

Jeotermal akışkanların üretiminin en masraflı kısmı sondajdır. Sondaj operasyonu ana hatları ile petrol ve tabii gaz sondajlarına benzediğinden burada üzerinde durulmayacaktır. Yalnız şurasını belirtmek lâzım gelir ki, karşılaşılan ısıların yüksek oluşu petrol ve tabii gaz sondajlarında olmayan problemler yaratmaktadır. Ayrıca ekonomi açısından istikşaf sondajlarının mümkün olduğu kadar dar, istihsal sondajlarının ise en düşük maliyet ile en fazla istihsal arasındaki optimum bir genişlikte olması dikkat edilmesi gereken bir husustur. Kuyu başı teçhizatı ile beraber toplam sondaj masrafları metre başına 55 - 172 \$ arasında değişmektedir. HAYASHIDA (1970), 500, 1000 ve 1500 m. derinlikte kuyular için metre başı maliyeti olarak sıra ile 106, 98 ve 90 \$ vermektedir.

Jeotermal akışkanların nakli bunların istifadesindeki maliyet hesaplarına tesir eden en önemli faktörlerden biridir. Nakliye ve insulasyon maliyeti olarak JAMES her boru hattı için 2.90 \$/cm./m. hesaplamaktadır. (JAMES 1970 a). Son zamanlarda Yeni Zelanda ve Japonya'da yapılan deneyler buhar/su karışımlarının problemsiz olarak naklinin mümkün olduğunu göstermiştir. (JAMES, 1970 b). Böylece ayrı su ve buhar hatlarına lüzum olmadığından büyük ekonomi sağlanmakta ve buhar hattında olan yoğunlaşma ve sıcak su hattında olan kavitasyon problemleri elimine edilmiş olmaktadır. Ayrıca her kuyu başında bir separatere lüzum kalmayıp istenilen yerde kurulacak büyük bir separator ile toplam akışkanın buhar ve su fazlasının ayrılması mümkün olacaktır.

3. Üretime Tesir Eden Faktörler :

Jeotermal akışkanların üretimine tesir eden faktörler arazi şartları ve kuyu şartları olarak iki grupta toplanabilir. Bunlardan birinci grupta arazinin jeolojik ve hidrolojik durumu gelir ki, üretilen akışkanların ısı, basınç ve miktarını geniş ölçüde bu şartlar tayin eder. Bu meyanda yüksek basınç, yüksek ısı ve yüksek perméabilité bilhassa önemlidir. Jeotermal rezervuarlarda rastlanan perméabilité porozluk dolayısıyla husule gelen bir perméabilité olmayıp daha çok çatlak, kırık, fay gibi oluşumların meydana getirdiği perméabilitedir. Bu bakımdan bu perméabiliteyi «effektiv» perméabilité olarak tanımlamak yerinde olur.

Perméabilitenin yüksek olduğu hallerde akışkanın üretimi kuyunun boyutları ve kuyu başı basıncı tarafından kontrol edilir. Bu bakımdan kuyuların mümkün olduğu kadar geniş çapta oluşu ve rezervuarı kesen kısımlarının mümkün olduğu kadar fazla oluşu üretimi arttırmak bakımından önemlidir. Hattâ bazı hallerde' kuyuda buharlaşmanın başladığı seviyenin üzerinde bir genişleme yapmak yahut konulan muhafaza borularını bu ekilde bir gemlemeye meydan verecek şekilde ayarlamak üretimi arttıracak nitelikte olacaktır. (JAMES 1970 c). Ayrıca kuyu başı basıncı küçüldükçe üretimin ve su/buhar karışımları içindeki buhar yüzdesinin nisil arttığı Şekil 1'de görülebilir.

Bazı hallerde ise perméabilité bir üretime meydan verecek kadar olduğu halde, istenildiği kadar yüksek olmaz. Bu gibi hallerde kuyunun rezervuarı kestiği kısmının genişletilmesi üretimi arttırmak bakımından faydalı olacaktır. (JAMES 1970 c).

Jeotermal rezervuarlarda üretime tesir eden diğer bir hususta rezervuarların beslenme durumudur ki bu jeolojik ve hidrolojik şartların bir fonksiyonudur. Rezervuarlardan üretim yapıldığından meydana gelen basınç düşmesi ile bağlantılı olarak rezervuarlara bir beslenme olduğu ve bu basınç düşmesi arttıkça beslenmenin arttığı çeşitli jeotermal sahalarda görülmüştür. Bu bakımdan beslenmenin arttığı jeotermal sahalarda görülmüştür. Bu bakımdan beslenme miktarı gerek üretime ve gerekse açılan kuyuların ekonomik hayatına tesir edecektir.

Sık sık sorulan sorulardan biride jeotermik rezervuarların kapasiteleri ve açılan kuyuların ekonomik hayatıdır. Rezervuarların ekonomik olarak faydalanılabilecek kapasiteleri hem kütle ve hem de ısı yönünden ele alınmalıdır. En basit halinde bir sahanın sondajlarla sınırlarının tespiti yapıp istihsal basıncı ekonomik kalmak şartıyla alınacak akışkan miktarı hesap edilebilir. Fakat böyle bir hesap rezervuarın beslenme durumunu içine almadığından minimum bir rakam verecektir. Ayrıca beslenme olmadığı müddetçe buharlaşma miktarı artacak ve birim enerji üretimi için daha az akışkan kullanılacağından kuyuların ekonomik ömürleri uzayacaktır.

Realistik bir misal olarak 4 km.2 lik bir sahada açılmış saatte 300 ton ve 203 K. cal./Kg. entalpili (ki bizim Sarayköy'deki ürettiğimiz akışkanın entalpisi-dir) akışkan üreterek 20 MW lık bir üniteyi çalıştıran 4 kuyu düşünelim. Yine rezervuar kayacının kalınlığını realistik bir rakam olarak 200 m. ve «effektiv» porositeyi de % 30 kabul edersek ve rezervuarın beslenmesini hiç nazarı itibare almazsak bu kuyuların 23 yıl kadar ekonomik bir üretim yapabileceği hesaplanır. Bu durumda rezervuarda olabilecek basınç düşmesi 6 Kg./cm.* olacaktır ki bu haliha-zırda rastlanan rezervuar basınçlarına (50 -100 Kg./cm.2) nazaran mühim değıl dir. Çünkü Yeni Zelanda'da kuyular istihsale başlandığından bu yana olan basınç düşmesi 20 Kg./cm.2 yi bulmuştur ve kuyular hâlâ ekonomik üretime devam etmektedir. Bu 23 yıllık ömüre, kuyulardan elde edilmesi gereken akışkan miktarının basınç düşmesi ile azalması, basınç düşmesi dolayısıyla husule gelen hacim artması ve beslenme durumları da nazarı itibare alınarak bir ilâve yapılırsa, elde edilecek rakam 25 yılın çok üzerinde olacaktır. Burada şunu da söylemek yerinde olur ki, kurulacak enerji ünitelerinin dahi ekonomik hayatı 20 - 30 yıl kabul edilmektedir.

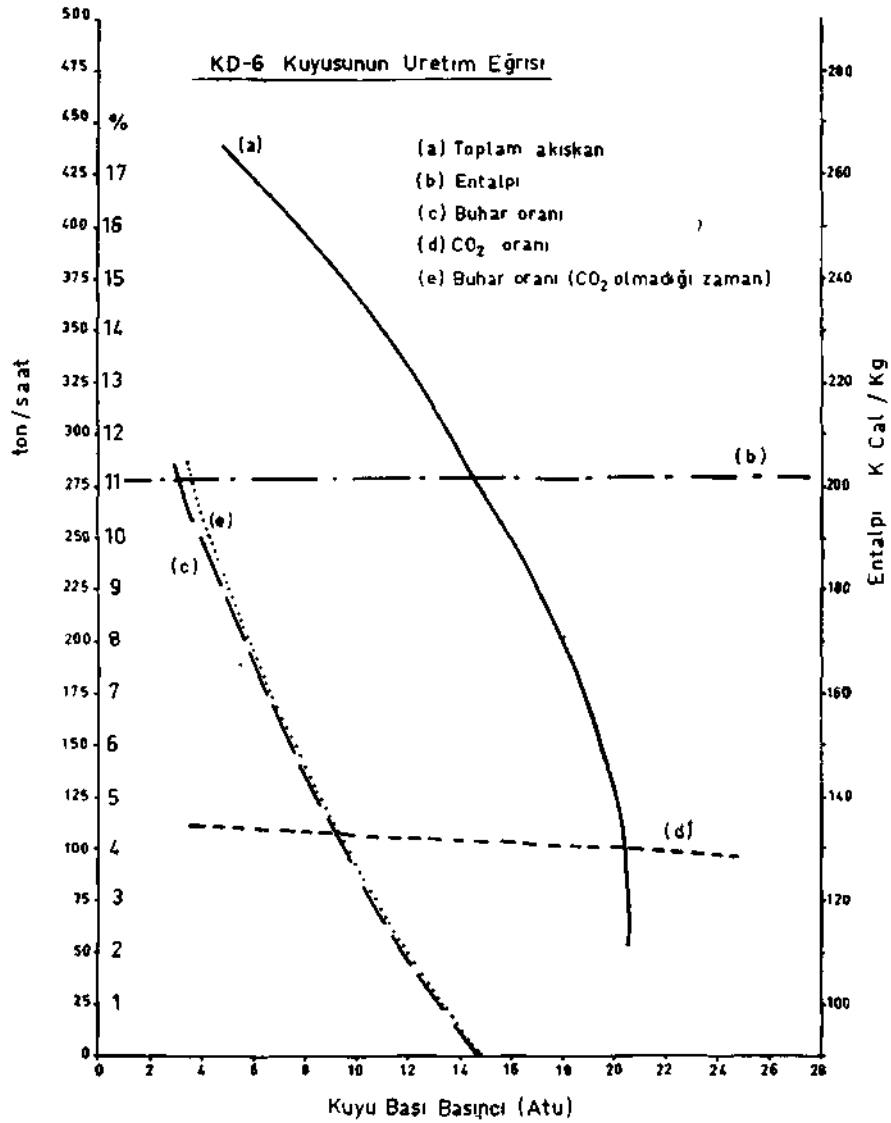
Görülüyor ki kuyuların hayatı bakımından pek endişeye düşmeğe lüzum yoktur. Kaldı ki dünyanın çeşitli yerlerinde 10-20 yıl veya daha fazla üretim yapan kuyular bir tükenme işareti göstermemektedir. Yeni Zelanda'da hemen hemen 15-20 yıllık bir üretim neticesinde basınçta yavaş yavaş bir düşme olmuş, fakat bu da son zamanlarda durmuştur. Bu beslenmenin üretimi dengelediğine bir delâlettir. Çünkü beslenme miktarı da basınç düştükçe artmaktadır.

Teorik olarak, ekonomik ve devamlı bir üretime geçebilmek yahut optimum bir ekonomik hayat tayin etmek için aşağıdaki bağıntıların bilinmesi gerekmektedir :

- (i) Sistemdeki basınç düşmesi ile üretim arasındaki bağıntı,
- (ii) Sistemde olan basınç düşmesi ile sisteme olan akışkan transferi arasındaki bağıntı,
- (iii) Sisteme, sistemde ve sistemden olan ısı transferleri arasındaki bağıntı,
- (iv) Sistemin ve kuyuların fizikî karakteristiklerinin üretimi ne şekilde sınırladığı.

Görülüyor ki bu bağlantıların birincisi ve sonuncusu bir dereceye kadar tayin edilebilir, fakat bu da ancak sistem üretime başladıktan sonra mümkündür. İkinci ve üçüncü bağıntıların ise elde edilmesi çok güç olup, sistem içinde, bir kütle ve ısı dengesi meydana gelmeden tespitleri hemen hemen imkânsız gibidir. Bununla beraber devamlı kuyu içi ısı ve basınç ölçüleri, akışkanların muntazam kimyasal analizleri ve laboratuvar ve arazide yapılan uygun deneyler yardımıyla bazı indirekt

bağıntılar elde edilebilir ki bu bağıntılar esas bağıntıların elde edilmesinde yardımcı olacaktır. Bu bakımdan petrol ve tabii gaza tatbik edilen rezervuar mühendisliği prensiplerinin bazı değişikliklerle jeotermal rezervuarlara uygulanması faydalı olacaktır.



Şekil 1

4. Jeotermal Kaynakların Değerlendirilmesi :

4.1. Kızgın veya Kuru Buhar :

Kızgın veya kuru buharın değerlendirilmesi yüksek entalpili suların değerlendirilmesi ile aynı olduğundan burada ayrıca ele alınmayacaktır. Yalnız buharın ku-

ru ve kızgın oluşu yaş buharın kullanılmasında ortaya çıkan kabuklaşma ve separator ihtiyacı gibi problemleri elimine etmekte ve kullanılacak tesislerin hacimlerinde tasarruf sağlamaktadır. Bu bakımdan gerek yüksek ve gerekse düşük entalpili sulara nazaran çok daha ekonomiktir.

4.2. Yüksek Entalpili Sular :

Sıcaklıkları 200°C veya fazla olan sular yüksek entalpili olarak nitelenebilir. Enerji miktarlarının fazla oluşu bu suları güç üretimi, özellikle elektrik enerjisi üretimi için bilhassa elverişli kılmaktadır.

4.2.1. Yüksek Entalpili Sulardan Güç Elde Edilmesi :

Rezervuarlar içerisinde yüksek sıcaklıkta bulunupta basıncın yüksekliği nedeni ile buhar haline geçemeyen sular kuyulardan yukarı doğru çıkarken basınç düşmesi sonucu buharlaşmağa başlarlar. Bundan anlaşılacağı veçhile kuyudan çıkan karışım doymuş su ve doymuş buhar ihtiva etmektedir. Akışkanın entalpisi yüksek olduğu derecede kuruluk oramda artar.

Basınç ve kuruluk oranları kuyu başındaki teçhizat ile kontrol edilen su/buhar karışımlarının türbinlerde elektrik enerjisi üretiminde kullanılabilmeleri için buhar fazının su fazından ayrılması gerekmektedir. Bu iş santrifüj esasına dayanan siklon tipi separatörler (= ayırıcılar) vasıtası ile yapılır. Böylece ayrılan buhar fazından elektrik enerjisi elde etmek için kullanılacak türbinler kondensörsüz (serbest egzozlu) ve kondensörlü olmak üzere iki grupta toplanabilirler. Bunlardan da kondensörlü olanlar ısı esanjörlü olanlar ve olmayanlar diye ikiye ayrılabilir.

4.2.1.1. Kondensörsüz türbinler :

Bu türbinler kondensörlü tiplere nazaran daha az teçhizat isterler ve bu nedenle gerek maliyet ve gerekse işletme bakımından çok daha ucuza mal olurlar. Yalnız bu türbinlerin birim enerji üretimi için kullandıkları buhar miktarı kondensörlü tiplere nazaran hemen hemen iki mislidir. Yani randımanları kondensörlü tiplerin yanısı kadardır. Bu büyük bir mahzur olmakla beraber, buhar içerisinde fazla miktarda gaz bulunması halinde kullanılacak hemen hemen en uygun türbin tipidirler. Hattâ buhar içerisinde fazla gaz bulunmasa bile jeotermal karakteristikleri daha iyi bilimniyen bir arazide pilot vazife görmek bakımından büyük bir avantaj gösterirler. Bu bakımdan yeni keşfedilen sahalar için bilhassa tavsiye edilirler. Böylece hem sahada başlangıçta fazla olan gaz miktarı azalana ve hemde sahanın geleceği belli olana kadar yapılan yatırımlara kısa zamanda karşılık verebilen faydalı bir serviste bulunabilirler. Bunların istenildiği zaman kondensörlü tiplere çevrilen cinsleri de yapılmaktadır. Kondensörsüz türbinler kullandıkları akışkan bakımından kondensörlü ünitelere nazaran çok daha israfkâr olduklarından büyük kapasiteli santraller için tavsiye edilmezler.

4.2.1.2. Kondensörlü türbinler :

Bu tip türbinlerde kondensörde kullanılmak üzere soğutucu suya ihtiyaç vardır ve gerek kondensörler ve gerekse soğuk suyun temini güç ünitesinin maliyetini arttırır. Yalnız jeotermal buhar ile çalışan türbinlerde kazana ihtiyaç olmadığından «jet tipi» tabir edilen ve diğer kondensör türlerine nazaran daha ucuz

olan kondensörler kullanılabilir. Bu tip türbinlerde gerek maliyete gerekse çalışma masraflarına tesir eden bir faktörde buhar içerisinde gaz bulunmasıdır. Gaz miktarı arttıkça bu faktörün tesiri de artmaktadır.

Birde kondensörlü türbinlerin ısı-esanjörlü tipleri bulunmaktadır ki bu türbinler gerek gazların kondensörlerden alınması problemini gidermek ve gerekse sadece bunların ısısından değil, buhar ile beraber çıkan sıcak suyun da ısısından istifade etmek için yapılmışlardır. Ayrıca ısı esanjöründe jeotermal akışkan ile ısıtılan temiz su kızgın buhar haline getirilebileceğinden daha küçük ebadlı türbinler kullanmak mümkündür. Bu tip türbinler teoride avantajlı görünmekle beraber, sistemin kapalı devreli oluşu, ısı esanjörünün lüzumlu olması ve ısı esanjöründe kabuklaşma teşekkül etmesi bu avantajı büyük ölçüde gidermektedir.

Isı esanjörlü türbinlerin diğeri bir tipide temiz su yerine kaynama sıcaklığı düşük olan sıvılar kullanan sistemdir ki bunlar halihazırda tecrübe safhasındadır. Bu tip türbinler konvensiyonel jeotermal güç ünitelerine nazaran ısıyı hemen hemen 5 misli daha randımanlı kullanmaktadırlar. Bu bakımdan düşük entalpili sular ile dahi ekonomik ve kompetitif olarak kullanılacak durumdadırlar.

4.2.1.3. Optimum Çalışma Şartları :

JAMES (1970 d) çeşitli faktörleri göz önüne alarak yaptığı çalışmalarda doymuş su/buhar karışımı üreten sahalarda için optimum kuyu başı basıncını 5.2 atü. olarak tespit etmiştir. Bu da optimum türbin giriş basıncını yaklaşık olarak 3.5 atü. de tespit etmektedir. JAMES (1970 d) yine göstermiştir ki güç ünitesi yatırım ve çalışma masrafları kondensör basıncı 0.166 ata. olduğu zaman minimum olmaktadır. Bu durumda gaz miktarı % 25 ten fazla olmayan buharlar için 0.166 ata. kondensör basıncı optimum olmaktadır.

Yine tecrübe göstermektedir ki geniş sahalarda konsentre edilmiş toplam kapasitesi yüksek olan büyük santraller yerine sahanın değerlendirilmesi neticelendirilip çehaya dağıtılarak ve böylece nakliye masraflarını azaltan küçük kapasitede ünitelerin kurulması daha ekonomik olabilir. Bu şekilde küçük santrallerde çalışacak insan gücü santrallerde uygulanacak otomasyon neticesinde büyük ölçüde azaltılabilir ve halihazırda bu prensip tatbik edilmektedir.

Kullanılacak türbin çeşidinin ve giriş şartlarının seçimi her saha için mevcut şartlar ve ekonomik faktörler göz önüne alınarak yapılmalıdır.

4.2.2. Yüksek Entalpili Sulardan Güç Elde Edilmesinin Ekonomisi :

Halihazırda dünyada 7 memlekette jeotermal enerjiden elektrik üretilmektedir bu iş için kurulmuş olan santrallerin toplam kapasitesi 726.8 MW'ı bulmaktadır. Buna ilâveten çeşitli memleketlerde bir çok yeni jeotermal enerji santralleri proje halinde bulunmaktadır ve bunlarla beraber jeotermal enerjiden üretilen elektrik enerjisi pek yakında 1616 MW'ı bulacaktır. Henüz çalışmakta olan ve önümüzdeki yıllar içerisinde tamamlanacak santrallerin özellikleri ve yerleri aşağıdaki tabloda özetlenmiştir.

T A B L O : I
Dünyada Jeotermal Güç Üretimi

Y e r i	Toplam Kurulmuş Kapasitesi (MW)	Kullanılan buharın cinsi	Maliyeti (mill/Kwh)	Proje halinde olan (MW)
EL SALVADOR Ahua Chapan				20.0
FRANSA La Bolliante (Guadeloupe)		Doymuş buhar		30.0
İZLANDA Namafjalli Hveragerdi	17	Kızgın buhar	2.5—3.5	3
İTALYA Larderello Monte Amiata	358.6 25.5	Kızgın buhar (ba- zan eşanjörü bu- harı)	30	
JAPONYA Matsukawa Shikabe	20.0	Kızgın buhar	3.1—4.6	180.0
Otake Takinokami	12.0	Doymuş buhar		50.0
MEKSİKA Pathé Cerro Prieto	3.5	Doymuş buhar	4.1—4.9 (tahmini)	150.0
YENİ ZELANDA Wairakei Kaverau	192.2 10.0	Doymuş buhar	4.0—4.5	
TAIWAN Tatun				10.0
TÜRKİYE Kızıldere		Doymuş buhar		20.0
A.B.D. Geysers	83.0	Kızgın buhar	4.7	400.0
S.S.C.B. Pauzhetka Kunashiry	5.0	Doymuş buhar		20.0 6.0
T O P L A M	726.8			889.0

Kurulmuş olan santraller büyüklük bakımından çeşitli üniteler ihtiva etmektedir. Bazı yerlerde 3 - 5 MWhk üniteler kullanıldığı gibi bazı yerlerde 55 MW'lik üniteler kullanılmaktadır. Ünitelerin büyüklüğüne tesir eden faktörlerin başında sahanın kapasitesi ve karakteristikleri, kuyuların istihsal karakteristikler ve aralarındaki mesafe, istenilen güç miktan ve üretime geçilecek zaman gelmektedir. Bununla beraber halihazırdaki gidiş büyük sahalarda 55 - 60 MW'lik, daha iyice tanınmamış

yahut küçük sahalarda ise 10-20 MW'lık üniteler halinde santrallerin kurulmasına doğrudur. Tablo 1'de halihazırda jeotermal enerjiden elektrik enerjisi üreten bazı memleketlerdeki enerji maliyetleri Amerikan dolarınının 1/1000'i olan «Mili» cinsinden verilmiştir. (1 mili = 1.5 kuruş).

Görülüyorki çeşitli yerlerdeki enerji maliyeti arasında ufak farklar bulunmakla beraber, maliyet averaj olarak 4 mill/Kwh civarındadır. Çeşitli memleketlerde enerji maliyetinin biraz farklı oluşunun en önemli sebeplerinden biri kullanılan akışkanın entalpisidir. Ayrıca bu alanda tecrübenin eksikliği, maliyeti hesaplarında kabul edilen faiz, kuyu hayatı ve santral hayatı rakamlarının farklı oluşuda bu bakımdan önemli bir faktördür.

Bu maliyet fiatları diğer elektrik enerji üretimi maliyet fiatları ile karşılaştırıldığında ve realistik bir karşılaştırma yapabilmek için çeşitli faktörler göz önüne alındığında TEN DAM ve FACCA (1964) tarafından aşağıdaki sonuçlar bulunmuştur :

Jeotermal Enerji	: 3—4 mill/Kwh.
Konvensiyonel termo-elektrik	: 5.47— 7.74 mill/Kwh.
Nükleer enerji	: 5.42— 11.57 >
Hidro elektrik	: 5 —11.36 »

Görüldüğü gibi jeotermal enerjiden elektrik enerjisi üretimi en ucuz üretim şeklidir ve hidrolik santrallerden üretilen elektrik enerjisi ile dahi maliyet bakımından rekabet edecek niteliktedir. Bunun en önemli sebepleri olarak :

(i) Termo elektrik ve nükleer santrallerde lâzım olan buhar kazanlarına ve kapalı devrelere ihtiyaç olmayışı.

(ii) Jeotermal buhar ile çalışan türbojeneratörlerin çok yüksek yük faktörlerinde (Load Factor) çalışabilmeleridir.

Jeotermal santrallerin diğer bir avantajıda küçük üniteler halinde ekonomik olabilmeleridir. Halbuki nükleer ve konvensiyonel termo elektrik santrallerinde ünite kapasitesi küçüldükçe enerji maliyeti artmaktadır. (TEN DAM ve FACCA 1964).

Genel olarak gelişmiş bir memlekette jeotermal, kuru buhar sahasında elde edilen enerji maliyetinin konvensiyonel yakıtlarla elde edilen enerji maliyetininin 3/5'i, jeotermal su/buhar karışımından elde edilen enerji maliyetininin de aynı kapasitedeki konvensiyonel tesislere nazaran daha ucuz olduğu söylenebilir (FACCA 1970).

Bütün bunlara ilâve olarak gerek separatörlerden ve gerekse türbin egzozlarından alınacak çok miktarda düşük entalpili suyunu kullanılış imkânları düşünülecek olursa, ki bunun tatbikatı halihazırda S.S.C.B.'de, İzlanda'da ve Japonya'da yapılmaktadır, jeotermal enerjiden elde edilen elektrik enerjisi daha ucuza mal olacaktır. Jeotermal enerji üretiminde randımanı arttıracak buluş ve teknik tatbikatlarında bu maliyeti biraz daha düşüreceği akıldan çıkarılmamalıdır.

4.3. Düşük Entalpili Sular :

Sıcaklıkları 200°C dan az olan sular bu gruba dahil edilebilir. Entalpilerinin düşük oluşu bu suları konvensiyonel metodlarla elektrik enerjisi üretimine uygun

kılmamakla beraber, bu suların gerek endüstride ve gerek günlük hayatta çok faydalı kullanım alanları mevcuttur. Hattâ son zamanlarda buharlaşma ısıları düşük, sıvıların ısı esanjörlerinde kullanarak bu sulardan elektrik enerjisi elde etme yolları dahi bulunmuştur. Aşağıda bu sulardan istifade yollarının ve bu yolların ekonomik açıdan değerlendirilmesinin bir özeti yapılmıştır.

4.3.1. Düşük Entalpili Suların Isıtmada Kullanılışı :

4.3.1.1. Jeotermal Enerjinin Mesken ve Bölge Isınmasında Kullanılışı :

Jeotermal enerjinin İzlanda'da bölge ısınmasında kullanılışı daha 1961 yılında Roma'da Birleşmiş Milletlerce tertip edilen ve konusu «Yeni Enerji Kaynakları» olan konferansta dünyaya tanıtılmıştı. O zamandan bu yana jeotermal enerjinin bu kullanım şekli dünyada çok geniş bir tatbikat sahası bulmuştur. Meselâ İzlanda'da şimdi 200.000 kişilik nüfusun % 40 jeotermal sular ile ısıtılmış evlerde oturmaktadır. Bütün meskenlerin ve kamu müesseseleri binalarının bu şekilde ısıtılmasına ilâveten, meskenler ve yüzme havuzları sıcak su olarak jeotermal sular kullanılmaktadırlar. Önümüzdeki 10 yıl içinde İzlanda'da jeotermal sular ile ısıtılan nüfus oranının % 70'e çıkacağı düşünülmektedir. İzlanda'da mesken ısıtmasında kullanılan jeotermal enerji maliyeti 3.80 \$/106 K. Cal. ye gelmektedir ve PALMASON ve ZÖEAGA'ya göre (PALMASON, ZÖEAGA 1970) bu enerji İzlanda'yı senede 210.000 ton fuel oil ithalatından kurtarmıştır.

Jeotermal suların mesken ısıtmasında kullanılması sadece İzlanda'ya inhisar etmeyip Macaristan, Yeni Zelanda, Japonya, A.B.D. ve S.S.C.B.'de de tatbik edilmektedir. Bu maksatla kullanılan suların ısıları 40°C ile 180°C arasında değişmektedir. Macaristan'da 1969 yılı içinde 480.000 m.3 mesken ve kamu tesisleri jeotermal sular ile ısıtılmıştır. Burada toplam ısıtma masrafları 3 \$/106 K. Cal. olup aynı işi yapacak ve kömürle çalışan bir merkezi kalorifer teşkilâtının ısıtma masrafları ise 11 \$/106 K. Cal. dir. (BOLDIZSAR 1970). Yeni Zelanda'da jeotermal enerji mesken ısıtması ile kalmamış ve ayrıca 100 odalı bir turistik otelde bu enerji ile bir soğutma ve havalandırma sistemi de kurulmuştur. (REYNOLDS 1970)

4.3.1.2. Ser ve Toprak Isıtması ve Diğer Kullanılış Yerleri :

Jeotermal enerjinin ser ve toprak ısıtmasında ve tarım ürünlerinin kurutulmasındaki kullanım alanı gün geçtikçe genişlemektedir. 1969 yılı sonunda Macaristan'da 400.000 m² lik (BOLDIZSAR 1970) ve İzlanda'da 110.000 m² lik (ELNARSSON 1970) bir ser alanı jeotermal enerji ile ısıtılmıştır.

Yeni Zelanda ve S.S.C.B.'de de yukarıdakine benzer tatbikat şekilleri olup, S.S.C.B.'de tarım için toprak (15 hektar) yahut serlerle beraber toprak (1,5 hektar) ısıtmak için bazı projelere dahi başlanılmıştır. (EINARSSON 1970)

4.3.2. Endüstriyel Isıtma ve Soğutmada Kullanılışı :

4.3.2.1. Kâğıt Endüstrisinde :

Buna bir örnek olarak Yeni Zelanda'daki kullanımını verebiliriz. Yalnız burada kullanılan buhar düşük entalpili olmayıp yüksek entalpilidir.

4.3.2.2. Diatomitlerin Kurutulmasında :

Bu kullanım şekline ilk defa 1967 de İzlanda'da başlanmıştır. Ton başına kurutma masrafı bu şekilde fuel oil ile olan 12 dolardan 2 dolara düşmektedir.

4.3.2.3. Soğutma, Havalandırma ve Soğuk Kurutana :

Jeotermal enerjinin soğutma ve havalandırmada kullanılışı halihazırda Yeni Zelanda, S.S.C.B. ve Japonya'da uygulanmaktadır. (KERR ETAL 1961; TIKHONOV, DVOROV 1970; MASHIKO, HIRANO 1970).

Ayrıca EINARSSON (1970) tarafından yapılan çalışmalar göstermiştir ki jeotermal enerji ile yapılacak soğutma sonunda elde edilecek sıvı azot ve oksijen gerek yiyeceklerin hazırlanmasında ve nakliyatında senede 25 000 tondan fazla üretildiği takdirde ekonomik olacaktır.

Jeotermal enerjinin diğer bir kullanım şekli ve yiyecek maddelerinin soğuk kurutulması olacağı yine EINARSSON (1966) tarafından ileri sürülmektedir. Bu işin büyük enerji miktarlarına ihtiyacı oluşu, soğuk kurutmayı şimdiye kadar ancak bazı yüksek fiatlı yiyecek maddelerinde kullanılabiliyordu. Batı Avrupa enerji fiyatları göz önüne alınacak olursa soğuk kurutma işlemi yiyecek hazırlama fiyatının % 45 ini teşkil etmektedir. Jeotermal enerjinin maliyetinin düşük olması bu yüzdeyi epeyce düşürecek ve uygulamanın daha geniş olmasını sağlayacaktır.

4.3.2.4. Tuzlu Sulardan ve Deniz Sularından kimyasal maddelerin elde edilmesinde :

Halihazırda Japonya'da jeotermal enerji ile tuzlu sulardan tuz elde edilmektedir ve senede 100 000 tonluk üretim yapacak diğer bir tesis proje halindedir. Bu tesisten ayrıca tatlı suda elde edilebilecektir. (MIZUTAHİ 1961, KAMAGATA, IGA 1970.)

İzlanda'da jeotermal enerji ile tuzlu sulardan tuz ve deniz suyundan magnezyum elde etme projeleri üzerinde çalışılmaktadır. (LINDAL 1970). Bu şekilde elde edilecek tuzun maliyetinin ton başına 4 dolar olacağı tahmin edilmektedir.

4.3.2.5. Ağır Su Elde Edilmesinde :

Bu uygulama düşüncesi epeyce eskidir ve Yeni Zelanda'da Wairakei sahasının explorasyonuna ve geliştirilmesine önceleri bu gaye ile başlanmıştır.

VALFELL.S'6 (1970) göre senede 400 ton D₂O üreten bir tesiste maliyet 36.80 \$/Kg. olacaktır ki bu halihazırda A.B.D.'de konvensiyonel buharla çalışan bir tesise nazaran Kg. başına 3.34 \$ daha ucuzdur.

4.3.2.6. Tath Su Elde Edilmesinde :

Jeotermal enerji kullanarak gerek tuzlu sulardan ve gerekse doğrudan doğruya jeotermal su ve/veya buhardan tatlı su elde etmek mümkündür. Halihazırda A.B.D.'de (WONG 1970), Japonya'da ve izlanda'da bu kullanım yolu ile ilgili projeler uygulama safhasındadır. Ayrıca Birleşmiş Milletlerin bir projesi olarak Kuzey Şili'nin El Tatio sahasında yapılan jeotermal araştırmalarda tatlı su elde edilmesi en önemli gyelerden biri olarak göze alınmaktadır.

4.3.3. Jeotermal Kaynakların Ham Madde Kaynakları Olarak Kullanılması -,

Jeotermal sular çok zaman büyük ölçüde mineralize olmuş olarak bulunurlar. Bu bakımdan bazı kimyasal maddeler için büyük bir kaynak niteliğini taşırlar. Bu

meyanda jeotermal sulardan İtalya'da Larderello'da borik asit, CO₂, kükürt, amonyum sülfat, amonyum karbonat; Yeni Zelanda'da lityum (KENEDY 1961); ürettiğini, S.S.C.B.'de sodiyum ve magnezyum sülfat, iyod, brom, bor, bazı alkali, toprak alkali ve nadir elementlerin üretimi için yapılan projeleri (SHUKAREV ET AL 1970; TIHKONOV, DVOROV 1970) zikredebiliriz. Kuzey Şili'de de kimyevi madde bakımından zengin olan jeotermal sulardan bazı nadir elementlerin elde edilmesi elektrik enerjisi üretiminden daha kârlı görünmektedir.

4.3.4. Düşük Entalpili Suların Güç Elde Edilmesinde Kullanılışı :

Yakın zamanlara kadar jeotermal sulardan güç elde edilmesi yüksek entalpili sulara inhisar etmekteydi. Halbuki yüksek entalpili sulara nazaran düşük entalpili sular dünyada defalarca daha fazla yaygındır ve bu suların enerji bakımından değerlendirilmesi büyük bir potansiyel arz etmektedir.

Düşük kaynama ısılı sıvıların kapalı türbin devrelerinde ısı esanjörleri ile kullanılışı bunu ekonomik olarak mümkün kılmaktadır. S.S.C.B.'de bu prensiple çalışan bir ünite tecrübe halindedir. A.B.D.'de de izobütan ile çalışacak ve 163°C da sıcak su kullanacak 10 MW'lık bir pilot tesiste proje halinde olup enerji maliyetinin 7 mill/Kwh. olacağı tahmin edilmektedir. (FACCA 1970).

4.3.5. Diğer Kullanılış Yerleri :

Jeotermal suların ılıca ve terepatik gayelerle kullanılışı herkes tarafından bilinmektedir.

Ayrıca, jeotermal sular daha bir çok soğutma, ısıtma, kurutma, damıtma ve fermentasyon işlemlerinde kullanılabilmesi gibi yukardaki kullanılış şekillerinin iki veya üçünü içine alan çok gayeli kullanılış imkânları da arz etmektedirler.

4.4. Değerlendirme Karşılaşılabilecek Problemler :

Jeotermal kaynakların değerlendirilmesinde karşılaşılabilecek problemlerin en mühimi separatörlerden ve/veya türbinlerden geçtikten sonra atmosfere veya herhangi bir akar suya tasviye edilen sıcak suyun pollusyona yol açma ihtimalidir. Bu bakımdan jeotermal suların çok iyi bir kimyasal analizinin yapılması tarıma veya hayata zararlı olabilecek arsenik, bor gibi maddelerin miktarlarının doğru olarak tespit edilmesi lâzımdır. Eğer bu maddelerin miktarı limitin üzerinde ise artan jeotermal akışkanları başka yollarla tasviye yönüne gidilmelidir. Halihazırda El Salvador'da böyle bir problem çıkmış durumdadır ve problemin çözümü artan sıcak suların tekrar yere reenjekte edilmesi şeklinde düşünülmüştür. Bu çözüm yolu başarıyla olacak görünmekte ise de, buhar maliyetini arttırmakta ve re-enjeksiyonun rezervuara yapabileceği uzun vadeli etkileri bilinmemektedir. Ayrıca, atmosfere atılan buharın atmosferi kirletme ihtimali konvensiyonel tesislere nazaran yok denecek kadar az olsa da, bazı hallerde atmosfere fazla miktarda H₂S atılması problem doğurabilir. Genel olarak buhar içinde bulunan H₂S eser denecek kadar azdır. Aksi halde H₂S'in de uygun bir şekilde tasviyesi maliyeti arttıracaktır.

Ortaya çıkabilecek diğer bir problemde sular içerisinde erimiş halde bulunan CaCO₃ ve SfO₂'nin düşük basınçlarda çökmesidir. CaCO₃ çökmesi daha çok kuyular içerisinde ve nakil hatlarında ortaya çıkmaktadır ve kuyular içinde mümkün olduğu kadar azaltılması için kuyu başı basınçlarının yüksek tutulması gerekir.

Aksi halde çökme kuyular içinde olacak ve kuyuların üretimini azaltıp hattâ tıkanmalarına yol açacaktır. Tıkanmış kuyuların temizlenmesi yahut yenilerinin açılması da kuyu bakımı ve enerji maliyeti fiatına tesir edecektir. Kuyular dışında olan kabuklaşmanın temizlenmesi çok daha kolaydır.

$S\hat{I}O_2$ çökmesi daha düşük ısılarda olmaktadır. Bu bakımdan düşük ısılı suların kullanılmasında bu probleme bilhassa önem verilmelidir.

Bütün bunlara ilâve olarak, jeotermal suların kimyevi madde miktarlarının yüksek oluşu korozyona ve buhar içerisinde damlacıklar halinde suyun bulunması da erozyona yol açabilir. Bu problemlerin büyük bir kısmı halihazırda muvaffakiyetle çözülmüştür ve gerekli tedbirler alındığı takdirde büyük dertler yaratmayacaktır.

Bölüm : II Teknik ve Ekonomik Açından Türkiye'deki Jeotermal Enerji Çalışmaları

1. Yapılan Çalışmaların özeti :

M.T.A. Enstitüsü esas olarak jeotermal enerji çalışmalarına 1965 te başlamıştır. Ancak bundan önce yapılan sıcak su ve maden suyu envanter çalışmaları, jeolojik, hidrojeolojik, jeofizik, jeoşimik ve volkanolojik etüdler jeotermal sahaların seçiminde kılavuz ödev görerek büyük ölçüde yardımcı olmuştur. (Şekil : 2)

Yapılan bu çalışmalar sonucu memleketimizin jeotermal sahaları altı bölgeye ayrılabilir. Bu blögeler önem sırasına göre aşağıda belirtilmiştir : (ERENTÖZ, TERNEK 1968)

(i) Ege Bölgesi		Batı Anadolu
(ii) Ankara Bölgesi	:	} Orta Anadolu
(iii) Kayseri Bölgesi	:	
(iv) Amanoslar Bölgesi	:	
(v) Erzurum Bölgesi	:	} Doğu Anadolu
(vi) Diyarbakır Bölgesi	:	

Jeotermal enerji bakımından şimdilik en uygun olarak düşünülen Batı Anadolu Bölgesinde çalışmalar yoğunlaştırılmış ve 1967 yılında Birleşmiş Milletler Teşkilâtı ile ortak bir projeye başlanmıştır.

Batı Anadolu Bölgesinde jeotermal enerji kaynağı aramaları diğer sahalara nispette etüdlere daha gelmiş olan Denizli - Sarayköy sahasına teksif edilmiştir. Yapılan etüdler sonucu bu sahada 1000 km.2 lik bir alanın önemli olabileceği anlaşılmış ve bu alanın Kızıldere - Tekkehamam, Karakova ve Demirtas mevkiğinde toplam olarak 118 gradyen sondajı yapılmıştır. Sonraları 1968 yılı başında Kızıldere sahasında derin test sondajlarına geçilerek su/buhar karışımı üreten kuyular açılmıştır. Şimdiye kadar delinen kuyuların sayısı 12 olup 13 ncü de bitmek üzeredir. Ayrıca şu anda Kızıldere sahasının 110-120 Km. batısında Germencik halisinde istikşaf maksadı ile bir sondaj daha yapılmakta olup bu sondajda da halihazırda yüksek ısı gradyanlarına rastlanmıştır.

Açılan kuyuların derinlikleri 370 m. ile 1241 m. arasında değişmekte olup Kızıldere sahasında bir biri altında en az iki sıcak su rezervuarı tespit etmişlerdir.

Bunlardan maksimum sıcaklık olarak birinci rezervuarda 190°C, ikinci rezervuarda ise 200°C ölçülmüştür. Birinci rezervuar kayaç olarak kalkerleri, ikinci rezervuarda kırıklı mermerleri ihtiva etmektedir. Bunların altında çatlaklı ve kırıklı gnayslar içerisinde üçüncü bir rezervuarın olduğu ve bu rezervuarın ısı ve basınç bakımından daha elverişli olacağı çok muhtemel görülmektedir.

Şimdiye kadar ikinci rezervuara saade 3 kuyu açılmış olup bunlardan biri hariç (ki anormal olarak düşük ısı göstermektedir, 173°C) diğerleri gayet iyi üretim karakteristikleri vermiştir. Bu kuyulardan KD. 6 numaralı kuyunun üretim karakteristikleri Şekil : 1 de görülmektedir, ikinci rezervuarda bu şekilde iyi neticelerin alınması nedeniyle birinci rezervuara kadar açılan ilk kuyulardan bazılarının ikinci rezervuara kadar derinleştirilmesine karar verilmiştir.

2. Türkiye'deki Jeotermal Kaynakların Kullanılma İmkânları :

Gerek yukarıdaki izahattan ve gerekse Şekil 2 deki haritadan anlaşılacağı veçhile memleketimizin kuzey ve güney sahilleri hariç hemen hemen her tarafında sıcak su kaynaklarına rastlanmakta olup bilhassa batı, iç ve doğu bölgelerimiz sıcak su potansiyeli bakımından çok iyi durumdadır. Batı Anadolu bölgemiz Denizli - Sarayköy havalesindeki çalışmalarımızda gösterdiği gibi yüksek entalpili akışkan üretime müsaittir. Bu bakımdan bu sular burada gündün güne büyük bir hızla artan enerji ihtiyacını karşılamak maksadıyla enerji üretiminde kullanılabileceği gibi, meyvecilik, sebzeçilik bakımından da gündün güne gelişen bu havailerde turfanda meyve ve sebze yetiştirmede, konserveçilikte sebze ve meyve kurutmasında yahut hazırlanmasında kullanılabilirler.

Yine Şekil 2 deki haritadan görüldüğü üzere Denizli, Afyon, Kütahya, Bolu, Eskişehir, Ankara, Kayseri, Erzurum ve Van gibi kışları soğuk geçen bir çok şehirlerimizin etrafında tabii jeotermal tezahürler mevcuttur. Bu şehirlerimizin jeotermal sular ile ısıtılması ve sıcak su ihtiyaçlarının bu sular ile karşılanması ortaya gayet cazip bir uygulama imkânı olarak çıkmaktadır. Bunun önemini idrak etmek için Ankara'nın kış günlerindeki halini göz önüne getirmek kâfi gelecektir. Bu şekilde bir uygulama ile hem yakıt olarak kullanılan büyük bir miktar fuel oil ve kömür endüstriyel sahalarda kullanılma imkânı bulacak, hem ucuz enerji sağlanacak ve hemde fuel oil ile kömürün mesken ısıtmasında kullanılmasından doğan atmosferik pollüsyon önlenmiş olacaktır.

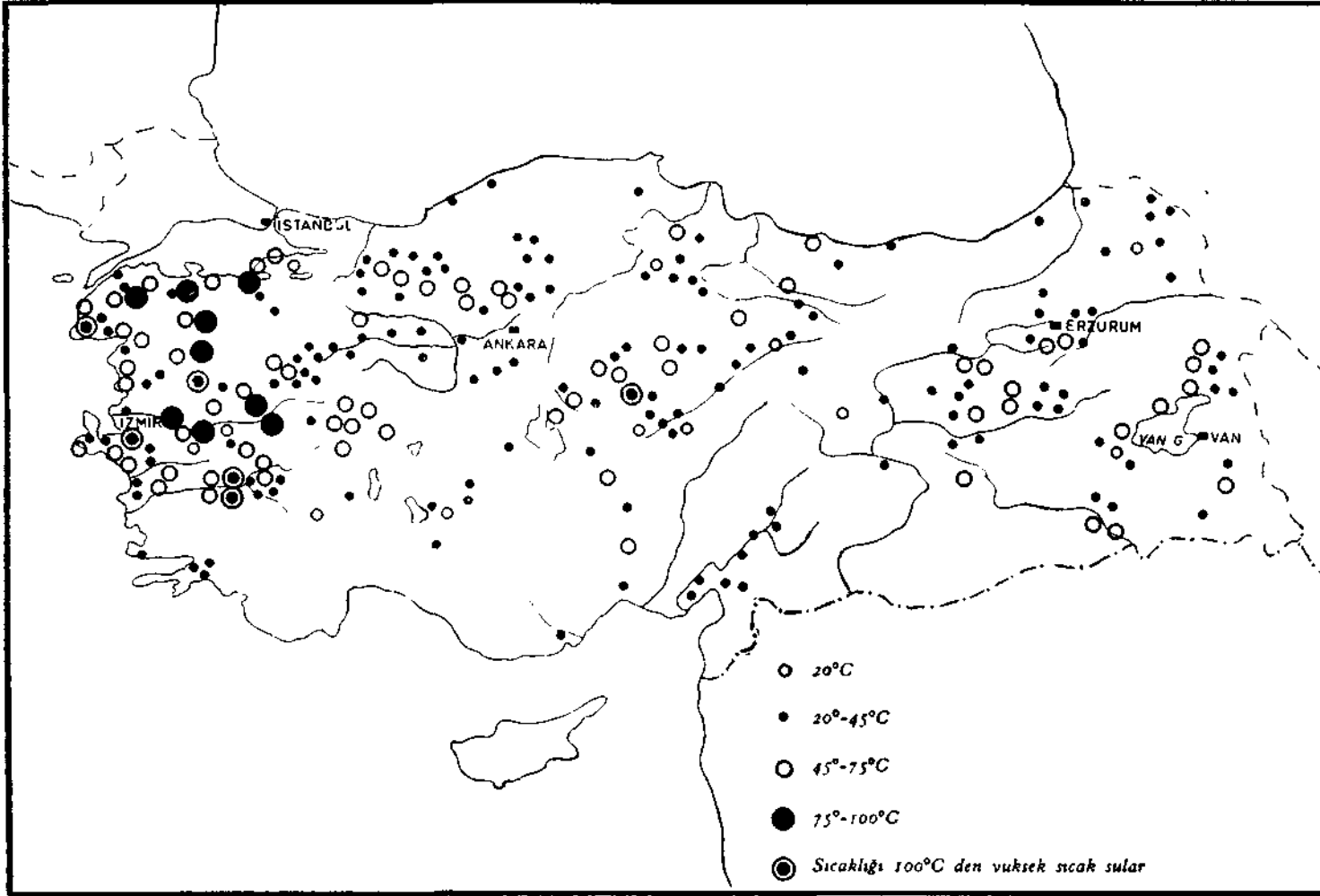
Bu suların kâğıt, tekstil endüstrilerinde ve diatomitlerin kurutulmasında kullanılma şekilleri de memleketimiz için cazip olabilir. Türkiye'deki diatomit zuhurlarının (Afyon, Ankara, Çanakkale, Çankırı, Denizli, Kayseri, Uşak) yüksek ısı jeotermal tezahürlere yakın oluşu bu bakımdan bilhassa ilginçtir.

2.2. Denizli - Sarayköy Sahasında Elektrik Enerjisi Üretimi İmkânları :

Görülüyorki Denizli - Sarayköy sahasında ikinci rezervuardan üretilen su 200°C sıcaklıkta olup yüksek entalpili olarak kabul edilebilir. Bu durumda ekonomik bir şekilde elektrik enerjisi üretimi mümkün olacaktır.

KD 6 kuyusunun ikinci rezervuara açılan ve açılacak kuyuları temsil ettiği düşünülürse ve bu kuyudan çıkan akışkanın :

a) 3.85 atü. ve 0.14 atü. de ki seperatörden geçtikten sonra 3.5 atü. giriş basıncı olan 0.0850 kg/cm² vakumlu kondensörlü bir türbinde ve,



TÜRKİYE SICAK SULARININ DAĞILIŞI

Şekil : 2

b) 3.85 atü. ve 1.05 atü. de iki seperatörden geçtikten sonra 3.5 atü. giriş basıncı olan ve atmosfere egzozlu bir türbinde kullanılması ile elde edilecek brüt güçler yaklaşık olarak aşağıda gösterilmiştir :

Kuyu başı basıncı (atü)	Dışarıya atılan akışkan (ton/saat)		
	Brüt türbin gücü (MW)	Doğrudan doğruya atmosfere	Türbinden geçen ile birlikte atmosfere
5.6	a) 7.3 (+0.287)	345	420
	b) 3.0 (+0.116)	355	420
10.3	a) 6.2 (+0.309)	290	350
	b) 2.5 (+0.147)	300	350
15.4	a) 4.7 (+0.270)	225	265
	b) 1.9 (+0.168)	235	265

Yukarıda parantez dışındaki rakamlar kuyudan çıkan akışkan içerisinde hiç gaz olmaması hali göz önüne alınarak elde edilmiştir. Fakat görülmektedir ki buhar ile beraber gaz fazına dahil CO₂ mevcuttur ve bunun gaz fazı içindeki oranı 3.5 atü'de % 32'i bulmaktadır. Bu gazın türbinden geçmesi ile elde edilecek güç kazancı küçük olup miktarı parantez içinde gösterilmiştir. Fakat CO₂ nin de türbinden geçmesi türbine giren akışkanın miktarını % 47 oranında arttırdığından aynı güç için daha büyük ebadda türbinler gerecektir.

Halihazırda Kızıldere'de istihsal sondajlarının yapıldığı 3 - 4 km.₂ lik bir sahada 20 MW'lık bir ünitenin kurulması ön görülmektedir. Görülüyor ki bu kuyular eğer 10 Atü. lük kuyubaşı basıncı ile üretime sokulurlarsa kondensörlü olarak 4 tanesi, kondensörsüz olarak ise 8 tanesi 20 MW'lık bir santral için kâfi gelecektir. Gaz miktarının fazla oluşu göz önüne alınırsa kurulacak ünitenin kondensörsüz olarak kurulması ve zamanla gaz miktarı azaldığında kondensörlü bir üniteye çevrilebilmesi uygun olacaktır.

Önümüzdeki yıllarda Denizli - Sarayköy sahasında yapılan çalışmalara devam edilerek bu bölgedeki jeotermal enerjiden elde edilen güç kapasitesinin 20 MW'lık kademeler halinde 200 MW'a çıkarılması ön görülmektedir. Bu sahanın sadece ufak bir kısmının explorasyonunun tam olarak yapıldığı ve bu kısımda 20 MW'lık bir güç ünitesinin çalışabileceği (Bak Bölüm 1, 3. Üretime Tesir Eden Faktörler) göz önüne alınırsa, yukarıdaki hedefe ulaşmanın güç olmayacağı görülür.

2.1.1. Muhtemel Problemler :

Kızıldere'de yapılan testler halihazırda iki muhtemel probleme işaret etmektedir :

- (i) Kabuklaşma (Ca Co₃ çökmesi),
- (ii) Akışkan tasviyesi ve muhtemel pollusyon.

Bunlardan birincisi kuyu başı basıncını yüksek tutarak (10 atü) ve zaman zaman yapılan temizlemelerle kontrol edilirse büyük miktarda hâl olacaktır. İkincisi 10 atü'de kuyu başına saatte 350 ton akışkanın atılması olacaktır ki bunun yaklaşık olarak 19 tonu CO₂ tir. Kondensörsüz bir ünite için 8 kuyunun çalıştığı düşünülür-

se tasviye edilen miktar saatte 152 ton C_0_2 ve 2648 ton su ve buhar olacaktır. Bu suyun büyük bir kısmının Büyük Menderes nehrine verilmesi gayet kolaydır, fakat suyun bor ve arsenik miktarının hassas bir şekilde tespit edilip nehir içindeki hayata veya nehirden yapılan sulama yoluyla tarıma zararlı olup olmayacağını kesinlikle bilinmesi lâzım gelmektedir. Halihazırda tarımda kullanılan sular içinde maksimum zararsız bor miktarı milyonda 2 olarak bilinmektedir.

Bir güç ünitesinden atmosfere C_0_2 ile beraber azda olsa H_2S atılması tehlikeli olabilir, bilhassa bununla beraber saatte 144 tonda CO , atılırsa, bu sebepten gerekli tedbirler alınmalı ve H_2S in mümkün olduğu kadar yüksekte atmosfere atılmasına çalışılmalıdır.

3. Türkiye'de Jeotermal Kaynakların Ekonomik Önemi :

Enerjinin ekonomik kalkınmada temel unsurlarının başında geldiği ve bir memlekette insan başına enerji tüketiminin o memlekette millî gelir seviyesi, ekonomik kalkınma ve hayat standardı ile yakından ilgili olduğu bilinen bir gerçektir. Ayrıca bir memleketteki enerji tüketiminin gayri ticari enerji oranının yüksek oluşu o memleketin geri kaldığına ve gelişmekte olduğuna işaret etmektedir.

Memleketimizde bu oran 1962 yılında % 37.5 idi. Bu demektir ki memleket çapında üretilen enerjinin % 37.5'u odun ve tezekten elde edilmektedir. Yakıt olarak kullanılan odunun ormanlarımızın verim gücü seviyesi üzerinde tüketilmesi orman varlığımızın tahribin yol açmaktadır. Gübne olarak kullanılması gereken tezeğin yakıt olarak kullanılması tarım verimimizi azaltmaktadır. Geriye kalan ticari enerjinin de % 36.2'sine yakın bir kısmı ısıtmada kullanılmaktadır ki bu toplam enerji üretiminin ısıtmada ve domestik işlerde kullanılan kısmını % 61.5'a yakın bir duruma getirmektedir. Bu kadar yüksek bir oranın hiç olmazsa bir kısmı ısıtmada dahi olsa jeotermal enerji ile karşılanabilirse, bunun ormanlarımız tarımımız ve nihayet yakıt olarak kullanılan fuel oil ve kömürü çeşitli endüstriyel sahalarına ayırma bakımından yaratacağı kârların büyüklüğü kolayca görülür. Bilhassa jeotermal kaynaklar bakımından büyük bir potansiyele sahip görünen memleketimizde bunun mümkün olabileceği meydandadır.

Ayrıca yapılacak yeni araştırmalar memleketimizde yüksek entalpili yeni jeotermal kaynaklar meydana çıkarabilir. Gerek bu kaynaklardan gerekse düşük entalpili suların enerji üretimi ve bazı nadir minerallerin elde edilmesi imkânlarının devamlı olarak araştırılması ve değerlendirilmesi icap etmektedir.

Sonuç :

Görüldüğü gibi jeotermal kaynaklardan istifade imkânları gayet geniş olup gün geçtikçe genişlemektedir. Bunun en büyük sebebi jeotermal enerjinin diğer bütün enerji üretim şekilleri ile kolayca rekabet edecek derecede ucuz olması ve jeotermal tezahür ve kaynakların dünyada epeyce yaygın oluşudur. Bu kaynaklardan istifade sadece yüksek entalpili sulara yahut kuru buhara inhisar etmemektedir. Bilâkis düşük entalpili suların bilhassa domestik ve endüstriyel alanda ısınma ve soğutma için kullanılması gün geçtikçe büyük bir hızla artmaktadır. Bu meyanda düşük kaynama ısı sıvıların kullanılması ile düşük entalpili suların bile ekonomik olarak elektrik enerjisi üretme ufukları açılmıştır. Yüksek entalpili sularında elektrik enerjisi üretiminden başka diğer endüstriyel kullanım yerleri ortaya çık-

maktadır. Hatta bu suların çok gayeli kullanılış şekilleri yeni yeni ekonomik avantajlar ortaya çıkarmakta olup sistemli ve kuvvetli bir hayal gücü isteyen araştırma çalışmaları ile bu imkânlar daha da genişleyecektir.

Jeotermi enerjinin üretimi ve geliştirilmesi henüz iyice bilinmeyen faktörlere dayanıyor görünse bile gerek halihazırda çalışan sahalarda edinilen tecrübe, gerekse yapılabilecek bazı basit hesaplar jeotermal enerjinin devamlılığının kurulacak tesisler için kâfi olduğunu göstermektedir. Şimdiye kadar bu kaynakların kullanılmasında büyük bir teknik problemle karşılaşmamıştır. Yalnız üretilen suların kimyasal özelliklerinin iyice bilinmesi elzemdir ve kaynakların geliştirilmesini geniş ölçüde kontrol edecektir.

Bütün bunların ışığı altında Batı Anadolu'da ve memleketimizin diğer bölgelerinde bulunan jeotermal sahaların etüd, arama ve kıymetlendirilmelerinin yapılması lâzım gelmektedir. Böylece yapılan çalışmalar sadece memleketimizdeki enerji üretimini arttırmakla kalmayacak bu meyanda, bilhassa, kışları soğuk geçen bir çok şehirlerimizin jeotermal sular vasıtası ile, atmosfere fazla bir potansiyona meydan vermeden ısıtılmasını mümkün kılacaktır.

Bibliyografik Tanıtım :

- HAYASHIDA, T. 1970 Cost analysis on the geothermal power. U. N. Symp. Development Utilization Geothermal Resources, Pisa.**
- JAMES, R. 1970 — a. Özel komünikasyon.**
- JAMES, R. 1970 — b. Rapporteur's Report, Collection and transmission of Geothermal fluids. U. N. Symp. Development Utilization Geothermal Resources, Pisa.**
- JAMES, R. 1970 — c. Factors controlling borehole performance. U. N. Symp. Development Utilization Geothermal Resources, Pisa.**
- JAMES, R. 1970 — d. Power Station Strategy, U. N. Symp. Development Utilization Geothermal Resources, Pisa.**
- TEN DAM, A., FACCA, G. 1964 — Geothermal Power Economics. Worldwide Geothermal Exploration Company, California,**
- FACCA, G. 1970 — Rapporteur's Report, General Report on the Status of World Geothermal Development, U.N. Symp. Development Utilization Geothermal Resources, Pisa.**
- PALMASON, G., ZOEAGA, J. 1970 — Geothermal energy development in Iceland, U. N. Symp, Development Utilization Geothermal Resources, Pisa.**
- BOLDIZSAR, T. 1970 — Geothermal energy production from porous sediments in Hungary. U. N. Symp. Development Utilization Geothermal Resources, Pisa.**
- EINARSSON, S.S. 1970 — Rapporteur's Report, Utilisation of Low Enthalpy Water for Space Heating, Industrial, Agricultural and other uses. U. N. Symp, Development Utilization Geothermal Resources, Pisa.**

- KERR, R. et al 1970 — Recent Development in New Zealand in the utilization of geothermal energy for heating purposes. U. N. Symp. Development Utilization Geothermal Resources, Pisa,
- TTKHONOV, A. N., DVOROV, I. M. 1970 — Development of research and utilization of geothermal resources in U.S.S.R., U. N. Symp. Development Utilization Geothermal Resources, Pisa.
- MIZUTANI, Y. 1961 — Production of geothermal energy in Japan. U. N. Conf. New Sources of Energy, Rome, G/7.
- KOMAGATA, S., IGA, H. 1970 The status of geothermal utilization in Japan. U. N. Symp. Development Utilization Geothermal Resources, Pisa.
- LENDAL, B. 1970 — The use of natural steam in diatomite plant. U. N. Symp. Development Utilization Geothermal Resources, Pisa.
- VALFELLS, A. 1970 — Heavy water production with geothermal steam, U. N. Symp. Development Utilization Geothermal Resources, Pisa.
- WONG, C. M. 1970 — Geothermal Energy and Desalination : Partners in Progress. U. N. Symp. Development Utilization Geothermal Resources, Pisa.
- KENEDY, A. M. 1961 — The recovery of lithium and other minerals from geothermal water at Wairakei. U. N. Conf. New Sources of Energy, Rome, G/56.
- SHUKAREV, G. M. et al 1970 — The utilization of thermal waters of the developed oil deposits of the Caucasus. U. N. Symp. Development Utilization Geothermal Resources, Pisa.
- MASHIKO, Y., HIRANO, T. 1970 — New supply systems of thermal springs to a wide area in Japan.
- ERENTÖZ, C, TERNEK, Z. 1968 — Türkiye'de termomineral kaynaklar ve jeotermik enerji etüdüleri. M.T.A. Dergisi. Sayı 70.
- TÜRKİYE DİYATOMİT ENVANTERİ 1968 — M.T.A. Yayınları.
- TÜRKİYE GENEL ENERJİ RAPORU 1968