

**TÜRKİYE
JEOLOJİ KURUMU
BÜLTENİ**

**BULLETIN OF THE GEOLOGICAL SOCIETY
OF TURKEY**

Cilt: XIII — Sayı: 1

Vol: XIII — No. : 1

1970

TÜRKİYE JEOLojİ KURUMU

BÜLTENİ

Bulletin of the Geological Society of Turkey

Nisan - 1970 - April

İÇİNDEKİLER—CONTENTS

K. LOKMAN : Petrol arama amacıyla uygulanan (Offshore Drilling) tekniği hakkında	1
<i>On the (Offshore Drilling) petroleum Research, (Abstract) operations applied to petroleum Research, (Abstract)</i>	13
S. KAVLAKOĞLU : Yeraltı enerji kaynaklarımızın tesbitinde jeofizik çalışmalar ve bu çalışmaların memleket kalkınmasında daha etkili ve verimli hale getirilmesi	14
M. ÇETİNÇELİK : Dünya'da ve Türkiye'de jeotermik enerji durumu	44
<i>La situation de l'Energie géothermique dans le monde entier et en Turquie (Résumé)</i>	44
M. J. von BİLJON : Asbest (amyant)	59
T. Y. OLDAÇ : Ceylânpınar - Rasülâyn karstik kaynaklarının teşekkülü	72
<i>Occurance of the Karst Springs of Ceylânpınar - Resülâyn.....</i>	97
M. ÇETİNÇELİK : Termonükleer Petrol	107
<i>Thermonuclear Petrolueum (Abstract)</i>	107
M. Şükrü GÖK : Kuzey Anadolu Taşkömürü Havzası	119
Z. ELİFEROVİCH : Asbest yataklarının teşekkülü, asbest aramalarında değerlendirme esasları ve Türkiye'deki asbest yatakları	146

TÜRKİYE JEOLojİ KURUMU
(The Geological Society of Turkey)

—oOo—

1969-1970 YILI YÖNETİM KURULU (*Officers for 1969-1970*)

Başkan (*President*)

İkinci Başkan (*Vice President*)

Genel Sekreter (*General Secretary*)

Muhasip Üye (*Treasurer Member*)

Faal Üye (*Executive Member*)

Esat KIRATLIOĞLU

A. Mesut ÇETİNÇELİK

Selçuk BAYRAKTAR

Gani UNCUGİL

Ergüzer BİNGÖL

YAYIN KURULU (*Editorial Committee*)

Mehmet AKARTUNA

Muammer ÇETİNÇELİK

Fikret KURTMAN

Sehavet MERSİNOĞLU

Cemal ÖZTEMÜR

DENETLEME KURULU (*Controllers*)

Ömer AKINCI

Turhan ALPAN

Cahit SÖNMEZ

HAYSİYET DİVANI (*Disciplinary Committee*)

Şakir ABDÜSSELAMOĞLU

İhsan KETİN

Cahide KIRAĞLI

BÜLTEN FAHRİ YÖNETMENİ (*Honorary Editor of the Bulletin*)

Kemal LOKMAN

—oOo—

N. B. — Bütün muhaberat aşağıdaki adrese gönderilmelidir:

All correspondence should be addressed to:

Genel Sekreter (*The General Secretary*)

TÜRKİYE JEOLojİ KURUMU

Posta Kutusu No. 512

ANKARA

Petrol Arama Amaciyle Memleketimizde Uygulanan "OFFSHORE - DRILLING" Tekniği Hakkında...

Kemal LOKMAN

Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü, Ankara

ÖZET. — Tebliğde, petrol arama amaciyle memleketimizde de uygulanan "Offshore-Drilling", deniz içinde sondaj yapma ameliyesinin bütün dünyadaki önemi ve bu hususta bütün milletlerin ve dev petrol şirketlerinin astronomik rakamlarla ifade edilebilen, muazzam yatırımlar sarfetmek suretiyle denizlerde petrol ve tabii gaz araması yaptıkları ve bu uğurda şirketlerin birbiriyle olan amansız ve merhametsiz rekabetleri ve çalışmasının müsbet, menfi sonuçları açıklanmıştır. Fakat bu Offshore-Drilling ameliyesine takaddüm eden ve bu ameliyenin yapılabilmesi için lüzumlu ve zaruri olan, karada yapılmış jeolojik etüdlardan başka, ayrıca Marine Seismic ve Marine Gravity demlen deniz sismiki ve deniz gravimetresinin nelerden ibaret olduğu aydınlatılmıştır.

Türkiye'de, ilk defa yapılan gerek deniz gravimetresinin ve deniz sismik ameliyelerinde ve gerekse Offshore-Drilling deniz içinde petrol arama sondaj ameliyesinin her safhasında hazır bulunmak suretiyle bütün ameliyeleri yakından takibeden birisi sıfatıyla bu ameliyelerin tekniği, her aydının anlayabileceği bir dille anlatılmıştır.

Halen, denizaltı karalarının jeolojisi, stratigrafisi, petrografisi ve paleontolojisi hakkında çok kıymetli ve paha biçilmez enformasyonları temin eden deniz içinde açılan Seyhan No. 1 kuyusu 4066 metre derinliğe indirilebilmiş ve kuru olarak sonuçlanmış bulunan bu deniz kuyusu memleketimizde petrol arama amaciyle karada açılan 700 küsur kuyunun en derini sayılmakta olup 26 milyon liraya mal olmuştur.

İlk deniz sondajımızın kuru olarak sonuçlanmasına rağmen memleketimizde Offshore-Drilling deniz içi sondajından vazgeçilmiş değildir. 1970 başlarında iki veya üç adet belki de daha fazla bu çeşit deniz sondaj kuyusunun açılması öngörülmüş olduğu memnuniyetle öğrenilmiş bulunmaktadır.

GİRİŞ

Son zamanlarda her millet ve bilhassa petrol müstahsili (üreticisi) memleket olup da kıyılan, sığ sahil karasuları olan ülkeler, uluslararası

sı Offshore-Drilling diye anılarak dünya çapında tatbik sahasına girmiş bulunan deniz içinde veya deniz yüzünde sondaj kuyusu açmak suretiyle petrol aramalarına girişmiş bulunmakta ve bu alanda çalışmalarına hummalı bir surette devam etmektedirler.

Bu usul ile denizde petrol aramalarının en eskisi Hazer denizinde, Bakû şehrinin bulunduğu Apşiron yarımadası kıyılarında, sığ derinliklerde, Ruslar tarafından çoktanberi yapılmakta olduğu gibi Amerikalılar da Meksika körfezinde açmış ve açmakta oldukları binlerce sondaj kuyularında bu sistemi tatbik etmektedirler.

Beş-on yıldanberi Basra Körfezinde İran sahilleri, Suudî Arabistan, Kuveyt, Bahreyn Adası, Umman Denizi kıyıları ve Afrika'nın bazı sığ sahilleri ve bilhassa Libya ve Nijerya'nın karasuları, deniz içinde "Offshore-Drilling" sondaj ameliyelerine çok büyük ölçüde sahne olmuş bulunmaktadır (Şekil: 1).

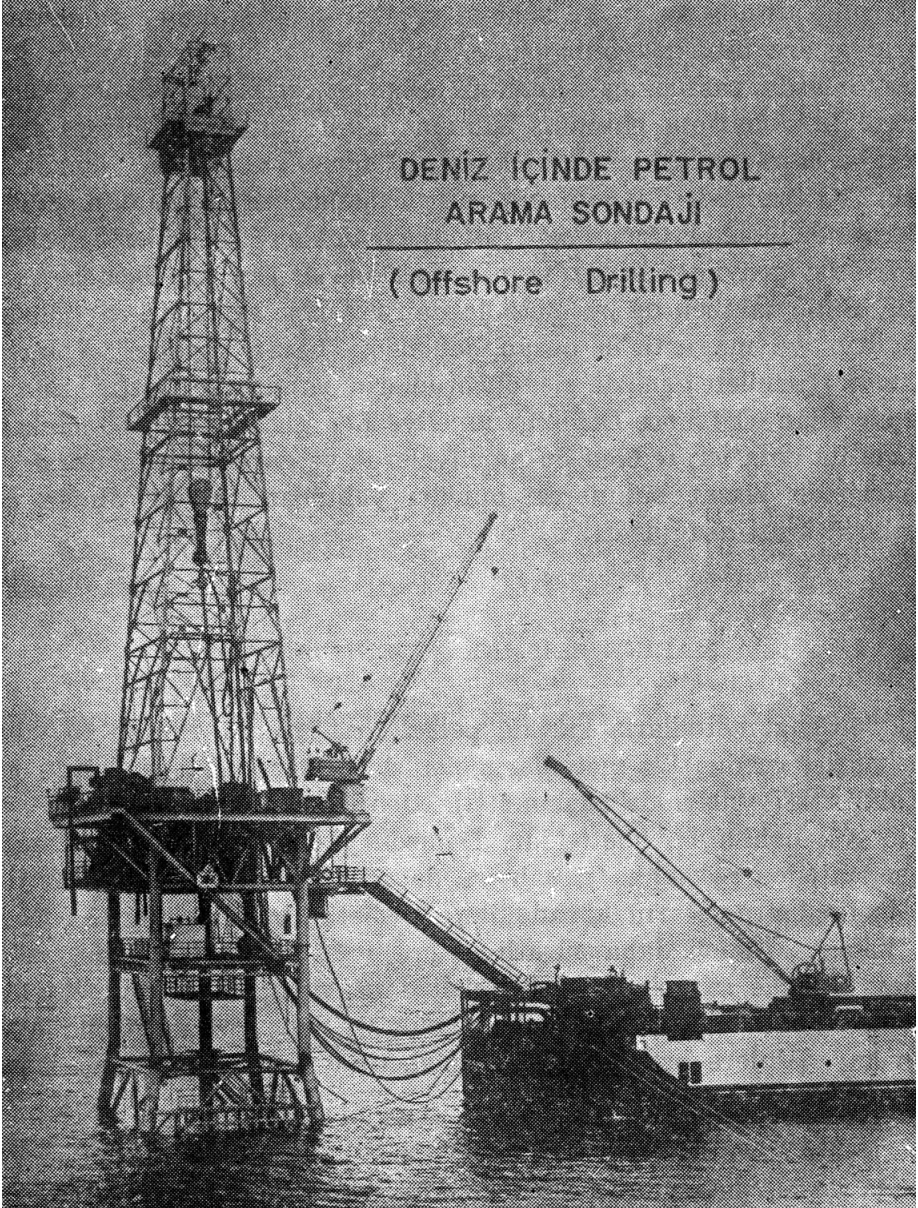
Bu ülkeler ve bölgelerin deniz kenarlarında ve sığ deniz içinde petrol arama ruhsatname veya imtiyazı alabilmek için yabancı dev petrol şirketleri o memleketin hükümetlerine, her memleketin cârî usul, kaide ve formalite muamelelerinden ayrı olarak Bonus dedikleri peştimaliye yani prim veya hava parası ödemek suretiyle bunları elde etmek hususunda birbiriyle yarış etmektedirler.

Bundan 8-9 yıl önce Hollanda'nın kuzeyinde Groningen civarında keşfolunan muazzam, tabîî gaz rezervleri, petrol gibi akaryakıt ve tabîî gaz gibi enerji kaynakları kıt olan bütün Avrupa'yı ve dünyanın büyük dev şirketlerini o kadar tahrik etmiş ve ilgilendirmiştir ki bugün İngiltere, Hollanda, Almanya, Danimarka ve Norveç arasında kalan Kuzey Denizi, birbiriyle amansız rekabet halinde olan bu şirketlerin hücumuna mâruz kalmıştır.

Uluslararası bu dev şirketler Kuzey Denizinde Offshore sondajları açmak maksadiyle oralarda ruhsatname ve imtiyazlar almak hususunda Kuzey Denizini aralarında paylaşmak ve bölüşmek için çeşitli kombinasyonlar kurmuşlar ve astronomik rakamlarla ifade edilebilen muazzam yatırımlar yatırmak suretiyle birbirine karşı merhametsiz rekabete girişerek ölçüsüz çap ve genişlikte çalışmalarına devam etmektedirler.

Memleketimizde de bu sistem, Offshore-Drilling, ilk defa, 1966 Ekim ayında, Mersin kıyılarında, Seyhan nehri ağzı açıklarında ve sahilden 9

km. uzaklıkta, karasularımız içerisinde Seyhan No. 1 kuyusu adı ile açılmıştır. Şimdi bu Offshore-Drilling'in ne demek olduğunu anlaşılabilmesi için bu ameliyeye tekaddüm eden "Marine Seismic" ve "Marine Gravity" denilen deniz sismiği ve deniz gravimetresi çalışmaları hakkında bir fikir edinilmesi gerekir.



OFFSHORE-DRİLLİNG

Petrol arama amacıyla denizde veya deniz içinde Offshore-Drilling sondaj kuyusu açma ameliyeleri yapmak demek, haddizatında, denizde, deniz suyunun içinde petrol aramak demek değildir. Aksine deniz suyu sathından deniz suyunun dibini teşkil eden ve deniz sularının altında kalan ve suların tabanı demek olan sedimanter kara ve arz tabakalarının içinde, muhtelif derinliklerde ve bu formasyonlarda rastlanacak anomali gösteren müsait strüktürlerde petrol imkânlarının bulunup bulunmadığını yoklamak üzere tıpkı karada yapıldığı gibi sondaj kuyusu açma ameliyesi demektir. Fakat Offshore-Drilling ameliyesine başlamadan önce o havalinin çevresinde, karada uzunboylu jeolojik etüd ve tetkiklerle birlikte mağnetik, gravimetrik ve sismik metodlarla jeofizik ölçmeleri yapılır. Bunu takiben de bu metodlardan "marine seismic" ve "marine gravity" ve magnetic'in bazan her üçü, bazan sadece (Marine Seismic) denilen denizde sismik etüdülerin yapılması şarttır. Bunlar yapılmadan Offshore-Drilling ameliyesine girilemez. Memleketimizde ilk defa icra edilen bu ameliyelerde ve gerekse offshore deniz sondajında bizzat bulunarak bunları yakından takiple alınan sonuçların özeti aşağıdadır.

MARINE SEİSMİK = DENİZ SİSMİĞİ

Jeofizik metodlarla karada petrol araştırma tarihinin 40 yıllık bir mazisi vardır. Bu metodların denizlere tatbiki ise büsbütün yeni olup 1947 yıllarında başlanmıştır. Jeofizik etüdüden sismik metodu çok pahalı bir metoddur. Denizde yapılan sismik çalışmaları karadakinden çok daha pahalı ise de sürat bakımından denizlerdeki jeofizik aramaların karadakilere nisbetle, bundan 10 yıl öncesine kadar 20 misli daha süratli iken, bugün sismik alanında vukubulan gelişme sayesinde 30-40 misli daha çabuk iş görülmektedir. Buna karşılık, çok süratle daha çabuk ve daha çok iş görüldüğünden karadakilere oranla üçte bir nisbetinde ucuza malolmaları tesbit edilmiş ve hesaplanmıştır.

Deniz sismik etüdü, memleketimizde, ilk defa olarak, 1958 yılı Mayıs ayında İskenderun Körfezi sahilleri ile Mersin-Karataş arasındaki karasularımızda yapılmıştır.

Bu etüdü yaptıranlar, petrol arama hakkı sahiplerinden Bolsa Chica Oil ile Turkish-American Oil Co Gilliland şirketleri ve Mobil Exploration Mediterranean Inc. şirketleridir.

Bu şirketlerin, deniz sismiği ameliyesini yapan müteahhitleri ise Western Geophysical Company Firmasıdır.

Bilâhare, 1961'de Pan Oil ve San Jancinto Corporation şirketleri Mersin-Karataş sahil karasularında Geophysical Association International firmasına hem deniz sismik ve hem deniz gravimetresi etüdüleri yaptırmışlardır.

1965 yılında ise Panoil-Continental Oil Co. şirketleri de Mersin-Tuzla arasındaki karasuları içerisinde tekrar deniz sismik etüdü yaptırmışlardır. Bu sefer de etüdü yapan müteahhit firma yine Western Geophysical Co. of America olmuştur.

Demekki bu bölgedeki karasularımızda üç defa deniz sismiği ve bir defa deniz gravimetresi yapılmıştır.

DENİZ SİSMİK AMELİYESİNİN İCRASI

Western Geophysical şirketinin refleksiyon sismik etüdülerini yapan ekipman, Jackson Greek ve Red Creek adlı iki gemi ile üç sahil baz istasyonundan ibarettir (Resime bakılması) (Şekil: 2).

Gemilerin biri bütün kayıt ve tescil (Recording) aletleri ile kabloları, diğeri de dinamit atışı malzemelerini taşımakta idi.

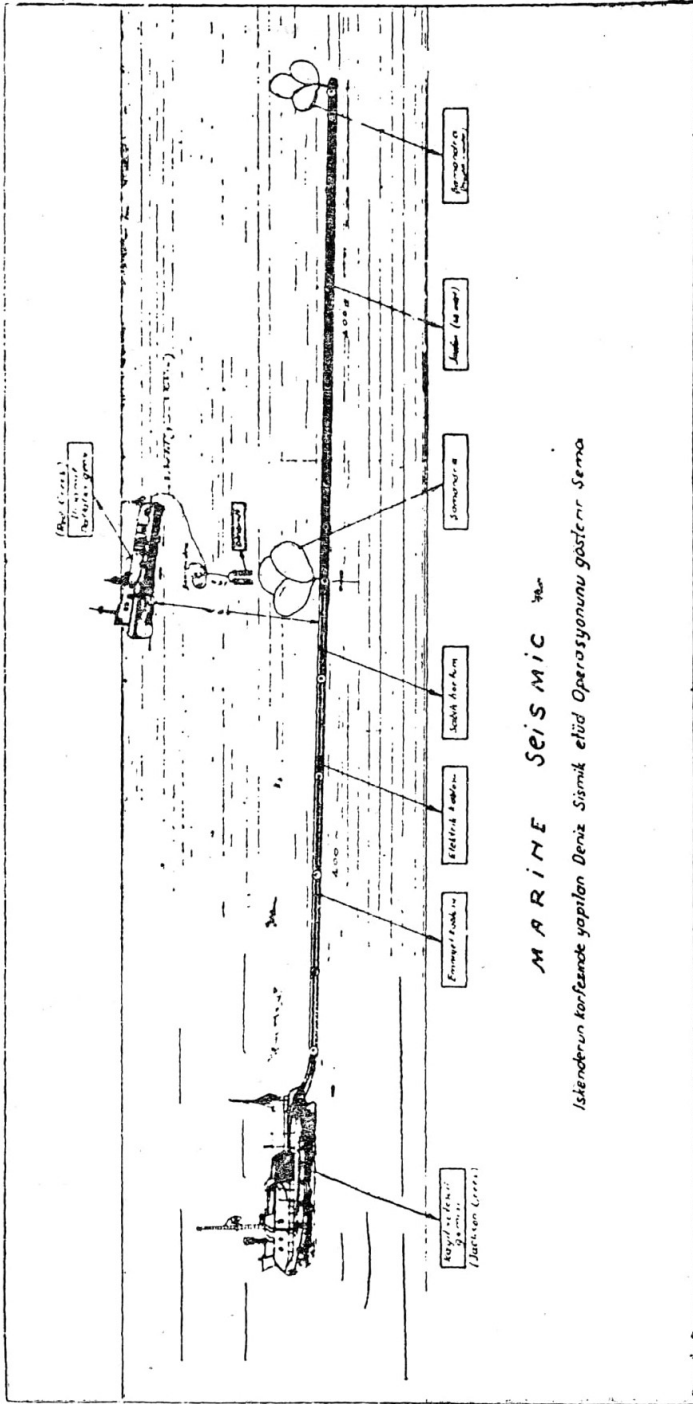
145 ton ağırlığında olan geminin sürati saatte 7 mildir.

Bu iki küçük gemide 14 jeofizikçi bulunmakta idi.

Bunlardan ayrı olarak gemide, gemi kaptanları, mühendisleri, hartacı, grafikçi, nezaretçi vs. olmak üzere 12'şer kişiden cem'an her gemide 26 kişi bulunmakta idi.

1 — Gemide yatakhane, yemekhane, mutfak, yiyecek içecek madde ve alât edevat, geminin kendi yedek malzemelerini içine alan ambardan başka güvertede sismik kayıt ve tescil aleti ile dalgaların, ihtizazların detaylı olarak etüdünü sağlamak üzere ayrıca (Magnetic tape) denilen enstrümanlar bulunur. Ayrıca:

2 — Recordları derhal develope eden ve yeni filmleri hazırlayan karanlık oda,



3 — 85 wattlık RCA radyotelefon,

4 — Hesaplama ve muvakkat enterpsetasyon ve kontrolü yapacak alât ve edevatı havi ve beş mühendisin çalışabileceği büyük bir oda,

5 — Geminin kış tarafında güvertede 2 m. çapında büyük bir makara bulunur.

Bu makaraya 800 m. uzunluğunda ve birbirine bağlı üç kablo sarıdır.

Sismik etüdlere başlanırken makaralardan bu kablo denize salıverilir. Birinci kablo, kabloların deniz dibine batmadan, deniz üzerinde sabih (yüzücü) bir halde kalmasını temin üzere 400 m. de bir plâstikten mamul şamandra ve elektrik kablolarına 48 jeofon bağlanmıştır.

İşte bu jeofonlar denizde dinamit patlaması esnasında husule gelen ihtizazı, dalgaları, kablonun diğer ucuna bağlı bulunan kayıt ve tescil enstrümanlarına aksettirmektedir.

İkinci kablo, çelik telden olup emniyet kablosu denilen bu kablonun vazifesi asıl kablonun kopmasına mâni olmaktır.

Üçüncü kablo: Bu kablo 1/2 parmak çapında kauçuktan yapılmış hortumdur ki, diğer iki kablonun deniz sathında sabih, yüzer bir halde kalmasını temin etmektedir.

İNİLÂK = PATLATMA

Her şey hazır olduktan sonra ve atış gemisi denizdeki kablonun 400 üncü metredeki şamandıra hizasına geldiği zaman birinci gemi ikinci gemiye hazırol emrini verir ve ikinci geminin kış ucundaki meyilli masada hazır vaziyette bulunan iki üstüvane kutu dinamit itilerek denize salıverilir ve vazifeli memur ateşleme emrini alır almaz magnetoya basarak dinamit patlatılır. Bu esnada birinci gemi bütün kayıt ve tescil, magnetoteyp cihazlarına aksettirilen ihtizaz, recordları muayene edilmek üzere develope edilir ve muvakkat tefsir = enterpretasyona tabi tutulur. Derhal ikinci atışa geçilir.

Her iki atış arasındaki mesafe 400 m. ve her iki atış arasında geçen zaman iki dakikadır. Bu suretle günde 200-300 inilâk yapılabilmektedir. Gemilerin sahilden inilâk yerine kadar olan mesafesi asgari 2, âza-

mi 5-6 mildir (karasuların hududuna göre). Bu mesafeler gemide mevcut radarlarla karaya konan üç yerdeki radar sahil istasyonları ile tâyin ve tesbit edilir.

Gemilerin infilâk esnasında denizde bulunduğu derinlik asgarî 10 m., âzami bundan 10 yıl öncesine kadar 45-50 metre iken, bugün deniz sismiğinde vukubulan gelişme sayesinde, 100 metreyi bulmakta, hattâ daha fazla metrelerce kadar ulaşabilmektedir.

NETİCE

İskenderun Körfezi civarı ile Karataş - Mersin arasında yapılan bu deniz sismik etüdlerinin bütün operasyonlarına ait record'ların neticeleri ve mağnetik teypler Amerika'da şirketin merkezine gönderilerek orada 25 mütehasıs jeofizikçi, jeolog ve mühendisin nezareti ve enterpretasyonları altında iki ay süren hesapları, tefsirleri yapıldıktan, grafik ve deniz suyunun altındaki kara ve arazi tabakalarında rastlanan strüktürlerin eğrileri çizildikten ve denizde offshore sondaj yeri (lokasyon) tâyin edildikten sonra ancak Türkiye'deki mukavele yapmış olan şirkete gönderilmiştir.

Hidrobiyoloji mütehasısalarının raporlarına göre, deniz sathından 1,5 metre aşağıda patlatılan dinamit infilâklarının deniz dibindeki balık vs. gibi su ürünleri stoklarına zararı dokunmadığı anlaşılmıştır.

Deniz Gravimetresi:

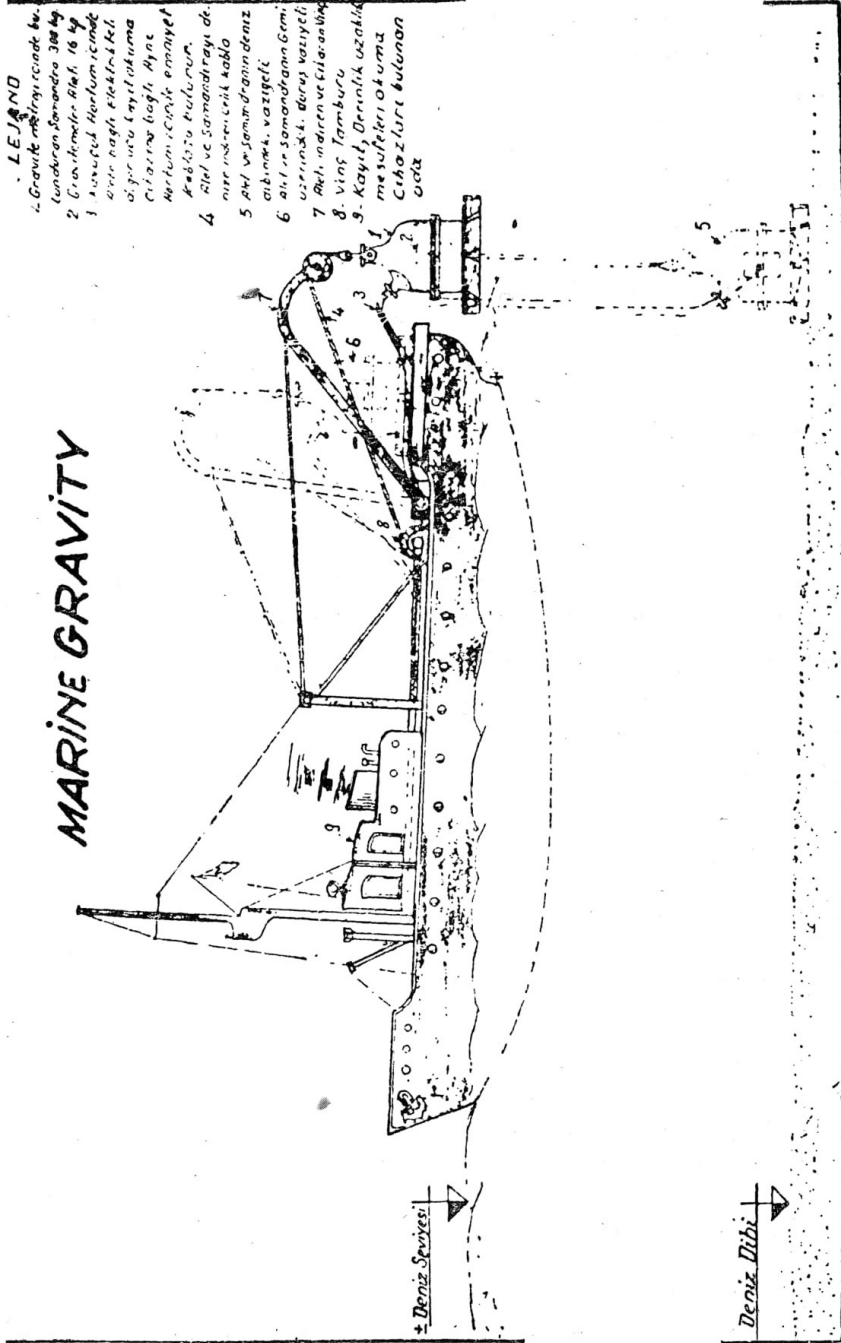
Marine Gravity denilen deniz gravimetresi çalışmaları memleketimizde, ilk defa olarak, 1957 yılı Mayısında Tekirdağ-Ereğli-Silivri sahilleri sığ karasularında, kendi hak sahası dahilinde, Marmara Petrol Şirketi tarafından yaptırılmıştır.

Bu etüdü yapan, Francisko Varecilli adlı bir İtalyan firmasıdır.

Denizde gravimetre etüdünü yapacak olan geminin ağırlığı 46 ton olup, resimde görüldüğü üzere (Şekil: 3):

— Geminin içinde, denizde, geminin bulunduğu yerin derinliğini ölçen otomatik record'lu bir alet,

— Gravimetreyi okuma cihazı,



Radar aleti: Geminin denizde bulunduğu yerin sahilden ve BAZ noktasından uzaklığını tâyin eder,

— Gravimetre aleti, 300 kilo ağırlığında demirden mamul şamandıra gibi bir cismin içine oturtulmuş ve 16 kilo ağırlığındadır.

Şamandıra bir kablo ile bağlı olarak geminin arka tarafında hususi bir tertibat ile elle müteharrik bir makaraya bağlıdır. Bu makara vasıtasıyla şamandıra istenilen derinliğe indirilebilmektedir.

Şamandıranın üst kısmından geçip, bir ucu şamandıranın içindeki gravimetre aletine, diğer ucu ise geminin gravimetre okuma aletine bağlı elektrik teli bulunur. Ayrıca bu tele paralel olarak emniyet vazifesini gören çelik kablo mevcuttur. Tel ve kablonun her ikisi kauçuk bir hortum içinden geçirilmiş bulunmaktadır.

Gemide, personel olarak 8 kişi bulunmaktadır.

Gemi deniz sathında istenilen yere varıldıkta, radar tertibatı sayesinde geminin sahilden uzaklığı ve o esnada bulunduğu noktanın derinliği tesbit ve tâyin edildikten sonra, geminin kıç tarafında bulunan gravimetre aleti, bir makara tertibatı ile yavaşça denizin dibine indirilir. Geminin demirlenmesinden ve şamandıranın denize indirilmesinden hâsıl olan dalgalar kayboluncaya kadar beklendikten sonra ölçmelere başlanmaktadır. İki defa tekrarlanan bu ölçme ve okumalar tıpkı karada yapılanlar gibidir.

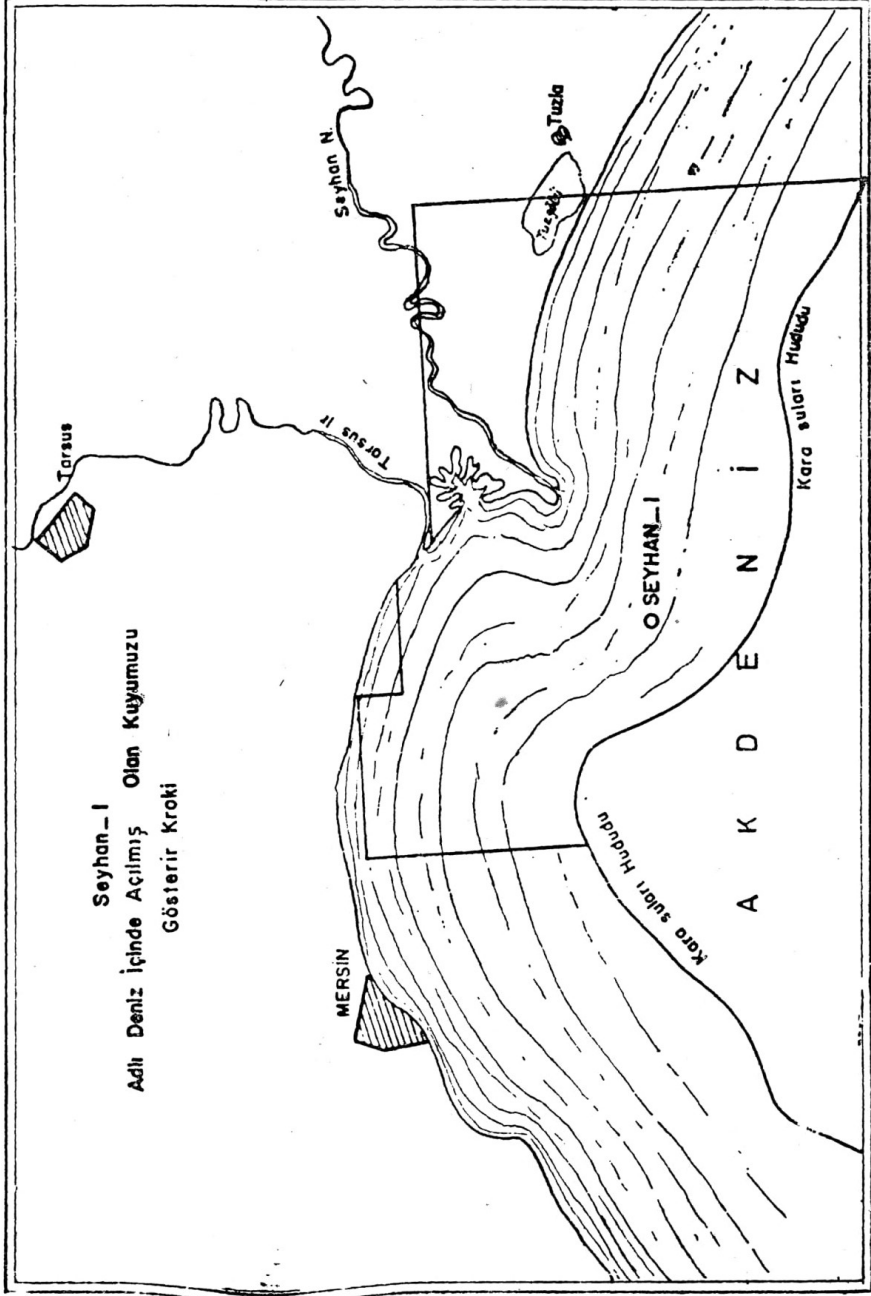
Umumiyetle sahilden sıfır metre derinlik ile 20 m. derinlik istasyon arasındaki mesafeler 700 metre ve 20 ile 40 m. derinlikte olan istasyon arasındaki mesafeler 1400 m. olarak alınmaktadır.

Eğer hava iyi ise, günde âzami 15 istasyon ölçmeleri yapılabilmektedir. Her günkü ölçme ve çalışma neticeleri ve istasyonları gemide bulunan jeofizikçi mühendis tarafından 1:50.000 ölçekli haritaya geçirilmekte ve kaydedilmektedir.

İşte deniz sismiği ile bulunan denizaltı strüktürlerin tesbit edilmesinden ve deniz gravimetresi ile, denizaltı karalarının ortaya çıkan tektoniği, mağnetik karakteri ve derinliği tâyin edilerek lokasyon denilen deniz sathından açılacak sondaj kuyusunun yeri belirtildikten sonradır ki asıl Offshore-Drilling ameliyesine başlanır.

Seyhan No. 1 Offshore-Drilling'i:

Ekli haritada (Şekil: 4) görüldüğü üzere, memleketimizde, denizde petrol arama amacıyla açılan ilk kuyumuz Seyhan - 1 kuyusu olmuştur.



Bu Offshore-Drilling kuyusunun açılması tekniği ve ameliyeleri şöyledir:

Denizde bir adacığı andıran çelikten mamul plâtförmün ebadı 60x60 ayak olup deniz sathından 12,5 metre yükseklikte, 33 pus (83,80 santimetre) çapında dört adet çelik kazıklara oturtulmuştur. Bu kazıklar o noktada tam 40 metre kadar su kalınlığını geçip denizin dibini teşkil eden arz, kara tabakasının içinde sırasıyle 120, 122, 137 ve 162 ayak derinliğe kadar çakılmak ve kakılmak suretiyle indirilmiştir.

İçi boş olan bu 33 inçlik çelik kazık borular Basra Körfezinden, hususi surette getirilen kakıcı veya çakıcı denilen alet ve edevat takımlariyle mücehhez bir vapurdan idare edilerek çakılmıştır. Şu halde çakılan veya kakılan dört kazığın uzunluğu, plâtförmünden itibaren, deniz dibindeki kara içerisine indirilen kısım toplamı 292 ayak (89 m.) dır.

Plâtförmün ortasında asıl kuyunun deliği 30 inçlik (76,62 sm.) çapta olan muhafaza borusu deniz suyunu geçerek, deniz sularının altındaki kara formasyonları içine indirilenlerle birarada 334 ayak yani 101,5 metre kadar uzunluktadır.

İşte denizde sondaj kuyusu açma ameliyesi, kuyuyu delen matkap ve (drill pipe) denilen delici 4½ inç = 11,3 sm. boruların delme operasyonu bu 30 inçlik muhafaza boruların içerisinde cereyan eder.

(Rig) denen ve 30 metre yükseklikte olan normal standart tip sondaj kulesi ise, plâtförmün üzerinde monte edilmiş ve çok sağlam civatalar ve saire ile tutturulmuş ve kaynatılmış olup plâtförmün üst kısmını teşkil etmektedir. İşte kuyunun delme ameliyeleri ve manevraları hep buradan idare edilmektedir.

Sondaj makinasının ana enerji üniteleri, tulumbalar ve çeşitli çapta mahfaza boruları, sondaj çamuruna katılacak kimyevî maddeler ve lüzumlu yedek parçalar, alet ve edevat vs. ve personel lojmanları, plâtförmüne bitişik olan (Neptune - 5) adlı tender gemisinde bulunmaktadır.

Mersin limanı ile plâtförm arasında servis yapmak üzere ayrıca M/s Okan adlı yerli bir motor kiralanmış olup her ihtiyaç için bu motor, tender ve plâtförm yanında daima hazır durumda bulundurulmaktadır.

Plâtförmün inşası, memleketimize deniz yoluyla getirilerek sondaj lokasyonunda monte edilmesi Fransa'da bulunan (Entrepose des Grands Travaux Maritimes) firması tarafından yapılmıştır.

Sondaj makinasının temini ve delme ameliyesinin icrası (Neptune) adlı bir Fransız firması tarafından ifa edilmiştir.

Sondaj kuyusunun loglaması ve monitor hizmetleri ise (Geo-Services) firması tarafından yapılmıştır.

Plâtform üzerinden idare edilmekte olan delme ameliyesiyle diğer bütün çalışmalar tıpkı karada, yer üzerinde yapılmakta olan sondaj ameliyelerinin aynıdır.

Riskleri mümkün olduğu kadar azaltmak, masrafları dağıtmak maksadiyle Seyhan - No. 1 offshore sondajı (Panoil Co., Continental Oil Co. ve Gewerkschaft Elwerath) adlarında ikisi Amerikan ve biri Alman olmak üzere üç hususi petrol şirketi tarafından açtırılmıştır.

Halen, denizaltı karalarının jeolojisi, stratigrafisi, petrografisi ve paleontolojisi hakkında çok kıymetli bilgi ve enformasyonları temin eden denizde açılan ve (4066 m.) derinlikte olan bu sondaj kuyusu, memleketimizde petrol arama amacıyla karada açılan 700 küsur kuyunun en derini sayılmakta olup 26 milyon liraya mal olmuştur.

İlk deniz sondajın kuru olarak sonuçlanmasına rağmen memleketimizde Offshore-Drilling ameliyesinden vazgeçilmiş değildir. 1970 yılı içinde iki veya üç adet ve belki de daha fazla bu çeşit, deniz sondaj kuyusunun açılması öngörölmüş olduğu memnuniyetle öğrenilmiş bulunmaktadır.

SUMMARY. — The importance of the "Offshore-Drilling" operations in the world for exploration and research of oil and gas within the sea is explained in this communique. The huge investments necessary for this purpose, the competition between the biggest oil companies of the world is also pointed out as well as the necessary marine seismic, gravity and magnetometer studies in the sea.

The first offshore well, Seyhan No. 1, which was a dry hole, was drilled to the depth of 4066 meters. The logs of this well gave us valuable information on the geology stratigraphy and paleontology of the area. This well which costed 26 million TL. is the deepest one among 700 wells drilled in the land in Turkey. The negative results of the well as a dry hole has not discouraged the studies. We are happy to learn that during the 1970, two or three more offshore wells will be drilled in our seas.

YERALTI ENERJİ KAYNAKLARIMIZIN TESPİTİNDE JEOFİZİK ÇALIŞMALARIMIZ VE BU ÇALIŞMALARIMIZIN MEMLEKET KALKINMASINDA DAHA ETKİLİ VE VERİMLİ HALE GETİRİLMESİ*

Dr. Sırrı KAVLAKOĞLU
Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü, Ankara

ÖZET. — "Yeraltı enerji kaynaklarımızın tespitinde jeofizik çalışmalarımız ve bu çalışmalarımızın memleket kalkınmasında daha etkili ve verimli hale getirilmesi" adlı tebliğde yeraltı enerji kaynaklarımızdan, petrol, tabii gaz ve jeotermal yatakların jeofizik değerlendirilmeleri ele alınmıştır.

Sondajlı aramalardan önce muhtemel sahalara ait jeofizik-jeolojik modelin ortaya konması gerektiği üzerinde durulmuştur.

Memleketimizin gerek petrol, gerek tabii gaz ve gerekse jeotermal yataklarının muhtemelen geniş sahaları kapladıkları işaret edildikten sonra, bunların bir an önce jeofizik araştırmalarının yapıp jeofizik-jeolojik modellerinin meydana getirilmesi lüzumu belirtilerek bu enerji kaynaklarının en seri şekilde memleket hizmetine sunulabileceği ifade edilmiştir.

Halen memleketimizdeki bütün jeotermal ve kapalı bölgelerdeki petrol ve tabii gaz yataklarının tespiti bir devlet müessesesi tarafından yapılmaktadır. Müessesenin jeofizik yönden bu aramaları ilmin ve tekniğin bütün icaplarını kullanarak yaptığını, yapılan araştırmalara ve saha çalışmalarına istinaden gösterilmiştir.

Petrol ve tabii gaz araştırmalarının gizliliği dolayısıyla bu konulara mecburen az yer verilmiş, jeofizik değerlendirmeler yönünden hepsini kaplayabildiği, araştırmalar ve aramaların açıklanmasında bir sakınca olmadığı için jeotermal yataklar üzerinde geniş mukayeseler yapılmış, araştırmalar ve aramalardan bahsedilmiş ve günün konusu haline gelmiş olan jeotermal enerji akiferleri üzerinde bilhassa durulmuştur.

Sarayköy - Denizli bölgesinde, adı geçen devlet müessesesi tarafından, Türk jeolog ve jeofizikçilerinin üç yıl süreklili olarak yapmış oldukları araştırmalar sonunda bir jeotermal akifer keşfedilmiştir. Aynı müsbet zihniyetin sonucu olarak bu müessesenin 25 yıl önce Raman petrol sahasını keşfettiği anlatılmıştır.

* Bu yazı, (24-30 Kasım 1968) tarihleri arasında, Ankara'da yapılan "Türkiye Mühendisler ve Mimarlar I. Teknik Kongresi'ne yazar tarafından tebliğ olarak sunulmuştur.

Yeraltı enerji kaynaklarının değerlendirilmesinde aramalara paralel, araştırmaların da yapılmasının şart olduğuna değinilerek, jeotermal akiferlerin jeofizik modellerinin ortaya konmasında önemi olan bir araştırmadan bahsedilmiş ve bu, ehemmiyetine binaen detaylı olarak yayınlanmıştır.

Bu araştırmaya göre, akifere dolan meteorik ve juvenil suların akiferde ortak bir yüzey meydana getirecekleri gösterilmiş, bunun yerinin ve şeklinin ne olacağı, suyun sınır hızının sızıntı yüzeyine doğru artacağı teorik olarak gösterilmiştir. Bunlar lâboratuvar tecrübeleri ile de doğrulanmıştır.

Sonuç olarak, petrol, tabii gaz ve jeotermal enerji yataklarının memleket hizmetine bir an önce verilmesi için;

1 — Jeofizik ekipmanın çoğaltılması,

2 — Veya dışardan ekipman kiralanması, gerektiği üzerinde durulmuş, ancak konunun hassasiyeti ve döviz harcamalarına mâni olmak bakımından bizzat ve en iyi şekilde yapabildiğimiz gerekçesiyle jeofizik malzemenin dışardan getirilmesi üzerinde durulmuştur. Bir adım daha atarak yedek elektronik malzeme ithal edilmek suretiyle memleketimizde bazı jeofizik cihazların yapımına gidilebileceği ve böyle bir sanayi nüvesinin de halen atılmış olduğu iddia edilmiştir.

GİRİŞ

Memleketimizin kalkınmasında, yeraltı enerji kaynaklarımızdan petrol, tabii gaz ve jeotermal yatakların önemi meydandadır. Burada sadece bu enerji kaynakları ve bunların jeofizik yönden değerlendirilmeleri ele alınmıştır,

II Enerji Kongresi (Eylül 1968, Ankara) genel raporundan aldığım önemli birkaç paragrafı buraya koyuyorum: 1) Petrol tüketimi 1950 yılında toplam ticarî enerji tüketiminin %19,9'u iken 1967 yılında %51,8'ine yükseldiği bilinmektedir.

2) 2000 yılına kadarki ticarî enerji tüketiminin karşılanmasında, memleketimizdeki bilinen taşkömürü kaynaklarımızın mahdut, yüksek kaliteli linyitlerimizin ise kifayetsiz olması sebebiyle, ağırlığın petrol ve tabii gaza yöneldiği görülmektedir.

3) 2000 yılına kadarki elektrik enerjisi tüketiminin karşılanmasında ekonomik sebeplerden dolayı linyitlerin kullanılması yanında petrol, tabii gaz ve jeotermal enerjiye de gidilmesi gerekmektedir.

4) Bugün bilinen yerli petrol rezervlerimizin çok mahdut oluşu dolayısıyla, yeni sahalar bulunmadıkça yerli petrol üretimimizin kısa bir müddet devam edebileceği, ondan sonra ise petrol ihtiyacımızın tama-

mının ithal suretiyle karşılanmak zorunda kalınacağı anlaşılmaktadır. Memleketimizin ticarî enerji tüketiminin 1964 yılında ancak %27,7'si ithal suretiyle karşılanırken 2000 yılında bu miktarın %80,7'ye yükselmesi beklenebilir. Bu hususun dış ticaret dengemizi büyük ölçüde etkileyeceği şüphesizdir.

5) Son yıllarda birçok memleketlerde tabii gaz, enerji kaynakları arasında, önemli bir yer almıştır. Bu yüzden Irak'tan tabii gaz ithali düşünülmektedir.

6) Petrol ve tabii gaz gibi önemli enerji kaynaklarının dışardan ithali hem dış ticaret açığını daha da arttıracak, hem de buna bağlı sanayi in gelişmesi endişeler içinde olacaktır.

Bu sorunlar bizi, ister istemez yerli kaynaklarımızı geliştirmeğe ve yenilerini bulup çıkarmağa zorlamaktadır.

Karalarımız ve bir o kadar da denizlerimizle büyük bir sahayı kaplayan memleketimiz petrol, tabii gaz bakımından büyük çapta sahaları içine almaktadır. Kalın sedimantasyon ve petrol sızıntıları muhtemelen büyük imkânları işaret etmektedir.

Jeotermal yataklarımızın, muhtemel olarak bütün memleket sathında yaygın olarak buldukları, volkanolojik etüdler ve bilhassa mevcut sıcak su kaynaklarından anlaşılmaktadır.

Görülüyor ki, ana dâva mevcut yatakları genişletmek ve muhtemel enerji yataklarımızı da en kısa zamanda devlet emrinde olmak üzere ortaya koymaktır.

Bu tip muhtemel yatakların en kısa zamanda müsbet olarak değerlendirilmeleri konusunda, jeolojik etüdüleri müteakip çok pahalı derin sondajlara gitmeden önce, yeraltı jeofizik-jeolojik modelinin meydana çıkarılması için gerekli bütün jeofizik çalışmaların yapıldığı bilinmektedir.

Jeofiziğin tarihi yeni olmasına rağmen, ekonomik gayelere yönelmiş olması itibariyle kısa zamanda ön plâna geçmiştir. Bugün petrol, tabii gaz ve jeotermal muhtemel sahalarında detaylı jeofizik yapılmadan, yeraltının jeofizik-jeolojik modeli teferruatlı olarak ortaya konmadan, derin sondaj noktası verilmemektedir. Aksi halde büyük masraflar bir yana, önemli sahaların menfi olarak terkedilmesi mümkündür.

Ülkemizin gömülü olan petrol, tabii gaz ve jeotermal potansiyelinin bir an önce ortaya konmasının önemi ortadadır. Bu gerçek bize bahsi

geçen potansiyeli tespit etmek için, bugünkü jeofizik (Burada "jeofizik", "tatbikî jeofizik" anlamında kullanılmaktadır) imkânlarımız nelerdir? Ne kadarını veya ne kadar fazlasını yapmağa muktediriz? Ülkemiz enerji kaynaklarını bir an önce millet hizmetine israf etmeden sunmamız için ne yönde hareket etmemiz gerekecektir, gibi soruların cevabını ve jeofizik hizmetlerinin yurt kalkınmasında daha etkili ve verimli hale getirilmesi imkânlarını araştırmış olacağız.

Petrol, tabii gaz ve jeotermal enerji kaynaklarının jeofizik usullerle araştırılmaları hakkında bizden ve dış ülkelerden bazı klâsik örnekler vermek enteresan olacaktır. Bu sayede mukayeseler yapma imkâm kazanılacaktır.

Petrol, tabii gaz araştırmalarının gizliliği dolayısıyla bunlar üzerinde detaylı olarak durulmayacak, fakat günün önemli konusu olması ve burada yapılan jeofizik çalışmalar ve araştırmalar diğer enerji kaynaklarına da teşmil edilebileceği için, jeotermal enerji kaynağı jeotermal akiferlerin jeofizik etütlerinden detaylı olarak bahsedilecektir.

Kısım: I

JEOTERMİK ENERJİ KAYNAĞI JEOTERMAL AKİFERLERİN JEOFİZİK ETÜDLERİNDE UYGULANAN USULLER, BİR ARAŞTIRMA VE İMKÂNLARIMIZ

Muhtemel jeotermal saha ile ilgili olarak yapılacak jeofizik çalışmalar şöylece sıralanabilir:

1 Rekonessans etütler:

- a) Uçakla veya yerden manyetik prospeksiyon
- b) Gravimetrik prospeksiyon
- c) Sismik refraksiyon
- d) Derin rezistivite vs.

2 Detay etütler:

- a) Manyetik
- b) Gravimetrik
- c) Derin rezistivite
- d) Sismik refleksiyon ve refraksiyon
- e) Termal ölçüler
- f) Termal gradient vs.

Yukarıda sıralanan jeofizik metotlar gerektiğinde kullanılmakta ve bunlara istinaden jeofizik-jeolojik bir model tasarlanmaktadır. Meselâ İtalya'da, rezistivite tabanı bulmak için yapılan derin rezistivite etüdüleri sonucu Larderollo sahasına ait rezistivite taban haritası (Şekil: 1, 2), gravite ve rezistivite etüdüleri sonucu elde edilen iki boyutlu jeofizik kesitler (Şekil: 3) buraya konmuştur.

Bunlar İtalya'da yapılmış olan jeofizik etüdülerdir. Bunların sonucu buhar sahaları genişletilmiş ve yeni buhar sahaları bulunmuştur.

Jeotermal akiferlerin keşfi ve enerji kaynağı olarak kullanılmaları çok yenidir. Dünyada birkaç bölgeye inhisar eden bu enerji kaynağı hakkında pek az çalışma ve araştırma yapılmıştır.

Daha ziyade jeolojik çalışmalar yapılmış ve bu çalışmalara yardımcı olabilmek gayesiyle klâsik jeofizik metodlar uygulanmıştır.

Genellikle termodinamik kanunlara uygun olarak meydana gelmiş bulunan akiferler hakkında bu yönden pek az kimse araştırma yapmıştır. Bunlar arasında bilhassa J. Goguel¹ bahsedilebilir.

J. Goguel, jeotermal akifer için ısının konveksiyonu ile mukayese edilebilecek gerekli termodinamik esasları kurmağa çalışmıştır.

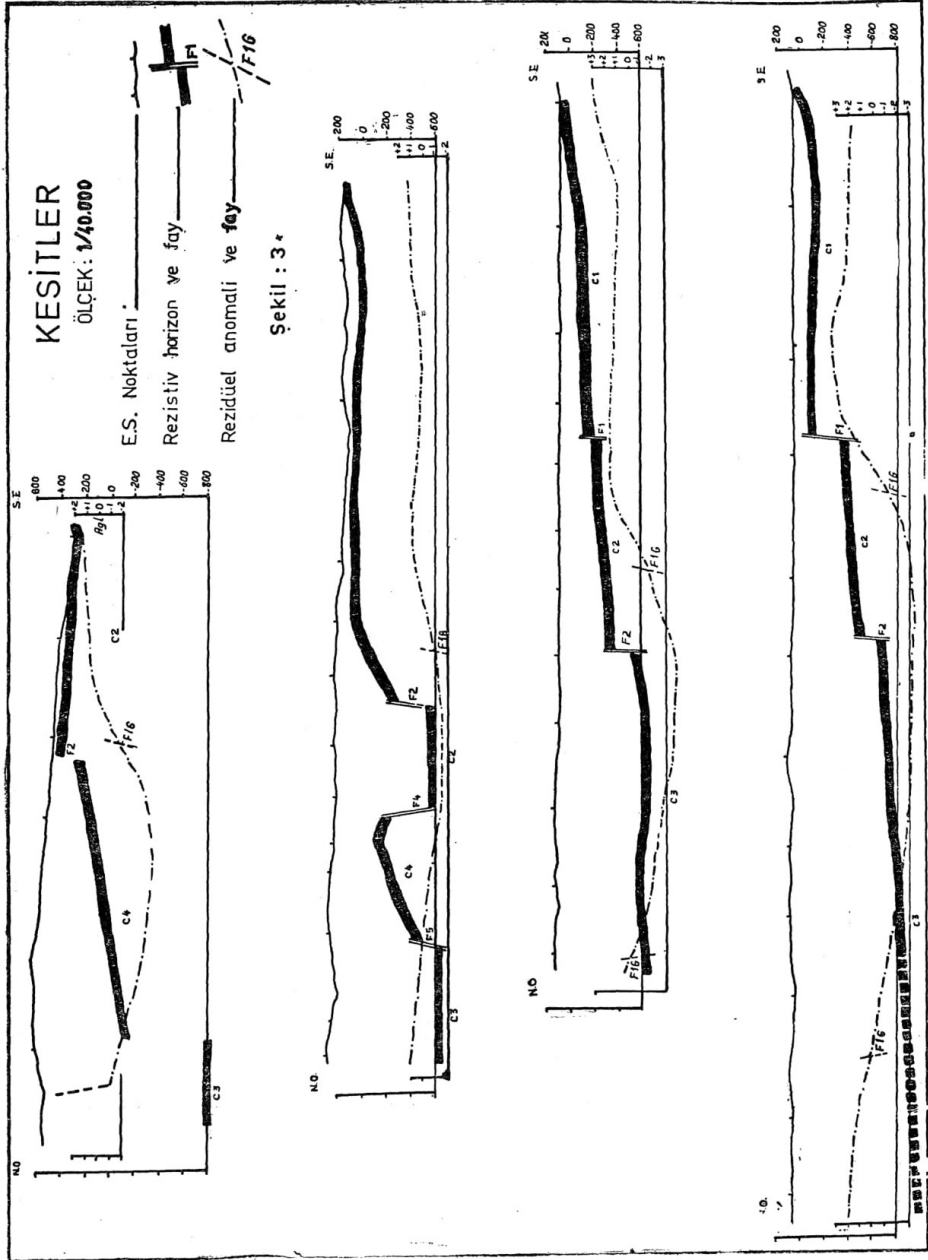
Termodinamik kanunlara uygun olarak yapılan çalışmaların hiçbiri bir jeofizik model tasavvuruna yardımcı olmamıştır.

Biz, akifer olabilecek jeolojik bir ortam teşekkül ettikten sonra birinin menşei meteorik, diğerininki satha çıkmamış ve kristalize hale gelmekte olan bir granitten (granit burada genel olarak kullanılmıştır) kurtulan suyun termodinamik kanunlara uygun olarak akiferde yer almaları hâdisesini ele aldık.

Bilindiği gibi, jeotermal akiferler için, 1. akifer olabilecek geçirgen, gözenekli bir kayacın, örtü tabakasının mevcudiyeti, 2. meteorik suyun akiferde dolması için gerekli jeolojik ve jeomorfolojik yapının, ayrıca derinlerdeki juvenil suyun taşınabilmesi için, genellikle derinlere kadar devam eden faylanmanın olması gerektiği ve 3. juvenil ve meteorik suların Darcy kanununa uygun olarak akiferde ortak bir yüzey meydana getirmeleri ve bundan sonra konveksiyon akımlarının ele alınması gerektiği ortaya konmuştur².

¹ J. Goguel, Le Régime Thermique De L'eau Souterraine, Paris Imprimerie National, 1953.

² S. Kavlakoğlu, Jeotermik Enerji Kaynağı Jeotermal Akiferler Hakkında Yeni Bir Görüş, Sarayköy Sahası için Uygulama, Ankara 1968.



Jeotermal akiferlerde iki farklı sıvının olması, bunların ortak yüzeylerinin şekillerinin bilinmesi rezervuarların jeofizik model olarak değerlendirilmesi bakımından çok önemlidir.

Sarayköy'e ait jeolojik kesitte (Şekil: 4) $y - y^1$ fayının juvenil suyu taşıdığını farzedelim. Bir fay zonu olarak düşünülmesi gereken $y - y^1$ 'nin akifer bölgesindeki kısmı (Şekil: 5)'te gösterilmiştir. Juvenil su bu fay zonuunda yükselecektir. Akifer içinde meteorik suyun akması juvenil suyla sınırlanacaktır.

Sınır şartları muhtemelen Sarayköy jeotermal akiferine uygun olarak seçilen bir akiferde meteorik su ve juvenil suların ortak yüzeylerinin yeri ve şekli ve sınır velositelerinin değişimi hakkında yaptığımız teorik çalışmalarımızı buraya koyuyorum³.

Teorik formüllerin çıkartması: E A B C D E iki boyutlu akifer olsun, taranmış alanda fay zonu olsun (Şekil: 5).

Kordinat eksenleri x, iy olsun ve Şekil: 5'teki gibi seçilmiş olsunlar.

$z = x + iy$ düzleminde alınmış olan iki boyutlu homojen akifer için Darcy kanununu, velosite potansiyeli ϕ olduğuna göre,

$$u = \partial\phi/\partial x ; \quad v = \partial\phi/\partial y \quad (1)$$

olacaktır.

Süreklilik denklemi

$$\partial u / \partial x + \partial v / \partial y = 0 \quad (2)$$

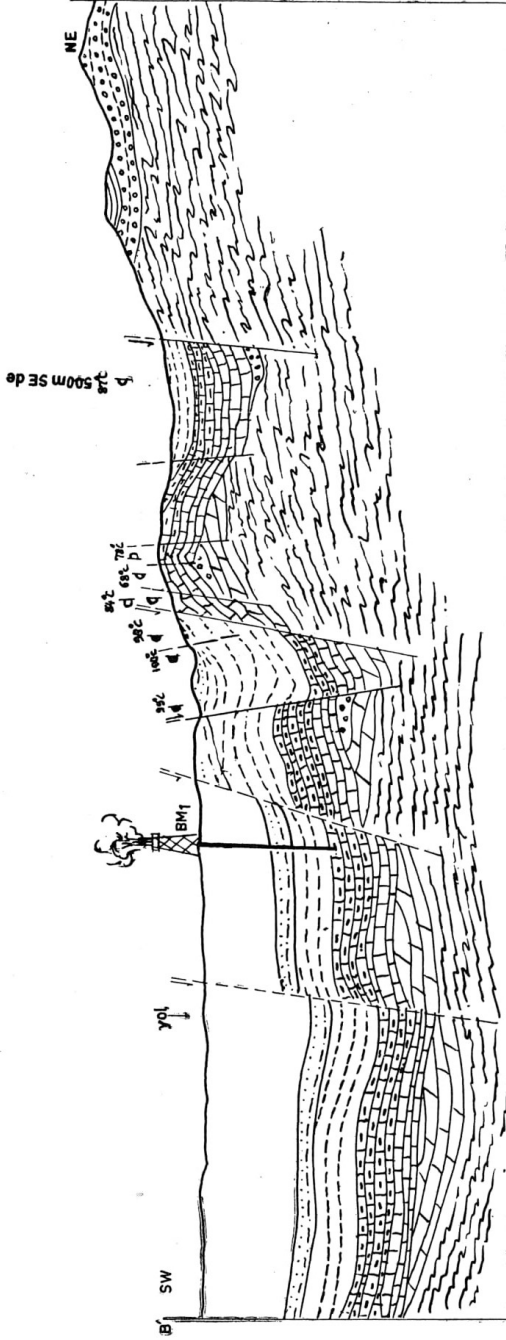
olduğuna göre, 0

$$\nabla^2 \phi = 0 \quad (3)$$

Laplas diferansiyel denkleminde münce olur.

ϕ potansiyel fonksiyonuna dik olan stream fonksiyon ψ , Cauchy-Riemann denklemleri vasıtasıyla yazılabilir. Şimdi, $f(z)$ bir kompleks velosite fonksiyonu,

³ S. Kavlakoglu, Jeotermik Enerji Kaynağı Jeotermal Akiferler Hakkında Yeni Bir Görüş, Sarayköy Sahası İçin Uygulama, Ankara 1968.



Şekil: 4 - SARAYKÖY JEOTERMAL BÖLGESİNE AIT JEOLOJİK KESİT
(H. Uyselli' den alınmıştır)

Burada, φ_0 sabit potansiyel fonksiyon ve γ aşağıya doğrudur (Şekil: 5).

$$k' = \frac{\bar{k}(\gamma_j - \gamma_m)}{\gamma_m} \text{ şeklinde olup;}$$

γ_j : Juvenil suyun spesifik ağırlığı

γ_m : Meteorik suyun spesifik ağırlığı

\bar{k} : Akiferin permiabilitesi ve

k' : Buoyancy ve permiabilitenin çarpımıdır.

AB sızıntı yüzeyi boyunca φ 'nin $\frac{\partial \varphi}{\partial y}$ diferansiyeli

$-\frac{\partial \varphi}{\partial y} = v$ olduğu bilinmektedir. $\varphi = \varphi_0 + k'y$ denkleminin

y 'ye göre diferansiyeli alınırsa, $\frac{\partial \varphi}{\partial y} = k' \frac{\partial y}{\partial y}$

(7)

$$k' + v = 0$$

bulunur.

Bu (u, v) hadograf düzleminde bir doğru denklemdir (Şekil: 6). Ayrıca kesişme eğrisi BD boyunca (6) denkleminin S değişkenine göre diferansiyeli alınacak olursa,

$$\frac{\partial \varphi}{\partial s} = k' \frac{\partial y}{\partial s}$$

$$\frac{\partial \varphi}{\partial s} \cdot \frac{\partial \varphi}{\partial s} = k' \frac{\partial y}{\partial s} \cdot \frac{\partial \varphi}{\partial s}$$

Denklemin ikinci tarafını $\frac{\partial y}{\partial y}$ ile çarpalım,

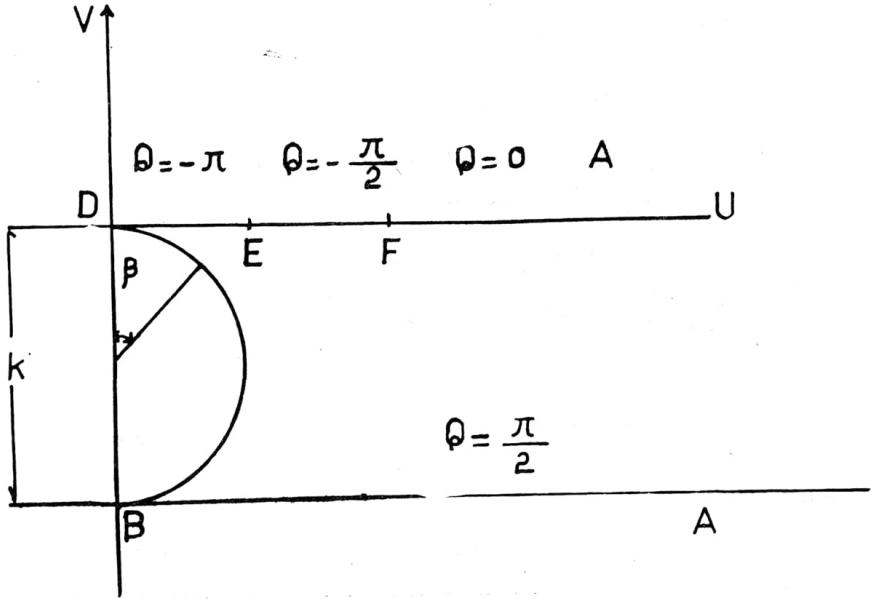
$$\left(\frac{\partial \varphi}{\partial s}\right)^2 = k' \frac{\partial \varphi}{\partial y} \cdot \left(\frac{\partial y}{\partial s}\right)^2 \text{ elde edilir.}$$

Buradan,

$$u^2 + v^2 = -k'v$$

$$u^2 + v^2 + k'v = 0 \quad (7)$$

denklemini bulunur.



Şekil: 6 - $\vartheta = u + jv$ düzlemi

Bu (u,v) hadograf düzleminde (Şekil: 6) BD çaplı bir yarı çemberdir.

Şimdi,

$$Q_1 = \frac{i\bar{Q}}{k'} + 1 \quad (8)$$

dönüştürümünü yapalım.

Q_1 düzlemi bir modifiye hadografıdır (Şekil: 7).

Q_1 düzlemindeki yarı çember tarafındaki sıfır açılı üçgenin (Şekil: 7) üst yarı düzleme transformasyonu, eliptik modüler fonksiyon kullanılmak suretiyle yapılabilir (Nehare, Zeev).

$$Q_2 = 1 - \frac{1}{Q_1} \quad (9)$$

dönüştürümü yapılacak olursa,

$$\lambda(Q_1) = J(Q_2) \quad (10)$$

elde edilir (Şekil: 8).

λ 'n değerleri, eliptik modüler fonksiyonun inversi kullanılarak hesap edilebilir (Muskat, Morris).

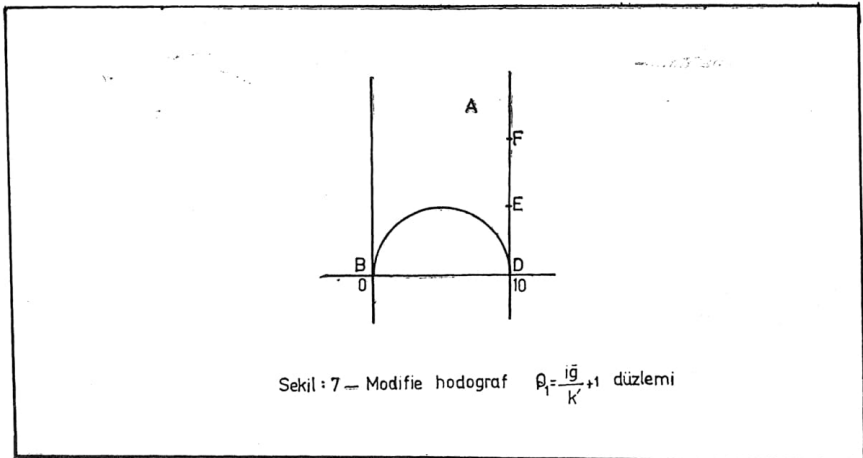
$$1 - \frac{1}{Q_1} = \frac{ik'(\lambda)}{k(\lambda)} \equiv \frac{ik'}{k}(\lambda) \quad (11)$$

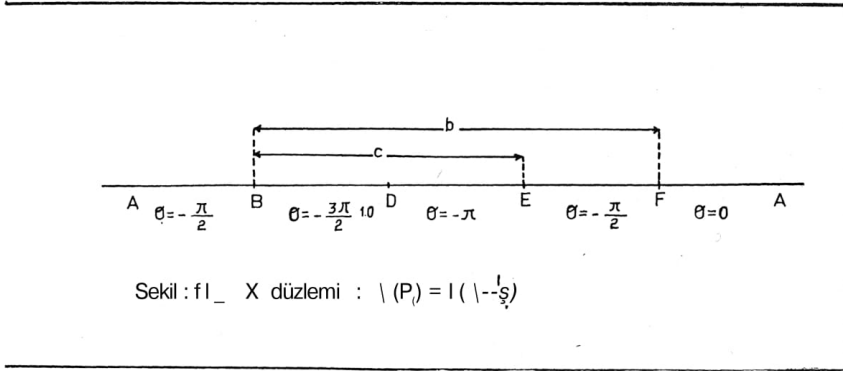
λ 'nin

$$\lambda \quad 0 < \lambda < 1 \quad (12)$$

aralığındaki değerler için

K'/K değerleri verilmiştir (Hayashi).





Böylece λ 'nın verilen aralıktaki bu değerler için (eşitsizlik) (12) Hayashi tarafından verilmiş olan K'/K değerleri vasıtasıyla (denklem) (1) Q_1 değerleri hesap edilebilir.

λ 'nın diğer değerleri için basit linier transformasyonlardan sonra tabüler değerlerin kullanılması icabeder. λ 'nın;

$-\infty < \lambda \leq 0$ aralığındaki değerler için,

$$\frac{1}{1-\lambda} = J(Q_1) \quad (13)$$

linier transformasyonu kullanılır.

Buradan eliptik modüler fonksiyonun inversi kullanılarak,

$$Q_1 = \frac{ck'}{k} \left(\frac{1}{1-\lambda} \right) \quad (14)$$

ve gene aynı şekilde,

$1 \leq \lambda < \infty$ değerleri için

$$\frac{1}{\lambda} = J(Q_1 - 1) \quad (15)$$

buradan

$$Q_1 - 1 = \frac{ik}{k} \left(\frac{1}{\lambda} \right) \quad (16)$$

elde edilir.

Böylece λ düzleminde (Şekil: 7) üst yarı düzlemdeki bütün değerlerine karşılık Q_1 dolayısıyla Q değerleri (Şekil: 7) elde edilir.

Problemin tam çözümü için, $f(z)$ kompleks potansiyel fonksiyonu, yahut entegre edilebilen Q 'nin terimleri cinsinden, bazı $f(z)$ fonksiyonunu ifade etmek gerekir. Çünkü AB üzerinde ψ stream fonksiyonunun dağılımı bilinmektedir (Şekil: 5).

$$\psi + i\theta = \ln[-f''(z)] \quad (17)$$

konumunu yapalım (Hamel, 1934).

Burada $—\ominus$; $—f''(z)$ fonksiyonunun argümenti ve

$$-f''(z) = \frac{d(u - iv)}{d(x + iy)} = \frac{du - idv}{dx + idy} \quad (18)$$

dir.

Hodograf (Şekil: 6, 8) ve denklem (18) den

$$\theta_{AB} = -\frac{\pi}{2} ; \quad \theta_{BD} = -\frac{3\beta}{2} \quad (19)$$

$$\theta_{DE} = -\pi , \quad \theta_{EF} = -\frac{\pi}{2} , \quad \theta_{FA} = 0$$

(β açısı $Q=U+iv$ düzleminde gösterilmiştir.)

λ düzleminde (Şekil: 6) reel eksenin bütün noktalarında \ominus değerlerinin bilindiklerini görüyoruz.

Şu halde \ominus bir Fourier entegrali çözümü vasıtasıyla üst yarı düzlemin bütün noktalarında bilinir. Bundan sonra, τ 'nin değerleri \ominus ve τ için Cauchy-Riemann denklemleri vasıtasıyla elde edilirler.

Bunun için genelleştirilmiş poisson formülünü kullanacağız (Muskat, 1937)⁴.

$$\psi \times i\theta = \tau_0 + \frac{1}{\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{\theta(t)(\lambda t + 1) dt}{(t-\lambda)(1+t^2)} \quad (20)$$

Burada τ_0 keyfi bir sabittir. Yukarıdaki entegralin (20) geliştirilmesi ve denklem (17)'ye tatbikinden sonra $-(f''(z))$ için,

$$-f''(z) = \frac{\sqrt{\lambda(c-\lambda)(b-\lambda)}}{1-\lambda} \exp. \left(-\tau_0 + \frac{3}{2\pi} \int \frac{\beta(t) dt}{t-\lambda} \right) \quad (21)$$

bulunur.

Burada c ve b, λ düzleminde sırasıyle F ve E noktalarının koordinatlarıdır (Şekil: 8).

Z değişkeni için (denklem (5) ve denklem (21))

$$\bar{z} = C_1 \int \exp. (\tau + i\theta) d\bar{Q} + C_2 \quad (22)$$

elde edilir.

Burada,

$$\exp \tau = \frac{1-\lambda}{\sqrt{\lambda(c-\lambda)(b-\lambda)}} \exp. \left(-\frac{3}{2\pi} \int_0^t \frac{\beta(t)}{t-\lambda} dt \right) \quad (23)$$

dir.

Hammel, Gunther (1935) ve Muskat (1935) λ' 'nin fonksiyonu olarak,

$$\exp. \left(-\frac{3}{2\pi} \int_0^t \frac{\beta(t)}{t-\lambda} dt \right) \quad \text{yi grafikler ve tablolar halinde}$$

vermişlerdir.

⁴ Muskat, Morris: The Flow of Homogeneous Fluids Through Porous Media, McGraw-Hill, New-York, 763 pp, 1937.

Şu halde, sınır velositeleri, meteorik ve juvenil suların ortak çizgilerinin yeri ve şekli (15), (18) veya (20) denklemlerinde λ 'nın uygun seçilmiş reel değerlerini koymak suretiyle ve sonradan (22)'nin numerik entegrasyonu veya grafik çözümü vasıtasıyla hesap edilebilir.

Bir dereceye kadar bir basitlik temin etmek bakımından, jeotermal akiferler için B ve E noktalarının çakıştığını kabul edelim. Bu takdirde,

$\varphi_E = \varphi_D$ olacaktır. Buradan,

$$\exp(\tau) = \sqrt{[(1-\lambda)/(\lambda(b-\lambda))]} \exp \left[-3/2\pi \int_0^1 \beta(t)/(t-\lambda) dt \right] \quad (24)$$

şeklinde olur.

Sınır velosite eğrisinin ve kesişme yüzeyine ait ortak eğrinin yeri ve şekli ile ilgili eğrinin çizilmesi için, hesap merkezlerinde hesaplamalar yapılması gerektiği meydandadır. Ben burada, Muskat'ın başka maksatlar için yapmış olduğu hesaplamalar ve grafiklerden istifade ederek, meteorik su akiferinde juvenil intruziyonun grafiğini (Şekil: 0) ve UAF/k'nün değişimini gösterir eğriyi (Şekil: 10) vermeğe çalıştım. Bunlar yaklaşık olarak çizilmişlerdir.

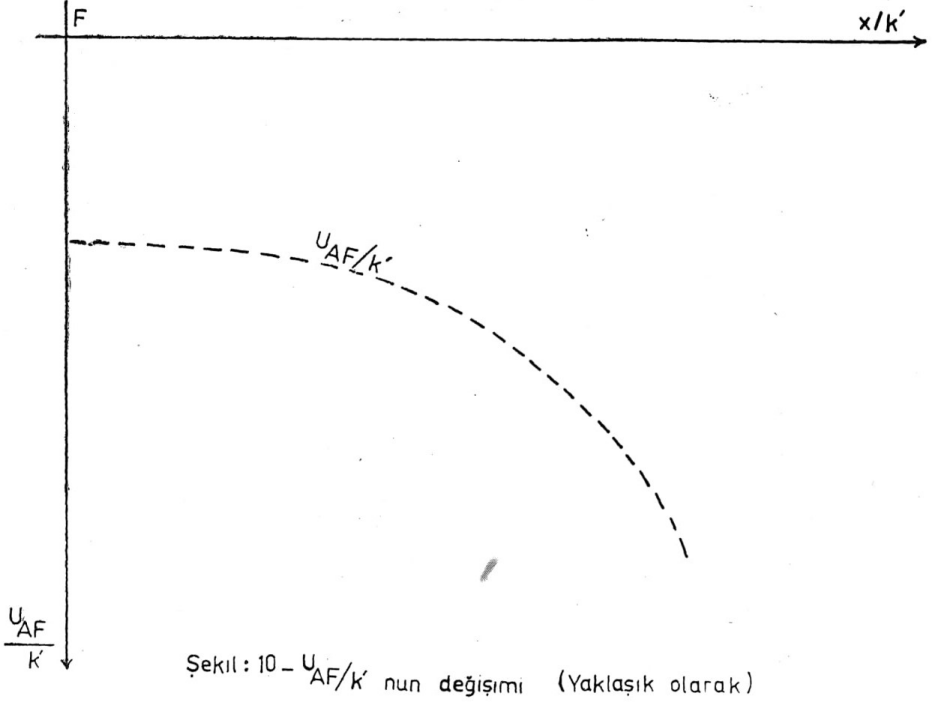
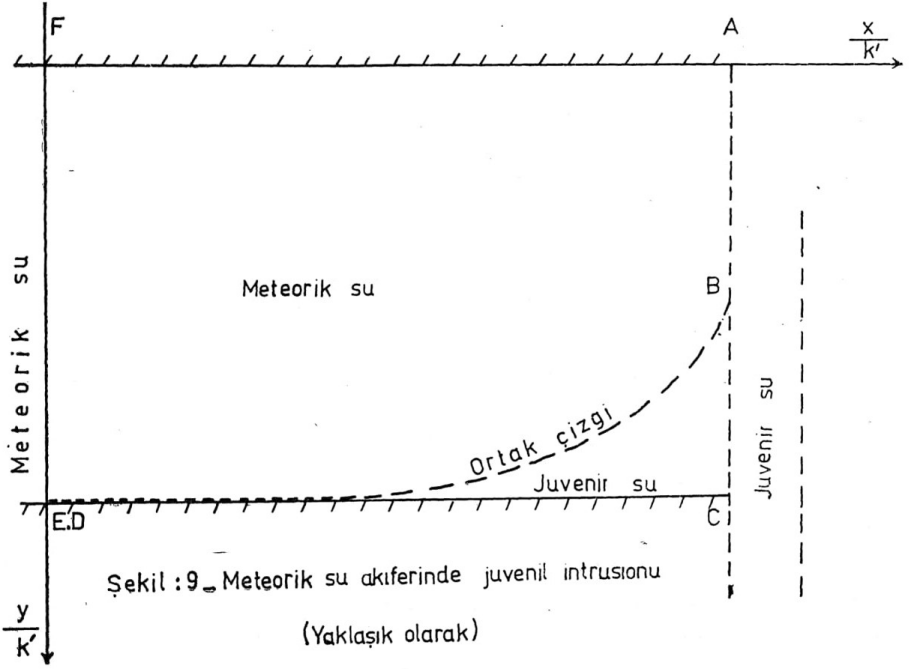
Burada, lâboratuvar tecrübeleri ile de sağlanmış olan ve tamamen termodinamik kanunlara uygun olarak teşekkül eden jeotermal akiferler hakkında, jeofizik çalışmalara yön verecek yeni bir görüşü ortaya atmış ve ispatını vermiş oluyoruz.

Buna paralel olarak Sarayköy ve diğer muhtemel jeotermal sahalar da yaptığımız jeofizik çalışmaları şöylece sıralıyabiliriz:

1) Muhtemel sahayı veya sahaları içine alabilen bölgenin umumi tektoniği ve substratumun durumunu ve süseptibilitesi yüksek gömülü kayaları genel olarak ortaya koymak bakımından bölgeyi kapsayan rekonesans gravite ve uçakla manyetik etüdlü.

2) Muhtemel jeotermal sahada, tektoniğin ve substratumun durumu hakkında bilgi toplamak için detay gravimetrik (K. Tezcan 1965, F. Erden 1965) ve manyetometrik etüdlü.

3) Substratumun şekli, tabaka kalınlıkları ve faylanmalarla ilgili sismik etüdlü (G. Demirseren 1968).



4) Elektrik sondajlarla rezistiv tabanı tespit etmek ve faylar hakkında fikir edinmek bakımından derin rezistivite etüdüleri (K. Tezcan 1965, B. Özçipek 1968).

5) Satha yakın ısı kaynaklarının dağılımı ile ilgili termik etüdüler (K. Tezcan 1964).

6) Isınan kayacın rezistivitesinin düşmesi dolayısıyla, bunların dağılımının tespiti için rezistivite etüdüleri (K. Tezcan 1966).

7) Sıcak suyun moleküler yapısına istinaden ve sınır velositesi değişimine binaen Over-Woltage etüdüleri (S. Kavlıkoğlu 1968)⁵.

8) Yukarıda sıralanan jeofizik etüdülere ve bahsedilen araştırmaya ve jeolojik etüdülere istinaden jeofizik-jeolojik model çalışmaları.

9) Jeotermal akifere kadar yapılması gerekli buhar sondajının lokasyonu ile ilgili olarak kuyularda termik gradyent etüdüleri (M. Etemirörer 1968).

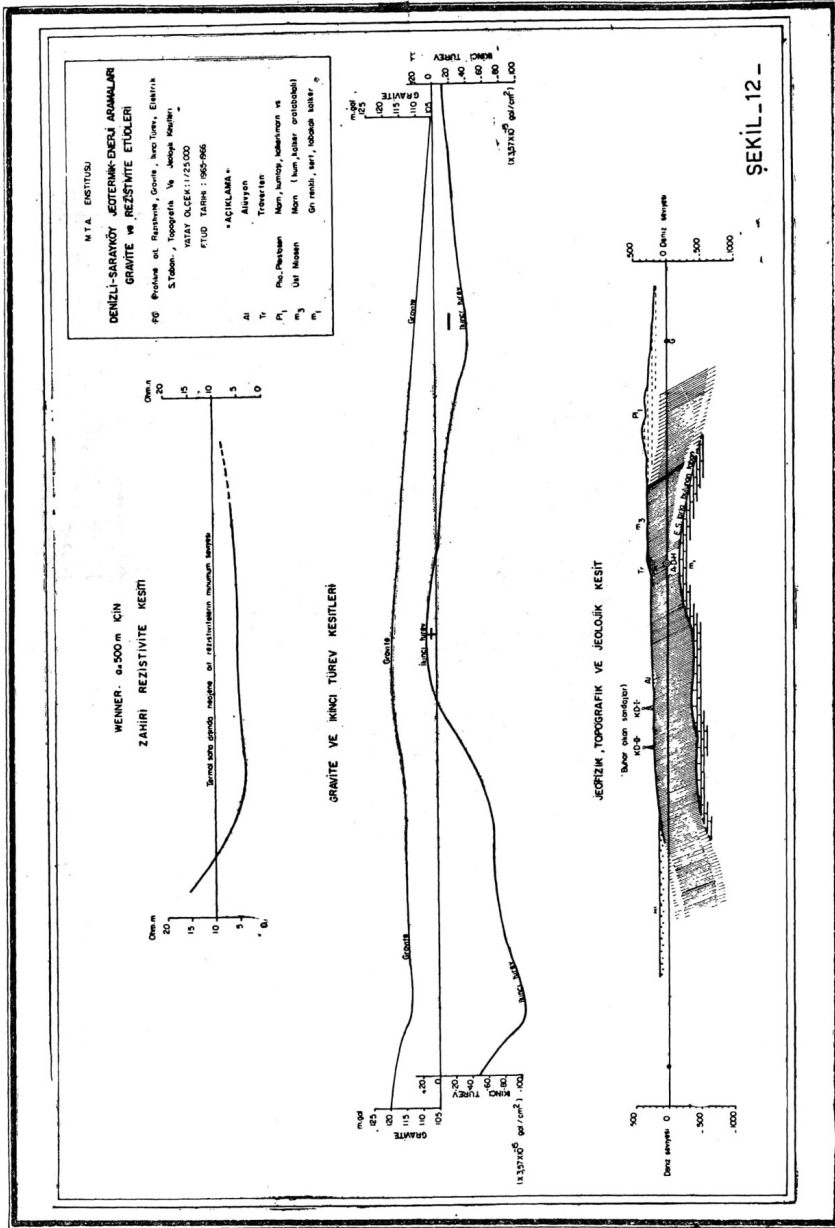
Yukarıda zikredilen etüdüler Batı Anadolu bölgesinde ve bilhassa Sarayköy bölgesinde üç yıl millî bir müessesenin sürekli çalışmaları esnasında tatbik edilmiştir. Bunlar arasında enteresan olmaları bakımından buraya, K. Tezcan⁶ tarafından yapılan derin rezistivite etüdülerinden bir iki örnek koyuyorum. Böylece İtalya'da yapılanlarla bir mukayese imkânını da bulmuş olacağız.

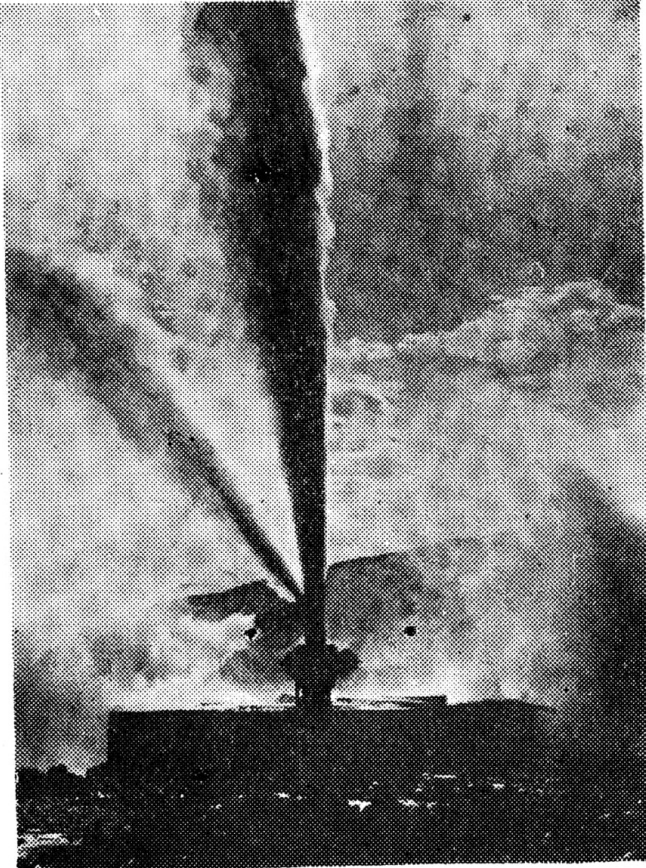
Sarayköy jeotermal sahasına ait rezistiv tabanın kontur haritası (Şekil: 11) bu haritadan alman FG kesitine ait jeoloji, elektrik sondajlarla bulunan taban haritasını, termal saha dışında neojene ait rezistivitelerin minimum seviyesi ile ilgili, zahiri rezistivite kesiti ve aynı profile ait Bouguer ve ikinci türev gravite kesitlerini (Şekil: 12) görüyoruz. Burada ayrıca kesit üzerine düşen buhar sondajları konmuştur (KDI, KDII).

Aynı rezistiv taban kontur haritasından alınan ABDH kesitine ait jeoloji, elektrik sondajlarla bulunan taban kesiti zahiri rezistivite kesiti, Bouguer ve ikinci türev gravite kesitlerini (Şekil: 13) görüyoruz. Bu ikinci kesitte muhtemelen akifer tavanın yükseldiği kısmı ki bu buhar istihali bakımından önemlidir. Bu açıdan etüdü yapan burada sondaj teklif etmiştir. SJ. I bunu işaret etmektedir.

⁵ S. Kavlıkoğlu, Jeotermik Enerji Kaynağı Jeotermal Akiferler Hakkında Yeni Bir Görüş, Sarayköy Sahası için Uygulama, S. 25, Ankara 1968.

⁶ K. Tezcan, Denizli - Sarayköy Jeotermik-Gravite ve Rezistivite Etüdüleri (Rapor), M.T.A. Enstitüsü, Ankara 1966.





Resim: 1 – KD. I buhar kuyusu.

Bütün bu çalışmaların neticesi olarak, Türkiye'de Sarayköy jeotermal sahası, adı geçen millî müessese tarafından keşfedilmiştir.

Sarayköy sahası yukarıda incelediğimiz ve gücü 370 MW civarında olan Larderollo-İtalya jeotermal sahasının birkaç mislidir. Bu sahada yapılan K.D.I. sondajından (Şekil: 12) sıcaklığı en az 180° olan ve 9,5 kg/cm² tazyikli buhar - su karışımı fışkırmıştır (Resim: 1).

Sarayköy jeotermal sahasından başka aynı şekilde etüdleri ikmal edilmiş üç önemli saha daha vardır. Diğer taraftan memleketimizin jeotermal enerji kaynakları yönünden büyük bir potansiyele sahip olduğu anlaşılmaktadır. Bu bakımdan bu konu üzerinde millî müessesemiz devamlı jeolojik ve jeofizik çalışmalar yapmaktadır.

Kısım: II

PETROL VE TABİİ GAZ YATAKLARININ JEOFİZİK ETÜTLERİNDE
UYGULANAN USULLER VE İMKÂNLARIMIZ

Jeotermal enerji kaynağı hakkında jeofizik çalışmalarımızdan teferruatlı olarak bahsedildiği için petrol ve tabii gaz aramalarında detaya girilmeyecektir. Konunun gizliliği dolayısıyla ana hatlara temas etmekle yetinilecektir.

Burada bahsedilen tabii gaz yeraltından çıkan ve bazı kimyasal işlemler hariç, doğrudan doğruya kullanılabilen gazlardır.

Bilindiği gibi tabii gazın oluşumu, ham petrol oluşumunun aynıdır. Yer altında tamamen gaz halinde, yoğunlaşmış halde ham petrol içinde çözülmüş şekilde veya petrol üzerinde ayrı bir gaz tabakası halinde bulunur. Meselâ Orta Doğu ülkelerinde bütün tabii gaz rezervleri petrol ile müşterektir. Birleşik Amerikadaki gaz rezervlerinin %75'i ise petrolden müstakildir. Zaten dünyada mevcudiyeti tespit edilen tabii yeraltı gazlarının takriben yarısı petrolle müşterektir.

Bu bakımdan jeofizik araştırmaları yönünden aynı paragraf altında mütalâa etmekteyiz.

Petrol ve tabii gaz aramalarında jeolojik yapı çok önemlidir. Birkaç çeşit jeolojik yapı teorisi içinde, bilhassa antiklinal teorisinin bunların arasında özel bir durumu vardır. Burada konuyu dağıtmamak için antiklinal teorisi ile ilgili jeofizik etüdler üzerinde durulacaktır.

Muhtemel petrol ve tabii gaz antiklinal kapanlarının tespitinde jeofizik çalışmalar şöylece sıralanabilir:

1. Rekonessans etütler:

- a) Uçakla veya yerden manyetometre etüdları
- b) Gravite etüdları
- c) Sismik etüdlar
- d) Tellerük vs. etüdlar.

2. Detay etüdlar:

- a) Gravite etüdları
- b) Manyetik etüdlar
- c) Sismik etüdlar

d) Well-Logging etüdüleri

e) Tellürük, manyeto tellürük vs. etüdüleri.

Yukarıda sıralanan jeofizik metodlar gerektiğinde kullanılmakta ve bunlara istinaden jeofizik-jeolojik bir model tasarlanmaktadır. Meselâ Ras Gharib sahasında sismik refleksiyon kesiti (Şekil: 14) gömülü antiklinali yansıtmaktadır. Buraya ait gravite, sismik refleksiyon ve jeolojik kesitler vasıtasıyla ortaya konmuş jeofizik-jeolojik iki boyutlu model (Şekil: 15) görünmektedir. Ayrıca (Şekil: 16-17) Wild Goose gaz sahasına ait sismik refleksiyon kesitini, refleksiyon kontur haritasını ve aeromanyetik kontur haritasını göstermektedir.

Memleketimizde adı edilen millî müessese, petrol ve tabii gaz sahalarında etüdüler yapmaktadır. Beş yıldan beri bilhassa kapalı sahalarda sürekli çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalar jeotermal sahaların değerlendirilmesi konusunda yapılan çalışmalar mertebesinde ve aynı paralelde yürütülmektedir. Beş senelik sürekli ve müsbet çalışmalar neticesinde önemli olabilecek sahalara ortaya konmuştur.

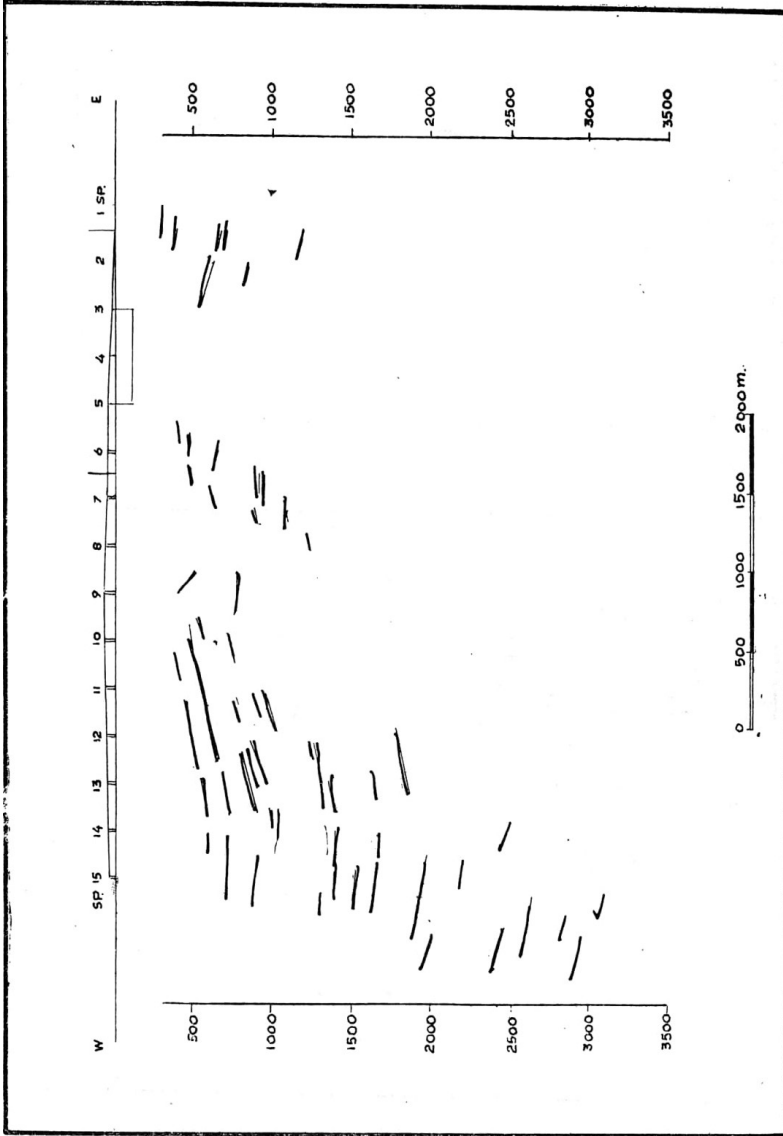
Bu millî müessese aynı olumlu zihniyetin sonucu, bundan 25 yıl önce Raman petrol sahasını ortaya koymuştur.

Gizliliğine binaen burada detaya girilememiştir. Ancak yukarıda sıralanan bütün rekonesans ve detay ekipler senelerce önce teşkil edilmiştir. Bunlar sürekli olarak çalışmalar yapmaktadırlar. Ayrıca Türkiye'nin özel jeolojik yapısına uygun jeofizik araştırmalar yapılmış ve yapılmaktadır. Bunların neticesi olarak birçok önemli bölge tespit edilmiştir. Bu bölgeler derin sondajlara hazırlanmış durumdadır.

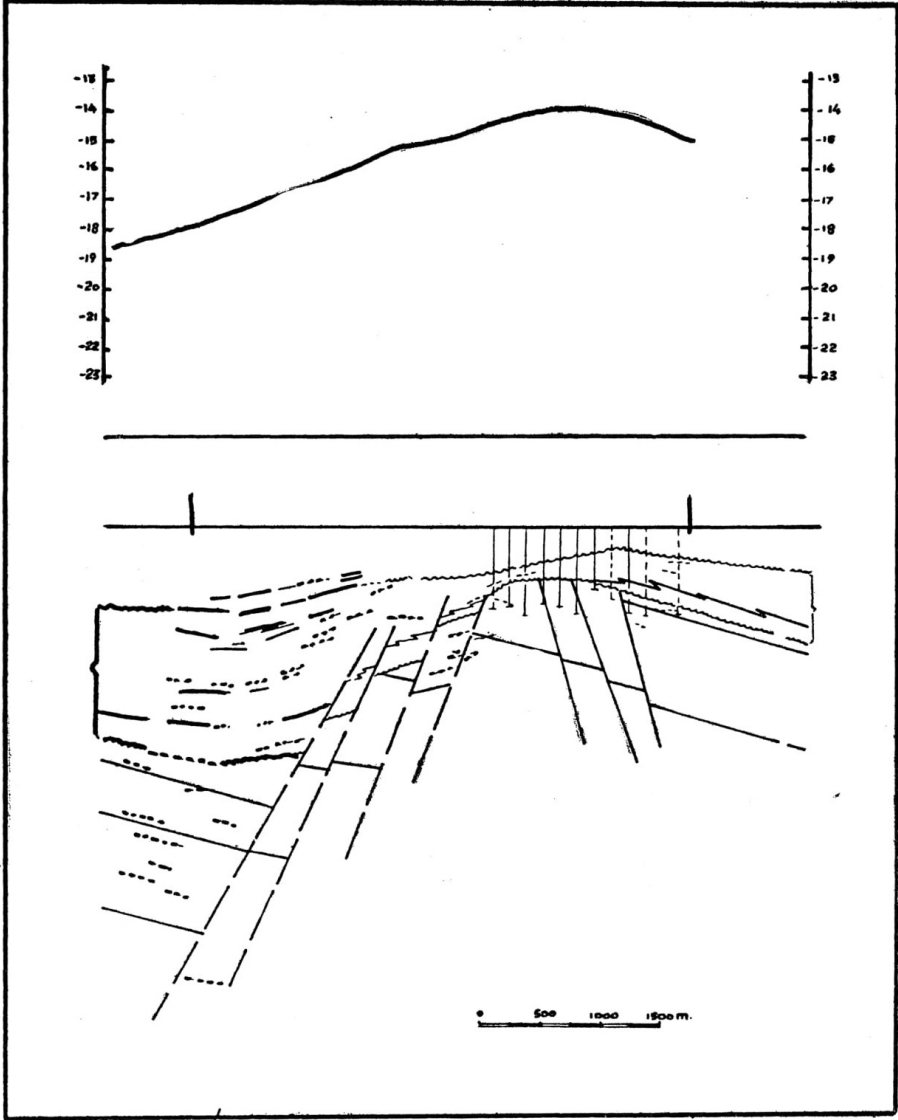
NETİCE

Memleketimizin birinci derecede olan enerji kaynaklarından, petrol, tabii gaz (kapalı sahalarda) ve jeotermal (bütün memleket sahasında) yataklarının tespitinde bir devlet müessesesi sürekli olarak çalışmış ve çalışmaktadır. Bu müessese adı geçen bölgelerde çok önemli olacak sahalara tespit etmiştir.

Kapalı sahalardaki muhtemel petrol yataklarının büyüklükleri ve önemleri ve ayrıca bütün memleket sahasındaki muhtemel jeotermal yatakların potansiyelleri hakkında:



Şekil :14 = Sismik refleksiyon kesiti



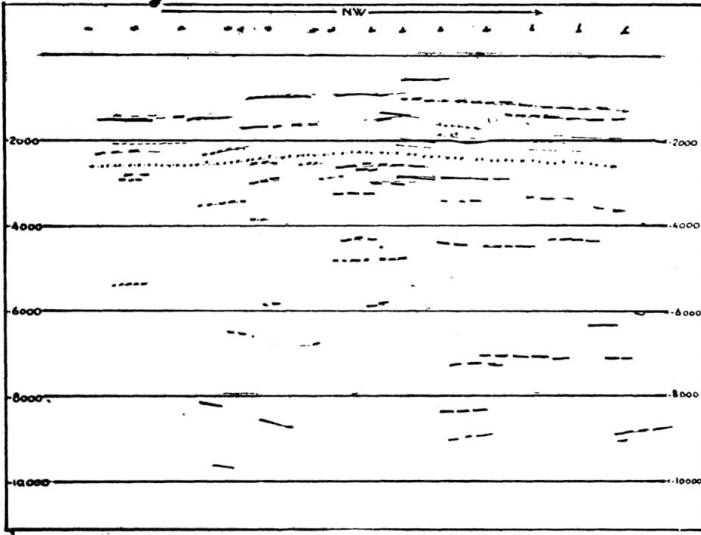
Şekil:15 – Sismik ve jeolojik kesit
ile gravite profili

1) İlmin ve tekniğin bütün icaplarını kullanarak,
 2) Geniş araştırmalar yaparak, bu konulardaki çalışmalarını, olumlu raya oturtmuştur.

Açıktır ki; çok geniş bölgeleri kaplayan,

- 1) Petrol
- 2) Tabii gaz
- 3) Jeotermal

sahaların tamamının israf edilmeden bir an önce memleket hizmetine sunulması, jeofizik ekipmanın çoğaltılmasıyla mümkün olacaktır.

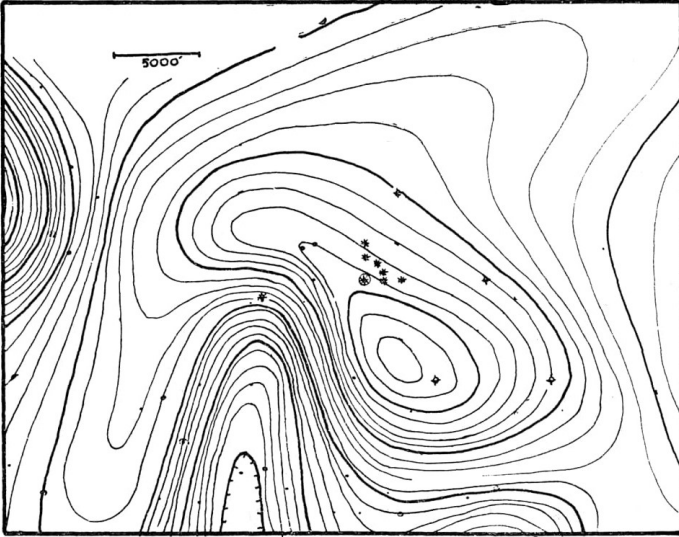


Şekil : 16 - Wild Goose gaz sahasına ait sismik refleksiyon kesiti

Bu,

- 1) Dış ülkelerden cihaz satın almak veya,
- 2) Dış ülkelerden ekip kiralamak suretiyle mümkün olabilecektir.

Ancak tablo I'in tetkikinde görülmektedir ki, ekipman satın almak ekip kiralamaya nazaran kıyas edilemeyecek kadar ucuza mal olmakta, dolar sarfı önlenmekte ve bilhassa bunu en iyi şekilde başarabilme yeteneğinde olan memleketimiz bu konuda daha da güçlendirilmiş olmaktadır.



Şekil: 17 — Wild Goose gaz sahasına ait sismik refleksiyon kontu haritası ve aeromanyetik harita

Böyle bir gayret içinde olmak "Bu konuda var olmak veya olmamak" sorununu aydınlığa çıkaracaktır.

TABLO: I

Aletin ismi	Ekipman halinde ithal fiatı	Kira fiatı	Not
Sismik Prospeksiyon	1.000.000 TL.	600.000 TL./ayda	Akaryakıt dinamit topograf hariç %60'ı döviz olarak ödenmek üzere.
Well-Logging	1.000.000 TL.	500.000 TL./3500 m. kuyu	3500 m/lik bir kuyuda ölçü ücreti %60'ı döviz olarak ödenmek üzere.

REFERANSLAR

1. Türkiye Genel Enerji Raporu, Eylül 1968, Ankara.
2. J. Gougel: Le Régime Thermique De L'eau Souterraine, Paris 1953.
3. K. Tezcan: Denizli . Sarayköy jeotermal enerji araştırmaları gravite rezistivite etütleri raporu, M.T.A. Enstitüsü, 1966.
4. S. Kavlakoglu: "Jeotermik enerji kaynağı jeotermal akiferler hakkında yeni bir görüş, Sarayköy sahası için uygulama", Ankara 1968.
5. F. Seitz: The modern theory of Solids McGraw-Hill, London 1940.
6. W. L. Russell: Principles of petroleum Geology, McGraw-Hill, London 1951.
7. P. L. Lyons: Geophysical case histories, V.H.1956. The Society of Exploration Geophysicists.
8. J. R. Wait: Overvoltage Research and Geophysical Applications, 1959.
9. J. A. Strotton, Electromagnetic Theory, 1941.
10. E. T. Whittaker, A. Course of Modern Analysis, 1940.
11. J. Fourier, Analytical theory of Heat.
12. Muskat, Morris, The Mow of Homogeneous Fluids through Porous Media, McGraw-Hill, New-York, 1937.
13. Muskat, Morris, The seepage of water through Dams with vertical Faces, Physics, 6, 402-415, 1935.
14. G. Marinelli, L'énergie Géothermique en Toscane Extrait des Annales de la Société Géologique, 1963.

DÜNYA'DA VE TÜRKİYE'DE JEOTERMİK ENERJİ DURUMU

Muammer ÇETİNÇELİK

Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü, Ankara

ÖZET. — "Kırmızı Huy" adı da verilen (Jeotermik Enerji), volkanizma ve ona bağlı olaylar ile tezahür etmektedir. Orijininin Arz'ın konstitüsyonuna ilişkin olduğu sanılmaktadır. Nisbeten yeni ve az bilinen bir saha olan jeotermik enerjinin tatbikatı, büyük ekonomik ve endüstriyel bir gelişme vâdetmektedir. Bu yazıda; dünyanın bâzı kısımlarında ve Türkiye'de bu yeni enerji kaynağından faydalanmak için yararlanılan teknolojik imkânlarla ve jeotermik enerji kaynakları sahalarını keşfetmek ve değerlendirmek için kullanılan tekniklerin komplikasyon ve çeşitliliğine de değinilmiştir.

RESUME: L'énergie Géothermique, qu'on a pu appeler la "Houille Rouge", se manifeste par le volcanisme et les différents phénomènes qui lui sont associés. Son origine est liée à la constitution même de la Terre, sur laquelle on n'a pas encore de certitude absolue. L'application de l'énergie géothermique est un domaine relativement neuf, peu connu, mais qui semble promis à un grand développement économique et industriel. Les possibilités technologiques considérables de cette source nouvelle d'énergie dans certaines parties du monde et aussi en Turquie sont soulignées, ainsi que la complexité et la diversité des techniques auxquelles il faut faire appel pour découvrir et mettre en valeur des champs géothermiques.

GİRİŞ

Son zamanlarda büyük önem kazanmağa başlayan "**Jeotermik Enerji**", hâlen dünya enerji ihtiyacının ancak binde beşini karşılamaktadır. Bu cins enerji kaynağından elde edilecek enerji miktarının, (1970-2050) yılları dönemi için asgarî 100 milyon ton kömüre eşdeğer olacağı tahmin edilmiştir. Bugünkü günde dünyada jeotermik santrallerden üretilen toplam enerji miktarı, yılda 60 milyar kWh kilovat/saat civarındadır.

Tabii buhardan enerji üretimi gayesiyle faydalanılmağa rasyonel olarak XX. yüzyılın başlarında geçilmiş olmakla beraber, asıl gelişme 1961

yılında, İtalya'nın başşehri Roma'da toplanan "**Birleşmiş Milletler Yeni Enerji Kaynakları Konferansı**"ndan sonra başlanılmıştır.

ÇEŞİTLİ ÜLKELERDE DURUM VE ARAŞTIRMALAR

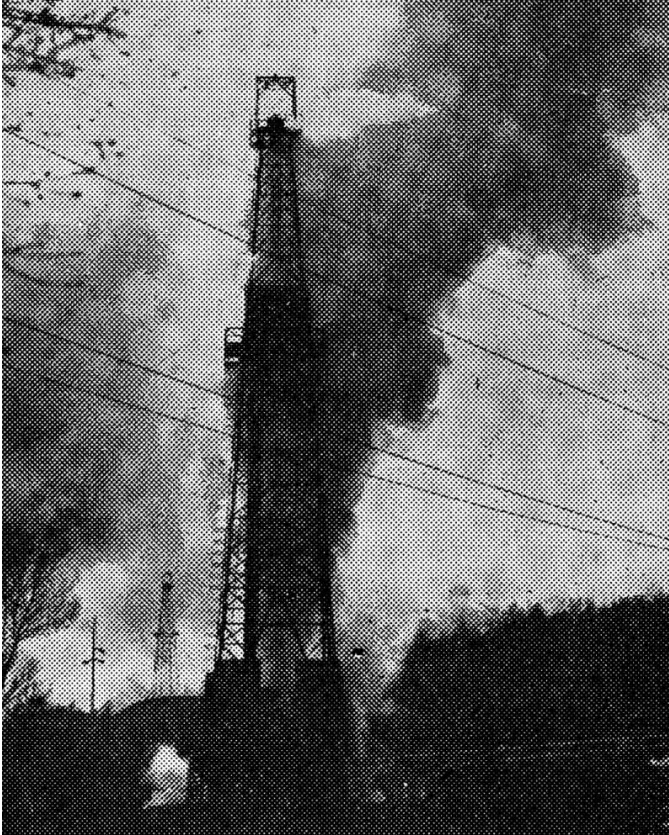
Bugün için dünyada çeşitli bölgelerde jeotermik enerji kaynaklarından faydalanma hususunda yapılan çalışmalar, memleketler itibariyle başlıca iki kategoriye ayrılmaktadır. Birinci kategoriye: İtalya, Yeni Zelanda, Meksika, Birleşik Amerika, İslanda, Sovyetler Birliği ve Japonya dâhil olmaktadır. Bu ülkeler halen jeotermik enerjiden büyük ölçüde faydalanmakta ve hattâ bu yeni enerji kaynağı bu ülkelerden bâzılarının (meselâ İtalya, Yeni Alanda, İslanda... gibi) enerji ekonomilerinde önemli rol oynamaya başlamış bulunmaktadır. İkinci kategoriye dâhil olan yani jeotermik enerji kaynaklarını değerlendirmeğe çalışan memleketlerden Avustralya, Tayland, Endonezya, Çin (Taiwan), Filipinler, Cameroon, Kenya, Burundi, Şili, Salvador, Fas, Costa Rica, Tunus, Venezuela, Guatemala, Antiller, Meksika, Habeşistan, İsrail, Kongo (Katanga), Ürdün, Macaristan, Çekoslovakya ve Türkiye ise faydalanmak için âzami çaba sarfetmektedirler.

Dünyada jeotermik kaynaklardan enerji üreten başlıca memleketlerde genel durum şöyledir:

İtalya:

Bundan 600 yıl kadar evvel ünlü İtalyan şairi Dante, "Toscana" tepelerinde dolaşırken yerden fışkıran buhar kümelerini görmüş, bu tepelerin eteğinde akan kızgın çamur derelerini seyretmiş ve bunlardan "Cehennem" adlı eserine ilham almıştı! O günden beri o tepelerin eteğindeki vadiye (Cehennem Vadisi) adı verilmiştir. İşte aradan altı asır böyle geçmiştir. Bugün bu vadi bir cennet vadisi haline gelmiştir. Hakikaten eski cehennem vadisi artık İtalya'ya büyük nimetler kazandıracak olan bir endüstri bölgesi olmuştur. 1814 yılında, bir Fransız kontu, François de Lardere, İtalya'ya gidip Livorno şehrine yerleşti ve ticaret için önceleri Asit Borik üretimine başladı. Daha sonra, kuvvet olarak istifadeyi düşündü ise de ömrü vefa etmedi. 1890 yılında, Prens Ginori Conti, bu fikri gerçekleştirmeğe karar verdi ve ilk deneylere 1894'te başladı. Karşılaşılan muhtelif güçlükler arasında, ilk müsbet sonuç tam 10 yıl sonra 1900'de alındı ve tabii buhardan elde edilen kuvvetle çalışan 0,75 ch. bey-

gir gücünde bir motora akuple bir küçük dinamo ile ilk defa 1904'te 5 adet elektrik ampulü yakılabildi. Çalışmalara muhtelif fasılalarla devam edildi ve nihayet 1931'de ilk büyük kuyu açıldı. Buradan fişkırان kızgın buharlar haftalarca korkunç bir gürültü ile etrafı inletti. Bu vahşî kuvveti ehlileştirip insan kontrolü altına almak ise ancak uzun bir müddet sonra mümkün oldu. Son 25 yıl içinde büyük bir gelişme gösteren bu bölgede 1912'de 250 kW gücünde bir türbo-jeneratör kurulmuştur. Bu yer civarında 350 adet kuyu açılmıştır (Şekil: 1). Kuyuların derinliği 300-1000

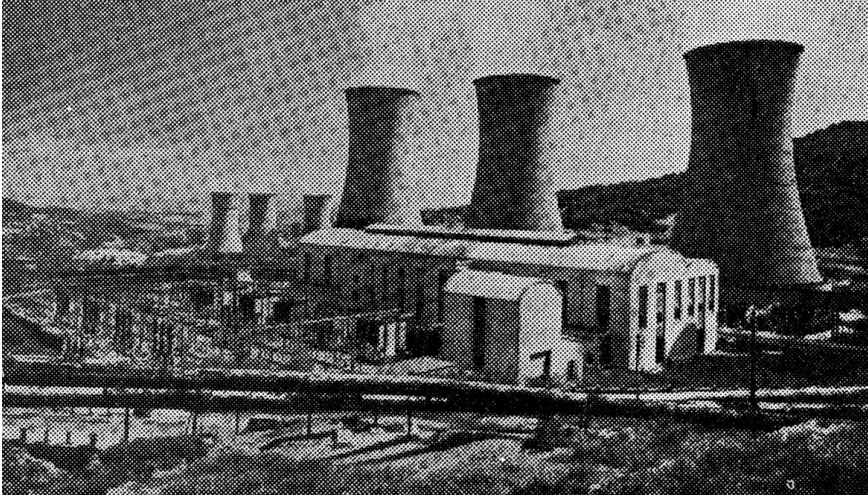


Şekil: 1 — (Solferino) Tabii Buhar Sondaj sahasından bir görünüş.

metre arasındadır. Genellikle bu bölgede 125 MW*¹lık bir santral 130 kuyu buharı ile beslenmektedir. Siena ile Tirenyen denizi ara-sında (Toscana) havzasındaki "Larderello" sahasında bugün 3-30 MW arasındaki

* 1 MW (Megavat) = 1000 kilovat.

santrallerle 370 MW'lık bir güç sağlanmaktadır (Şekil: 2). Bu bölgede çıkan tabii buharın ısı derecesi, 180-250°C arasında ve ortalama basıncı ise 4-5 atmosfer kadardır. Buhar saniyede 400 metre hızla fişkırmaktadır. 1 kilovatlık enerji üretimi için ortalama olarak 9 kg. buhar sarf olunmaktadır. Bu bölgedeki tesisler, İtalyanların (ENEL) ulusal firması tarafın-



Şekil: 2 — (Larderello) Jeotermik enerji santrallerinden birinin, görünüşü.

dan yönetilmektedir. Bundan başka; "Monte Amiata", "Roeca Strada", "Piancastagni", "Tolfo", "Bolsena", "Canino", "Bracciano", "Euganei" ve "Montecatini - Orciatico" bölgeleri de tabii buhar sahalarıdır. Yalnız bu-ralardan çıkan buharın ısısı daha düşük 180°C civarındadır ve 1 kilovat enerji üretimi için 19 kg. kadar buhar sarf edilmektedir, yani randıman daha düşüktür. Yılda, İtalya'da tabii buhardan elde edilen toplam elektrik enerjisi, 1965 yılında 2,5 milyar kilovat saat iken bugün 3 milyar kWh'ı bulmuştur. Toplam jeotermik santral kurulu gücü, 390 MW'tır. İkinci olarak bahsettiğimiz bölgelerdeki santrallerin güçleri ise; 15 MW civarındadır. Yılda toplam enerji ihtiyacının halen %5,5'unu jeotermik kaynaklardan karşılayan İtalya, bu kaynaklarla ilgili yeni bir geliştirme programı daha hazırlamaktadır. İtalyan otoriteleri; 1970 yılının sonbaharında, Birleşmiş Milletler Teşkilâtı tarafından düzenlenen "**Uluslararası Jeotermal Enerji Simpozyumu**"nun kendi memleketlerinde (Pisa) şehrinde yapılmasından ötürü daha şimdiden büyük bir memnunluk duyduklarını belirtmektedirler.

İslanda:

Kuzey Atlantik Okyanusu'nun volkanik adası olan İslanda'da jeotermik kaynaklar başlıca üç bölgeye dağılmış bulunmaktadır. Bunlardan en önemlileri "Hveragerdi" sahasıdır. Önceleri buradan çıkan kızgın ve su doymuş buhar, sadece ısıtma işleri için kullanılıyordu. Meselâ: 1961 yılında, "Reykjavik" başşehri ile civarındaki dört kasabada yaşayan 45.000 nüfus, 80°C'de gelen sıcak su ile ısıtılan evlerde oturuyordu. 1966 yılında asıl enerji üretimine geçilmiş ve 8,5 MW'lık 2 üniteli (toplam 17 MW gücünde) bir tesis hizmete girmiştir. İslanda'nın jeotermik enerji potansiyelinin 500 MW civarında olduğu hesaplanmıştır. Her yıl 200 MW'a yakın bir santral İslanda'da faaliyete geçecek şekilde plân yapılmıştır. İslanda'da sıcak su şebekesinin toplam uzunluğu 75 kilometre kadardır. İslanda'nın "Krysuvik" mevkiinde yapılan sondajlarda da 150 metre derinlikte 6 kg/cm² basınçta tabii buhar bulunmuş ve bu buhar hâlen, bir elektrik santralını beslemektedir.

Meksika:

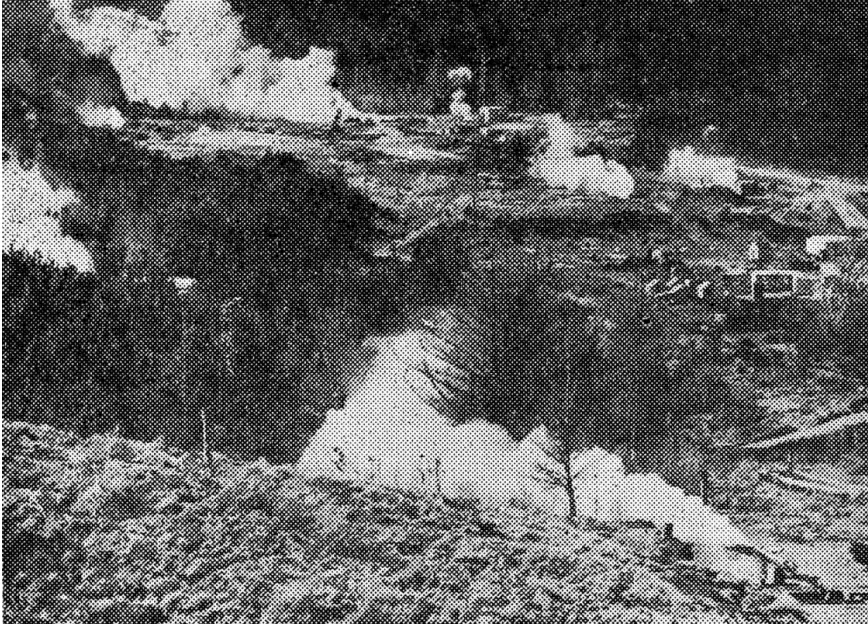
Meksika'nın başlıca tabii buhar sahaları; "Pathé", "Ixtlan" ve "Mexicali" bölgelerinde bulunmaktadır. "Pathé" bölgesinde 3,5 MW gücünde bir jeotermik santral hâlen faaliyet halindedir. 1964 yılında, Kuzey Meksika'da, "Cerro Prieto" sahasında da tabii buhar bulunmuş ve rezerv potansiyeli 1000 MW olarak hesaplanmıştır. Şimdiki halde 100 MW'lık gücün değerlendirilmesi için çalışmalar yapılmaktadır, fakat genellikle Meksika'nın tabii buhar potansiyeli henüz tamamıyla ve kesin olarak tesbit edilememiştir.

Fransa:

Fransa'nın "Claude Aiguès" mevkiinde de, 775 metre rakımlı bir tepe üzerinde bulunan bir kaynağın verdiği 82°C'de su ile hemen hemen bütün kasabanın evleri ısıtılmaktadır.

Yeni Zelanda:

Yeni Zelanda'da "Taupo" Gölü civarında, "Wairakei" bölgesinde geniş tabii buhar sahaları vardır (Şekil: 3). Bu sahalar, Yeni Zelanda'nın (Plenty) körfezinin güneybatısındadır ve 240 kilometre uzunlukta volkanik bir bölgedir. 1950 yılından beri sistematik sondajlara devam olunmaktadır. Birinci safha olarak; 1960 yılında 2 adet 6,5 MW ve 5 adet 11,2 MW'lık



Şekil: 3 — (Wairakei) Bölgesindeki tabii buhar sahaları...

olmak üzere toplam olarak 65 MW gücünde 7 ünite kurulmuştur. İkinci safhada ise; 6 adet 11,2 MW; 2 adet 6,5 MW ve 3 adet 30 MW'lik jeotermik santraller kurulmaktadır. Yeni Zelanda'da halen tabii buhardan 192 MW'lik enerji üretilmektedir ve bu gücün gelecekte 300 MW kurulu güce çıkarılması programlanmıştır. Yeni Zelanda'nın diğer tabii gaz bölgeleri ise; "Kawerau" ve "Waiotapu" havzalarıdır. Bu iki saha da işletilmektedir. Birinci havzada 15 MW'lik kurulu güçten elde edilen jeotermik enerji, elektrik enerjisi olarak bölgedeki kâğıt endüstrisini beslemektedir. Yeni Zelanda'da 1965 yılında, 1.255.000 kilovat/saatlik elektrik enerjisi, tabii buhardan üretilmiştir. Bugün bu kaynaktan üretilen elektrik enerjisi miktarı, 1,5 milyar kWh'ı aşmakta ve Yeni Zelanda'nın enerji ihtiyacının %20'sini bu kaynaklar karşılamaktadır.

Japonya:

Japonlar tabii buhardan elektrik enerjisi üretimi için 1920 yılından beri çalışmaktadırlar. Japonya'da başlıca jeotermik kaynaklar: (Matsukawa) bölgesindeki "Tohoku" sahası ile, (Onikobe) bölgesindeki "Kata-yama", "Tamatsukuri" ve "Miyagi" sahalarında bulunmaktadır. Birinci bölgede; 1966 yılında 20 MW gücünde bir tesis hizmete girmiş ve ikinci

bölgede ise 4 adet 2,5 MW üniteli (toplam olarak 10 MW kurulu güç) tesislerin inşasına 1969 yılı başlarında başlanmıştır. Bu tesisler, 1971 yılında hizmete girmiş olacaktır. Japonya'da tabii buhar sondajları için açılan kuyular genellikle 1.000 metre derinliğe kadar inmektedir. Çıkan buharın sıcaklığı ise 144°C'dir. Ortalama olarak dakikada 25 ton buhar elde edilmektedir.

Salvador:

El Salvador'un Orta Amerika'nın ana volkanik kuşağında bulunan jeotermik sahalarını değerlendirmek amacıyla hâlen 1.474.900 dolarlık bir etüd yapılmaktadır.

Sovyetler Birliği:

Sovyetler Birliğinde; Hazer Gölü civarında, Kırım havzasında, Uralar civarında, Kafkaslarda ve "Kamçatka" Yarımadasında tabii buhar sahaları vardır. Sovyet Rusya'da ilk 5 MW'lık güçteki jeotermik santral, Kamçatka yarımadasında (Pozetka) nehri havalisinde kurulmuştur. Hâlen Kuzey Kafkaslardaki "Makhaçkala" sahasında da 12 MW'lık bir santral kurulmaktadır. Buradan çıkan kızığın buhar, 170°C sıcaklıkta ve 1,3 atmosfer basınçta. Bu sahada saniyede 30-35 metreküp buhar fişkırmaktadır. Son zamanlarda, (Avatchinsk) volkanik bölgesindeki "Fetropavlovsk" şehri civarında da zengin bir tabii buhar sahası bulunmuş ve burada da jeotermik santraller kurulması için bir proje hazırlanmıştır.

Şili:

Şili'de, (Tatio) bölgesinin "Antofagasto" kesiminde çıkan tabii buhardan faydalanacak kurulu güç toplamı, 60 MW'tır. Fakat bunun bugün ancak 2000 kilovattı kullanılır güç halindedir. Yeni inş edilmesi kararlaştırılan jeotermik santraller bura havalisindeki elektrokimya endüstrisini enerji bakımından besleyecektir.

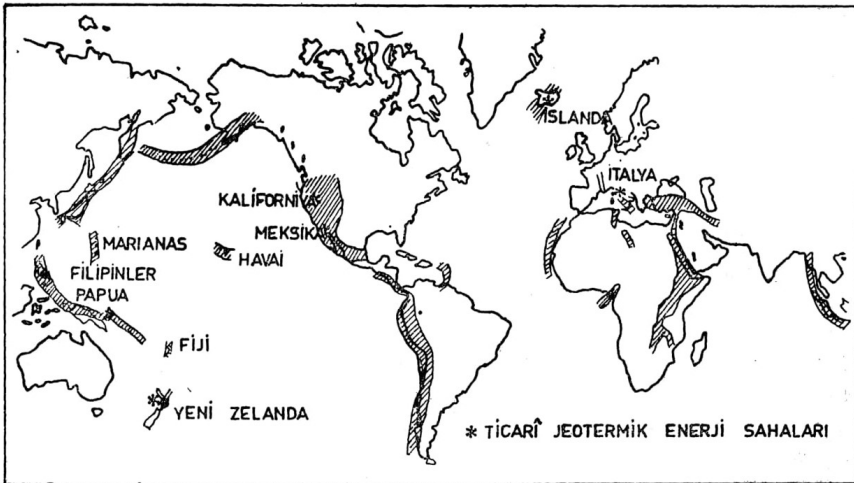
A.B.D.:

Birleşik Amerika'da jeotermik enerji ile ilgili çalışmalara daha 1921 yılında başlanılmıştır. 12,5 MW ve 15,5 MW'lık güçlerdeki ilk iki santral 1960 yılında faaliyete geçmiştir. A.B.D.'ndeki başlıca tabii buhar bölgeleri şunlardır: The Geysers, Calistoga (Napa County, Kalif.), Casa Diablo (Mono County, Kalif.), Surprise Valley (Kalif.), Wabusta (Nevada),

Steamboat Springs (South of Reno, Nevada), Brady Hot Springs (Nevada), Beowave (Northern Central Nevada). "The Geysers" jeotermik santrali yılda 12.500 kilovatlık otomatik bir enerji tesisi ile üretim yapmaktadır. Bu Kaliforniya'daki Geysers bölgesinin kuyuları hiç de derin olmayıp 38 yıldan beri durmadan buhar çıkarmaktadır. Birleşik Amerika'da 1963 yılında 2 adet 27,5 MW'lık jeotermik santral ve 1968'de de 2 adet 55 MW'lık santral kurulmuştur. Pek yakında, "Sonoma" bölgesinde kurulmakta olan 2 adet 50 MW'lık santral ile, 2 adet 100 MW'lık santral da hizmete girecektir. Amerikan programına göre; her yıl 50 MW'lık yeni jeotermik güç, ulusal enerji dengesine girmiş olacaktır. "Imperial Valley" santrali ise, sadece iki kuyudan tabii buhar üretimi ile elektrik veren ufak bir santraldır ve bölgenin büyük çiftliklerine enerji dağıtımını yapmaktadır. A.B.D.'nde 1965 yılında, jeotermik kaynaklardan 200 milyon kilovat/saat'ten fazla elektrik enerjisi üretilmiştir.

TEKNİK VE EKONOMİK HUSUSLAR

Çeşitli jeolojik (tektonik ve volkanik) olaylar sonucu husule gelen tabii buhar fışkırması, bugün (Jeotermik Enerji) adı altında değerlendirilmektedir. (Şekil: 4)'te dünyada mevcudiyeti bilinen jeotermik enerji kaynakları sahaları gösterilmiştir. Jeotermik enerji kaynakları araştırmaları birçok bakımlardan petrol aramalarına benzer ve oldukça rizi-



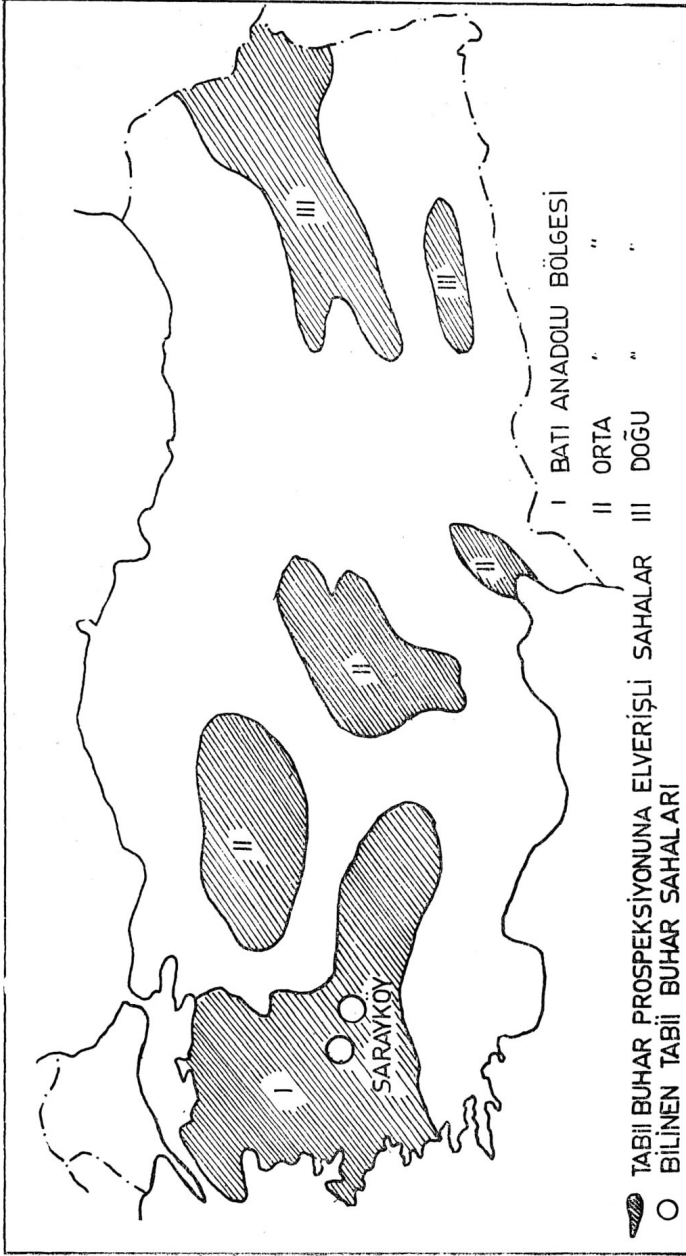
Şekil: 4 - Dünyada mevcudiyeti bilinen jeotermik enerji kaynakları sahaları...

kolu ve pahalı bir iştir. Hipertermal bir sahada açılan sondaj kuyularından elde edilen tabii buhardan elektrik enerjisi üretmek için bu buharın özelliklerinin bazı limitler içinde olması gerekmektedir. Tabii buhar kuyularının derinlikleri genellikle 200 -1800 metre; çıkan buharın basıncı 2,5 -18 atmosfer ve temperatur ise 150°C ilâ 260° C arasındadır. Çıkan tabii buhar; kızgın buhar, doymuş buhar veya su doymuş buhar şeklinde çıkmaktadır. İçinde bâzan CO₂ ve H₂S gibi gazlarla suda erimiş çeşitli tuzlar ihtiva eder. Meselâ: A.B.D.'ndeki jeotermik kaynaklarda (Na) sodyum ve (K) potasyum tuzları ve İtalya'dakilerde ise Bor tuzları vardır. Bâzi karbonatlı ve silisli tuzlar ise, sondaj kuyuları içinde nahoş kabuklaşmaya sebebiyet verirler. Onun için birçok sondaj kuyuları muhafaza borularıyla takviye edilmektedir. Kuyu çapları genellikle 20-30 santimetre civarındadır. Tabii buhar çıkışı zamanla değişikliğe uğradığı (basınç azalması, vs. dolayısıyla verim düşmesi) için kuyuların ortalama ömrü, 10 yıl kadar kabul edilmektedir. Kabuklaşmanın görüldüğü kuyular derhal terkedilir ve hemen onların yakınma ve bu sefer daha derin olmak üzere yeni kuyular açılır. Esasen tek bir kuyudan elde edilen tabii buhar bir enerji tesisini beslemeğe yetmez. Onun için kuyular şebekesi santralleri besler. Elektrik enerjisi elde etmek için, sondaj kuyularından çıkan tabii buhar bileşimine göre; separator, kondansör ve ısı eşanjörlerinden geçtikten sonra kullanılır. 1 kilovat/saatlik elektrik enerjisi üretimi için (buharın kalitesine göre) 9 ilâ 20 kg. buhar lâzımdır. 100°C temperatürlü tek fazlı bir jeotermik santralda normal ortalama verim %28; 250°C temperatürlü buhar kullanan çok fazlı bir santralda ise verim, %63 kadardır. Bir jeotermik enerji sahasının ticarî ve ekonomik değer taşıyabilmesi için bu sahanın 70 MW güçte bir santralı besliyecek veya başka deyimle, yılda 500 milyon kilovat/saat enerji üretebilecek kudrette olması gerekmektedir. Bunun için lâzımgelen yatırımlar (etüd ve arama masrafları, derin sondajlar, tesis masrafları, sabit masraflar, şebeke tesis masrafları, vs.), 70 MW'lık jeotermik tesisler için 12 milyon dolar ve 25 MW'lık tesisler için ise, 4 milyon dolar kadardır. Bir jeotermik enerji üretim tesisinin ortalama ömrü 20 yıl kadar kabul edilmektedir. Böyle bir tesis yılda 8000 saat (takriben %92 randıman) çalıştığı ve kilovat başına yatırım 110-120 dolar olduğu takdirde, jeotermik enerjinin kilovat/saati 1,5-2 kuruşa gelmektedir.

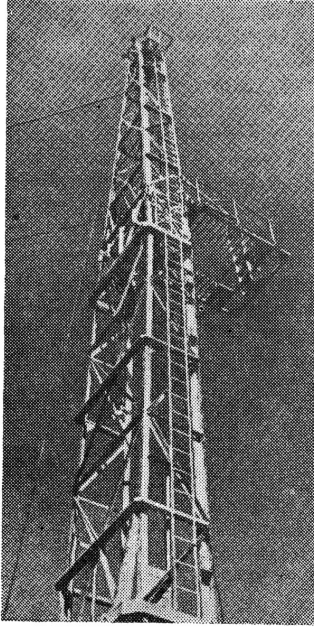
Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü, daha 1962 yılında maden suyu ve sıcak su kaynaklarının hidrojeolojik ve volkanolojik etüd ve envanterine başlamış bulunmaktadır. Asıl jeotermik enerji etüdlarına 1965 yılında başlanmıştır. Tabii buhar alanında bugüne kadar çok önemli endisler veren Türkiye'miz, jeotermik enerji provensleri yönünden başlıca 6 bölgeye ayrılmış bulunmaktadır (Şekil: 7). Bu bölgeler önem sırasına göre şöyle sınıflandırılabilir:

- | | |
|-----------------------------|----------------|
| I. Ege Bölgesi..... | } BATI ANADOLU |
| II. Ankara Bölgesi..... | } ORTA ANADOLU |
| III. Kayseri Bölgesi..... | |
| IV. Amanoslar Bölgesi..... | |
| V. Erzurum Bölgesi..... | } DOĞU ANADOLU |
| VI. Diyarbakır Bölgesi..... | |

Bilhassa batı bölgesindeki çalışmalar (Şekil: 5) çok müsbet sonuçlar vermiş ve 1967 yılında başlayan 4 yıl süreli bir proje hazırlanmıştır. Bu proje ile ilgili olarak Birleşmiş Milletler Teşkilâtı'ndan ilk partide uzanan, malzeme ve burs karşılığı olarak 1 milyon dolardan fazla teknik yardım sağlanmıştır. Türkiye'de jeotermik enerji kaynakları saha aramaları şimdilik daha çok Batı Anadolu bölgesine teksif edilmiştir. Birleşmiş Milletler Özel Fonu yardımıyla gerçekleştirilmeğe çalışılan "Batı Anadolu Jeotermik Enerji Etüdü" projesine göre; "Denizli - Sarayköy" sahasında yapılan jeolojik, jeofizik ve jeokimyasal incelemelerin sonucunda 1000 kilometrekarelik bir sahanın jeotermik enerji bakımından çok önemli olabileceği kanaatine varılmış ve bu sahanın "Kızıldere", "Karakova", "Tekkehamam" ve "Demirtaş" mevkiilerinde toplam olarak 118 adet gradyan sondajı yapılarak jeotermik gradyan haritaları hazırlanmıştır. Daha sonraları, 1968 yılının başlarında "Kızıldere" sahasında derin test sondajlarına geçilerek tabii buhar bulunmuştur (Şekil: 6, 7). Bu sahada M.T.A. Enstitüsü uzmanlar ekibi tarafından şimdye kadar yapılan sistematik test sondajlarına göre; çıkan tabii buhar takriben %15 oranında buhar ve %85 oranında su ihtiva etmektedir. Açılan sondaj kuyularının derinlikleri, genellikle 500 ilâ 700 metre arasındadır. Kuyu dibi sıcaklığı ise, 180°C ilâ 200°C arasındadır. Halen sondajlara prog-



Şekil: 5 — Türkiye'de tabii buhar imkânı olan jeotermik bölgeler.



Şekil: 6 – (Kızıldere) sahasında yapılan bir sondaj işlemi.



Şekil: 7 – (Kızıldere) tabii buhar sahasından bir görünüşü.

ramlı ve sistemli bir şekilde devam olunmaktadır. 1969 yılı iş programına göre; jeotermik enerji kaynakları araştırması konusunda yapılan çalışmalar arasında: (Denizli- Sarayköy-Dereköy), (Salihli - Alaşehir), (İzmir -Seferhisar), (İzmir-Dikili - Bergama), (Çanakkale-Tuzla-Kastanbolu), (Balıkesir-Gönen) ve (Aydın-Söke -Germencik) bölgelerinde yapılan ve yapılacak olan jeolojik, jeofiziksel ve jeokimyasal etüdüleri zikredebiliriz. 1969 yılında yapılan çalışmaların öncülüğünde ve ışığı altında, uzun vadeli jeotermik enerji etüdüleri projesine gelecek yıllarda da devam edilecek ve yukarıda belirtilen sahalarda detaylı etüdülerle gradyan ve test sondajları uygulanacaktır. "Denizli-Sarayköy" sahasına ait ön fizibilite etüdüleri iki kısımda yapılmaktadır. Birinci kısımda sondajlardan alınan sonuçlar değerlendirilmekte ve kuyulardan çıkan tabii buharın özelliklerini tesbit için testler yapılmaktadır. İkinci kısımda ise; jeotermik enerji sahasının potansiyeline göre tesislerin tiplerinin ve güçlerinin tesbit ve tayıni, enerji üretim maliyetinin hesaplanması ve ekonomik pazar etüdüleri vardır. Bu fizibilite etüdülerini takiben yapılacak çalışmalar ise, jeotermik enerji projesinin ikinci safhasını teşkil et-

mektedir. Netice olarak şunu söyleyebiliriz ki; Türkiye jeotermik enerjisi projesinin uygulanmasıyla ulaşılmak istenilen başlıca gayeler şunlardır: 1° — "Kızıldere" havzasında bulunan tabii buhar alanının fizibilite etüdlerini ve kurulacak jeotermik santralin özellikleri ile ilgili araştırmaları 1970 yılı başlarında ikmal etmek; 2° — Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığınca hazırlanan 20 ilâ 50 MW gücündeki ilk santral ünitesinin 1970 yılında ihalesini yapmak; 3° — 1971 yılında ilk ünite santral faaliyete geçirildikten sonra, 1970 yılında yapılacak araştırmaların sonuçlarına göre; 1972 yılında 200 MW gücünde jeotermik enerji üretimini gerçekleştirmek üzere 1971 yılı içinde gerekli diğer ihaleleri yapmaktır.

SONUÇLAR

M.T.A. Enstitüsünün jeotermik enerji kaynaklarını değerlendirme hususunda yaptığı etüd ve araştırmalar yurdumuzun ve bilhassa Batı Anadolu'nun tabii buhar bakımından zengin imkânlarla sahip olduğunu göstermiştir. "Denizli -Aydın" illeri arasında, (Çubukdağ-Kızıldere) mevkiinde yapılan derin sondajlarla bulunan tabii buhar, elektrik enerjisi üretiminde yararlanılacak nitelik ve özelliktedir. Bu buharın çıktığı bölge şimdilik her ne kadar 15 kilometrekarelik bir alanı içine almakta ise de " Sarayköy "e kadar 1000 kilometrekarelik bir alanı kaplamaktadır. Bu bölgenin en az 200 MW gücünde enerji üretecek tabii buhar kapasitesine mâlik olduğu tahmin edilmektedir. Tabii buhar kullanarak üretilen elektrik enerjisi diğer santrallara nazaran daha ucuza maledilecek ve bölgenin ihtiyaçlarını karşılayacağı gibi, ilerde Batı Anadolu enterkonnekte elektrik şebekesini de besliyebilecektir. Jeotermik enerji bakımından büyük imkânlar vadeden memleketimizde bu alandaki etüd ve araştırmaların tam manasıyla yapılabilmesi için teknik dış yardıma ihtiyaç vardır. Nitekim tasarlanan ulusal jeotermik enerji projelerimizin gerçekleştirilebilmesi için en aşağısından 1970 yılı için 22 milyon TL., 1971 yılı için 20 milyon TL. ve 1972 içinde 20 milyon TL. tahsisata ihtiyaç vardır. Öngörülen işbu rakamların karşılığı iç finansman ve dış teknik yardım yoluyla sağlanacaktır. Bu yeni enerji kaynağının memleketimiz için çok faydalı olacağına ve ulusal enerji dengemizde önemli bir rol oynayacağına kuvvetle inanıyoruz.

BİBLİYOGRAFYA

1. ALONSO, H., FERNANDEZ, G., GUÍZA, J.: Power generation in Mexico from geothermal Energy. (World Power Conference, 1968, Moskova, S.S.C.B.)
2. ARMSTEAD, H. C. H.: Geothermal Energy. (Energy International Review, 1966, Brüksel - Belçika).
3. ARMSTEAD, H. C. H.: Geothermal heat costs. (Energy International Review, 1969, Brüksel - Belçika).
4. BOZZA, G.: Sull'origine della termolita nelle acque e nel vapore endogeno: (Report, Larderello, 1961, İtalya).
5. ÇETİNÇELİK, M.: Türkiye'de jeotermal enerjiden faydalanma imkânları. (Türkiye II. Bilim Kongresi Tebliği, 1969, Ankara).
6. ERENTÖZ, C. TERNEK, Z. : Türkiye'de termomineral kaynaklar ve jeotermik enerji etüdüleri. (M.T.A. Enstitüsü Dergisi, No. 70, 1968, Ankara).
7. EVRARD, P.: La recherche et le développement de l'énergie géothermique. (Revue Universelle des Mines, No. 11, 1964, Liège - Belçika).
8. FACCA, G., TEN DAM, A.: Geothermal Power economics. (Booklet, 1964, Los Angeles, Kaliforniya . A.B.D.).
9. FACCA, G., TONANİ, F.: Theory and Technology of a geothermal field. (Report, 1964, Napoli - İtalya).
10. FACCA, G., McNİTT, J. R.: Request from the Government of Turkey to the United Nations Special Fund for a pre-investment survey of geothermal Energy Resources in Western Turkey (1966).
11. KAVLAKOĞLU, S.: Jeotermik enerji kaynağı jeotermal akiferler hakkında yeni bir görüş. Sarayköy sahası için uygulama. (Türkiye II. Enerji Kongresi Tebliği, 1968, Ankara).
12. LEARDINI, T., TONGIORGI, E.: Utilization of geothermal energy in Italy. (World Power Conference, 1968, Moskova - S.S.C.B.).
13. MATHIEZ, J. P.: Investigations recevor necessary to evaluate the capacity of a geothermal field, (Report., Compagnie Générale de Géophysique, 1965, Paris - Fransa).

14. MCKENZIE, G. R., SMITH, J. H.: Progress of geothermal energy development in New Zealand. (World Power Conference, 1968, Moskova S.S.C.B.).
 15. SCHOLLES, W. A.: Geothermal Power for North Chile. (Energy International Review, Vol: 7, No. 2, 1970).
 16. TEN DAM, A.: Aspects techniques et économiques de l'énergie géothermique. (Geologie en Mijnbou, 1966, Hollanda).
 17. Reports., United Nations Conference on New Sources of Energy. (1961, Roma - İtalya).
 18. Report of the United Nations Technical Assistance Mission on Geothermal Resources in Turkey, 1966.
 19. Jeotermal Enerji (M.T.A. Enstitüsü, Tanıtma Serisi Broşürü No. 1, 1970).
 20. Italy's Geothermal Plants. (Energy International Review, Vol: 7, No. 1, 1970).
-

ASBEST (AMYANT)*

W. J. Van BILJON

I — GİRİŞ

Bu konu benim için, sadece asbest üzerinde çalışmış olmam dolayısıyla değil, fakat asbesti en enteresan ve en karışık endüstriyel mineral-lerden birisi olarak kabul ettiğim için çok ilgi çekicidir. Asbestin mine-ralojisi, özellikleri, kaynakları ve sınıflandırılması hakkında pek çok yazı yazılmıştır. Bugün daha ziyade bu enteresan madenin orijini üzerinde durmak istiyorum, çünkü eğer bir madeni aramak niyetinde iseniz bil-hassa asbest için o yatağın kaynağını bilmek çok lüzumludur.

Başlamadan önce asbestin ne olduğunu tarif etmek gerekir. Bu, tek bir maden değil, ince ince lifler halinde bulunan birçok minerallere ve-rilen addır. Başlıca iki tipte görüyoruz (Şekil: 1). Birincisi, serpantin

Şekil · 1

<u>SERPANTİN ASBEST:</u>	
KRİZOLİT	$Mg_3 Si_2 O_5 (OH)_4$
<u>AMFİBOL ASBEST:</u>	
KROKİDOLİT (Riebekit)	$Na_2 Fe_2^{3+} Fe_3^{2+} Si_4 O_{11} (OH)_2$
AMOSİT (Grünerit)	$(Mg, Fe)_7 Si_4 O_{11} (OH)_2$
TREMOLİT	$Ca_2 Mg_5 Si_4 O_{11} (OH)_2$

* Bu konferans, 13 Haziran 1969 tarihinde, Ankara'da (Alaçam Mühendislik Fir-ması) adına İngilizce olarak verilmiş ve tam metni, M.T.A. Enstitüsü ekonomistler-inden Feyza Arıkkın tarafından dilimize çevirilmiştir.

lifli şekli ki buna krizotil asbest ($Mg_3Si_2O_5(OH)_2$) denir; diğeri amfibol grubu minerallerinin lifli şekilleridir. Bunların en önemlisi lifli riebekittir ki, buna krokidolit asbest ($Na_2Fe_2^3+Fe_3^2+Si_4O_{11}(OH)_2$) ve lifli grünerittir ki buna da amozit asbest ($(Fe, Mg)_7Si_4O_{11}(OH)_2$) denir. Lifli tremolit ve aktinolitler de bulunmaktadır. Fakat bunlar ekonomik bakımdan önemli değildir. Bu sebeple bugün sadece krizotil, krokidolit ve amozitten bahsedeceğim.

Bu minerallerle çalışırken dikkati çeken husus, bunların daima birçok çevrelerde görülen altın, bakır, kurşun ve çinko ve hattâ normal olarak ultrabazik ve bazik kayalara münhasır olduğu halde serpantin, dümit, harzburgit, anortosit ile bulunan kromit ile de beraber bulunmalarıdır.

Asbestin ana kayaçla bu yakınlığının sebebi şudur: Asbestiform mineralleri birçok şartlarda içinde bulunduğu kayacın tekrar kristalizasyonu neticesinde oluştuğu için kimyasal bakımdan ana madde ile aynıdır. Krizotil asbestin kimyasal kompozisyonunun amorsit ve krokidolitten çok farklı olduğunu gördüğümüze göre onların birbirinden çok farklı çevrelerde bulunmaları tabiidir.

Tek müşterek özellikleri asbestiform tabiatlarıdır. Bu sebeple onlardan ayrı ayrı bahsedeceğiz.

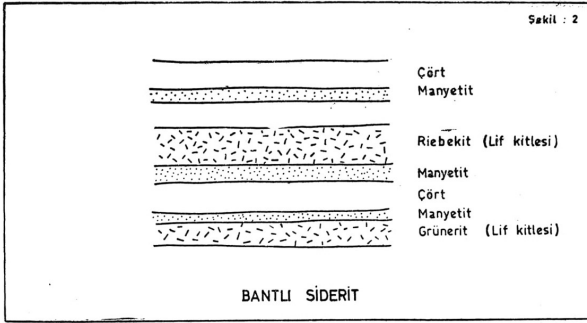
II — KROSİDOLİT VE AMOSİT ASBEST

Halen, bu iki mineral; krosidolitin bir zamanlar Avustralya'da çıkarılmış olmasına rağmen sadece Güney Afrika'da üretilmektedir.

A. B. Devletleri ve Rusya'da, az miktarlarda krosidolit bulunduğu bildirilmişse de bunların işletildiğine dair bir bilgi verilmemiştir.

A) Ana kayaç:

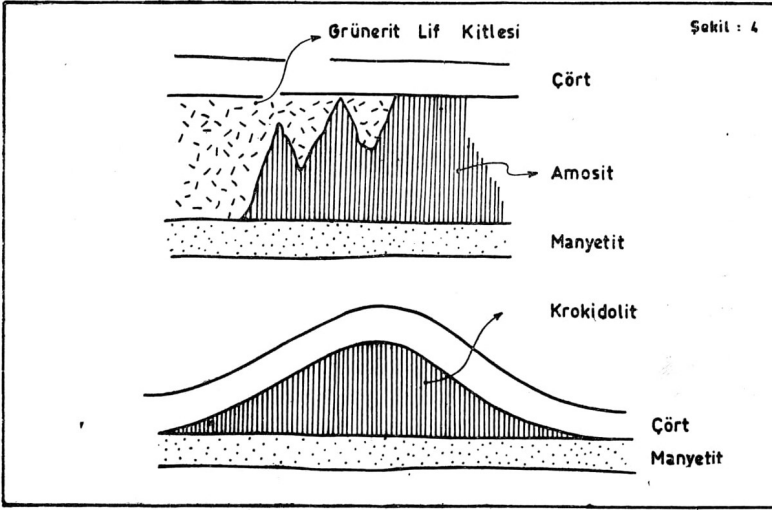
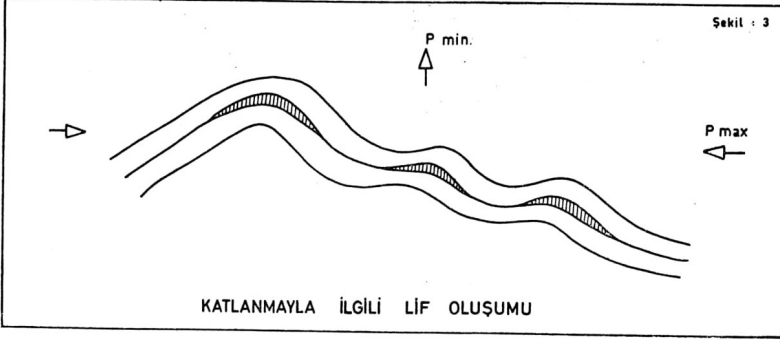
Bu iki mineralin bulunduğu kaya tipine bantlı siderit veya takonit adı verilir (Şekil: 2). Oksitlenme bölgesinin altında değişen kriptokristalin kuvars ve manyetit tabakalardan meydana gelmiş sedimanter bir kayaçtır. Bâzı kısımlarında çok ince kristalli ve değişmemiş riebekit ve grünerit ve bâzan da stilpnomelan bulunur. Yüzeye yakın yerlerde manyetit ve silikatlar genellikle hematit ve limonite okside olmuşlardır. Riebekit (sodyum bakımından zengin) ve grünerit (magnezyum bakımından zengin) tabakalar sedimanter sıranın büyük bir kısmını meydana getirir ve sedi-



manter tabandaki volkanik hareketin bir neticesidir. Mineraller diajenez esnasında teşekkül etmişlerdir, çünkü birkaç kattan başka metamorfizma gösteren bir emare mevcut değildir. Sabit bir pozisyonları vardır ve tek tek tabakalar yirmi kilometre kadar devam etmektedir.

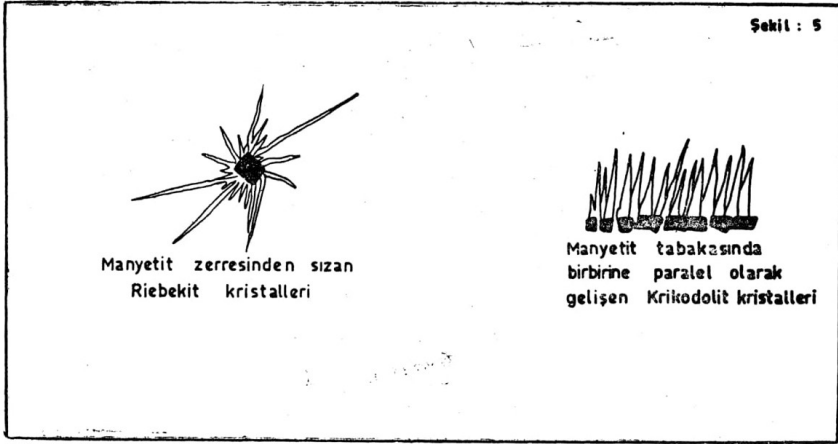
B) Asbest yatakları:

İnce kristalli riebekit ve grünerit (lif kütlesi) yatakların teşekkülüne paralel olarak ve yatak yüzeylerine dik açı yapacak şekilde intibak etmiş liflerle beraber krokidolit veya amosit asbestinin birleşmelerini meydana getirmek için tekrar kristalize olmuşlardır. Kuzey Kap Bölgesinde sodyum bakımından zengin tabakalar bulunmaktadır ve sadece krokidolit teşekkül etmiştir. Transvalde ise hem sodyum ve hem de magnezyum bakımından zengin tabakalar mevcuttur. Krokidolit ve amozit birbirlerine yakın teşekkül etmişlerdir. Bu yataklarda yapılan daha önceki aramalarda en iyi liflerin tabakaların kat yerlerinde bulunduğu görülmüştür (Şekil: 3). Fakat bu kat her yerde belli değildir ve bâzı en iyi yataklarda bile ilk bakışta tespit edilememektedir. Riebekit ve grünerit lif kütleleri doğrudan doğruya asbeste tekrar kristalize olurlar, fakat yatak yüzeyinde materyalin yandan hareket halinde olduğu görülmektedir (Şekil: 4). Kat yerlerinin her zaman belli olmaması sebebiyle asbest hakkında diğer orijin teorileri de meydana çıkmıştır. Cilliers ve Genis liflerin manyetit tabakaları üzerindeki özlülenme neticesinde geliştiğini ileri sürmüşlerdir. Manyetit zerrelere üzerinde parlayan riebekit kristalleri olduğunu görmüşler (Şekil: 5) ve böylece bir manyetit tabakası olunca diğerlerinin

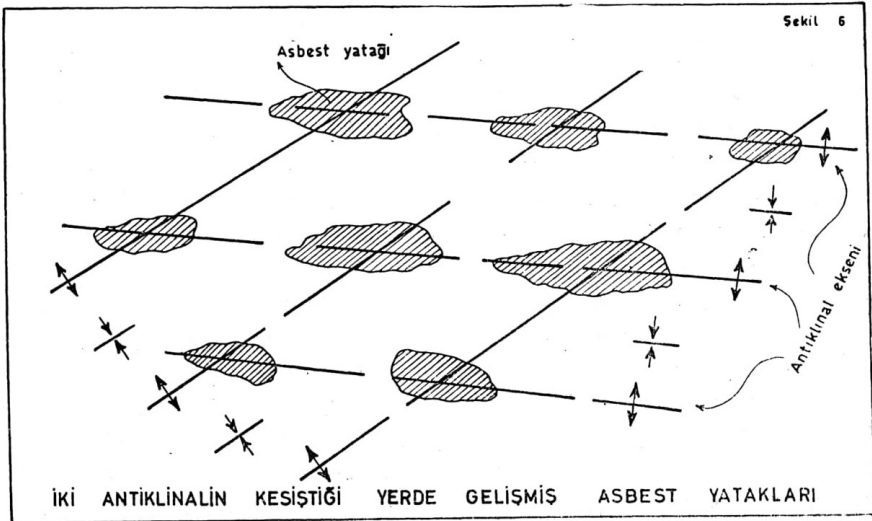


de ona paralel olarak teşekkül edeceğini söylemişlerdir. Birçok krokidolit ve amozitlerin de manyetit tabakalarında buldukları doğru olmakla beraber bu teori manyetitin yanındaki lif kütlelerinin neden tekrar kristalize olmadığını izah etmemektedir. Teori aynı zamanda manyetitin neden bazı yerlerde bulunup, diğer yerlerde bulunmadığını da açıklamamakta ve bu minerallerin aranmasında yardımcı olmamaktadır.

Birkaç sene önce Cape Asbest Co'dan Mr. C. J. B. Dreyer tarafından detaylı bir strüktürel araştırma yapılmıştı. İlk önce 2 katlanma dönemi olduğu ve en iyi lifin 2 antiklinalin rastladığı noktada bulunduğu keşfedilmişti (Şekil 6). Aynı zamanda meyildeki ufak farkların çok önemli olabileceği ve 5-6°'lik bir meyil farkının bir yatak teşkil etmek için yeter-



li olduğu meydana çıkmıştı. Esasen en iyi yataklar dikey katlarda değil, geniş ve yatay katlarda teşekkül etmişti. Bu teoriye dayanan sondajların neticeleri çok cesaret verici olmuştur ve amfibol asbest yataklarının da katlanma esnasındaki gerilim şartları neticesinde ortaya çıktığı kesinleşmiştir. Lif kütesinin yeniden asbeste kristalize olma şekli ve neden böyle olduğu araştırılmaktadır.



III — KRİZOTİL ASBEST

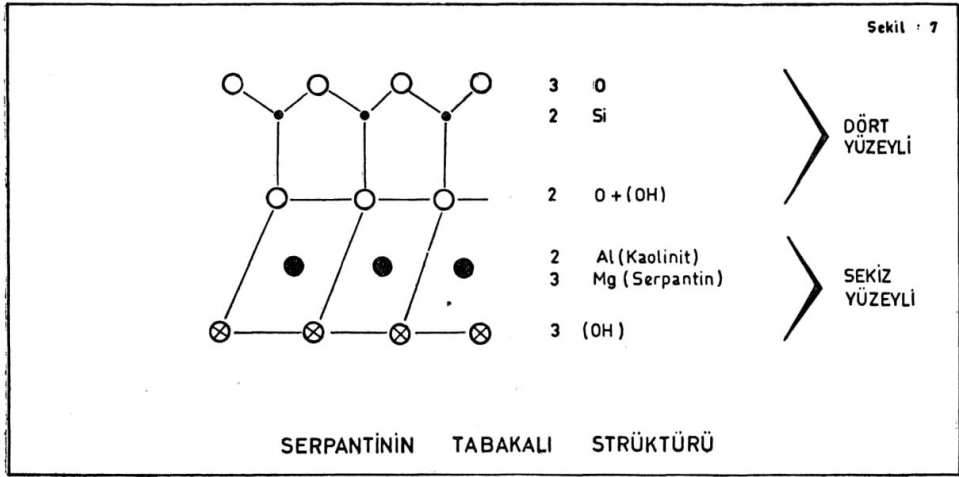
Krizotil asbest amfibol asbestten daha yaygındır. Kanada, Güney Afrika, Rodezya, Kıbrıs, Yunanistan, Avustralya, Brezilya ve Türkiye ve birçok başka yerlerde bulunmaktadır. Krizotil asbest için ana kayaç birçok yerlerde serpantinittir. Bu da dünit, harzburgit ve bâzan dolomit serpantinleşmesiyle meydana gelir. Krizotil serpantinitte (şerit lif) paralel damarlar şeklinde veya değişik istikametlerde ayrılan damarlar (maden ocağı çerçeve yapısı) şeklinde görünür. Daha ziyade intizamsız krizotil asbest lif kütleleri halindeki damar duvarlarına dik açı yapacak şekilde bulunan asbest liflerine çapraz lifler, damarlara paralel bulunanlara geçme lifler denir.

Literatürde krizotil asbest kaynakları üzerinde birçok teorilere rastlanmaktadır. Birçok defalar asbestin serpantinitten teşekkül ettiği fakat genellikle yeniden kristallenmeye sebep olan ya bir granit entrüzyon veya bir diabaz dayk şeklinde bir mağmatik kaynak aranmaktadır. Kendi araştırmalarıma göre kontrolün sadece strüktürel olduğunu ve mağmatik entrüzyonların liflerin teşekkülünde küçük bir rolü olduğunu zannediyorum.

Strüktürel kontrol üzerinde durmadan önce serpantin ve krizotil asbestin mineralojisine kısa bir göz atmak gerekir.

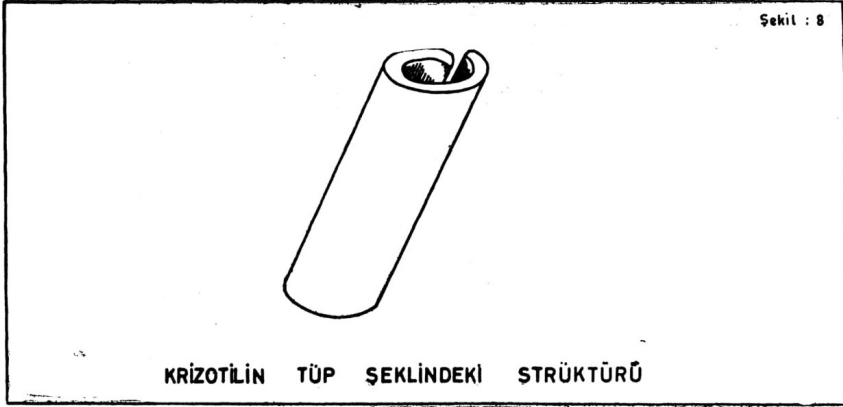
20 sene öncesine kadar serpantin minerallerin strüktürü iyi anlaşılamamıştı. Amfibol asbestin lifli tabiatı amfibollerin silikat zinciri içerisinde olmasıyla izah edilir ve bunlar uzayan kristaller teşkil etmeye mütemayildirler. Kimyasal kompozisyona göre serpantin tabakalı bir strüktürü olmalıdır, fakat 1933'te Pauling, Kaolinit strüktür için bir magnezyum benzerliği olamayacağını ileri sürmüştü. Alüminyumun yerini alan magnezyumun bulunduğu sekiz yüzeyle tabakanın dört yüzeyle tabakaya intibak edemeyeceğini hesaplanmış ve böylece strüktürün yerleşmemiş olduğunu bulmuştu (Şekil 7).

1949'da Bates ve Mink, elektronmikroskopik çalışmalar neticesinde krizotil liflerinin aslında içi boş tüpler şeklinde olduğunu ve bunlara "sarılmış" tabakalar denebileceğini ortaya koymuşlardı. Bu şekildeki strüktür sabitti. X ışını araştırmaları birçok sayıda çok şekilli $Mg_3-Si_2O_5(OH)_4$ bulunduğunu, bunların içinde tüp biçiminde strüktürlü



krizotilin ve yatay strüktürlü antigonitin yaygın olduğu meydana çıkarılmıştı. Serpantinit kayacının bu iki mineralin değişen karışımlarından meydana geldiği bulunmuştu. Yatay antigonitin alüminyumun yerini alan bir miktar magnezyum ile stabilize olduğuna karar verilmişti.

Şimdi krizotil asbestin orijinine dönelim. Damarların tabiatını ve yatakların dağılımını etüd ederek liflerin gerilim tesiri altında geliştiğini ve Taber'in dediği gibi duvarlarını itmediğini veya boşlukları doldurmadığını belirtmek isterim. Liflerin oryantasyonu ve damarların şekilleri saf kimyasal olmaktan ziyade strüktürel bir orijin göstermektedir (Şekil: 8). Şimdi problem gerilimin kaynağını bulmaya kalıyor. Birçok Güney Afrika yataklarını tetkik ettikten sonra vardığım netice, gerilimin tek sebebinin faylaşma olduğudur. Bu sebeple, serpantinit kayaç kitlesinin reformasyonu sırasında ilk olarak kayacın kırıldığı öne sürülmektedir. Kırıklı serpantinit kayacının yüksek basınca sahip yerlerinden solüsyon girecek ve bu solüsyon gerilim şartları altında açılan kırıklara doğru ilerleyecektir. Krizotil bu kırıklar içinde gerilimin mevcut olduğu sürece kristalize olacaktır. Gerilim ortadan kalktıktan sonra geriye kalan herhangi bir serpantinli solüsyon mutlaka asbest şeklinde değil, fakat krizotil şeklinde kristalize olabilir. Pikrolitin bu şekilde oluştuğu öne sürülmektedir. Birçok lifli damarların ince ve pikrolit yatak başlığına sahip olduğu hususu dikkati çekmektedir. Bence, bu durum,

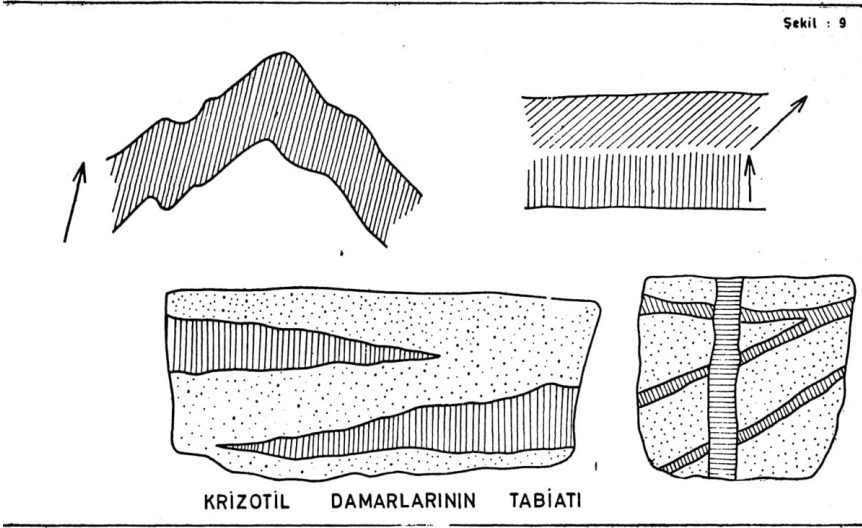


nihaî solüsyonun, gerilimin ortadan kalktığı sırada mevcut olduğunu göstermektedir.

Kayaç içinde oluşan gerilim kırıklarının tabiatı ve buna bağlı olarak krizotil asbest damarlarının tabiatı strüktürel durum ve fay oluşum tipine bağlıdır. Bu oldukça karışık olabilir, fakat genellikle üç ana tipin var olduğunu görmüş bulunuyorum:

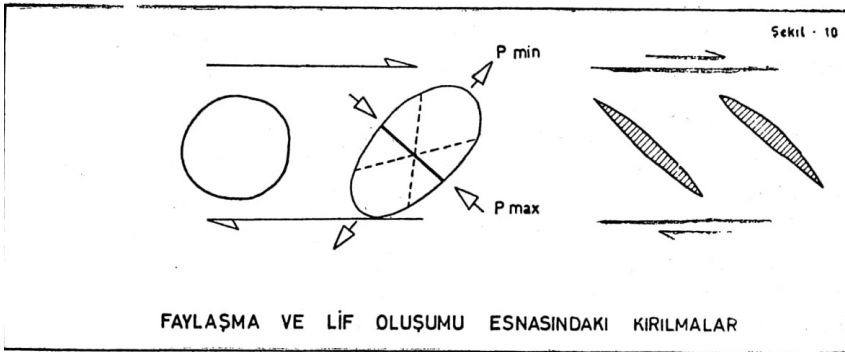
A) Fayın bir tarafındaki veya iki fay arasındaki sürüklenmeden ötürü meydana gelen kırıklar (Şekil: 9). Bu kırıklar fay düşeyi ile bir açı teşkil ederek meydana gelmişlerdir ve minimum gerilim yönüne göre dikeydirler. Lifler minimum gerilim yönüne paralel bir gelişme göstereceklerdir. Yataklar fay boyunca kademeli bir şekilde düzenleneceklerdir. Bu tip strüktürel modellerde deformasyon elipsoidinin makaslama düzeyine paralel hareketler ve daha başka gerilim şartları meydana gelebilir. Bu durum birden fazla krizotil damar set'i (takımı) nin meydana gelmesiyle neticelenir ki sonuç olarak karışık bir yapı gösteren filonlar görülür. Swaziland'daki Havelock ve Rodezya'daki Shabani ocakları gibi en büyük asbest yataklarının bu şekilde bir gelişim gösterdiklerine inanmaktayım. Türkiye'de ve Orhaneli yöresindeki Fatmatepe'de bulunan yataklar da muhtemelen bu tiptedirler.

B) Faylaşma ile birlikte bulunan ikinci kırılma tipi, fay düzeyindeki düzensizlikler neticesinde fay düzeyine paralel bir gelişme gösteren kırıklardır (Şekil 10). Fay düzlemi düz bir yüzey olmadığı zaman, kayaç birtakım yerlerde birbirinden uzaklaşmak temayülü gösterecek ve gerilim şartları fay düzeyi ile dik bir açı meydana getirecektir. Bu sebeple

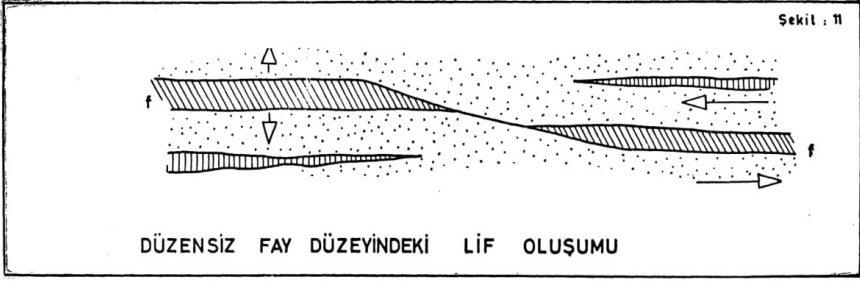


krizotil asbest fay düzeyi veya faya paralel kırıklar içinde gelişebilir. Fayın içinde oluşan lifler de damara paralel harekete mâruz kalacaklardır, öyle ki lifler kırığın cidarı ile açı teşkil edecek bir şekilde uzanacaklardır. Bu, fevkalâde durumlar da kaygan lifleri meydana getirecektir.

C) Faylarla birlikte bulunan üçüncü kırık tipi, değişik strüktürdeki kayaların temasları boyunca gelişenlerdir (Şekil: 11). Kırıkların gerçekten ne şekilde oluştuğu konusunda tam olarak emin değilim, ancak liflerin bu şekilde geliştiklerine sık sık dikkat ettim. Muhtemelen en iyi örnekler serpantinize dolomit içinde olanlardır. Dolomit içinde entrüsif meydana getiren diabaz siller dolomitin kontak boyunca serpantinize olmasına sebebiyet vermişlerdir, ancak krizotil asbest sadece



devam eden fay veya daykların bu kontağı kestikleri yerlerde bulunmaktadırlar. Iliç yakınlarında bulunan Sarıkonak'taki krizotil zuhurları da bu şekilde oluşmuş olabilirler. Çünkü buradaki lif zonu silstone ve serpantinitle arasındaki kontak'a paralel bir gelişme göstermektedir.

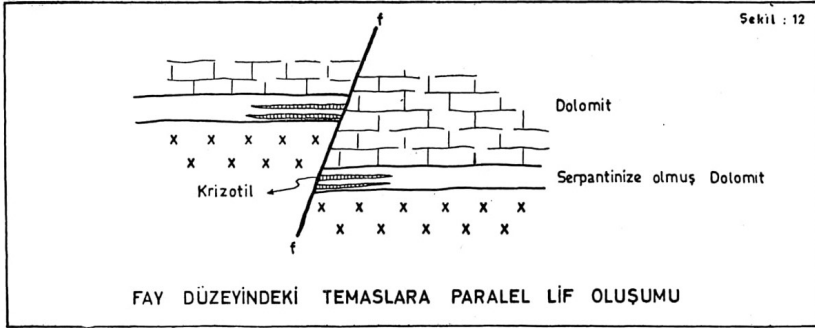


Bununla birlikte lifin tabiatı ile strüktürel model arasında kolayca bir ilginin kurulamadığı zuhurlar da mevcuttur. Burada Güney Afrika'daki Stolzburg ocağındaki yataklar aklıma gelmektedir. Burada lifler serpantinitle kafalarını çevreleyen konsentrik tabakalar içinde zuhur etmektedirler (Şekil: 12). Birtakım kayma zonları mevcut olmasına rağmen, liflerin oryantasyonununun izahı zordur. Beypınarı sahasındaki Şabanözü ve Ateş Ali gibi diabloz kafaları etrafındaki lif zuhurları da aynı şekilde problematiktirler.

Fay oluşumu ile ilgili olmayan diğer bir gerilim, şartı için menşei, soğuma neticesinde mağmatik bir kütlede büzülmesi veya serpantinizasyon sırasında ultrabazik bir kayacın genişmesi gibi hacim değişikliklerinden ötürü meydana gelen gerilimdir. İkinci halde, gerilim kırıklıkları, serpantinize olmuş kayac içindeki serpantinleşmemiş enküzyonlar civarında meydana gelebilirler.

Serpantinizasyon ve krizotil formasyonun relatif yaşı:

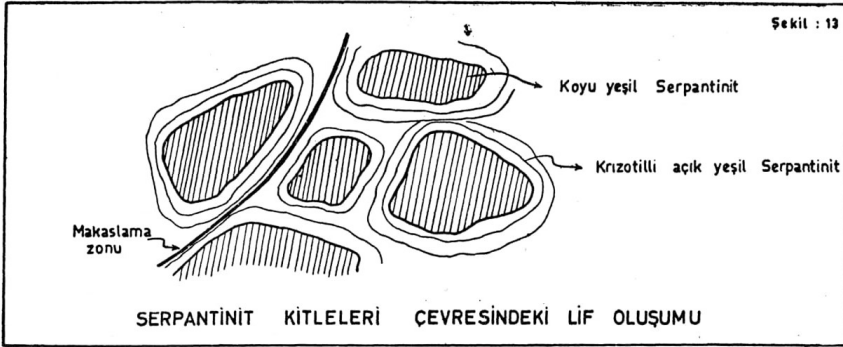
Şu ana kadar serpantinitle yaş veya menşei hakkında herhangi bir şey söylememiş bulunuyorum. Eski yazarların büyük bir kısmı (asbest konusu ile uğraşan) serpantinizasyon ve lif formasyonunu ilgili gelişmeler olarak düşünmüşlerdir. Söylemiş olduklarımdan jenetik ilgiyi gerekli görmediğimi açıklamış bulunuyorum. Bana göre serpantinitle



krizotilden önce oluşmuş olmalıdır, ancak serpantinitin ne zaman oluştuğu hususu önemli değildir, lif den çok daha yaşlı olabilir veya çok kısa bir süre önce oluşmuş olabilir, gerçekte çağdaştır. Gerçekte Hatay bölgesinde ve Orhaneli'nde bulunan bazı yataklar, kayacın kırılmasına ve ultrabazik kayaçların serpantinizasyonu için solüsyonların kırıklara girmesine sebebiyet veren aynı güçlerin krizotil asbest oluşum sebebi olmak görüşünü öne sürmektedirler.

Krizotil asbest oluşumu için şartlar:

Evvelce söylenenlerden krizotil formasyonu için gerekli şartların birinci olarak serpantinit mevcudiyeti ve ikinci olarak da elverişli gerilim şartlarının varlığı olduğu açıktır. Bununla birlikte gerekli olan bir üçüncü şart daha vardır; yani serpantin krizotil haline rekristalize olmasına yardımcı bir solüsyon. Bu tip solüsyonlar için evvelce mağmatik bir kaynak öne sürülmekte idi. Bununla birlikte krizotilin oluştuğu derinliklerde bu tip solüsyonların normal olarak mevcut olacaklarına inanıyorum. Bununla birlikte mağmatik entrüzyondan gelen ısı ve volatillerin lif formasyonunu kolaylaştırdığı da mümkündür. Bowen ve Tuttle tarafından yapılan deneylerden krizotilin brusit mevcudiyetinde 450°C ilâ 500°C'ye kadar sabit kaldığı bilinmektedir. Bu temperaturün üstünde krizotil talk haline gelmektedir. Bu sebeple temperatur 450°C'yi aşmadıkça, krizotil mağmatik bir kontak civarında muhtemelen daha çabuk bir oluşum gösterecektir, ancak bu hususu mutlak lüzumlu kabul etmemekteyim.



Krizotilin kalitesi:

Nihayet krizotilin kalitesi hakkında da birkaç söz söylemek gerekmektedir. Altın, bakır gibi diğer ekonomik minerallerin aksine asbestin değeri liflerin uzunluğu ve özelliklerine bağlıdır. Kanada sistemindeki liflerin uzunluklarına göre yapılan bir sınıflandırma herkesçe bilindiği için burada üzerinde durmayacağım. Liflerin kalitesi de çok önemlidir. Lifler ince ipek gibi veya yaylı olabilir, iki tip de kullanılacakları makaslara göre makbuldür. Lifler alçak veya yüksek güce de sahip olabilir. Alçak güçlü olan bükülünce veya sürtününce hemen kırılanlardır. Bunlar kuvvetli liflere nazaran daha az talebedilirler. Çabuk kırılmanın sebebi daha pek belli değildir. Bana göre şu faktörlerden dolayı olabilir: 1) Talka dönüşüm, 2) Alüminyumun daha sert lifler meydana gelmesine sebep olan magnezyumla yer değiştirmesi, 3) Liflerin manyezit ve kalsit gibi mineral tabakalarıyla kaplanması.

SONUÇ

Krizotil asbestin orijini hakkındaki görüşleri belirttiğimi ümit ediyorum. Asbest yatakları olmadığı halde geniş serpentinit alanlarının bulunmasını soru ile karşılamış olabilirsiniz. Cevaben serpentinit kompozisyonunun antigonitten krizotile değişmesini meydana getirecek şekilde olmadığı söylenebilir. Örneğin çok miktarda alüminyum bulunabilir. Gerekli strüktürel şartlar olmayabilir veya gerçekten yataklar henüz bulunmamış olabilir. Alaçam firmasının sayesinde büyük bir yatağın daha memleketinizde bulunacağını ümit ediyorum ve esasen böy-

le yatakların mevcut olduğunu ve gerekli çalışmalar yapıldığı takdirde bulunacağından emin olduğumu tekrarlamak isterim.

CEYLÂNPINAR - RÂSÜLAYN KARSTİK KAYNAKLARININ TEŞEKKÜLÜ

T. Yılmaz OLDAÇ
DSİ Yeraltısuları Dairesi, Ankara

Güneydoğu Türkiye'de, Suriye sınırında yer alan dünyanın en büyük karstik kaynaklarının meydana gelişi, fazla incelenmemiş bir konudur. 1967 yılı yaz aylarında, DSİ Yeraltısuları Dairesi için bölgenin hidrojeolojik etüdünü yaparken, kaynakların teşekkülü de bizi yakından ilgilendirdi. Burada çalışmalarımızın, yalnız bu kaynakların meydana gelişine ait olan kısmını münakaşa edeceğiz.

BÖLGENİN GENEL ÖZELLİKLERİ

Ceylânpınar - Rasülayn karstik kaynak grubu Türkiye - Suriye sınırında, Türkiye'ye ait Ceylânpınar ve Suriye'ye ait Rasülayn kasabaları civarında ve Habur ismi verilen bir kuru dere yatağı içersinde yer alırlar. İsim olarak Türkiye'de Ceylânpınar, Suriye'de Rasülayn bu sebepten kullanılır. Kaynakların bulunduğu alanın koordinatı Greenwich'e göre 40° 00' - 40° 05' doğu boylamları ve 36° 51' - 36° 49' kuzey enlemleri arasındadır (Şekil: 1). Ceylânpınar kasabası Türkiye'nin Urfa İli sınırları içindedir.

Kaynakların teşekkülüne geçmeden önce, bölgenin coğrafik, jeolojik ve hidrojeolojik durumu gözden geçirildiğinde; kaynaklar bölgesi yüzeysel su drenaj alanının Türkiye topraklarında 7000 km² ye ulaştığı görülür. Aslında bu havza kuzeyde Karacadağ'dan (Türkiye) güneyde Abdülaziz dağlarına kadar uzanan geniş bir bölgeyi içine alır. Dolayısıyla havzanın bir kısmı Türkiye topraklarında, diğer kısmı ise Suriye'dedir. Türkiye'de havza, kuzeyde Karacadağ (1919 m.), batıda Tekttek dağları, doğuda Kızıltepe Ovası ile topoğrafik sınır teşkil eden sırtlar ve

güneyde de Türkiye - Suriye sınırı ile çevrelenir. Bu alanda önemsiz bazalt örtüsü kaynakları ve kuzeyde drenaj sınırındaki 0,5 m³/sn.'lik Hanik kaynağı hariç Ceylânınar kaynak grubundan başka kaynak yoktur.

Bölgede yıllık ortalama ısı 19° C ve ortalama yağış güneyden kuzeye doğru 300 - 600 mm. arasındadır. Topoğrafik alçalma ise kuzey - güney yönünde, %6'dır. Karacadağ eteklerinde 750 m. olan rakım güneyde kaynaklar civarında 350 m.'ye kadar düşmektedir. Bitki örtüsü yönünden gayet fakir olan bölgede geniş çapta tahıl ekimi yapılır.

Coğrafya bakımından en çok ilgi çeken husus drenaj alanının genel olarak KB - GD ve K-G yönünde dört adet kuru dere yatağı ve onun kolları ile parçalanmış olmasıdır. (Şekil: 2)'de de görüleceği üzere bu kuru dereler Miosen içerisinde şerit halinde Eosen olarak gösterilmekte ve Karacadağ eteklerinden başlayıp Türkiye -Suriye sınırına kadar olan 50-70 km.'lik mesafeyi az çok birbirlerine paralel olarak katetmektedirler. Yer yer kanyon manzarası arzeden bu kuru dere yatakları bâzı yerlerde 50-70 m. derinliğe kadar inmekte, güneyde ise oldukça sığlaşmaktadır.

Bu kuru derelerde yalnız yağışlı mevsimlerde sel suları bulunmakta, yağışların sona ermesiyle de dereler tamamen kurumaktadır. Bu hale göre kuru dereler Ekim - Haziran arası akarsu taşımakta olup Haziran - Ekim arası ise tamamen susuzdur. Çevre halkı bu kuru derelere circıp ismini vermektedir. Konu olan 18 adet kaynak bu derelerden birisi olan Habur'un yatağı içerisinde yer alır (Şekil: 3). Kaynakların teşekkülü yönünden bizce çok önemli olan bu derelerden, ileride tekrar bahsedilecek ve kaynak teşekkülü ile olan ilgileri açıklanacaktır.

GENEL JEOLJİ

Bölgenin daha önce yapılmış olan jeolojik haritaları genel olarak stratigrafi yönünden tarafımızdan kabul edilmiş olmakla beraber bâzı formasyon sınırları revize edilmiş ve dolayısıyla formasyon yayılmalarında değişiklikler yapılmıştır.

Stratigrafik olarak, mevcut kayalar Eosen kalkerleri; Miosen kalker, kil ve marnları; ve daha üstte de Karacadağ menşeli bazalt akıntılarıdır. Önceki haritalarda, batıda yalnız bir tek kuru dere ve çevresinde gösterilen Eosen kalkerlerinin aslında diğer kuru dereler içerisinde

de mevcut olduğu tarafımızdan müşahade edilmiştir (Şekil: 2). Gerek bu derelerde ve gerekse Ceylânınar'ın hemen doğusunda açılan sondaj kuyusunda tesbit edilen fosillerin paleontolojik tetkikinde (MTA) Opercilina Canalifera, Assilina Granulara, Alveolin ve çeşitli Nümmülit türleri olarak tanımlanması neticesinde Eosenin daha yaygın ve daha sığ, üstteki Miosen'in ise daha az yaygın ve daha ince olduğu anlaşılmıştır.

Eosen kalkerleri bölgenin tek akiferini teşkil etmektedir. Yer yer yumuşak tebeşirli, yer yer kompakt ve sert olan bol fosilli bu kalkerler karstik olaylara oldukça müsaittir.

Miosen ise bilhassa güneyde farklı ve ince bir kalker marn tabakası ile Eosen kalkerlerini örter. Bununla beraber kırmızı ve mavi killer de çeşitli kalınlıkta ve hemen her yerde mevcuttur.

Suriye'de Miosen ince kalker, jips, anhidrit, kil, kum ve çakılla temsil olunmuş, daha üstte ise Pliosen ve Kuaterner bulunmaktadır. Miosen kalınlığı kaynaklar civarında 40-50 m.'dir. Kuzeye doğru ise tamamen kaybolmaktadır. Her ne kadar bölgenin kuzeyinde Miosen, kuru derelerin arasında yaygın olarak gösterilmişse de, buralarda toprak örtüsünden dolayı mostra görülmediği için eski haritalara sadık kalmıştır. Gerçekte bu kesimler Miosen ile örtülü ise bile, Miosen'in kalınlığı 10 m.'yi geçmemelidir. Zira cırcıp kenarlarında Miosen hemen hiç görülmemektedir. Jeolojik haritada takribi olarak toprak örtüsü olduğu kabul edilebilecek kısımla (kuzey) 10-80 m. kalınlıkta olan Miosen örtüsü (güney) sının jeolojik kesit hattından geçmektedir (Şekil: 2). Miosen formasyonu su taşıma özelliğine sahip değildir.

Karacadağ bazalt akıntıları da eski haritalarda olduğu kadar yaygın değildir. Güneye inildikçe tamamen kaybolur ve kuru dere kenarlarına inhisar ederler. Bölgede önceki haritalarda gösterilen alüvyonlara rastlanılmamıştır. Jeolojik yapı oldukça basittir. Bölge güneye doğru çok az eğimli bir Miosen-Eosen plâtosudur. Kuzeyde bazalt, güneyde ise Miosen, Eosen kalkerlerini örter.

GENEL HİDROJEOLJİ

Bölgede önceden de belirtildiği gibi yalnız Eosen kalkerleri su taşıma özelliğine sahiptir. Eosen kalkerlerinin yüzeysel görünüşleri ve

sondaj kuyularında rastlanılan olaylar kalkerlerin oldukça karstifiye bir litolojide olduğunu göstermektedir. Kuru dereler içerisinde Eosen mostraları büyük boşluklar ve mağaralarla dikkati çeker. Kuyularda ise bu formasyona girildiğinde bol çamur kaçağı, sondaj takımı düşmeleri müşahade edilir. Nitekim Eosen akiferinde yapılan pompalama tecrübeleri de bu kanaatları doğrular mahiyettedir. Eosen Suriye kesiminde de gene kalkerlerle temsil olunmaktadır.

Kaynakların yeraltısuyu boşalmasını temin ettiği havzanın Türkiye'deki kısmında 1957-1967 tarihleri arasında 69 adet DSİ, YSE ve Devlet Üretme Çiftliklerine ait kuyu açılmıştır. Bu kuyulardan faydalanılarak eş su seviyesi eğrileri ortalama deniz seviyesine göre çizilmiştir. Bu haritadan anlaşılacağı üzere yeraltısuyu genel hareketi çevreden Habur yatağı içerisindeki kaynaklar grubuna doğrudur. Kaynaklar çevresinde dikdörtgen şeklinde bir bölgede hidrolik eğim hemen yok denecek kadar az, buna karşılık, daha dış kısımlara doğru, oldukça diktir. Demek oluyor ki kaynaklara yakın belirli bir alanda yeraltısuyu sirkülasyonu dolayısıyla çok iyi bir porozite gelişmesi olmuştur.

Bu hal, bu bölgede bir yeraltısuyu göllenmesi şeklinde ifade edilebilecek kadar gelişmiştir. Dış kısımlara gidildikçe porozite azalmakta, buna mukabil alan büyümektedir. Statik su seviyesi derinliği çevreden kaynaklara doğru azalmakta; kuzeyde 70-100 m., kaynaklar civarında ise Habur yatağı hariç, 15-30 m. civarında bulunmaktadır. Buna hidrolik meyil kadar topoğrafya değişimi de sebep olmaktadır. Miosenin nisbeten kalın örtü teşkil ettiği yerlerde yan arteziyen (basınçlı) olan yeraltısuyu, Miosenin bulunmadığı yerlerde ise serbest su halindedir.

Yeraltısuyu beslenmesi, büyük miktarda, Türkiye topraklarındaki mostralara olan yağıştan direkt süzülme, kuzeyden havza dışından yeraltısuyu intikali ve kısmen Suriye'den olmaktadır (muhtemelen Abdülaziz dağlarından); nitekim yeraltısuyu eş seviye eğrileri bu durumu teyid etmektedir. Türkiye topraklarında açılan kuyulardaki piezometrik seviyeler ve Suriye'deki FAO çalışmalarından alınan değerler birleştirildiğinde eş su seviye eğrileri (Şekil: 2)'de görüldüğü gibi olmaktadır. İlk bakışta karışık görülen bu durum yeraltısuyu - kaynaklar ilgisini nazarı itibara alınca mâkul olmaktadır.

Kaynakların beslenmesini David J. Burdon ve Chafik Safadi, Jour-

nal of Hydrology, Cilt: 1, No. 1'de üç ihtimale bağlamaktadır. Ceylânpınar'da D-B yönünde kabul edilen bir fay üzerinde olduğu düşünülen kaynakların beslenmesi:

1. Yalnız kuzeyden
2. Hem kuzeyden, hem güneyden

3. Yalnız kuzeyden olan beslenmenin bir kısmı fay üzerinde bulunan kaynaklardan çıkmakta, bir kısmı ise fayı geçerek Suriye'ye gitmektedir. Bizim görüşümüze göre durum 2 nci maddedeki gibi olmakla beraber kaynaklar bir faydan dolayı değil bir erozyon neticesi meydana gelmiştir. Bu durum daha ilerde izah edilecektir (Şekil: 4).

KAYNAKLAR HAKKINDA GENEL BİLGİLER

Ceylânpınar kaynakları önceki bahislerde de verildiği gibi 5 adedi Türkiye'de, 13 adedi Suriye topraklarında olmak üzere 18 adettir. Bu kaynaklardan başka yalnız Habur'un yatağı içinde ve kaynakların bulunduğu yerlerde sayısız sızıntılar da mevcuttur. Kaynakların hepsi Habur Deresi yatağı içerisindedir. Habur Deresi Viranşehir'den Ceylânpınar'a kadar uzanır. Ve sonra Suriye topraklarında devam eder. Bu dere kuzeyden Ceylânpınar civarındaki ilk kaynağa kadar (50 km.) kuru bir yataktır. İlk kaynak kasabanın 3 km. batısındaki Devlet Üretme Çiftliği binaları yakınında ve yatak içerisinden çıkar. Bu noktadan itibaren güneye, Suriye topraklarına doğru Habur Deresi yaz kış suludur. Habur yatağı içerisinde ilk kaynağa kadar 1,5 km.'lik bir kısım da sızıntılarla doldurulmuştur. Bu kaynaktan Türkiye - Suriye sınırına kadar dere yatağının uzunluğu 2 km. kadardır.

Gerek Türkiye'deki, gerekse Suriye'deki kaynaklar dere yatağı içerisinde sıralanırlar. Kaynakların deniz seviyesine göre tesbit edilen yükseklikleri aşağıdaki gibidir:

TÜRKİYE'DE:

1 numaralı kaynak	347,8
2 " "	346,9
3 " "	346,8

4	”	”	346,5
5	”	”	345,7

SURIYE'DE KOTLARI BİLİNEREN KAYNAKLAR:

1. Ayn Zerkan	347,4
2. Ayn Hassan	345,2
3. Ayn Zerga	344,2
4. Ayn Kibrit	344,3

(FAO Raporundan, sahife 31.)

Görüleceği gibi kaynak kotları güneye doğru düşmektedir. Burada ilgi çekici nokta bütün kaynakların 350 m. topoğrafya kotundan daha aşağıda olması ve iki adet 350 m. topoğrafya konturunun arasında hap-solunmasıdır. Kaynakların dizilişi ile Habur yatağının ve bu iki 350 m. topoğrafik kontur çizgilerinin genel şekli birbirlerine uygun düşmektedir. (Şekil: 3)'te görüleceği gibi ilk kaynağın çıktığı yerden Habur Dere-sinin Türkiye'yi terkettiği noktaya kadar dar bir şerit halinde olan 350 m.'lik kontur arası ve kaynak sıralanışları Suriye sınırında geniş bir alan kaplamakta ve buna uygun olarak da kaynakların çıktığı alan yayılmak-tadır. Nitekim Suriye'de kaynaklar hem yüksek debili hem de gruplar halindedir. Bunun sebebi topoğrafyanın yeraltısuyu yüzeyini Suriye topraklarında çok geniş bir alanda, buna karşılık Türkiye'de ancak Ha-bur yatağına inhisar eden ince bir şerit halinde kesmiş olmasıdır.

Kaynakların toplam debisi $42 \text{ m}^3/\text{sn.}$ 'yi bulmaktadır. $42 \text{ m}^3/\text{sn.}$ su-yun ancak $0.8 - 1 \text{ m}^3/\text{sn.}$ 'si Türkiye'de, geri kalan kısmı ise Suriye toprak-larında çıkmaktadır.

18 adet kaynağın kimya karakterleri Suriye'deki Ayn Kibrit hariç hemen hemen aynıdır. Ortalama ısı, anyon ve katyon, kondüktivite durumları genel olarak (Tablo: I)'deki gibidir.

KAYNAKLARIN TEŞEKKÜLÜ

Ceylânpınar kaynaklarının meydana gelişi Türk jeologları tarafın-

dan fazla incelenmiş bir konu değildir. Daha önce yapılan hidrojeolojik etüdlerde bu hususta herhangi bir görüşe rastlanamamıştır.

Bizim için önemli sayılabilecek görüş Journal of Hydrology mecmuasının Mart 1963 tarihli 1, cilt, 1. sayısında David Burdon ve Dr. Chafik Safadi tarafından hazırlanan "The Greatest Karst Spring of Mesopotamia" isimli makalede yayınlanmıştır.

Sözü edilen makalede Suriye'deki kaynakların teşekkülünü incelemiş olan yazarlar, kaynakların D-B yönlü bir faydan dolayı meydana geldiğini kabul etmişlerdir. Bu görüşe yalnızca iki sebepten varıldığı anlaşılmaktadır:

1° — Kaynaklardan birisinin, Ayn Kibrit, fazla miktarda sülfür ihtiva etmesi (No. 4).

2° — Gene aynı kaynağın, Ayn Kibrit, ısısının diğer kaynaklara nazaran 3°C yüksek olması (Bak. Tablo: 1). Makalede düşünülen fay'a göre boşalma da üç ayrı durumda (Şekil: 4) farzedilmektedir ki bu husus daha evvel anlatılmıştır.

Bizim görüşümüze göre bu iki sebep bu kaynağın bir fayla ilgisi için düşünülebilecek emareler olmakla beraber bunun iddia edilmesi için yeterli değildir.

1° — Kaynaklardan birisinin sülfür yönünden zengin, diğer 17 kaynağın buna uygun herhangi bir sülfür muhtevası göstermemesi, bu kaynağı diğerlerinden ayırmaktadır.

Bu durumda, eğer bir fay varsa, bu kaynaklardan yalnız Ayn Kibrit bir fay kaynağı olabilir, gibi bir neticeye varılmaktadır. Diğer 17 kaynağın bu fayla bir ilgisi olmamalıdır. Veya Ayn Kibrit de bir fay kaynağı değildir. Fakat sülfür konsantrasyonu daha başka bir sebebe bağlanmalıdır. Bu da ayrı bir araştırma konusudur.

2° — Ayn Kibrit kaynağı ısısının diğer kaynak ısılarına göre 3° yüksek olması ise doğrudan doğruya bu kaynakta mevcut sülfür bakterilerinin ekzotermik faaliyetleri neticesidir. Yani ısı yüksekliği ayrı bir delil olmaktan çok, mevcut birinci delilin bir devamı ve sonucudur. Bu husus da aynı makalede bu şekilde belirtilmektedir.

Tablo: 1

TÜRKİYE VE SURİYE KAYNAKLARININ KİMYA KALİTE NETİCELERİ VE ISILARI

Kaynaklar	Ayn Zerkan	Ayn Kibrit	Ayn Hassan	Ceylânpınar Türkiye
Katyonlar:				
Ca	2.45	3.85	2.25	4.00
Mg	2.04	2.29	1.72	4.00
Na	0.47	3.82	1.00	0.52
K	0.04	0.12	0.04	0.05
Toplam	5.00	10.08	5.01	4.57
Aniyonlar:				
CO ₃	Nil	Nil	Nil	0.80
HCO ₃	3.80	4.63	3.77	1.02
SO ₄	0.91	Nil	0.68	2.39
Cl	0.30	5.07	0.50	0.36
NO ₃	Nil	Nü	NU	0.36
Toplam	5.01	9.70	4.95	4.57
Kondüktivite				
E.C. X 10 ^e	410	1100	410	410
Isı C°	21.2°	24.5°	21.2°	22.5°

Yukarıki hususların Ceylânpınar kaynakları teşekkülünün bir faylanma sebebiyle olduğunu açıklamaya yetmediği anlaşılmaktadır. Ayrıca etüd esnasında elde ettiğimiz bilgiler de kaynakların faylanmadan olmadığına işaret etmektedir.

1° — Yapılan jeolojik ve jeofizik çalışmalardan kaynaklar civarında herhangi bir fay belirtisine rastlanmamıştır.

2° — Kaynakların bulunduğu kısımdan kuzeye doğru Türkiye kısmındaki Eosen kalkerleriyle, FAO tarafından hazırlanan Suriye kısmındaki Eosen kalkerlerinin tavan yapı kontur haritaları birbirinin devamı şeklinde uzanmakta ve herhangi bir fay atımı göstermemektedir (Şekil: 5).

3° — Kaynakların dizilişi, Türkiye'dekiler de gözönüne alınırsa, D-B yönlü olmakla beraber yalnız Habur Deresinin aşındırdığı yatak içerisinde bulunmaktadır. Bu da makaledeki fay iddiasından ziyade bir erozyon mahsulü olduğu kanaatini vermektedir.

4° — Gerek Türkiye'deki ve gerekse Suriye'deki kaynakların tamamını iki adet 350 m. topoğrafya kontru ile sınırlanan — S— şeklinde bir alanda bulunmaktadır. Bu Habur deresinin yatağıdır. Bu hal de kaynakların faydan ziyade başka sebeplerle teşekkül ettiğine işarettir.

5° — Yeraltısuyu eş seviye haritası kaynakların boşalmasının bir faydan dolayı olmadığı görüşünü destekler durumdadır.

Türkiye'deki eş su seviye eğrileri muntazam olarak kaynaklara doğru dönmekte ve sanki kaynaklar bölgesindeki bir pompalama neticesi meydana gelmiş bir düşüm sahası gibi görünmektedir.

Bu durumda eğer Ceylânpınar kaynakları bir faylanmadan dolayı değilse, oluş sebepleri ve şartları nedir?

Bugünkü kaynakların durumunu ve oluş şartlarının inceleyebilmek için bölgenin paleocoğrafyasını ve paleohidrolojisini bir arada düşünmek gerekmektedir.

Daha önce de bahsedildiği gibi bölgeyi KB-GD; ve K-G yönünde muhtelif kuru dereler katetmektedir. Mevsimlik akarsu bulunduran bu kuru derelerin tabanları Eosen kalkerleri ile temsil olunmaktadır (Şekil: 2). Oysa derelerin arasındaki kısımlar güneye doğru nisbeten kalınlaşan ince bir Miosen geçirimsiz örtüsü ile kaplıdır. Jeolojik haritada yerli halkın cırcıp olarak isimlendirdiği bu kuru derelerin içi kuzeyden heñnen Türkiye - Suriye sınırı yakınlarına kadar ince birer şerit halinde Eosen formasyonu olarak işlenmiştir. Türkiye - Suriye sınırına 2-5 km. mesafede ise dere yatağı meyli çok azalmakta ve çok ince bir Miosen çökeli ile örtülü bulunmaktadır (Kesit D-B; Şekil: 2). Buradan anlaşılacağı üzere erozyon neticesi kuzeyde Viranşehir'den güneyde Ceylânpınar yakınlarına kadar Miosen, cırcıp tabanlarında akarsu ile aşındırılmış, güneye doğru ise mevsimlik akarsular henüz Eosen'i tam olarak yüzeye çıkaramamıştır. İşte bugün kaynakların bulunduğu bölge burasıdır.

Kaynakların oluşunu tam takibedebilmek için Eosen sonundan itibaren olayların şeklini takibedersek şematik blok diyagramlarda gösterilen kademelerin vukubulduğu düşüncesine varırız. Diyagramlar ölçeksizdir.

Blok diyagram I.

Kaynakları besleyen Eosen yaşlı kalkerler satha çıktığı zaman mu-

hakkak ki gerek hava ile temas ve gerekse tektonik olaylar yoluyla bir porozite ve permeabiliteye sahipti. Bu gözenek bugünkünden daha az olmakla beraber daha homojendi. Daha sonra, halen, yer yer üstünde örtü tabakası halindeki daha genç killi marnlı kalkerli Miosen formasyonlarının tortullaştığı Miosen denizi bölgeyi kaplamıştı. Eosen kalkerlerinde ön cephesi Ceylânpınar'dan geçmek üzere alman şematik blok diyagram I'de görüleceği gibi bir çatlak sistemi gelişmiş ve üzeri de geçirimsiz Miosen tabakalarıyla örtülmüştür. Bu zamanda Eosen kalkerlerinin çatlak sisteminde basınçlı yeraltısuyu mevcuttur. Fakat bir boşalma olmamaktadır. Buna sebep Miosen örtünün her tarafta yaygın olması ve Eosen kalkerlerinin çatlaklardaki suyun olduğu gibi tutulmasıdır; yani Eosen doygun bir rezervuar şeklindedir. Beslenme daha kuzeydeki kalker mostralarından olmaktadır. Akifer dolu olduğu için bütün yağış suları yüzeysel akışa geçmekte ve akış evaporasyonla dengelenmektedir. Bu yüzeysel akışlarla Habur ve diğer cırcıplar yeni yeni teşekkül etmeğe başlamıştır. Bu periodda yerüstü suyu dereyi derinleştirecek şekilde olmakta ve bu miktar o zaman yeraltısuyu boşalması olmadığı için bugünkü kaynak boşalmasını da içine almaktadır. Yani bugünkü 42 m³/sn.'lik kaynak boşalımı da kaynaklar mevcut olmadığından yüzeysel su olarak Habur ve diğer derelerden akmaktadır. Dolayısıyla o devirde belki de bölgeye düşen yağışı yaz ve kış bu cırcıplar devamlı olarak boşaltıyordu. Bu sebeple erozyon kuvveti bugünkünden çok fazla olması gerekirdi. Eosen akiferinin yeraltısuyu piezometrik seviyesi —P — ile gösterilmiştir. Akifer her yerde basınçlı yeraltısuyu taşımaktadır.

Blok diyagram II.

Daha ileri bir safhada Habur öncekine nazaran daha derin bir yatağa sahiptir. Bu safhada üstteki Miosen geçirimsiz örtüsü de kuzey kısımda, daha ziyade Habur yatağı içinde olmak üzere aşınmış ve güneyde ise incelmıştır. Habur deresi yatağı içerisinde açığa çıkan Eosen kalkerleri yatak dışına nazaran daha güneye kadar uzanmaktadır. İlk kaynaklar, akifer basınçlı olduğu için, dere içinde Eosen-Miosen kontağı civarında görülmektedir. Çünkü en düşük kod buradadır. Yalnız bu kaynakların yeri bugünlere nazaran çok daha kuzeydedir. Yani kaynaklar Eosen'in önce açığa, çıktığı çok daha kuzeyde bir yerde teşekkül etmiştir.

Bu belki de bugünkü Viranşehir civarında bir yerde idi. Piezometrik seviye gene akiferin üstündedir. Fakat ilk kaynakların çıktığı yerden daha kuzeyde ise yeraltısuyu serbest su haline geçmiştir. Habur'un yatağını derinleştirerek Eosen-Miosen kantağını yatak içinde güneye indirdiği nisbette, kaynakların yeri de, yatak içinde kuzeyden güneye doğru inmiştir. Tabii güney tarafta yeni kaynaklar meydana geldikçe kuzeyde su tablası alçaldığı için bu yukardaki kaynaklar kurumuştur.

Blok diyagram III.

Bu hal Eosen-Aktüel arasında muntazaman devam etti ve neticede diyagram III'te görülen bugünkü durum meydana geldi. Miosen güneye doğru aşınırken kaynaklar da bugünkü Ceylânpınar'ın bulunduğu yere kadar indi. Bu devrede Miosen, Ceylânpınar çevresinde incelmış Habur yatağı içinde ise hemen hemen tamamen aşınmıştır. Her ne kadar yatak içerisinde çok ince bir Miosen var ise de bu, kaynakların çıkışma mâni değildir. Piezometrik seviye daha alçalmış, kuzeyde serbest su taşıyan kısım daha genişlemiştir.

Kaynakların bulunduğu yerde boşalmadan dolayı yeraltısuyu sirkülasyonu fazlalığından porozite artmış ve çatlaklar karstik boşluklara dönüşmüştür. Kaynaklardan D-B yönünde uzaklaştıkça sirkülasyon bölgesinden de uzaklaşılacağı için porozitede azalma olmuştur. Bu hal daha önceki devirlerde de (Diyagram I ve II) o devir kaynak bölgelerinde daha az olmakla beraber mevcuttur.

Blok diyagram IV.

Habur yatağına karşıdan bakılan bu diyagramda kuzeyden güneye doğru kaynakların hareketi ve daha kuzeydeki kaynakların su tablası üstünde kalarak kuruyuşu görülmektedir.

Bugünkü durum kesitlerle gösterilecek olursa önce belirtilmiş olan hususların teyid edildiği görülecektir.

Kesit I.

Kaynakların Türkiye'deki halen ilk çıktığı nokta ile Suriye'deki en alçak kottaki kaynak arasında ve Habur Deresi yatağı içindeki durumu

göstermektedir. Bu şematik kesit S şeklindeki Habur'un tabanını takiben alınmıştır. Dere yatağı tabanı çok ince bir Miosenle örtülüdür ve muhtemelen Miosen'e ait kalkerler vardır. Kaynaklar da yatağın içinde sıralanmaktadır. En güneyde ise henüz aşındırılmıyan Miosen killi tabakaları görülmekte ve bunun yanında da 5. kaynak bulunmaktadır. Heri bir safhada Miosen tabakaları güneye doğru aşındırılınca 6 No'lu kaynak ortaya çıkacak ve zamanla 1 No.lu kaynak kuruyacaktır. Piozometrik seviye 1. kaynağın bulunduğu yerin kuzeyinde serbest su tablasını ve güneyinde ise basınçlı su tablasını göstermektedir.

Kesit II

Yine kaynakların bulunduğu yerde D-B yönünde Habur'u muhtelif yerlerden kesecek şekilde alınmıştır. Btı kesitte Habur'un yatağı ile Eosen-Miosen ilgisi görülmektedir. 1, 2 ve 3. kaynakta Miosen geçirimsiz tabakalarını aşındıran yüzeysel su, kaynakları meydana çıkarmış, 4.'de ise henüz kil ve marn bulunduğu için burada kaynak teşekkül edememiştir.

Her iki kesitte de, dikkat edilecek olursa güneyde, geçirimsiz Miosenin kalınlaştığı Suriye kısmında piezometrik seviye yükselmektedir. Buna sebep de Suriye'deki Abdülaziz Dağlarından olan beslenmedir. Nitekim Suriye'de açılan kuyular artezyen yapmaktadır.

NETİCE

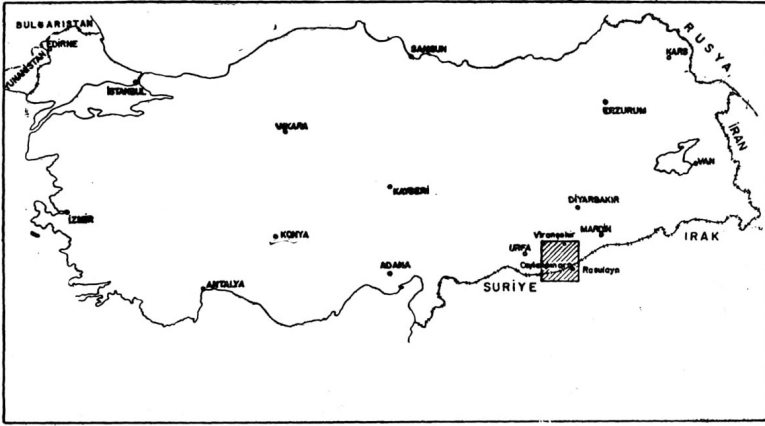
Habur'un yatağı içerisinde kuzeyden güneye doğru Post-Miosen -Aktüel arasındaki jeolojik devrede yer değiştiren bir kaynaklar sistemi daima bulunmuştur. İlk kaynakların debileri ile son kaynakların debileri arasında miktar bakımından büyük farklar olma ihtimali vardır. Yani kuzeydeki ilk kaynaklar 1 m³/sn. su boşaltıyor idiyseler güneyde 5 m³/sn., daha güneyde 10 m³/sn. ve bugün en güneyde kaynaklar 42 m³/sn. su boşaltmaktadırlar. Daha ileri zamanda kaynaklar daha da güneye inecek ve debisi daha da fazla olacaktır. Önceki jeolojik devirlerde kaynakların tamamı Türkiye'de, fakat daha ileri bir zamanda kaynakların tamamı Suriye topraklarında olacaktır. Ancak üstteki geçirimsiz örtü kalınlığı bir yerde bunu durduracaktır.

Netice olarak şu söylenebilir ki, Ceylânpınar - Rasülayn karstik kaynak grubu bize göre bir faylanma neticesi değil doğrudan doğruya erozyon dolayısıyla topoğrafya ve yeraltışuyu tablasının kesişmesinden teşekkül etmiştir. Nitekim, kaynaklar, erozyon gücünü teşkil eden —S—şeklindeki yatak içerisindedir. Haritada görülen ve Habur'un doğusunda uzanan iki kuru derede herhangi bir kaynak yoktur. Çünkü burada erozyon henüz Eosen tavanına erişmemiştir. Nitekim kaynakların bulunduğu Habur yatağında topoğrafya kotu 345-350 m, iken bu iki kuru dere de 360 m.'nin üzerindedir. Eğer buralarda da erozyon dere yataklarını 345-350 m.'ye indirebilse burada da kaynak teşekkül edecektir. Veya Habur bugünkü yatağında değil de daha başka bir yatak içinde ve kotu gene 345-350 m. olsa idi aynı kaynaklar burada da teşekkül edecekti.

Yazar, Jeolog Fuat ztepe ve Kimya Y. Müh. Trkn Giritlioğlu'na, yardımlarından dolayı teşekkür eder.

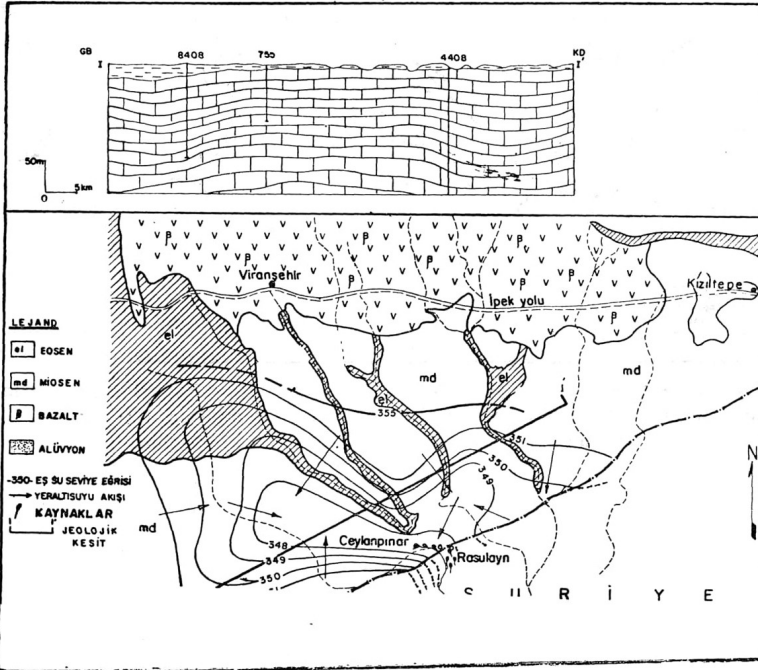
BİBLİYOGRAFYA

- 1 D. J. BURDON, C. SAFADİ: Ras-el-ain: The Great Karst Spring of Mesopotamia Journal of Hydrology, V. 1, No. 1, March 1963.
- 2 Etude Des Ressources En Eaux Souterraines De la Jezireh Syrienne, FAO/FS: 17/SYR.
- 3 Ceylânpınar Ovasının Yeraltışuyundan Sulanmasına Ait Plânlama Raporu, DSİ, 1961.
- 4 T. Yılmaz OLDAÇ: Ceylânpınar - Viranşehir Plânlama Kademesinde Hidrojeolojik Etd, 1967.



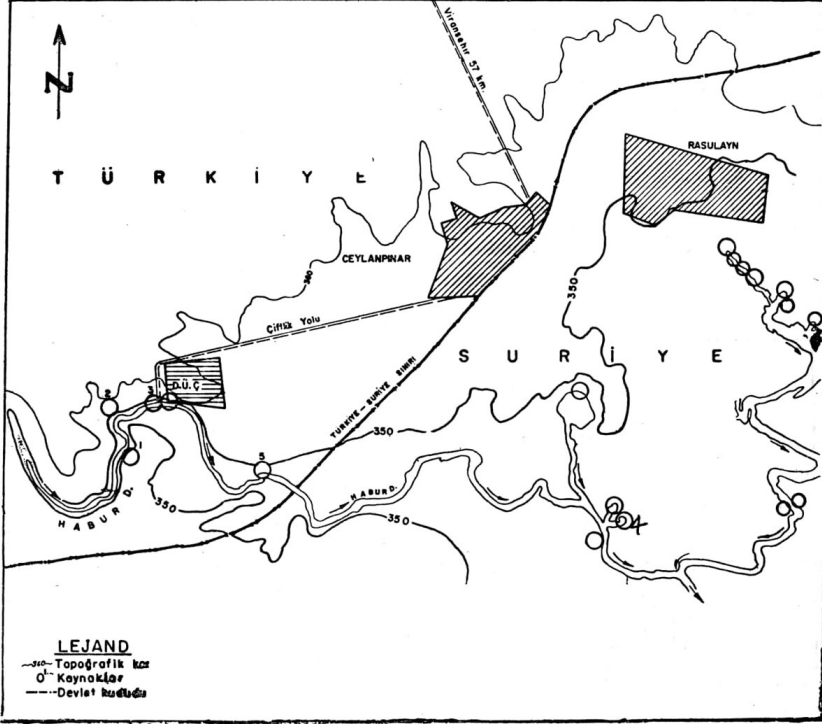
Şekil: 1 — Kaynakların bulunduğu Ceylanpınar ve Rasulayn.

Figure: 1 — Location map of Ceylanpınar and Rasulayn where springs occur.



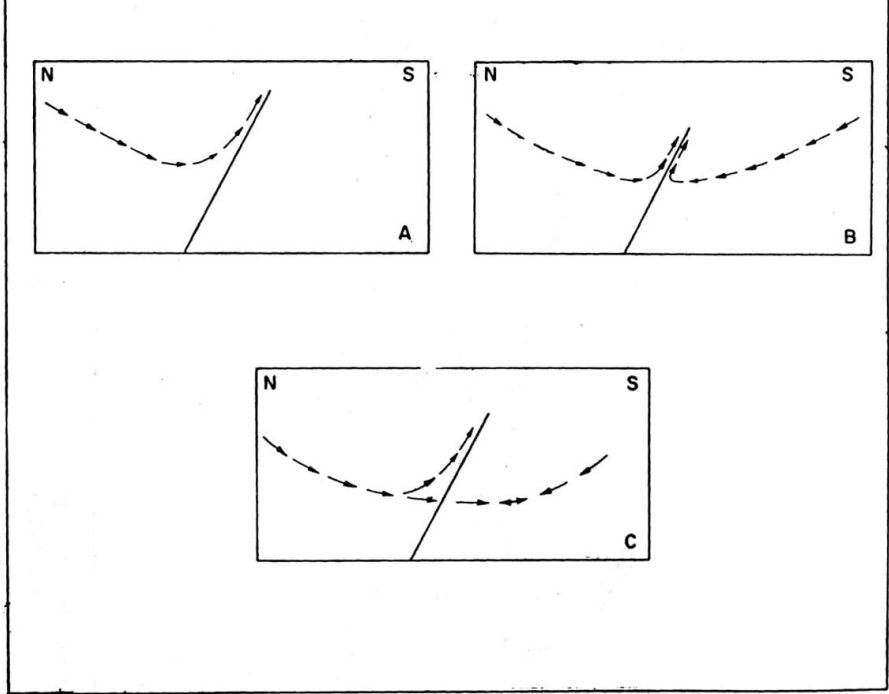
Şekil: 2 — Kaynaklar ve çevresinin hidrojeolojik durumu ve KD - GB yönünde alınmış jeolojik kesit.

Figure: 2 — Hydrogeological situation of environment of springs and geological cross-section taken in the direction of NE - SW.



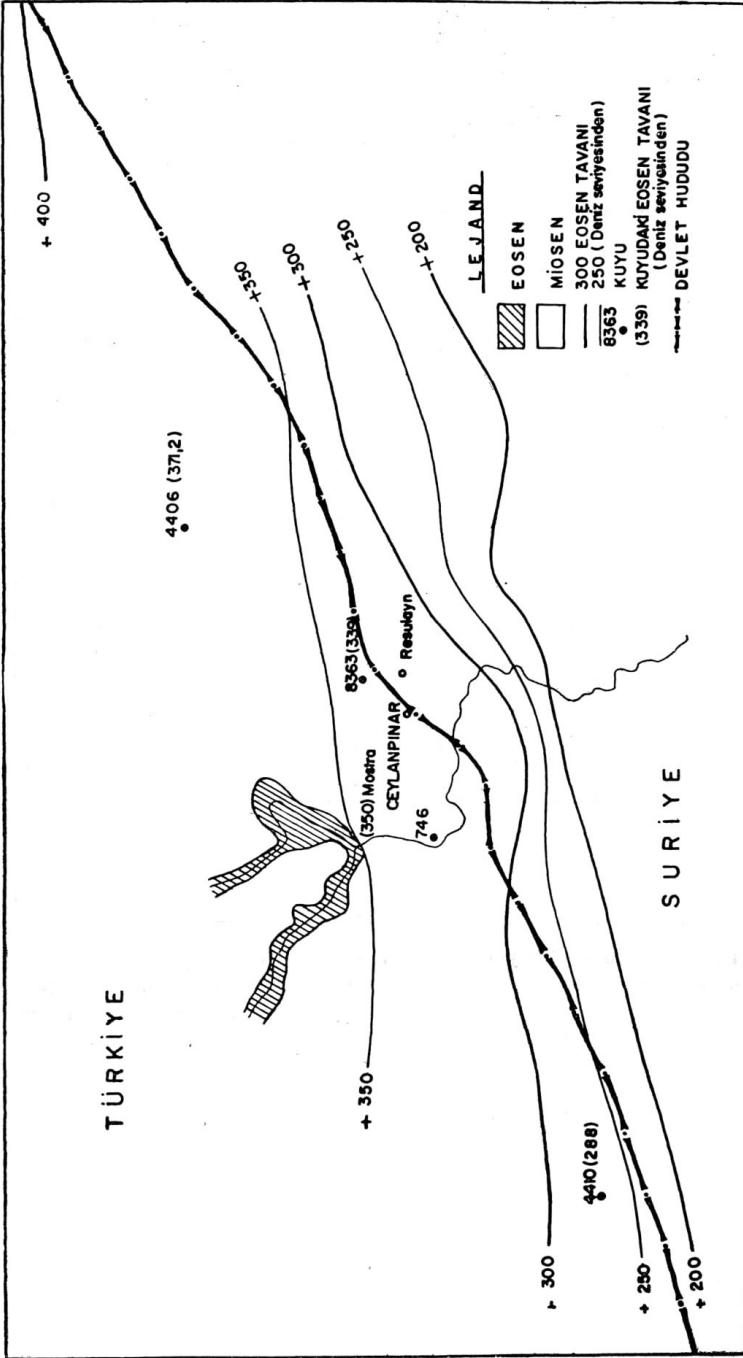
Şekil: 3 — Kaynaklar ve kaynakların çıktığı Habur yatağının genel durumu.

Figure: 3 — Habur, and springs which occur in the thalweg of Habur.



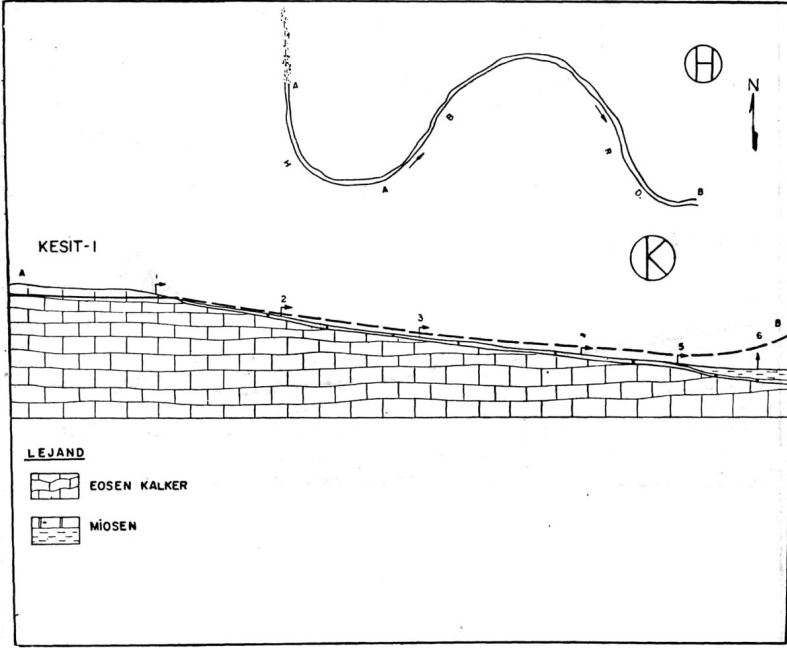
Şekil: 4 — D. J. Burdon'a göre yeraltısuyu ve fay ilgisi.

Figure: 4 — Relation between groundwater movement and inferred fault according to D. J. Burdon.



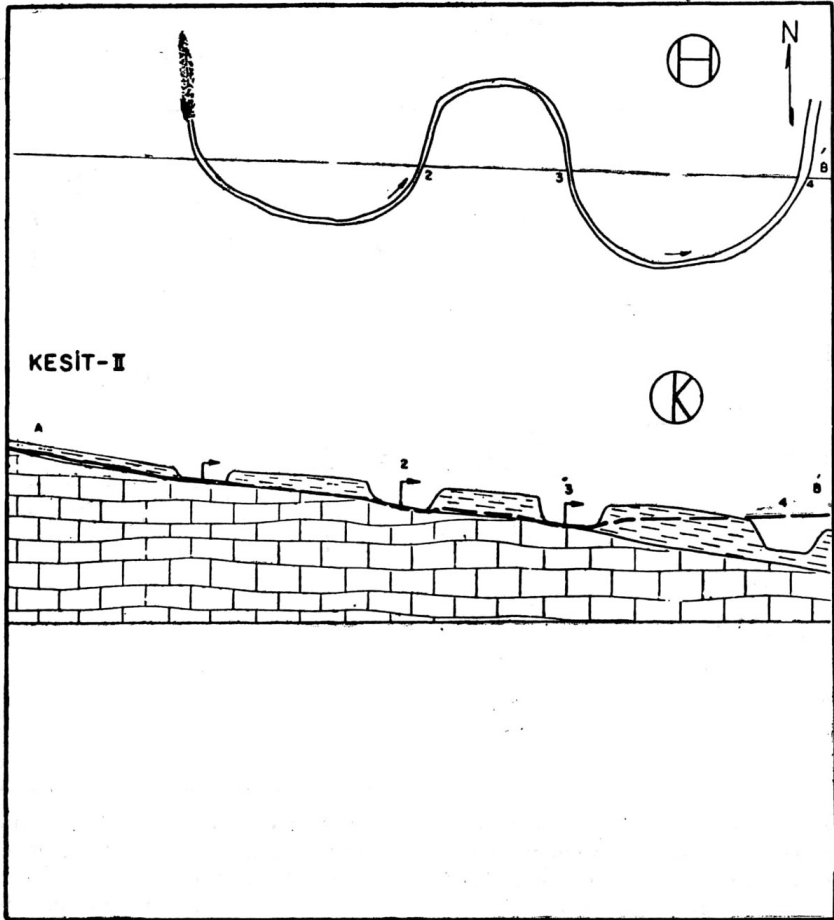
Şekil: 5 — Türkiye ve Suriye'deki Eosen tavan haritasının birleşmesiyle elde edilen yukarıdaki haritada, fay belirtisi olabilecek bir atım görülmemektedir.

Figure: 5 — Structural contour map of top Eocene based on the data of DSI and FAO report. There is no clue for a fault.



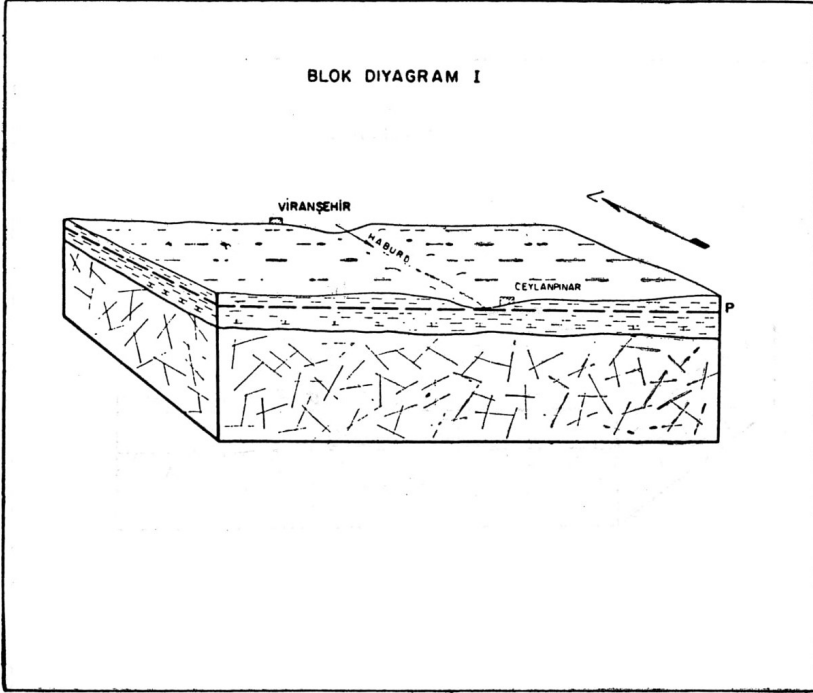
Kesit: I— A-B; Habur'un talveg'inde alınan bu kesitte kaynaklar, piezometrik seviye ve eosen Miosen ilgisi görülmektedir.

Cross-Section: I— A-B. This section taken along the Habur thalweg shows the relation between piezometric Level and Eocene-Miocene formations.



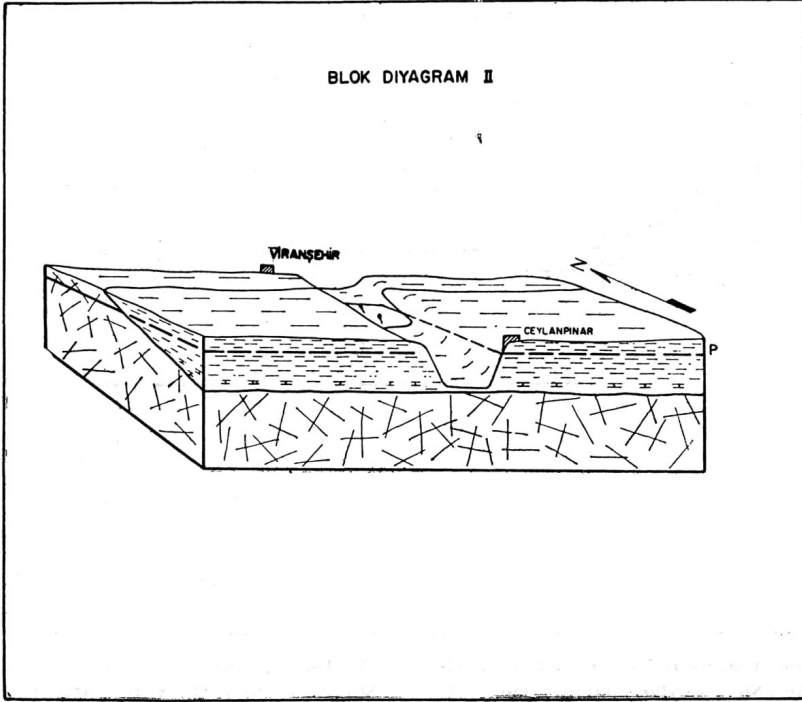
Kesit: II — A'-B'; Habur'u dört noktada kesen bu kesitte kaynakların çıktığı noktalarda piezometrik seviye alçalması görülmektedir.

Cross-Section: II — A'-B' This section intersects the Habur thalweg in four places. Piezometric Levels at discharge points draw down.



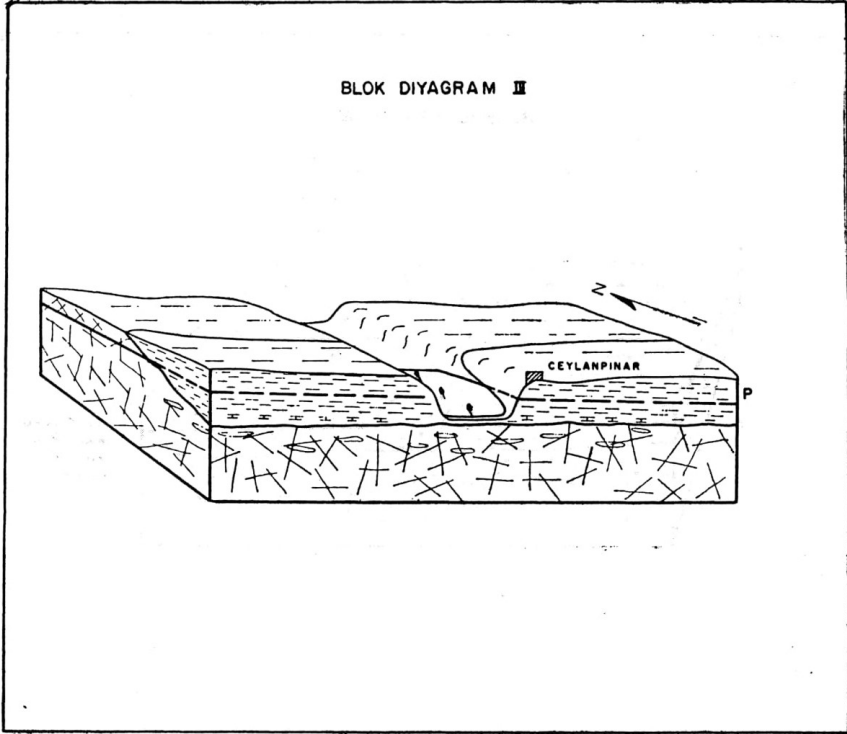
Blok Diagram: I — Miosen sonu Viranşehir - Ceylanpınar arasında çatlaklı Eosen, piezometrik seviye ve Habur'un ilk teşekküllü görülmektedir.

Block-Diagram: I — Schematic post-Miocene topography with Habur that forms; and Eocene Limestone with fractures between Viranşehir in the north and Ceylanpınar in the south. P is piezometric Level.



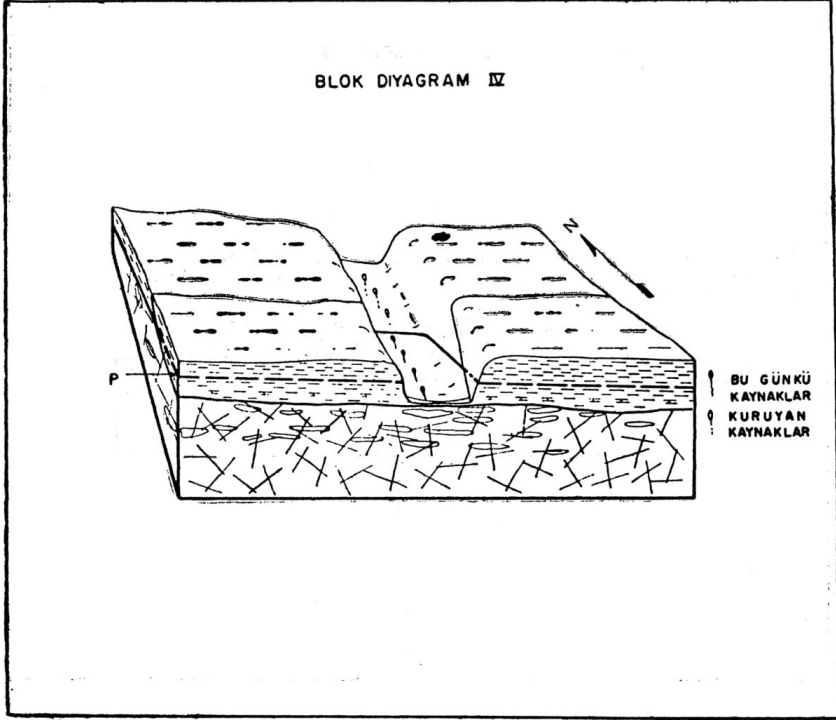
Blok Diagram: II — Bu safhada Habur, yatağını kuzeyde akifer tabanına kadar indirmiş ve ilk kaynaklar teşekkül etmiştir.

Block-Diagram: II — In this period Habur eroded its thalweg down to the top of Eocene in the north and first springs occurred here.



Blok Diagram: III — Miosen Habur içinde erozyonla daha güneye bugünkü Ceylânpınar yakınlarna kadar indirilmiş ve kaynaklar da güneyde teşekkül etmiş, kuzeydekiler ise kurmuştur.

Block-Diagram: III — Miocene was eroded in the thalweg further south near Ceylânpınar and springs moved further south too, the ones in the north dried.



Blok Diagram: IV — Bugünkü kaynakları ve kuruyan kaynakların karşısından görünüşü.

Block-Diagram: IV — Springs dried and springs present in the thalweg of Habur.

OCCURANCE OF THE KARST SPRINGS OF CEYLÂNPINAR - RASULAYN

T. Yılmaz OLDAÇ

State Hydraulic Works of Turkey, Ankara

The occurrence of the greatest karst springs of the world, situated in south-east Turkey, near the Turkish - Syrian border has not been studied in detail in Turkey. When the DSİ (State Hydraulic Works of Turkey) groundwater team was studying this area in summer season of 1967, these springs were a subject of interest. In this contribution the occurrence of these springs will be discussed.

GENERAL CHARACTERISTIC OF AREA

The springs are near the village of Ceylânpınar in Turkey and Rasulayn in Syria, which are just on the border. They are in a streambed called Habur (or Khabur) which carries seasonal water flow (Figure: 1). The surface water drainage area is about 7000 km², and extends in Syria to the Abdelaziz Mountains. In the north the highest peak is Karacadağ (1919 m). In the west the Tektek Mountains are surface watershed with Urfa - Harran Basin and in the east several hills divide the area from the Kızıltepe - Mardin Basin. In the area, there is only some unimportant basalt springs and Hanik from Eocene limestone in the north with 0,5 m³/sec. The largest water yield in the basin is Ceylânpınar - Rasulayn spring group with a flow of 42 m³/sec.

Mean temperature is 19°C and mean precipitation range from south to north between 300 – 700 mm.

The most interesting aspect of areal geography is the division of the area by four seasonal streams and their tributaries with the direction NW-SE and N-S. In (Figure: 2) it is seen that these streams start from the skirts of Karacadağ in the north and cross the area more or less parallel. The

seasonal streams which are called Circip (Djirdjip) by local people are in many places 50 - 70 m. in depth and becoming shallower in the south.

In these circips there is water during October-June, but none during June-October. The springs are situated inside one of these, Habur. Since the occurrence of the springs in these streambeds is of interest it will be discussed latter (Figure: 3).

GENERAL GEOLOGY

The stratigraphy of the area, accepted by geologists who studied it before the DSI team, was accepted by DSI geologists. But the formation contacts have been revised and changed some.

Stratigraphic units existing in the area are:

Eocene: Limestone

Miosene: Clay, marl and limestone

Pliocene: Basalt.

In the geological maps prepared before the DSI study, Eocene formation is plotted in the west and confined in one streambed only, but 1967 DSI geologists found that the other streambeds also have Eocene limestone. Either the samples from these beds or from the cuttings of the exploration well (40 m depth) which was drilled in same summer MTA paleontologists identified *Operculina Canalifera*, *Assilina Granulara*, *Alveolin* and some *Nummulite* species. As a result in comparing with the older geologic map it was that the Eocene formation covers a larger area but found closer to the surface. Miocene formation covers a smaller area but less thick.

Eocene limestone is the only formation which bears groundwater. It is locally chalky, compact and hard. It contains many fossils and is very suitable to be karstified. In Syria Eocene is described more or less in same¹.

Miocene formation, especially in the south, overlies Eocene limestone. It consists of marl, limestone, and red and green clay. Miocene

¹ Journal of Hydrology, Vol. 1, No. 1, pp. 66.

has a thickness of 40-50 m. near the springs. Toward the north it disappears and if it exists, it is very thin. Although it is mapped as Miocene the mantled area between the seasonal streambeds in the north lacking in outcrops, was accepted as mapped in the older geologic maps. In fact even if covered by Miocene, the thickness of it should be less than 10 m. since in the streambeds Miocene formation does not appear at all. In Syria Miocene is thin limestone, marl, shale, gypsum and overlain by Pliocene and Quaternary¹.

The cross section shown on the hydrogeologic map also shows the locality where the relative thin or not present Miocene area of the north, begins to thicken, reaching a thickness of 80 meters in the southwest. Miocene does not have any aquifer characteristics.

Basalt does not cover as large an area as shown in the older maps.

The geological structure is very simple. The Region is an Eocene limestone plateau having a gentle southerly dip starting from the B-W fault line in the north, toward the Turkish - Syrian border. In the north Eocene is overlain by basalt and in the south by Miocene.

GENERAL HYDROGEOLOGY

As it was mentioned before, the only aquifer is the Eocene limestone. Outcrop investigations and a loss of circulation and or dropping bit in drilling wells prove that Eocene limestone is a perfectly karstified. In the stream beds Eocene has many caverns and cavities. Pumping test results give the same information.

The isopiezometric water level map was drawn from, the data of 69 water wells. The general groundwater movement as shown by the map is toward the springs. In an area of a rectangular shape near the springs the hydraulic gradient is almost nil, but further away from the springs grows steeper. This indicates well developed porosity in the area near springs due to the groundwater circulation. The porosity is so well developed that the area may be described as "a subsurface groundwater lake". Radially outward from the springs the porosity decreases. Statitic groundwater depth decreases toward the springs, from 70 -100 m. in

the north to 15 - 30 m. near the springs. In Habur thalweg near the border it is at the surface. This is not only because of the hydraulic gradient but is also due to the topographic gradient. Where the Miocene is relatively a thick cover the groundwater is semiartesian but as Eocene outcrops it becomes phreatic.

Groundwater recharge occurs in large amount as inflow from outside of surface water drainage basin, in part from direct infiltration to the Bocen outcrop in the surface water basin and partly from the terrain in Syria (probably from the Abdelaziz Mountains); as indicated by the piezometric map.

Recharge to the springs was accepted by David J. Burdon and Chafik Safadi by either of three ways, considering inferred faults lying B-W direction²:

- 1 — From the north only;
- 2 — Both from the north and south;
- 3 — From the north only with some water passing under the spring toward Syria (Figure: 4).

It is our opinion that the springs are not due to a fault but the product of erosion. This will be discussed latter.

GENERAL DATA ABOUT THE SPRINGS

There are 18 springs, five of them are in Turkey and 13 are in Syria. In addition there must be very many seepages in the spring area. All of the springs are in the streambed of Habur. Habur flows from Viranşehir in the north to Ceylânşinar in the south, and then through Syria. It is a seasonal stream within about 50 km. north of the springs. The first spring occurs 3 km west of DÜÇ (State Breeding Farm) in Habur bed. From this spot to the south and into Syria, Habur has water in winter and summer. Other springs occur to east in Habur bed. The altitudes of the springs in Turkey and some in Syria are as follows:

^{1, 2} Journal of Hydrology, Vol. 1, No. 1, pp. 58.

TURKEY:

1. No	347.8
2. "	346.9
3. "	346.8
4. "	346.5
5. "	345.7

SYRIA:

1. Ayn Zerkan	347.4
2. Ayn Hassan	345.2
3. Ayn Zerga	344.2
4. Ayn Kibrit	344.3

(From FAO Report, pp. 31.)

All springs have altitudes under 350 m. and are confined two topographic contour of 350 m. The spring range in the Habur streambed and the topographic contours correspond well. It can be seen in (Figure: 3) that from the first spring to the border the area between two 350 m. topographic contours that outline the stream on both sides in Turkey the springs occur in a narrow ribbon like zone but in Syria they covers a larger area. As a result the springs in Syria have a higher yield and are in groups. The reason of this is the intersection of the groundwater surface with the land surface over a larger area in Syria. Total yield of the springs is about 42 m³/sec. The yield of the 5 springs in Turkey was only 0,8 -1 m³/sec in June 1967 and the remain by those in Syria.

Water quality of 17 springs, except that of Ayn Kibrit in Syria, is almost similar. Average temperature, anion, cation and conductivity amounts are as following.

TABLE: 1
CHEMICAL ANALYSES AND' TEMPERATURES OF SPRINGS
IN TURKEY AND SOME OF SYRIA

Springs	AynZerkan	Ayn Kibrit	Ayn Hassan	Ceylânpar Turkey
Catione:				
Ca	2.45	3.85	2.25	4.00
Mg	2.04	2.29	1.72	
Na	0.47	3.82	1.00	0.52
K	0.04	0.12	0.04	0.05
Sum	5.00	10.08	5.01	4.57
Anions:				
CO ₃	Nil	Nil	Nil	0.80
HCO ₃	3.80	4.63	3.77	1.02
SO ₄	0.91	Nil	0.68	2.39
Cl	0.30	5.07	0.50	0.36
NO ₃	Nil	Nil	Nil	
Sum	5.01	9.70	4.95	4.57
Conductivity				
E.C. X 106	410	1100	410	410
Temperature	21.2°	24.5°	21.2°	22.5°

OCCURANCE OF THE SPRINGS

It is hard to find any opinion about the occurrence of the springs in previous reports in Turkey. The important speculation about this matter is found in the contribution by David J. Burdon and Dr. Chafik Safadi printed in Journal of Hydrology March 1963 V. 1, No. 1 under the title of "The Greatest Karst Spring of Mesopotamia".

In this contribution the authors who studied the springs in Syria believed that the occurrence was due to E-W faults. It is understood that this conclusion is reached by depending on two clues:

1 — One of the springs, Ayn Kibrit, has a high content of free sulphur (Spring No. 4).

2 — The same spring has a temperature which is about 3° higher than the others, (Table: 1) and that the springs recharge happens either one of three ways described earlier by D. J. Burdon (Figure: 4).

From the study of the DSI team it has been concluded that these two clues may be something but not satisfactory to evidences of the presence of a fault.

1° — Ayn Kibrit spring is rich in sulphur while none of the other 17 springs have a high sulphur content. So Ayn Kibrit is positively different from others.

In this case, if a fault exists, only the sulphur rich spring Ayn Kibrit should be related to the fault, and other are not. Or Ayn Kibrit is not connected with fault either and sulphur content is due to some other reason which would be a separate study.

2° — The temperature of Ayn Kibrit is 3° higher than that of the other 17 springs. This difference is due to the exothermic activities of the sulphur bacteria in the water. Namely in this case high temperature is not evidence of a fault but is a result of bacteria action. This has been explained in the same contribution (pp. 89).

It was found that these clues are not enough to prove that the springs were products of a fault. The data obtained by the study of the DSI team in Turkish terrain of the basin indicate that the springs were not due to a fault either.

1° — No clue of faulting was obtained by geological and geophysical studies.

2° — From the location of the springs to the north and to the south the aquifer, Eocene limestone has not throw (vertical movement). Using the data from, DSI wells for Turkish side and FAO report for Syrian side, the structural contour map of Eocene is fitted each other on both sides of springs (Figure: 5).

3° — The range of the springs is generally in a E-W direction, but those in Turkey are all in the —S — shape Habur stream bed which is confined in by 350 m. topographic contour on either side.

4° — The piezometric map of the groundwater may be another clue that the springs are an erosion product. The isopiezometric contours encircle springs like that for a pumped well. The springs are actually a natural pump area.

In this case, if the springs are not a product of a fault then what?

In order to study the occurrence and the location of the springs, it is necessary first to study the paleogeography and paleohydrology at the same time.

As mentioned earlier the drainage area has been divided by the down cutting of four streambeds in the NW-SE and N-S directions. These streambeds which have a seasonal water flow are shown in the map as Eocene limestone (Figure: 2). But the areas between these streambeds are covered by impervious Miocene layers that thicken southward. The streambeds have a very thin Miocene cover within 2-5 km. of the Turkish Syrian border, due to the topographic gradient and erosion. It is evident that Miocene layers have been eroded in the eir-cips thalwegs from Viranşehir in the north to Ceylânpinar in the south. However southward the seasonal streams have not eroded the Miocene down to Eocene. Here are the springs.

In order to follow the occurrence of the springs it is necessary to find out the events following the Eocene. These events are explained by the Block Diagrams.

Block Diagram I. (No scale)

Eocene limestone which recharges the springs had a permeability and porosity resulting from weathering and tectonic activities after having been exposed. This porosity was less than that of at present but more homogeneous. Then came the Miocene environment during which the Miocene impervious clay, marl and limestone were deposited on the Eocene limestone.

As shown in the schematic block diagram I. the spring location on front face, a fracture system has developed in Eocene limestone and covered by impervious Miocene layers. In this stage the Eocene limestone was an aquifer at the head but had no discharge. Recharge was

from the outcrops in the north. As aquifer was full and had no discharge, all precipitation during that period was drained out by runoff. By erosion of this runoff Habur and the other circips would be formed gradually. Runoff at this period would be cutting down the streambeds and as there was no discharge from the aquifer, runoff would include the spring discharge of to-day; namely 42 m³/sec. discharge of springs of to-day would be included in the streamflow (as that periods discharge) which would flow in Habur and other circips. For this reason in that period the circips would run perennially. As a result of this the erosion force was much greater than that of to-day. In the diagram the watertable is shown as —P— and the aquifer would be under pressure.

Block Diagram II.

This is a later stage. Habur has a deeper thalweg. In this stage the Miocene impervious cover in the north was eroded, especially in thalweg, and became thinner in the south.

Eocene limestone which outcropped in the streambed extended further south than that outside of streambed. The first springs occurred of the Eocene-Miocene formations contact. Or the aquifer is under pressure and the lowest altitude of the topographic surface in the thalweg intersects the Eocene aquifer top here. The location of the springs of that stage would be much further northward, probably near Viranşehir of to-day where Eocene outcropped. The watertable was still above top of aquifer, but northward the aquifer was under water table conditions.

In this period as Habur's thalweg grew deeper, Eocene-Miocene formations contact in the stream bed moved southward, and as a result the location of the first springs moved southward also, naturally as new springs occurred further to the south, the springs in the north dried.

Block Diagram III

The situation explained above gradually developed toward the south and in the Recent the situation is shown by diagram III.

As Miocene was eroded southward, the location of springs moved nearer Ceylânpınar and Rasulayn. In this period Miocene was thin near Ceylânpınar and almost nil in the thalweg of Habur. The thalweg had a very thin Miocene layer, it was not enough to prevent the occurrence of

springs. The water table was lower and the area of free water table was larger than before.

Because of greater discharge, excessive circulation caused more porosity and the fractures became karstic caverns. Naturally this happened more or less in same way near the springs in previous stages (Diagram: I and II).

Block Diagram IV.

In this diagram movement of the springs southward in the thalweg and drying up spritigs in the north may be seen.

The conditions explained above can be followed in the cross sections.

Cross-Section I. (Schematic)

This is taken in order to show the situation at present in the thalweg of Habur between the first spring in Turkey and the lowest one in Syria. The streambed bottom is covered by a thin probably limestone of Miocene. Springs occur in the streambed. In far south the impervious Miocene clay, marl is seen. The spring 5. occurs here. Theoretically spring 6. will occur in the future and the spring 1. will be dry. The water level has pressure southward from the spring 1., and is free northward.

Cress-Section II. (Schematic)

This section taken at same place but in order to cross Habur thalweg at different points. The relation between Habur and Eocene Miocene can be seen here. In the springs 1., 2. and 3. Miocene impervious layers were eroded but in 4. impervious layer has not been eroded yet and no spring oecured.

In the both cross-sections the water table in the portion where Miocene or Pliocene is thick enough, is higher. This is probably because of the recharge from Abdelaziz Mountains in the south in Syria. Actually wells in Syria have enough pressure to prove this case.

CONCLUSIONS

In the geological period between Eocene-Recent there has always been

a system of springs which has moved southward in the thalweg of Habur. There would be a great difference between the discharges of the first, and the last stages of the springs. If first spring in the north would have a yield of $1 \text{ m}^3/\text{sec}$, further south $5 \text{ m}^3/\text{sec}$, much further south $10 \text{ m}^3/\text{sec}$ and to-day the furthest south $42 \text{ m}^3/\text{sec}$. In a further geological period the springs of to-day will move southward and have greater yield. But the thickness of the covering layers will control and stop it somewhere down stream. In older geologic stages all of the springs were in Turkey in the future they will all be in Syria.

Finally it can be said that the springs are not due to a fault but erosion that causes topography and the water table intersect in Habur thalweg. As a result of this, the springs range in the —S — shaped Habur. There are no springs in the cirrips lying in the east. Because erosion in these two did not reach the top of Eocene limestone. Actually the altitude in Habur where the springs are, is less than 350 m. above sea level, but in the cirrips in the east the lowest altitude is about 360 m. Consequently if erosions could reach in the streambeds lying in the east down to 345-350 m. above sea level, which is the water table altitude, the same kind of springs would be occurred here also. Or if Habur were in a different shape, direction, an thalweg but in the same altitude the springs would occur in the new thalweg also.

ACKNOWLEDGEMENT

The author thanks for the help of Fuat Öztepe, Geologist, and Türkân Giritlioğlu, Chemical Engineer, DSİ.

REFERENCES

- 1 D. J. BURDON, C. SAFADI: Ras-el-ain: The Great Karst spring of Mesopotamia Journal of Hydrology, V. 1, No. 1, March 1963.
- 2 Étude Des Ressources En Eaux Souterraines De la Jezireh Syrienne, FAO/FS: 17/SYR.
- 3 Ceylânpınar Ovasının Yeraltısuyundan Sulanmasına Ait Plânlama Raporu, DSt, 1961.
- 4 T. Yılmaz OLDAÇ: Ceylânpınar - Viranşehir Plânlama Kademesinde Hidrojeolojik Etüd, 1967.

TERMONÜKLEER PETROL

Muammer ÇETİNÇELİK

Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü, Ankara

ÖZET. — Bu yazıda, atom enerjisinin barışçı maksatlar için kullanılması programı dahilinde uygulanan yeraltı nükleer patlamalarıyla petrol ve tabii gaz üretimi konusunda dünyada yapılan muhtelif denemeler ve çalışmalar gözden geçirilmektedir.

ABSTRACT. — **Thermonuclear Petroleum.**

The rivalry between atomic energy and petroleum is a topical subject which occupies the minds of many. This, however, does not worry petroleum producers at all, because the nuclear energy is always at the service of the oil industry at present. For example: Geophysical prospecting, drilling, acidizing control, pipe-line transportation, radiotracers and also process control techniques common to the refining industry. Since 1957, more than 200 underground nuclear explosions have been detonated by the U.S. Atomic Energy Commission for a variety of experimental programs. Each has contributed data useful in developing nuclear techniques for petroleum recovery. Explosive effects have been measured in several rock types to record the benefits (rock fracture and breakage) and the hazards (ground shock and radioactivity), and predictions for future experiments can be made with great confidence. The effects of nuclear explosions desirable for petroleum applications all come from the reaction of rock to the explosive energy. Upon detonation of the explosive, a contained cavity is formed in between 0.1 and 0.3 seconds, and rock fracturing occurs, extending three to five cavity radii from the detonation point. The cavity collapses, usually between a few seconds and a few hours after the explosion. Containment of the underground cavity can be determined by the size of the explosion and its depth required for containment. The first of three tests of nuclear stimulation in gas reservoirs. Project **Gasbuggy**, was fired in December 1967. Drilling into the nuclear-created cavity is now underway to determine the extent of the radioactivity in the gas and to check the predictions of increased productivity. These data will be useful for on shale applications. Also proposed to the USAEC are projects such as **Ketch** (an experiment to determine if a nuclear-created cavity could be used for gas storage). Project **Bronco**, an experiment in in-situ retorting of oil shale is in a state of advanced design and may be executed in 1970. In this 50-kt experiment, the chimney filled with broken rock will be ignited at the top. Downward migration of the heat will retort the shale and about 10^8 liters of oil will be pumped from the base of the chimney. The first underground nuclear explosion realized at the Nevada Desert, 19th September 1957, 100 km. north of Las Vegas

with the encouragement and initiative of the United States Atomic Energy Commission. The pioneers of these trials were two American scientists, Dr. Edward Teller and Dr. Willard F. Libby. Now with this purpose in mind, and acting upon a suggestion raised at a meeting of about 250 prominent personalities and technicians of the oil industry and scientists who met at Dallas, Texas, six years ago under the leadership of the USAEC, the U.S. has been trying to produce shale oil from rocks through atomic explosion. The quantity of the oil in those shale rocks is estimated to be about ten times (nearly 250 thousand million tons) as large as the oil which has been produced from wells since the days of Colonel Drake, and the latest idea in making use of these sources is to apply the atomic energy for this purpose. The specialists have called this type of petroleum to be produced —thanks to the enormous power of the nuclear energy— "**Thermonuclear Petroleum**". The oil brought up through drilling the ground to-day occupies small pores in the oil-bearing formation like water occupying small cells in a sponge. Oil is a mobile element. It often moves from the places where it comes into being to the well where it either gushes up or is withdrawn with motor pumps. It is assumed that the oil have migrated to the sponge-like cells from the "reservoir strata". The rock petroleum, on the other hand is in those cells which we call "reservoir rocks". Not all such cells, however, contain oil. It is probable that the oil they contained million of years ago subsequently migrated to the reservoir strata. There are extremely rich virgin oil-bearing shales in Colorado, Utah and Wyoming (USA), which are on the surface. Those reserves which contain 150 liters of oil and 70 cubic meters of gas per ton are estimated to be about 250 thousand million tons. Before the petroleum could migrate to the reservoir strata, their covering layers were worn away and the oil-bearing shales were exposed. The difference between reservoir cells and reservoir strata is that the former are of a microscopic size and would not allow the movement of the oil they contain. Consequently, it is impossible to produce that oil through drilling even if the shale rocks are on the surface. The only thing to do is to tear away the rocks using mining methods. Then they can be grinded and oil can be extracted under heat and pressure. This, however, is a costly operation and renders the method uneconomical compared with the more conventional methods. Therefore, such a process is not yet applied on a commercial scale. It will be used only when expenses would be justified, the experiments and studies, however, continue both from the technical and economic standpoints. A reserve of this kind was exploited in France some time ago and during the war (1940-1945) rock oil was produced at Norrtorp in Sweden with the initiative of a miner named Ljungstrom. In fact the petroleum extraction installations which the Americans will built at a cost of 30 million Dollars will be based on the patent of the above-mentioned Swedish engineer. Among the areas where such petroleum can be produced are Luxembourg; Greer River (Canada); Autun, Severac-le-Chateau, Creveney (France); Puertollano (Spain), Stanletville (Congo); Fushun (Manchuria); Estonia (Russia); Scotland; Würtemberg (Germany). In the production of petroleum

through underground nuclear explosions, use is made of atomic energy like dynamite. It is expected that the cost will be reduced in time through better adjustment of the explosive power. After the explosion, the oil is extracted from the demolished rock pieces. The cost of the petroleum to be obtained with this method will be as low as \$ 1.50 per barrel as opposed to \$ 3.25 per barrel of petroleum obtained through conventional methods. The shale oil is regarded as the oil reserves of the future at present. However, it is certain that when the rich reserves exploited with wells are exhausted, thermonuclear oil production will, no doubt, start at a large scale. The USAEC and U.S. Bureau of Mines constantly cooperate on the subject of thermonuclear oil production. For the experiments conducted so far, soft and porous shales containing clay have been selected. Now, experiments, will be made on the production of oil from harder shales. \$ 1.200.000 of the cost of \$ 2.600.000 of the subsequent atomic explosions suggested by the representatives of the world petroleum industry will be paid by the oil companies. The expenses incurred so far for this purpose exceed \$ 20 million. According to calculations of the U.S. Bureau of Mines, it will be possible to break and grind 300.000 tons of rock with a nuclear explosion of 10 kilotons. It is also estimated that 15-25 gallons of oil can be extracted from each ton of these rocks. One kilo tone is equivalent to the energy produced by the explosion of a thousand tons of TNT. For example, the energy produced by an underground atomic explosion of 20 kilotons is immensely great. One kilogramme of (Uranium-235) or (Plutonium-239) loses only one gramme of its weight during fission, i.e., breaking. On the other hand, the energy produced is equal to the energy produced by the explosion of 20.000 tons of TNT. Likewise, 230 million kilowatt hours of energy is obtained from the explosion of a normal atomic bomb of 20 kilotons and this equals 30 years working of a dynamo of 100 h.p. day and night. The project "Oil Sand" of the Americans which is included in the "**Plow-share**" programme, which is for the peaceful use of atomic energy, will be applied in the near future. These projects will be directed by the specialists of the Lawrence Radiation Laboratory at Livermore under the USAEC. Depending upon the nuclear explosives to be used for the production of **Thermonuclear Petroleum** the cost of the explosion will be about \$ 500.000 for one kt (kilotone), \$ 750.000 for 10 kt. and 1 million dollars for one megaton, i.e., explosion corresponding to the explosion of a million tons of TNT. According to the project, 15.900.000 liters of petroleum and natural gas will be obtained in such an explosion to be realized in Canada with a charge of 9 kts. In short; atomic energy and petroleum will not compete, but will rather, complement each other in the years ahead. Already there is ample evidence of this complementary relationship and one can confidently say that the **Thermonuclear Petroleum** to be produced through underground atomic explosions promises great hopes for the future. The potential problems in stimulation of oil and gas and the recovery of oil shale appear to be solvable and it should be possible to harness the energy of the nuclear explosive for peaceful applications in the very near future.

GİRİŞ

Nükleer silâhların keşfinden ve 1945 yılında Japonya üzerinde kullanılmasından bu yana, "Atom Çağı"nın yeryüzünü etkilemiş bulunduğu herkesçe bilinen bir gerçektir. (Barış için atom) çalışmaları ve uygulamaları, bir yandan sağlık alanında, beri yandan besinlerin daha mükemmel bir şekilde üretimini öngören alanlarda, endüstride kalite geliştirilmesinde ve prodüktiviteyi arttırmada insan aklını durduracak kadar mükemmel gelecek vadeden yenilikler getirmiştir. Ayrıca, dünyanın birçok ülkelerinde kurulmuş olan nükleer enerji merkezleri sayesinde, endüstri alanında büyük gelişmeler kaydedilmiştir. Ancak atom ve hidrojen bombalarının, insanlık hizmetinde sağladıkları en büyük başarı, yıllarca gizlendikten sonra, yeni olarak ortaya çıkmış ve dünyaya yepyeni bir devir getirmektedir.

Amerika Birleşik Devletleri ile Sovyetler Birliği arasında, yalnız yeraltı nükleer denemelerinin uygulanması şeklinde karşılıklı bir anlaşma imzalanmıştır. Bu anlaşma, ilk bakışta, atmosferi temiz tutmak, insanları radyasyon tehlikesinden korumak amacım gütmektedir. Zamanla, gerek Amerika, gerekse Sovyet Rusya, nükleer enerjinin etkilerini tesbit etmek gayesiyle, çöl olan bölgelerde, değişik güçteki atom ve hidrojen bombalarını patlattırmışlardır. Bu denemeler, yer altında, bugün de devam etmektedir... Ancak şimdiki bu çalışmaların gerçek amacı, nükleer gücü ölçmek değil, yeraltındaki tabii zenginlikleri, insanlık hizmetine sokmaktır. Kaydedilen gelişmeler, o kadar büyük ve dehşet vericidir ki, geleceğin insanların eline geçecek bunca enerji kaynakları ve zenginliklerin dünyamızı nereye götüreceğini, herkes, kendi kendine sormaya başlamıştır.

Nükleer patlamalar sayesinde, yeni petrol kaynaklarının yanısıra, dev tabii gaz kaynakları da ortaya çıkarılmaktadır. Fakat, bu durum petrol prodüktörlerini hiç de telâşa düşürmemektedir. Çünkü atom-petrol rekabeti diye bir şey yoktur. Bilâkis, atom her an petrol endüstrisinin hizmetinde ve yardımcısı bulunmaktadır. Öyle ki, radyoaktif maddeler gerek ışımaya kaynağı olarak ve gerekse trasör, yani izleyici olarak jeofiziksel prospeksiyon işlemlerinde, petrol sondajlarında, (pipe-line) boru hatlarının kaçak ve sızıntı deteksiyonlarında, asidite kontrolünde, rafinaj tesislerinde, petrol kraking'inin takibinde ve petrol ürünleri teknolojisine

ait çeşitli kimyasal reaksiyonların etüdünde geniş mikyasta kullanılmaktadır. Bugün artık geniş miktarda petrol ve tabii gaz, nükleer patlamalar sayesinde insanlık hizmetine sokulmaktadır.

19 Eylül 1967 tarihinde, Birleşik Amerika'da, Amerikan Atom Enerjisi Komisyonunun teşebbüsü ile "Las Vegas"ın 100 km. kuzeyinde, (Nevada) çölünde gerçekleştirilen ilk yeraltı nükleer patlaması, atom bombasının barışçı amaçlarla kullanılması yolunda yapılan büyük bir hamle olmuştu. Bu patlama denemesinin hazırlanmasında ve yapılmasında Dr. Willard F. Libby ve Dr. Edward Teller öncü olmuşlardır. O günden bugüne çeşitli proje ve programlar gereğince 200'den fazla derin çukur açılmıştır. Bu çeşitli test ve denemeler, petrol ekstraksiyonu ve gaz çıkartılması için gerekli şartların tâyin ve tesbitine imkân vermiştir.

10 yıl kadar evvel Amerika Birleşik Devletleri Atom Enerjisi Komisyonu Başkanlığında toplanan petrol endüstrisinin ileri gelen 250 kadar şahsiyeti ile bilim adamının müzakeresi esnasında ortaya atılan teklif üzerine Birleşik Amerika bir müddetten beri, "Şist Yağı" denilen (**Kaya Petrolü**)'nü nükleer patlama yapmak suretiyle bulunduğu tabakalardan çıkarmağa çalışmaktadır. Şistli tabakalarda mevcudiyeti bilinen petrol miktarının şimdiye kadar yeryüzündeki kuyulardan çekilmiş olan petrol miktarından çok daha fazla olduğu tahmin edilmektedir. İşte bu kaya petrolünü üretmek yolunda devam edegelmekte olan araştırma ve etüdlere en sonuncusunu, atom enerjisinden faydalanmak fikri teşkil etmektedir. Nükleer enerjinin muazzam kudreti sayesinde üretilecek olan bu tip petrole, uzmanlar "**Termonükleer Petrol**" adını vermişlerdir.

Bugün, sondaj kuyuları vasıtasıyla yeraltından çekilmekte olan petrol, yeraltında tıpkı suyun bir süngeri doldurması gibi hücrelerin küçük gözeneklerini doldurmaktadır. Petrol, hareket kabiliyetine sahiptir. Ekseriya teşekkül ettiği yerde kalmayıp, gözenekten gözeneğe geçerek, petrol kuyusuna intikal etmekte ve tabii olduğu şartlara göre ya kendiliğinden yüzeye çıkmakta veya pompalarla yukarı çekilmektedir. Petrolün süngere benzettiğimiz bu hücrelere, hazne tabakadan hicret etmiş olduğu kabul edilmektedir. Kaya petrolü ise, (hazne taşı) veya (hazne hücre) adını verdiğimiz hücreler içindedir. Fakat petrol için kaynak kabul edilen bu hücrelerin hepsi petrol ihtiva etmez. Milyonlarca yıl evvel petrol ihtiva etmiş olması muhtemel olan bu hücrelerden petrolün belki normal olarak yavaş yavaş hazne tabakalara intikal etmiş olduğu da düşünülebilir.

Birleşik Amerika'da Colorado, Utah ve Wyoming eyaletlerinde henüz el sürülmemiş zengin petrol ihtiva eden şistli tabakalar vardır ve bu tabakalar yüzyededirler. Petrol, bu kaynak tabakalardan hazne tabakaya intikal etmeden veya edemeden, bunların üstündeki örtü tabakası yıpranmış ve hücreler, içlerindeki petrolü muhafaza ederek yüzye kalmıştır. Hazne hücrelerle hazne tabakalarının mühim farkı, bu hücre mesamelerinin son derece küçük oluşu ve içindeki petrolün hareketine asla imkân vermeyip, bu petrolü sızdırmayıdır. Dolayısıyla, ister yüzye ister yeraltında olsun, bir kuyu açmak suretiyle bu nevi petrolün üretimi mümkün değildir. Yapılabilecek yegâne şey, madencilik işletme usûllerinden faydalanarak, bu kayaları sökmektir. Bundan sonra ancak bunlar ufalanarak, hareket ve basınç uygulanması gibi izabe usulleri uygulanarak, ihtiva ettikleri petrol sızdırılabilir. Fakat çok pahalıya mal olan izabe işleminin zarureti, bu tabakalardan elde edilecek petrolün, sondaj vasıtasıyla yeraltından elde edilen ham, petrole kıyasen çok daha pahalı olması sonucunu vermektedir. Onun için de şimdilik şistli kayalardan petrol üretimi yoluna gidilmemektedir. Ancak, petrol ihtiyacının masrafı ikinci plânda bırakacağı hallerde bunlardan faydalanılacaktır. Fakat gerek teknik ve gerekse ekonomik yönden etüd ve denemelere sistematik bir şekilde devam olunmaktadır.

Bir vakitler Fransa'da da böyle bir petrol madeni işletmesi vardı, ikinci Dünya Savaşı esnasında da (1940-1945 yıllarında), Ljungström adında İsveçli bir madencinin teşebbüsü ile İsveç'te "Norrtorp" bölgesinde kaya petrolü üretimine muvaffak olunmuştu! Esasen Amerikalıların bu cins petrolü üretmek için kuracakları ve 30 milyon dolarlık tahsisatı gerektiren tesisler bu İsveçli mühendisin patenti sayesinde gerçekleştirilebilecektir.

Kaya petrolü üretilebilecek havzalardan bugüne kadar bilinenleri, dünyada şu memleketlerde mevcuttur: Green River (Kanada) ; Lüksemburg; Autun, Sévérac-le-Château, Creveney (Fransa) ; Puertollano (İspanya) ; Stanleyville (Kongo) ; Fushun (Mançurya) ; Würtemberg (Almanya); Estonya (Sovyetler Birliği).

Birleşik Amerika'da Utah ve Colorado bölgesinde bulunan kayaların beher tonununun 150 litre petrol ve 70 metreküp gaz ihtiva ettiği hesaplanmıştır. Buradaki kaya rezervlerinin toplamının 250 milyar tondan fazla

olduğu tahmin edilmektedir. Fransa'da "Creveney" bölgesinde bulunan sistlerin ise, 500 milyon metreküp civarında olduğu hesaplanmıştır.

Yeraltı nükleer patlaması ile petrol üretiminde atom enerjisinden kudretli bir dinamit gibi faydalanılmaktadır. Yani, atomik patlama yapmak suretiyle büyük kaya kütlelerinin ufalanmış bir halde sökülmesini sağlamak yoluna gidilmiştir. Zamanla, patlama kudretinin ayarlanması ile, masrafların mümkün olduğu kadar azaltılacağı da ümit edilmektedir. Nükleer patlama ile husule gelen kaya parçacıkları özel tesislerde ekstraksiyona tabi tutularak, ihtiva ettikleri petrol çıkarılmaktadır. Böyle atomik yolla üretilen petrolün maliyeti, ortalama olarak, varil başına 1.50 dolardır. Halbuki konvansiyonel metodlarla petrol üretiminde bir varil petrolün maliyeti 3.25 dolardır.

Bugün **Termonükleer Petrol** üretimi hususunda Birleşik Amerika'da, Amerikan Atom Enerjisi Komisyonu ile Amerikan Maden Bürosu devamlı olarak bilimsel ve teknik işbirliği yapmaktadırlar. Şimdiye kadar bu gaye ile gerçekleştirilen denemeler için mümkün olduğu kadar yumuşak ve gözenekli killi şist tabakaları seçilmiştir. Bundan sonra daha sert tabakalardan kaya petrolü üretimi için denemelere girişilecektir. Birleşik Amerika'da bu nevi petrolün nükleer patlamalar ile üretiminde, gereken 2.600.000 doların, 1.200.000 doları muhtelif petrol şirketleri tarafından karşılanmıştır. Amerikan Hükümeti bu sahadaki araştırmalar ve denemeler için 20 milyon dolar kadar özel bir tahsisat ayırmıştır.

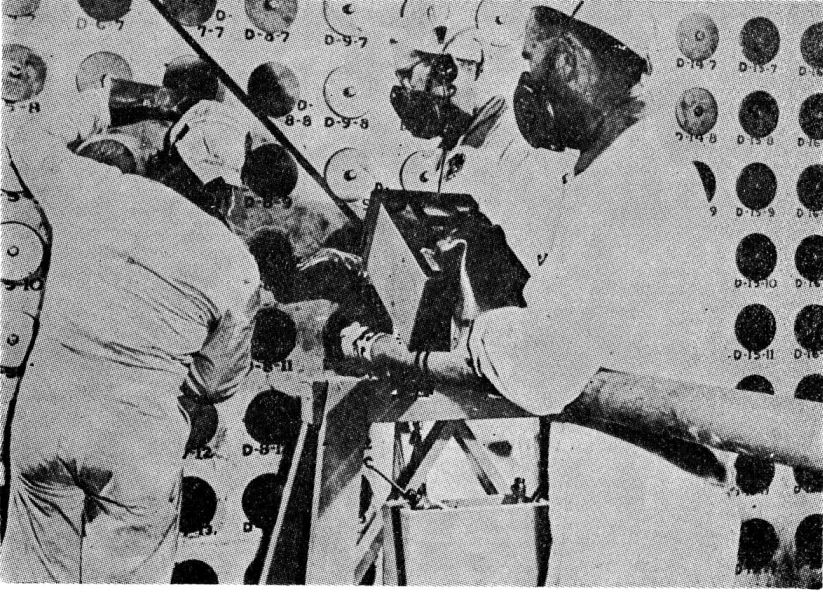
Amerikan Maden Bürosunun hesaplarına göre; 10 kilotonluk bir nükleer patlama ile 300.000 tonluk bir kaya rezervi parçalanabilir. Bu kayaların beher tonundan da 15-20 galon petrol üretilebilir. 1 kilotonluk bir patlamanın vereceği enerji, 1.000 ton TNT (trinitro-toluen)'in vereceği enerjiye bedeldir. Amerikan Atom Enerjisi Komisyonunun hesaplarına göre; 1 kilotonluk bir nükleer patlama 500.000 dolara, 10 kilotonluk bir patlama 750.000 dolara ve 1 megatonluk (yâni 1.000 kilotonluk) bir nükleer patlama ise, 1 milyon dolara malolmaktadır. Meselâ: Kanada'da 9 kilotonluk bir nükleer patlama ile 15.900.000 litre petrol ve tabii gaz üretilmiştir. Bu tip denemelere Avustralya'da da girişilmiş bulunmaktadır.

Bugün, Birleşik Amerika'da, Kaliforniya'da "Lawrence Radyasyonlar Lâboratuvarı"nın yönetiminde uzmanlar, bu "Termonükleer Petrol" konusunu teorik ve denel olarak (Plowshare) programı dahilinde incelemek-

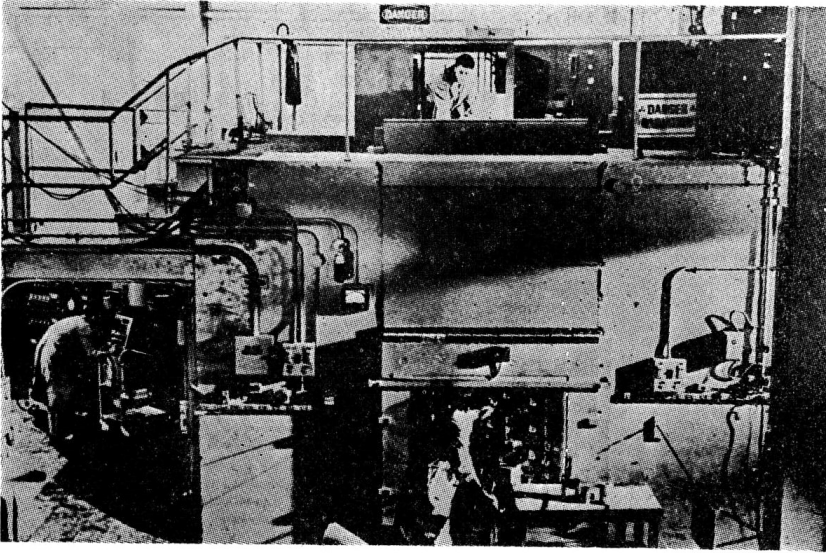
tedirler. Meselâ, bu programa dâhil Gasbuggy denemesinde, 1300 metre derinlikte 26 kilotonluk bir nükleer patlama, "Nouveau-Mexique"de (San Juan) bölgesinde şistli tabakalardan tabii gazı rahatça çıkarmağa yaramıştır. Yine aynı programa dâhil **Ketch** denemesinde ise yeraltında geniş bir gaz rezervuarının açılmasına muvaffak olunmuştur. 1970 yılının ortalarına doğru gerçekleştirilecek olan **Bronco** projesinin uygulanmasıyla de yeraltında bitümlü şistlerin destilasyonu ile 10⁸ litre şist yağı boruyla yeryüzüne çıkarılmış olacaktır. 1969 yılının sonlarına doğru, Birleşik Amerika'nın Colorado eyaletinin kayalık bölgesinde, 3000 metre derinlikte yapılan 40 kilotonluk nükleer patlama ile tabii gaz üretimi mümkün kılınmıştır.

Özet olarak şunu söyleyebiliriz ki; atomik yeraltı patlamaları sayesinde üretilecek **Termonükleer Kaya Petrolü** ve **Gazı** gelecek için dünyanın enerji ihtiyacını karşılamaya yardım etmek bakımından büyük ümitler vadetmektedir.

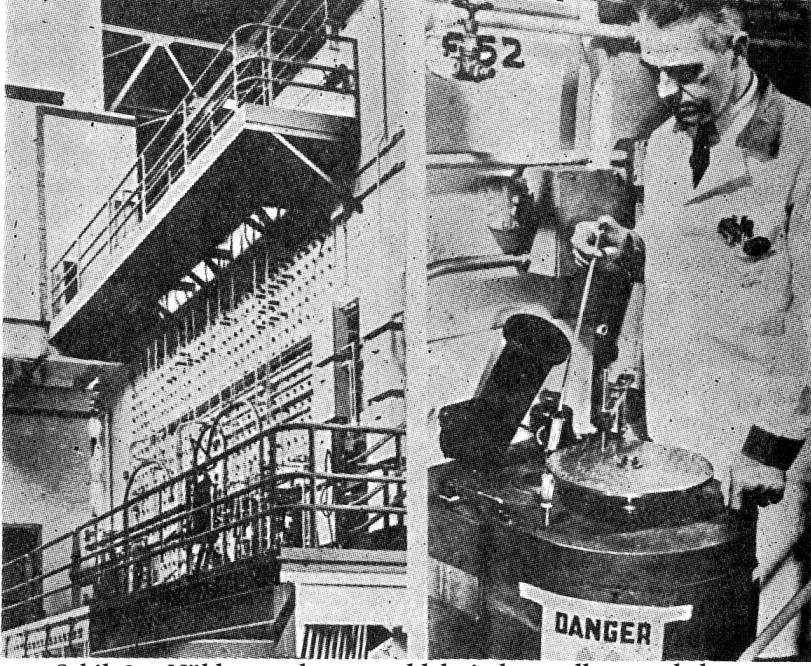




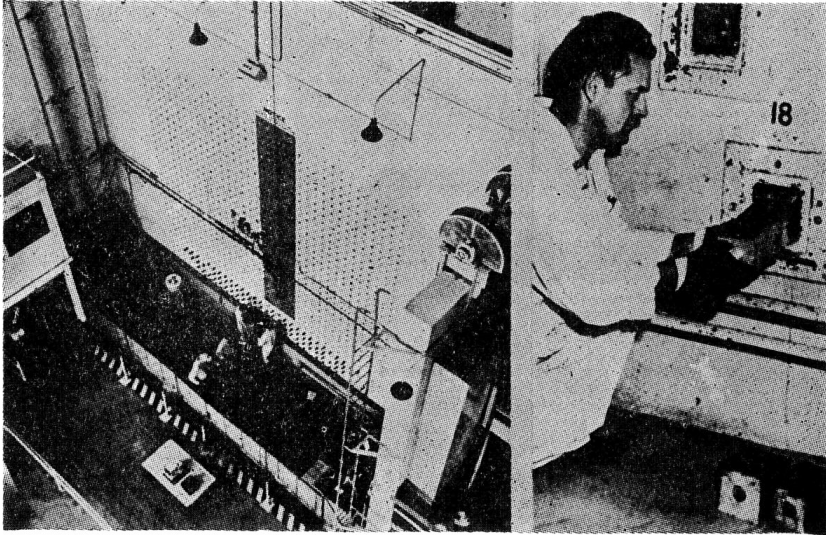
Şekil: 1 — Nükleer patlayıcıların hazırlanması işlemlerinden birisinde uzmanlar test yaparlarken...



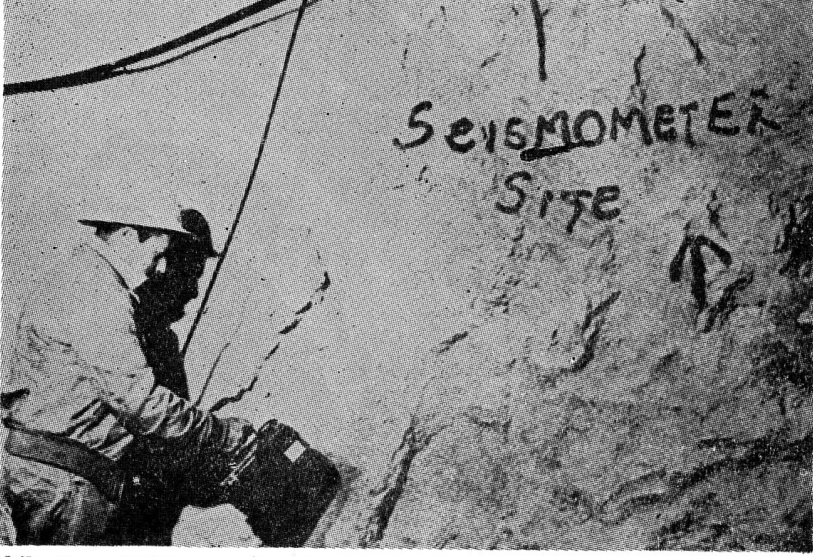
Şekil: 2 — Nükleer patlayıcıların hazırlanmasında yararlanılan bir izotop üretici atom reaktörü.



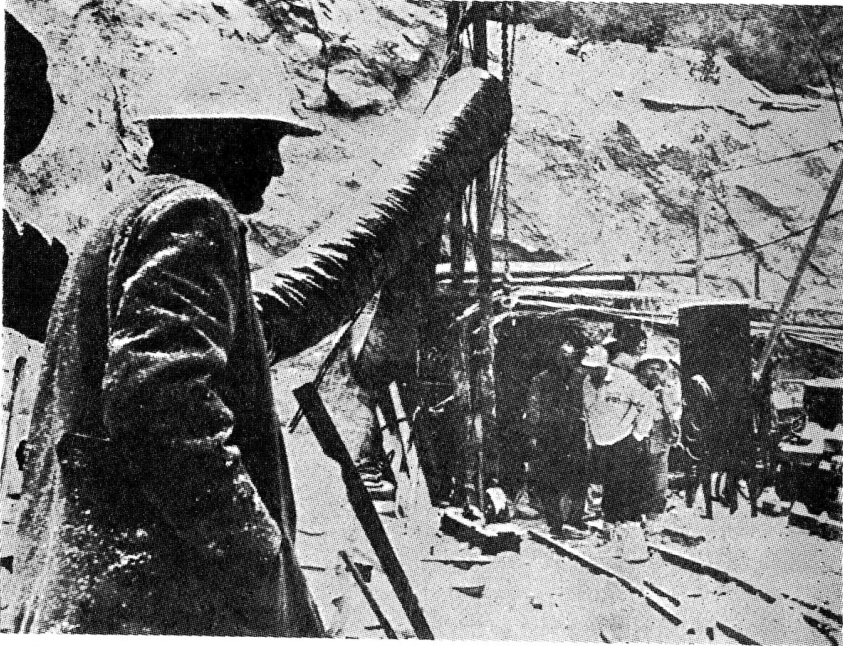
Şekil: 3 – Nükleer patlayıcı maddelerin kontrolları yapılırken.



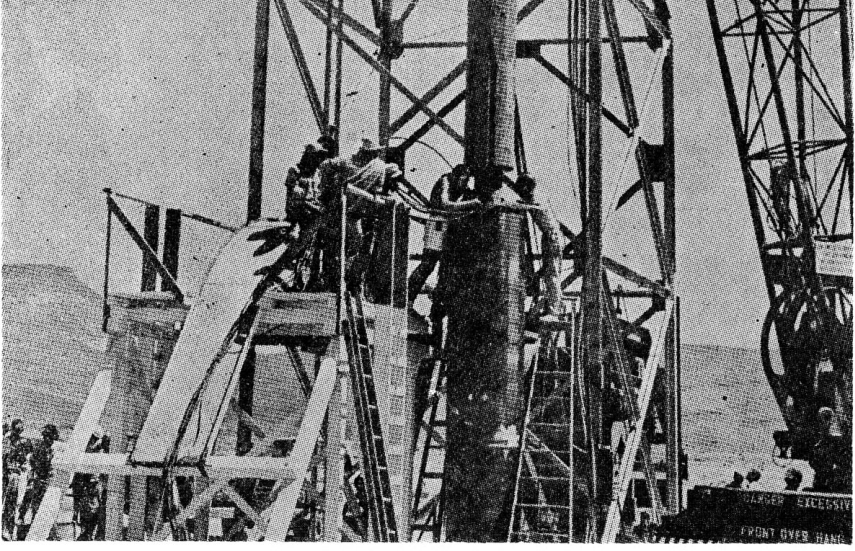
Şekil: 4 – Nükleer patlayıcı maddelerin hazırlanma işlemlerinden diğer bir görünüş



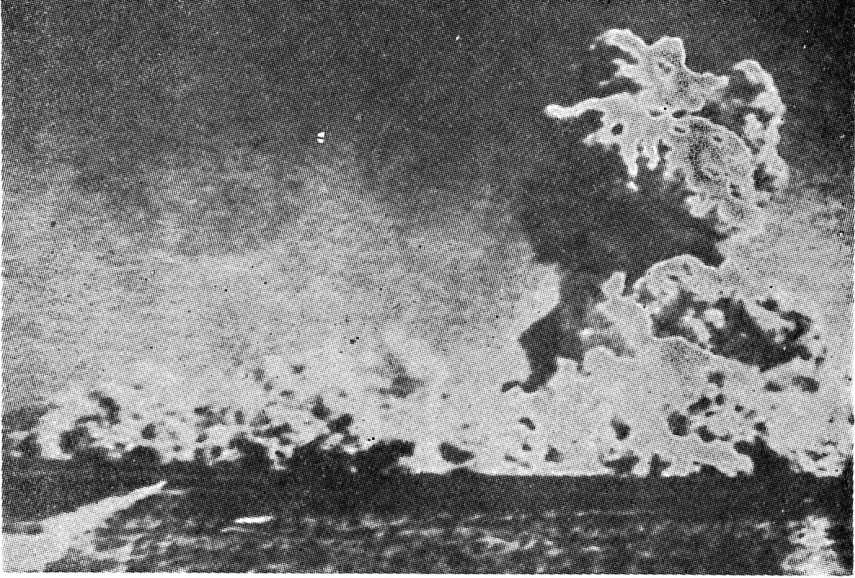
Şekil: 5 — Nükleer patlamaların yapılacağı sahaya gerekli ölçü aletleri yerleştirilirken.



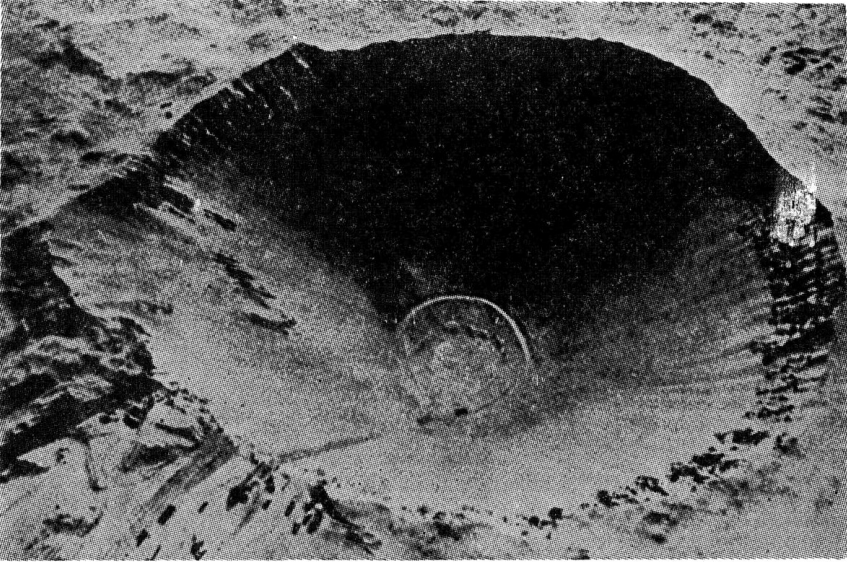
Şekil: 6 — Yeraltı nükleer patlaması için açılan bir galerinin görüntüsü ve son hazırlıklar.



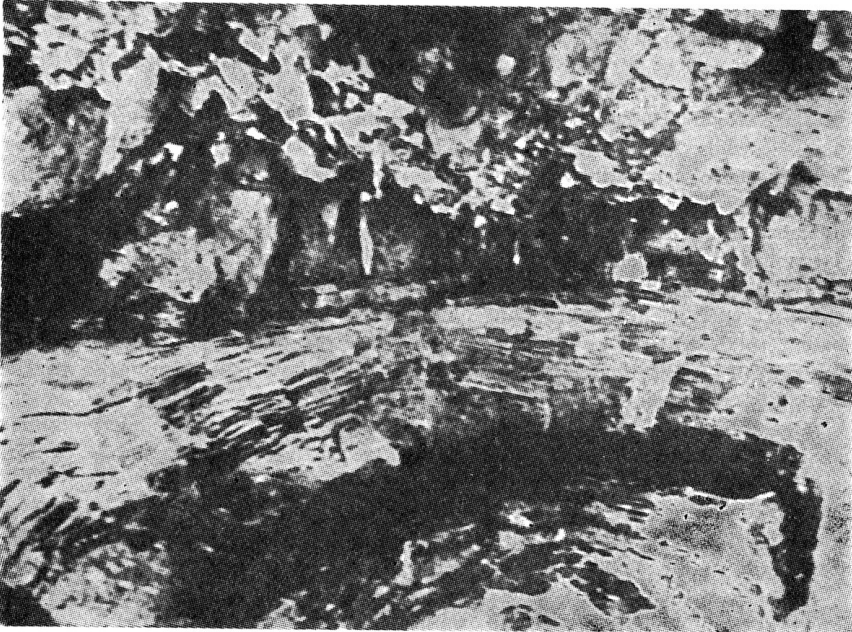
Şekil: 7 – Bir yeraltı nükleer işlemi için 100 kilotonluk bir termonükleer patlayıcı ve ilgili deneme teçizatı ateşleme çukuruna indirilirken.



Şekil: 8 – Alüvyonlu bir çölde vukubulan 100 kilotonluk bir nükleer patlamanın tezahürü.



Şekil: 9 – Alüvyonlu bir çölde 193 metre derinlikte vukubulan 100 kilotonluk bir nükleer patlamamın husule getirdiği bir kraterin görünüşü.



Şekil: 10 – Bir tuz dağında, 3 kilotonluk bir nükleer patlayıcının açtığı kovuk.

KUZЕЙ ANADOLU TAŞKÖMÜR HAVZASI (Tektonik Yapısı)

Mahmut Şükrü GÖK
E.K.İ., Etüd-Tesis Müdürlüğü, Ereğli

ÖZET. — Kuzey Anadolu Taşkömür Havzası hakkında hazırlanmış olan bu yazıda havzanın kısa tarihçesinden bahsedilerek 100 senelik bir devrede (1865-1965) havzadan 176.515.113 ton tükönan kömür istihsal edildiğı, havzanın yayılma sahasının Türkiye yüzölçüsüne nisbetle %1,3 olduğı belirtilerek kömür havzasının coğrafik durumunun bir panoraması yapılmıştır. Buna paralel olarak havzada işletme ve arama hudutları ile işletme mıntıkları hakkında kısa malûmat verilmiştir.

Jeolojik durum ayrı bir konu olarak işlenmiş olup havzanın tabiî bir hudut olarak Filyos Çayı vadisi tarafından doğu ve batı kömür havzalarına ayırıldığı beynelmilel stratigrafik bölüme göre örtü tabakalarındaki pencerelerde karbon stamp-ları, örtü tabakaları da dâhil olmak üzere, katlara ait kısa izahatlarla yetinilmiş ve karbon tabakalarının ihtiva ettiği karakteristik bitki fosillerinin katlara yayımı ile ilgili bir cetvel verilmiştir.

Kömür havzasının tektonik yapısı özetlenerek bu konu ile ilgili problemler üzerinde durulmuş, havza tektoniğı ve yayılma sahaları ile ilgili yazılardan kısa özetler yazımıza aynen ithal edilmiştir.

Havzanın hiç olmazsa halen çalışmakta olan sahalalarının tektonik problemlerini çözmek ve istikbalde yapılacak plânlamalara ışık tutmak gayesiyle çalışılan yerlere ait tektonik gül diyagramları çizilmiş, havzanın tektonik yapısında kıvrılmaların iki safhada olduğı belirtilmiştir.

Batı Kömür Havzasına ait sıralanmış kesitler yardımıyla hem örtü tabakasının altında karbon arazisinin devamı imkânları, hem de gül diyagramları ile elde edilmiş tektonik yapının örtü tabakaları altında devamı imkânları üzerinde bazı görüşler ileri sürülmüştür. Mevcut donelerin ışığı altında da havzanın güneyinde aramalar yapıldığı takdirde örtü tabakalarının altında işletilebilir derinliklerde yeni rezervler mevcudiyeti imkânları tartışılmıştır.

Havzanın şimalinde deniz altında rezerv bulma imkânları incelenmiş ve denizaltı rezervlerinin azlığı belirtilmek istenmiştir. Fay istikametlerine göre çizilmiş olan gül diyagramlarına paralel olarak derelerin istikametlerine göre de gül diyagramları çizmek suretiyle yeraltı tektonik durumu ile yerüstü morfolojisi arasında bir bağıntı kurmak istenmiştir.

Genel düşünceler başlığı altındaki Türkiye ile dünya enerji kaynaklarından istifade durumu tetkik edilerek, Türkiye'nin yeri tesbit edilmiş ve Türkiye için yeni kömür rezervleri bulunması zorunluğı belirtilmeye çalışılmıştır.

Madencilik işinin riskli bir iş olması gözönünde tutularak aramalar için devlet yardımının lüzumlu olduğu ve Çatalağzı - Göbü arasında EKİ Müessesesince yeni bir ocak açılması ile ilgili çalışmalar yapılacağı belirtilmiştir.

Havzanın 1966 yılbaşı itibariyle 1.355.946 milyon ton rezervi olduğu, bunun %17'sinin görünür, %20'sinin muhtemel, %23'ünün ise mümkün rezerve tekabül ettiği belirtilmiştir.

GİRİŞ

Kuzey Anadolu Taşkömürü Havzası, ilk defa Ereğli'nin Kestaneci köyünden Uzun Mehmet tarafından Köseagzı mevkiinde Niren deresi yatağında 1829 yılında keşfedilmiştir.

1829 yılında Kömür Havzası keşfedilmekle beraber, 1848 yılına kadar herhangi bir işletme yapılmamıştır.

1848 yılından 1865 yılına kadar geçen zamanda havzadan yapılan tuvönan istihsal, senede 50.000 tonun üstüne çıkmamıştır.

1865 -1965,100 senelik bir devre içinde ise Havzadan 176.515.113 ton tuvönan kömür istihsali yapılmıştır.

COĞRAFİ DURUM

Kuzey Anadolu Taşkömür Havzası Karadeniz sahilinde Ereğli'den Cide'ye kadar uzayan sahada Kuzey Anadolu Pontid sıradağlarının bir bölümüne, yani 10.070 km²lik bir sahaya dağılmış vaziyette olup, bu saha Türkiye yüzeyinin %1,3'üne tekabül eder.

Kömür Havzasında Karbonifer arazisi Kretase tabakalarına ait kalker ve marnlarla örtülmüştür. Buradaki dik sahil umumiyetle Kretaseye ait bir antiklinalin kuzey kanadını teşkil eder. Yer yer Kretase örtü tabakasının aşınmasıyle karbon arazisi pencereler halinde mostra vermiştir.

Karbon mostralarının bulunduğu sahalar batıdan doğuya doğru sahil boyunca Armutçuk, Alacaagzı, Kirenlik, Kireçlik, Kozlu-Zonguldak, Göbü, Tarlaagzı - Amasra olup, sahilden iç kısımlarda Pelitovası, Pelitovası yakınında küçük sahalar (Çakraz - Geçgün - Arıtdere - Gegendere - Gürendere), Söğütözü, Azdavay, Karafasil ve Azdavay yakınında küçük sahalar (Kırmacı - Kozluyiran - Suğlayayla) mintakalarıdır.

Kuzey Anadolu Taşkömür Havzasında karbon arazisi mostralarının dağılışı ve bu sahanın tektonik haritası 1:500.000 ölçekli haritada gösterilmiştir.

Kömür sahaları içinde ve civarındaki topoğrafik durum Ereğli'den Pelitovası'na kadar derin olarak kesilmiş arazi tipinden dağlık tipe kadar, Söğütözü, Azdavay ve kuzeyindeki küçük sahalarda ise yüksek yayla sırtları ve vadileri şeklinde değişiklik gösterir.

Karafasil Azdavay'dan uzak olmamakla beraber topoğrafik bakımdan yüksek olup, Azdavay'dan sert ve dalgalı bir arazi parçasıyla ayrılmıştır.

Halen yapılmakta olan taşkömürü üretiminin % 92.81 Kozlu - Zonguldak penceresinden, %7.2'si de Armutçuk ve Kireçlik pencerelerinden yapılmaktadır. Memleketin artan enerji tüketimi göz önünde bulundurularak, ulaştırma bakımından müsait bir durum gösteren Tarlaağzı - Amasra penceresinde de yeni bir ocak açılmaya başlanmış bulunmaktadır.

Armutçuk ve Kireçlik mıntakalarından yapılan üretim 14 km.'lik bir demiryolu ile Ereğli limanına ve oradan da denizyolu ile; Kozlu - Zonguldak mıntakasından yapılan üretim ise demiryolu veya Zonguldak limanı vasıtasıyla denizyolundan, tüketim, yerlerine sevk edilmektedir.

Halen hiçbir çalışma yapılmayan Pelitovası ve bunun hemen güneyindeki sahalardan mevcut bütün kara ve denizyolu imkânlarından uzak olup, aradaki arazinin dağlık ve dik oluşundan ulaştırma imkânları nispeten zordur.

Halihazır demiryolu ve karayolundan uzak olmakla beraber, Söğütözü, Azdavay ve Azdavay civarındaki kömür yataklarına demir ve karayolları inşa etmek kolaylıkla mümkün olabilir.

İŞLETME VE ARAMA HUDUTLARIYLA İŞLETME MINTAKALARI

Kuzey Anadolu Taşkömür Havzası dahilinde halen Türkiye Kömür İşletmeleri (TKİ) Kurumuna bağlı Ereğli Kömürleri işletmesi (EKİ) Müessesesi faaliyette bulunmaktadır.

Bugün için Ereğli Kömürleri İşletmesinin işletme sahası hudutları, evvelce 1326 tarihli Tezkere-i Samiye ile tespit edilmiş olmakla beraber, sonradan 3867 sayılı Kanuna istinaden çıkarılan 1953 tarih 4/1922 sayılı kararnameyle, Tezkere-i Samiye hudutları baki kalmakla beraber, mezkûr kararname Ereğli Kömürleri İşletmesi istismar sahasını belirtmiştir. Bu saha hudutları haritada gösterilmiş olup, Kömür Havzası (1295) 1879 hudutları - Karadeniz sahili arasında kalan saha 650 km², Havza işletme hudutları - Karadeniz sahili arasında kalan saha 4500 km², M.T.A. Karbonifer Etüdüleri hududu - Karadeniz sahili arasında kalan saha ise 10.070 km²lik bir alanı kaplamaktadır.

(Ek - 2)
(1966)

KANDILLİ, ALACAĞZI, KOZLU - ZONGULDAK VE AMASRA FENCERELERİ REZERV TABLOSU

E.K.İ.

Bölge	Bölgeler	Görünür Ton	Muhtemel Ton	Mümkün Ton	Y e k ü n Ton
ARMUTÇUK	Görünür — 500	41.688.000			103.738.000
	Muhtemel — 850		62.050.000		
	Mümkün — 850				
KOZLU	Görünür — 425	17.014.000			316.448.000
	Muhtemel — 425		25.434.000		
	Mümkün — 1200			274.000.000	
ÜZÜLMEZ	Görünür — 200	26.390.000			102.642.000
	Muhtemel — 400		28.632.000		
	Mümkün — 1200			47.620.000	
AMASRA	Görünür — 100	88.487.000			194.300.000
	Muhtemel — 400		74.133.000		
	Mümkün — 1200			31.680.000	
KARADON	Görünür — 50	18.291.000			160.044.000
	Muhtemel — 150		22.153.000		
	Mümkün — 1200			119.600.000	
AMASRA	Görünür — 160	10.802.000			361.741.000
	Muhtemel — 360		25.639.000		
	Mümkün — 1200			325.300.000	
AMASRA	Görünür — 200	24.477.000			117.033.000
	Muhtemel — 200		38.387.000		
	Mümkün — 200			54.169.000	
Y e k ü n		227.149.000	276.428.000	852.369.000	1.355.946.000

E.K.İ. Müessesesi dört istihsal bölgesine ayrılmıştır. Bunlar da doğudan itibaren sırasıyla Kozlu - Zonguldak Karbon penceresinde Karadon, Üzülmöz ve Kozlu, Kireçlik ve Kandilli - Armutçuk pencerelerinde ise Armutçuk bölgeleridir. 1972 yılında üretim safhasına geçecek olan Amasra ocağı da beşinci bölge olarak hizmete girecektir.

Karadon Bölgesi:

İşletme sahası 35 km² olup, doğuda Çatalağzı'ndan, batıda İnağzı'na kadar uzanır. Bu bölge ayrıca doğudan batıya doğru Gelik, Karadon ve Kilimli istihsal bölümlerine ayrılmış olup, bütün bölge üretimi Karadon Transfer İstasyonuna gelerek, oradan bant vasıtasıyla 500 t/h yıkama kapasiteli Çatalağzı lavuarına sevkedilmektedir. Burada zenginleştirilen kömür doğrudan doğruya D.D.Y. vagonlarına yüklenmektedir. Yakın gelecekte bölgenin toplam üretimi —364 seviyesinden Çatalağzı kuyusuna getirilerek oradan doğrudan doğruya yerüstüne çıkarılıp Çatalağzı lavuarına verilecektir. Bölgeden 1965 yılında 1.669.694 ton satılabilir taşkömürü üretilmiştir.

Üzülmöz Bölgesi:

İşletme sahası 27.5 km² olup, Karadon Bölgesinin güney ve güneybatı kısmına yayılmıştır. Gelik sırtlan üzerindeki Kocaosman mevkiinden Zonguldak şehri içine kadar uzanır. Bu bölgede, doğudan batıya doğru Dilâver, Asma ve Çaydamar istihsal bölümlerine ayrılmıştır.

Bölgede 1965 yılında 1.273.091 ton satılabilir taşkömürü üretilmiştir.

Kozlu Bölgesi:

İşletme sahası 10.35 km² olup, Zonguldak şehrinin batısından başlayarak, Öküşne - Değirmenağzı mevkilerine kadar yayılmıştır. Bu bölge de İhsaniye ve İncirharmanı istihsal bölümlerine ayrılmıştır. Bölgeden 1965 yılında 1.130.194 ton satılabilir taşkömürü üretilmiştir. Kozlu ve Üzülmöz bölgelerinden üretilen tuvönan kömür EKİ'ye ait normal hat trenleriyle Zonguldak limanında kurulmuş olan 750 t/h kapasiteli lavuara getirilerek orada zenginleştirilmekte ve lavuardan çıkan lave kömür stoklan, doğrudan doğruya gemilere veya DDY vagonlarına yüklenerek sevk edilmektedir.

Armutçuk Bölgesi:

İşletme sahası 30.2 km²'dir. Ereğli kasabasına bağlı Armutçuk mevkiinde kurulmuş olup, ayrıca Kireçlik'te de küçük bir ocağı vardır. Bölge

Karadeniz Ereğlisine, 14 km/lik bir demiryolu ve ayrıca karayolu ile de bağlıdır. Bölgeden 1965 yılında 316.550 ton satılabilir taşkömürü üretilmiştir.

Burada üretilen taşkömürü Armutçuk mevkiinde bulunan 200 t/h kapasiteli lavuarda zenginleştirildikten sonra, DDY vagonlarıyla Ereğli limanına gönderilmekte ve oradan da tüketim mahallerine gemilerle sevkedilmektedir. Bu bölge üretiminin bir kısmı da Zonguldak kömürleri ile harman yapılmak üzere Ereğli Demir Çelik Müessesesi tarafından alınmaktadır.

Amasra Bölgesi:

Memleketin artan enerji ihtiyacını kısmen olsun karşılamak amacıyla, havza ocakları üretim kapasitesinin ikinci plân devresi sonunda (1972) 6 milyon ton satılabilir ulaşması öngörülmüştür. Müessesece talebin bir kısmının halen çalışan ocakların kapasitesini artırmak, mütebaki kısmının da yeni bir ocak açmak suretiyle karşılanması düşünülmüştür. Bununla ilgili olarak da ulaştırma imkânları ve yeni bir ocak açmak için yeterli derecede etüdlerinin yapılmış olması dolayısıyla Amasra'da yeni bir ocak açılması programa alınmış ve 1965 yılı sonlarında yeni ocak açılmasına başlanmıştır. Amasra ocağı faaliyete geçtiği zaman senelik satılabilir üretim kapasitesi 430.000 ton taşkömürü olacaktır.

JEOLOJİK DURUM

Karadeniz Ereğlisi ile Cide - İnebolu arasında uzanan Kuzey Anadolu Taşkömür Havzası jeolojik bakımdan çok komplike bir durum arz etmektedir. Sahayı kaplamış olan Pontid dağ silsilesi pek çok faylar ve kıvrılmaları ihtiva eden Paleozoik ve Mesozoik araziden ibarettir.

Kömür Havzası kuzey - güney istikametinde Filyos vadisinden geçen bir depresyonla tabii olarak iki kısma ayrılmıştır ki, P. Arni (5) tarafından Filyos vadisinin doğusunda kalan kısma **Doğu Kömür Havzası**, batısında kalan kısma da **Batı Kömür Havzası** ismi verilmiştir (Ek . 1).

Kuzey Anadolu Taşkömür Havzası işletmeye açılışından bugüne kadar geçen zaman zarfında, işletme bakımından değişik safhalar ve tekâmül devreleri görmüştür. Jeolojik etüdler bakımından bu hamlelere malesef uyulamamış ve ancak işletme safhalarına münhasır yer yer detay

jeolojik etüdler yapılabilmıştır. Umumî hatları itibariyle de bu havzayı tarif eden ve daha ziyade stratigrafik müşahede ve mülâhazaları iktifa eden bâzi eserler ortaya konmuş, fakat bu eserler de kömür mostralarının ve tektonik arızaların çevrelediği dar sahalara inhisar etmiştir.

Burada yaptığımız çalışmada biz de Havzanın jeolojik durumunun izahında en çok doküman bulunması dolayısıyla, özellikle Batı Kömür Havzası ve Doğu Kömür Havzasına ait Amasra mıntakasını, yani halen çalışmakta olan işletme sahalarını, ele almakla yetinmekle iktifa edeceğiz,

STRATİGRAFİ

Stratigrafik bakımdan havzada Paleozoik tabakalar Devonien Karbonifer ve Permien devri tabakalarından müteşekkildir. Mesozoik arazi ise yalnız Kretase tabakalarından ibaret olup, Trias ve Jura tabakalarının bulunmayışı Paleozoik arazinin Kretaseden evvel bir aşınma safhası geçirdiğinin bir delilidir. Fakat istisna olarak, literatürlerde Doğu Kömür Havzasından mevziî olarak Trias ve Jura arazisine de rastlandığı belirtilmektedir.

Misal olarak da, Karadeniz Ereğlisi'nin güneyinde Kretase tabakalarının Devonien, hattâ Silurien tabakaları ile diskordan vaziyette oluşu, keza Amasra'nın batısı ve İnebolu'nun doğusunda Devonien arazisinin yeryüzüne kadar çıkması gösterilebilir. Bazı yerlerde ise, işletme bakımından hiçbir ehemmiyeti haiz olmayan Alt Karbonifer Viseen kalkerleri Kretaseden önceki bu aşınmadan kurtulmuş vaziyettedirler.

Daha genç tabakaları teşkil eden Kretase tabakalarının aşınması, Karbonifer arazilerinin pencereler halinde mostra vermesini sağlamıştır.

Stratigrafik tasnife göre bu katların aşağıdan yukarı sıra takibedilerek, yerleri ve özellikleri şöyle özetlenmiştir.

DEVONİEN

Ereğli'nin güneyinde bulunan kalker ve grauvaklar Alt Devonien faunasını taşımaktadır.

Bartın dolaylarında mostra veren en eski teşekkül kırmızı şarap tortusu ve filim renkte demirli killi gre şistleri Alt Devonien arazisidir. Üst Siluriene ait olması da mümkün olan bu seri, Bartın çayı ağzının batı-

sında İnkumlugu'nda ve Kubana tepesinde küçük bir mostra halinde görülür. Görünür kalınlığı 250 m'den fazladır. Bunları fosilsiz kuarsitler takibeder. Bu kuarsit stratifiye kalker tevalisinin kalınlığı takriben 400 m civarındadır.

Orta Devonian Alt Devonienin üzerinde yer almakta ve esas itibariyle koyu veya açık renkli, kristalize kırıklı kalker ve dolemitik kalkerden ibaret bulunmaktadır. İnkum batısında kalınlığı takriben 360 m, buna mukabil Bartın çayı ağzı bölgesinde ise takriben 1200 m civarındadır.

Üst Devonien tabakaları bu civarda krinoidli kalkerlerden meydana gelmiş olup, kalınlığı 325 m ilâ 900 m arasında değişmektedir.

KARBONİFER

Karbonifer arazisi Ereğli - Zonguldak - Amasya Bölgesinde Alt Karbonifere bağlanan iyice tabakalanmış ve (üst kısmı da) korneenli boz kalkerlerle başlamaktadır.

VİSEEN

Batı Kömür Havzasında umumiyetle muntazam tabakalar arzeder ince taneli olup, renk mavi, siyah ve gri arasında oynar. Alt tabakalarda 10 cm kadar kalın silisli siyah şistler ve adeseler vardır. Kalınlığı belli değildir. Mostralarında ufak boksit yatakları mevcuttur.

Doğu Kömür Havzası Bartın civarında altta büyük kalınlıklar arzedenden koraylı, chertli dolomitik kalkerlerden, üstte de denizel kalker arakatlı deniz ve göl, şist ve greli şistlerden ibarettir. Burada Viseen kalkerinin konstrüksiyonla 1250 m kalınlık arzettiği görülmektedir. Kalker arakatlı en üst Viseen ise 180 - 320 m arasında kalınlığa sahiptir.

NAMURIEN (ALACAAĞZI)

Batı Kömür Havzasında Namurien killi şistlerden teşekkül eder. İnce taneli serisit (K mika) ihtiva eden greler ehemmiyetsiz ara tabakalar meydana getirir. Yalnız ince bir konglomeralı gre hariç başka konglomera bulunmaz. Ortalama kalınlığı Kandilli Çamlı'da 1100 m'dir. Asma'nın güneyinde de 850 m kalınlıktadır. Namurien içinde lamellibrans

(midyeler) ve makrosporlar bulunan tatlı su tabakalarını ihtiva eder. Asgarî 30 kömür damarı mevcut olup, bunlar ekseriya 15-20 cm kalınlığındadırlar. Kozlu'nun güneyinde Ali Molla damarında işletme yapılmış olup, Alacaağzı - Teflenli ve Kireçlikle işletmeye elverişli olabilecek nitelikte 18 kadar damar vardır. Zonguldak'ın doğusunda Göbü'de de Namurien işletilmeye elverişli damarlar ihtiva eder.

Amasra Bölgesinde Namurien kalker arakatlı safıkavi en üst Viseen şistlerinin üstüne gelen ince kaytanlı gre ve şistlerden ibarettir. Kestane ve muhtelif Karaali damarları bu teşekkül içindedir. Kalınlığı ise 300 - 600 m'dir.

VESTFALIEN (KOZLU SERİSİ)

Konkordan olarak Namurien tabakalarını takibeder. Gre ve konglomeralardan ve tâli derecede killi şistlerden tereküp eder. Kozlu - Zonguldak penceresinde Agop, Papaz, Kesmeli, Stefan, Büyük, Karaman-yan, Domuzcu, Taşbaca, Acenta, Mesoğlu, Lükiça, Milopero, Noemi, Hacımemiş, Sulu, Leonidas, Lui, Acılık, Venet, Piriç, Çay, Hacipetro ve Kürtşerif ismi verilen kömür damarlarını ihtiva eder. Bu pencerede Vestfalien A'nın umumî kalınlığı 650 m'dir.

Tarlaağzı mevkiinde incelmış olarak Çınarlı'da ve Amasra yakınında mevcuttur. Konglomera, gre ve şistlerden müteşekkil olup, kalınlığı 160-300 m kadar tahmin edilmektedir. Dökük damarları da bir yaştadır.

VESTFALIEN A (KILIÇ SERİSİ)

Kozlu - Zonguldak penceresinde bu seride konglomeralarla greler ufki ve şakulî vaziyetlerde birbiri içine girerek karışırlar. Killi şist hemen hemen hiç yoktur. Lâkin kalınlıkları değişen beş kömür damarı mevcuttur. Kozlu'daki Kılıç serisi damarları tavandan tabana doğru Ömerağa, Civelek, Süleyman, Topuz ve Büyük Kılıç damarlarıdır. Kozlu'nun güneyinde Vestfalien A Kılıç serisinin kalınlığı 600 m'dir.

Kandilli - Armutçuk'ta bulunan Vestfalien A Kılıç serisi de konglomera ve sert grelerden tereküp eder, şist hemen hemen hiç yoktur. Buradaki damarlar Küçük, Üçköylü, Boğmaoğlu Küçük ve Büyük damarları diye isimlendirilmektedir. Serinin burada kalınlığı 350 m'dir.

VESTFALİEN (B, C, D) (KARADON SERİSİ)

Batı Kömür Havzasında çok kalın çakıllı konglomeralardan tanınır. Bu çakılların çoğu magmatik taş çakıllarıdır. Kömür damarları arasında birçok gre ve killi şist arakesmeleri vardır. Karadon tabakalarında refrakter killeri de vardır. Bütün seri 450 m kalınlıkta olup, damarlarında işletme yapılmamaktadır.

Amasra'da Vestfalien B-C-D tabakaları konglomera, şist, gre ve refrakter killerden müteşekkildir. Katlar birbirinden ayrılmaz. Kömür damarları Göbü, Üst Kurudere, Tavan kalın, Ara ve Taşlı damarlardır.

Kalınlığı 550 m civarındadır ve en işletmeye müsait bir seridir. Azdavay civarında ise Karadon tabakaları yalnız killi şistlerden ibarettir.

VESTFALİEN E (STEPHANİEN VEYA PERMIEN)

Batı Kömür Havzasında Kozlu'da bazı kırmızı greler bu formasyona aittir. Bunlar batı kömür havzasında da Permien tabakalarının teşekkül etmiş olduğuna işaret sayılmaktadır.

Amasra'da Karadon tabakalarının üzerinde bulunabilen kırmızı ve yeşilimsi gre ve greli şistlerin, steril olmalarına rağmen, Permienne teka-bül ettikleri kabul edilmektedir. Kalınlığı 100 m, civarındadır (17). Doğu kömür havzasında fosilsiz Permienne ait olduğu kabul edilen kırmızı greler ve konglomeralar Karbonifer üzerinde diskordan olarak bulunurlar ve kalınlıkları yer yer 2000 - 3000 m'yi bulmaktadır.

ÖRTÜ TABAKALARI

Trias: Azdavay bölgesinde W. Grancy, kısmen maralı boz kalkerler tarafından temsil olunan Trias arazisinin mevcut olduğunu tespit etmiştir. Diğer kısımlarda herhangi bir teşekkül yoktur.

Jura: Bartın, Cide ve Daday arasındaki bölgede yine W. Grancy tarafından Jura arazisi de tespit edilmiştir.

KRETASE

Ereğli ile Cide arasında yer alan bölge iyi gelişmiş Alt ve Orta Kretase arazisi ile karakterize edilmiştir. P. Arni tarafından tespit edilen stratigrafik kesit şöyledir:

1 — Bu bölgenin tabam yukarı doğru "Sckrattenkalk"a intikal eden bir konglomeradan teşekkül eder (kalınlık 50 m).

2 — "Alt Sckrattenkalk" (rekviyaya kalker) Barremiene bağlanan kalın banklar halinde boz kalkerler ihtiva eder (Baremien) (kalınlık 0 kuzeyde 230 m güneyde 0 (100 m).

3 — Bunun üzerine Alt Aptien, yani kil ve marnın münavebeli bir şekilde teşekkülünden meydana gelen "İncüvez tabakaları" gelir (kalınlık 70 m).

4 — "Üst Sckrattenkalk" ve "Velibey greleri" yan intikal hadleriyle bağlanan iki fasiyestir; kalker Alt Sckrattenkalk'e benzer greler Üst Aptien'e bağlanmaktadır (kalınlık maksimum 450 m).

5 — "Yeşil gre" tabakalanmış yeşilimsi koyu renkli greler ihtiva eder (Alt ve Orta Albien) (kalınlık 100 m).

6 — Bu grelerin üstünde Üst Albien'e ait "Mavimsi killi marnlar" vardır (kalınlık 200 m).

7 — Üst Albien arazisi yukarıya doğru Senomanien flišine intikal eder. Bu flišin üst kısmı, Karbonifer ve Alt Kretaseden hâsıl olma unsurlardan müteşekkil bloklar ve klipler ihtiva eder (kalınlık 200 m).

8 — Üst Kretaseyi muhtelif renklerde silisleşmiş kalkerli killer ve greler teşkil eder.

TEKTONİK

Esas itibariyle Kuzey Anadolu Taşkömür Havzasını Paleozoik tabakalar ve bu tabakaları örten "örtü tabakaları" diye isimlendirilen genç örtü tabakaları teşkil etmektedir. Mesozoik tabakaların, yani genç örtü tabakalarının Barremien veya daha eski bir Kretase kaide konglomerası ile başlaması Permien, Trias ve Jura müddetince bölgenin su üstünde kaldığını göstermektedir. Bu durum Paleozoik ve genç örtü tabakalarının ayrı ayrı kıvrılmalarına sebep olmuştur.

Paleozoik arazideki kıvrılmalar ve faylar Kretaseden önce meydana gelmiş ve büyük bir şiddette kendini göstermişlerdir. Halbuki Kretase sonrası yükselmelerde arazi daha az ve sakin kıvrımlara sahne olmuştur. Şöyle ki; Paleozoik arazide mevcut Kozlu ve Iısu antiklinallerinin eksenleri arasındaki mesafe 4-5 km civarında olduğu halde, "Kandilli'nin güneyinde Kretasede mevcut bir antiklinal ve bir senklinalin eksenleri

arasındaki mesafe 8 km olarak hesaplanmıştır (15). Bundan dolayı Kretasede fazla faylanma husule gelmemiş, belki de Karbonifer arazisindeki eski faylardan bazıları zayıf zonlar olduğundan Kretaseden sonraki faylanma hareketlerine de iştirak etmişlerdir. Fakat bugüne kadar havzada yapılmış olan stratigrafik ve tektonik etütler Karbonifer pencerelerinden ileri gidememiştir.

Hal böyle olmakla beraber Kuzey Anadolu Taşkömür Havzasının istikbalde memleket ekonomisindeki yerini alabilmesi için aşağıdaki soruların şimdiden cevaplandırılması gerektiğine inanıyoruz.

Örtü tabakalarının altında:

- Karbon arazisi morfolojisi nasıldır?
- Aşınmalar ne gibi istikametlerde vuku bulmuştur?
- Prodüktif Karbonifer arazisinin yayılma sahaları nerelerdir?
- İşletilebilir damarlar ne vaziyette ve rezervleri ne kadardır?

Bu problemlere temas etmesi bakımından havzanın tektoniği ve yayılma sahaları hakkında birkaç özet burada tekrarlamakta fayda vardır.

Kozlu - Zonguldak penceresinde görülen faydalı H. Patijn şöyle hulâsa etmiştir (2) :

"Mıntakada dört tip fay ayırabiliriz:

- a) Midi fayı: Muhtemelen fayların en eskisidir ve başlangıcı Vestfalien zamanındaki çökmelere dayanmaktadır.
- b) Büyük kuzey-güney fayları: (Damlar ve Ömertarla). Bunlar antiklinal ekseninin teşekkülü esnasında büyük tazyikin bir neticesi olarak meydana gelmiştir.
- c) Köşegen fayları: Bunların âzami makaslama tazyik düzlemleri boyunca ufki atımları mevcuttur.
- d) Büyük doğu-batı fayları: Bunlar antiklinal eksenine paraleldir ve Kretaseden sonraki zamana aittir. Kretase hareketleri bu eski fay düzlemlerine uyacak şekilde vuku bulmuştur. Fakat bunu meydana çıkarmak çok zordur."

Kandilli kısmında örtü tabakasının altında Karbonifer arazisinin bulunuşu hakkında Prof. Dr. Melih Tokay görüşünü şöyle hulâsa ediyor (14) :

"Fikrimizce, Prodükatif Karbonifer Ereğli Bölgesinde, takriben Gülüç mansabı arz dairesinin yakın güneyinde kalan kısımlarda teşekkül etmemiştir. Bu bölgenin hemen güneyinde kömür araştırmaları yapılmasının lüzumsuz görülmesine mukabil, Kandilli bölgesinin istikbaldeki rezervini teşkil edecek olan güney senklinalinin yaygınlığı ve erozyona uğramamış damarların jeofizik metotlar ve sondajla tahkikinin önemi aşikâr olmaktadır. Jeofizik usullerle Kretase altında bulunması muhtemel Karboniferin mevcudiyeti Ereğli civarından başlanmak şartıyla ortaya konabildiği takdirde, bu teşekkülât doğu ve kuzeydoğuya doğru takibedilmeli, erişilir derinlikler bahis konusu olduğu kalkerde durun sondajlarla kontrol ve teyit edilmelidir."

Prof. Dr. Melih Tokay'ın savunduğu fikri teyit etmesi ve Kuzey Anadolu Kömür Havzasının istikbali bakımından büyük bir ehemmiyeti haiz olması dolayısıyla Dr. Necdet Egeran'ın "Ereğli -Zonguldak Kömür Havzasının yaygınlığı üzerinde jeolojik imkânlar" başlıklı yazısından (11) **Havzanın Yaygınlığı Hakkında Mülâhazalar** bölümünü burada aynen vermekte fayda mülâhaza etmekteyiz:

"Ereğli - Zonguldak Havzası Türkiye tektonik birliklerinden Pontidler'e dahil bulunmaktadır. Bu birlik Alp orojenezi sahası içinde Alpidlerin avant-fosse kısmına tekabül etmektedir. Buradaki hareketler Kretasede ve belki daha önce başlamış ve asıl Kretase sonrasında şiddetini göstermiştir. Karbonifer arazisi ile Kretase arazisi arasındaki diskordans kısmen Kretase öncesi hareketler ve kısmen de Kretase sonrası hareketler esnasındaki disharmonik iltivalanmadan ileri gelmiştir. Zira umumî hatlariyle Kretase örtüsü Karbonifer arazisiyle aynı iltivalanmayı göstermektedir. Ancak birincisi sert kalker tabakalarından, diğeri ise daha yumuşak şist - gre - konglomera serilerinden müteşekkil olduğundan iltivalanma bu sonuncularda daha şiddetli olmuştur. Bununla beraber hareket esasen fazla şiddette değildir ve burada büyük mikyasta şaryajlar bahis mevzuu olamaz. Ancak yatık iltivalarla bunlardan ileri gelen iltiva fayları görülebilmektedir. Bu cins faylardan en mühimi "Midi fayı" ismini taşıyan ve işletilmekte olan havzayı cenupta sınırlayan arızadır. Bunun cenubunda Alacağzı serisi dik veya ters yatımlarla kendini göstermekte ve daha cenupta Kretase örtü tabakaları durumu gizlemektedir. Fikrime göre bu örtü tabakalarının altında yeniden muntazam iltivalanmış prodükatif

Karbonifer serileri bulunabilir. Pontid tektonik birliği şeridi Bolu masifine kadar devam ettiğine göre Alp iltivaları bütün Pontidlerde ve daha bariz olarak bu bölgede cenuptan şimale doğru sürülmüş bulduklarından, tazyikin büyük kısmını, hâsıl olan "Midi fayı" deşirürü amorti etmiş ve bu arızanın cenubunda kalan Karbonifer araziye örtü tabakalarının belki nispeten sakin iltivalanmaya mâruz kalmasını temin etmiştir. Prodüktif Karbonifer arazisinin de bu sınıra kadar uzanması beklenebilir.

Binaenaleyh kömür havzasının gelecekteki araştırmalarında bu mühim nokta gözden kaçırılmamalıdır.

Bundan başka havzanın doğuya doğru imtidadı da çok mühimdir. Tektonik haritada görüldüğü gibi Karbonifer veya umumî olarak Paleozoik arazisi yer yer kendini göstermekte ve doğuya doğru devamlılığına işaret etmektedir. Bu kısımlar üzerinde bazan "kömür aflormanları da yer almaktadır. Fakat bunlar henüz esaslı araştırmalara sahne olmamıştır.

Paleocoğrafya mülâhazalarına göre kömür havzasını teşkil eden limnik-kontinental saha Karadeniz Boğazı Devonien arazisinden itibaren müşahade edildiği veçhile denizin doğuya doğru regresyonundan hâsıl olmuştur.

Şu halde doğuya doğru prodüktif Karboniferlerin alt serilerinin incelenmesi beklenebilir. Fakat bütün katların kömür tabakalarının yokolmasını icabettirmez.

Bu cihetten araştırmalar yapmak faydalı neticeler verecektir.

Bütün bu mülâhazalar gösteriyor ki, halen işletilmekte olan Ereğli - Zonguldak kömür havzası bugünkü işletme hudutları içine münhasır değildir. Gerek güneye ve gerekse doğuya doğru yaygınlık göstermesine jeolojik imkânlar vardır. Havzanın batı ve doğu kısımları birbirinin devamı olup aralarındaki arzanî alçalmalar bağlantısını gözden kaçırmaktadır. Regresyonun batıdan doğuya müteveccih oluşu doğuya doğru fasies değişikliğinin olabileceğini de göstermektedir. Nitekim Amasra ve Söğütözü iptidâi araştırmalarında bu kabil değişikliklere raslanılmıştır.

Netice itibariyle Ereğli - Zonguldak kömür havzasının yaygınlığım doğuda ve daha mühim olarak güneyde aramak icabeder.

Bu arada kratojenik safhaya ait şakulî hareketlerin doğurduğu normal fayların tesirlerini de gözden kaçırmamak lâzımdır. Zira kömür hav-

zasının dahil bulunduğu tektonik şeridin, kenar saha vasfını taşımakta olması sebebiyle, mühim kratojenik hareketlere sahne oluşu bedihîdir."

Havza tektoniği ile ilgili olarak Kozlu - Zonguldak penceresinde yapılan işletme sahalarında, bilinen dokümanların ışığı altında müphem noktaların aydınlatılması gayesiyle tarafımızdan da bir araştırma yapılmıştır.

Yaptığımız tetkikin esasını işletme esnasında yeraltında kesilmiş fayların istikametlerinin istatistikî metodla değerlendirilmesi teşkil etmektedir.

Karadon, Gelik, Üzülmez ve Kilimli'de kesilmiş olan 125 fay ve Kozlu'da kesilmiş olan 29 fay istikametlerine göre iki adet "Gül Diyagramı" çizilmiştir. Diyagramlardan, sahalarda bulunan fayların istikametleri bakımından 5 grup halinde toplandıkları ve bu 5 grup fay sistemlerinin iki ayrı safhada ayrı ayrı istikametlerde tesir eden kuvvetler dolayısıyla meydana geldikleri müşahede edilmektedir.

Gül diyagramı ile Kozlu - Zonguldak penceresi jeolojik haritası karşılaştırılmak suretiyle elde ettiğimiz sonuç şöyle hulâsa edilebilir:

1 — Birinci defa (5 No.'lu fay grubu) istikametinde gelen kuvvetler (N 15g W-S 15g E) Gelik antiklinal ve senklinalini ve bunlara paralel olarak doğu - batı istikametindeki fayları (2 No.lu fay grubu) N 75g E - S 75g W 1 inci safha kıvrılma fayları ve bu sistemin köşegen fayları olabilen N 35g ES-S 35g W faylarını meydana getirmişlerdir. 5 No.'lu fay grubu ise I inci sistemin çatlaklık faylarından ibarettir.

2 — İkinci defa gelen kuvvetler NE - SW istikametinde tesirlerini göstererek NW - SE istikametinde karbon arazisinde kıvrılmalar meydana getirmişlerdir (ki bu Strüktür W - E istikametindeki kesitlerde bariz olarak görülmektedir). Bunlarla birlikte bu sistemin kıvrılma faylarını ve köşegen faylarını da meydana getirmişlerdir. Kanaatimizce, ikinci kuvvet sistemi, hareket görerek kıvrılmalar ve faylar husule gelmiş bir araziye tesir etmiş olduğu için, bu sistemde kıvrılma fayları teşekkül etmemiştir.

Kozlu - Zonguldak penceresi Kozlu mıntikasında 29 fay istikametinden elde edilen gül diyagramı jeolojik harita ile mukayese edildiği takdirde, gül diyagramından elde ettiğimiz sonucu şöyle özetlemek mümkündür:

Burada da diğer kısımda olduğu gibi iki ayrı kuvvet sistemi tesir icra etmiştir.

Bunlar da:

1 — Birinci defa N Og - 40g E—S Og - 40g W istikametinde gelen kuvvetler Kozlu domunu meydana getirmiştir ki diyagramda görüleceği üzere bu kuvvetlerin tesiriyle meydana gelen kıvrılma fayları 2a, 2b ile köşegen fayları la, 1b yaygın birer fay zonları halinde teşekkül etmişlerdir.

2 — İkinci defa gelen kuvvetler N 135g E-S 135g W istikametinde gelerek N 35g E - S 35g W istikametinde bir kıvrılma ile bu sistemin kıvrılma faylarını (4 No.'lu fay grubu) ve köşegen faylarını (3 No.'lu fay grubu) meydana getirmişlerdir.

Bu gül diyagramları yardımıyla, Zonguldak - Kozlu penceresinde karbonifer arazisindeki fayların teşekkül nazariyesi ortaya çıkmış oluyor ki, bu sayede ocakta raslanan bir fayın istikametini tesbit etmek suretiyle gül diyagramına tatbik ederek tesbit edilen fayın tipi ve hangi kuvvetler tesisiyle teşekkül ettiği ve fayların birbirlerine nazaran yaş farklarını bulmak kabil olmaktadır.

Yukarıda kretase sonrası kıvrılmaların pek kuvvetli olmadığını belirtmeye çalışmıştık. Örtü tabakalarının aşınması dolayısıyla ortaya çıkmış paleozoik pencereleri ve paleozoik diyagramlarına tamamlayıcı bilgiler katmak gayesiyle Batı Kömür Havzası jeolojik haritası ve N-S; W-E kesitleri hazırlanmıştır.

N-S kesitlerinde Kozlu - Zonguldak penceresinde karbon arazisinin N'den S'e doğru 1 antiklinal ve bir senklinal strüktürü gösterdiği, (1 inci safha kuvvetleri tesiriyle) Maksut Panosu 3 kesitinde sıkışmanın en fazla olup ters dönmeye kadar vardığı görülmektedir. Ayrıca Kirenlik 7, Teflenli 8, Alacaagzı 9, Armutçuk 10, Kandilli 11 kesitleri de N-S istikametinde hep bir senklinal strüktürü aynı zamanda da bu kesitler istikametinde alçalıp yükselmeler yani (II nci safha kuvvetlerin tesiriyle) husule gelmiş antiklinal ve senklinal strüktürü göstermektedir.

Bütün bu kesitlerde, müşterek olan husus kuzeyde ve güneyde karbon arazisinin örtü tabakalarıyla örtülü bulunması ve örtü tabakasının da yayvan bir antiklinal strüktürü göstermesidir.

Kozlu - Zonguldak penceresindeki antiklinal Kozlu Antiklinali ve

senklinal ise Gelik senklinali olarak; Alacaağzı kesimi ile Kozlu arasında bulunan antiklinal İhsu antiklinali, onun güneyindeki senklinal ise Alacaağzı senklinali olarak isimlendirilmektedir.

Yukarıda sözedilen N-S istikametindeki antiklinal ve senklinallerle bu kesitlere dik istikametlerde görülen alçalıp yükselmeler dolayısıyla, gül diyagramlarında görülen iki ayrı kıvrılma sistemi birbirlerine benzetilmektedir. Bu husus bize Kozlu - Zonguldak penceresindeki strüktürün örtü tabakası altında da aynen devam ettiğini göstermektedir.

Daha evvelki nazariyeler (1) Alacaağzı ile Armutçuk arasında faylar tesiriyle Armutçuk'taki senklinalin kuzey kanadının Kozlu antiklinalinin güney kanadı olduğu mahiyetinde olmakla beraber biz burada Dilâver 2 kesiti ile Maksut Panosu 3 kesitini Alacaağzı 9 kesiti ile Kandilli 10, 11 kesitlerini mukayese etmek suretiyle Armutçuk'taki senklinalin Alacaağzı senklinaline tekabül ettiği ve Kandilli'nin güneyindeki mevhum senklinaline başka bir isim verilmesinin daha doğru olacağı kanaatinde olduğumuzu belirtmek isteriz.

Yukarıda belirtildiği gibi Kozlu - Zonguldak penceresindeki tektonik strüktürün örtü tabakasının altında da devamı, örtü tabakasının altında da prodüktif karbon arazisi bulma imkânlarını daha da artırmaktadır.

Şöyle ki; Karbon arazisinin iki ayrı safhada birbirlerine dike yakın bir durumda kıvrılmaya mâruz kalması Üzülmez - Karadon, Kozlu ve Armutçuk'ta işletilebilir rezervlerin aşınmadan kalabilmesini sağlamıştır. O halde örtü tabakasının altında da aşınmadan masun, kömür ihtiva eden arazi vardır. Ayrıca bu Strüktür batı kömür havzasında 50 km'lik sahil boyunca takib edilebildiğine göre sahilden içerilere doğru aynı şekilde devam etmesi imkân dahilindedir. Westfal A tabakalarının şimalden cenuba doğru kalınlığının artması da sahilden içerilere doğru karbon arazisinin devam edebileceğine ayrı bir delildir.

Diğer taraftan sahilden içerilere doğru gidildikçe arazinin yükselmesi ulaşılabilir seviyelerde örtü tabakaları altında karbon arazisi bulma şansımızı artırmaktadır.

Bu görüşlere dayanarak bizde Batı Kömür Havzasında karbon pencerelerinin güneyinde ve özellikle Kozlu - Zonguldak penceresinin güneyinde yeni prodüktif karbon havzaları aranmasını ve bu aramaya kar-

bon-kretase kontağından uzaklığı 5 km mesafeden başlamasını önemle tavsiye etmek isteriz.

Şimalde deniz altında rezerv bulma imkânına gelince tatbikattan edilen bazı dokümanların tetkiki faydalı olacaktır.

Karbon kontağına yakın bir yerde yapılmış olan Kızılelma sondajı ancak 400 m civarındaki bir derinlikte karbon arazisini kesebilmiştir. Kilimli'de yapılmış olan 1 No.lu sondaj ve —400 seviyesine kadar derinleştirilmiş olan Çatalağzı kuyusu hep örtü tabakalarından gitmiştir.

Doğudan elde edilen bu doneleri Kozlu'da —300 katında denk altına sürülen lâğımlara tatbik etmek suretiyle burada kretase öncesi bir aşınmanın mevcudiyeti ve bu aşınma dolayısıyla de, Westfal A'nın üst damarlarının, taşıdığı önceden tesbit edilmiştir.

Kozlu - Zonguldak penceresinin Değirmenağzı - Göbü arasının morfolojisi tetkik edildiği takdirde kalker arazide seri halde birçok su batanların mevcut olduğu görülür. Bu da calibi dikkat bir husustur. Çünkü yeraltı suyunun aksamına müsait bir mecra kalkerli arazide bir su batanın teşekkülü için müsait bir zemindir. O halde su batanların bulunduğu yerlerde karbon arazisi örtü tabakalarının altında ancak derinlerde bulunabilecektir. Kızılelma sondajı buna en güzel bir misaldir.

Diğer taraftan da Westfal A Kozlu penceresindeki bazı derecikler kalıkerli araziye yönelip oradan da bir su batan vasıtasıyla kaybolmakta veya kretase deresi olarak devam etmektedir. Bu husus örtü tabakası üzerindeki derelerin, örtü tabakası tarafından örtülü bulunan arazinin morfolojisinde de, aynen bulunabileceğini söylemek imkânını sağlamaktadır.

Havzada örtü tabakalarının altındaki morfoloji hakkında bilgi edinmek gayesiyle yukanda belirtilen Kozlu - Zonguldak penceresinde istatistikî metodla çizilen faylara ait "Gül Diyagramları"na paralel olarak yine istatistikî metodla aym bölgenin yerüstü derelerinden Karadon, Gelik, Kilimli, Üzülmaz'de 208, Kozlu'da ise 88 istikamet alınmış, bu sahaların derelerine ait istikametler için birer gül diyagramı daha çizilmiştir.

Fay istikametleri Gül Diyagramları ile dere istikametleri gül diyagramları üstüste getirilerek, kıvrılma fayları ile kıvrılma fayları istikametinde dedelerin olmadığı fakat köşegen fay istikametinde derelerin istikametleri ile fay istikametlerinin üstüste geldiği görülmektedir.

Örtü tabakalarındaki derelerin büyük bir kısmının karbon arazisi derelerinin üzerinde teşekkül ettiği görüşü üzerinden yürüdüğü takdirde; Kuzey Anadolu Taşkömür Havzasının mevzii yerlerinde dere istikametleri ile çizilecek özel gül diyagramları yardımıyla oranın yeraltı tektoniği hakkında bazı fikirler yürütmek imkânı bu suretle belirmiş olmaktadır. Diğer taraftan örtü tabakalarındaki derelerin alttaki derelerin üzerinde teşekkülü, örtü tabakalarının üstünde yapılacak jeolojik aramalar ve sondajlar için yer olarak sırtların seçilmesi gerektiğini izah eder. Bu sebepten yukarıda bahsedilen Kozlu - Zonguldak penceresinin güneyinde yapılacak aramalarda bu hususun nazarı itibara alınmasında fayda mülâhaza edilmektedir. Çünkü Kızılelma sondajında, sondajın arazinin çukur bir yerinden yapılması karbon arazisine daha derinde ulaşılmasına yol açmıştır.

GENEL DÜŞÜNCELER

Bu etüdümüzde Kuzey Anadolu Kömür Havzası tektoniği ile ilgili bazı problemlerin çözümü ile ilgili cevapları bulmaya çalışmakla beraber, havzanın yaygınlığı hususunda Prof. Dr. Melih Tokay ve Dr. Necdet Egeran'ın görüşlerine iştirak ettiğimizi belirterek bazı mülâhazalar ileri sürmüş oluyoruz. Kalkınmakta olan Türkiye'nin daha çok taşkömürü üretimine ihtiyacı olduğunu, halen çalışmakta olan ocakların kapasitelerinin optimum bir hadde ulaştığını gözönünde bulundurarak yeni taşkömür rezervleri bulmak için devletçe büyük yatırım yapılması lüzumunu tekrar belirtmeyi aşağıdaki basit bir mukayeseden dolayı faydalı buluyoruz.

1961 yılında Türkiye'de nüfus başına kullanılan enerji taşkömürü eşdeğeri olarak 694 kg'dır (71). Bunun yalnız % 20'si taşkömürü ile karşılanmaktadır. Bu da aşağı yukarı nüfus başına 140-150 kg taşkömürüne tekabül eder. Nüfus başına taşkömürü sarfiyatı bakımından dünya vasatı 600 kg'ın üstündedir.

Dünyada ve Türkiye'de enerji kaynaklarından istifade durumunun mukayesesi ise daha hazin bir gerçeği ortaya koyuyor. Yani Türkiye'de enerji kaynağı olarak %29 nisbetinde odun ve %24.8 nisbetinde tezek ve tarım artığı kullanıldığını belirtiyor.

Buna sebep olarak halkın bunların yerine ikame edebilecek ucuz enerji kaynakları bulamadığını göstermek kabilsen de; özellikle bugün yapılmakta olan enerji üretimi ihtiyacın çok dünündadır. Buna çare olarak da tutulacak yol havzada yeni üretim kaynakları yaratmak için gerekli önemin verilmesidir.

İşletmecilik yönünden daha rantabl çalışmak imkânları verebilecek nisbeten

daha az arızalı karbonifer teşekkülleri beklediğimiz örtü tabakalarının altında, mevcut rezervlerin jeofizik usullerle derinliklerinin tesbit edilip, sondajlarla da teyit edilerek, yeni işletme sahalarının ortaya çıkarılması hususunu ve işletme konsantrasyonu bakımından da bu çalışmalara Batı Kömür Havzasında başlanmasının ehemmiyetini ayrıca belirtmek isteriz.

Bu konuya bir girizgâh olmak üzere, örtü tabakalarının altında karbon morfolojisini çıkarmak gayesiyle Çatalağzı - Göbü arasında bâzı aramalar yapılması EKİ'nin ikinci plân devresi yatırım projesine ithal edilmiştir. İnkişaf lar müsbet olduğu takdirde ilk etapta Çatalağzı - Göbü arasında yeni bir ocak açılması cihetine gidilmesi bu yolda müsbet bir adım olacaktır. Esas hedef ise yukarıda muhtelif vesilelerle belirtildiği gibi havzanın güneyi olmalıdır.

REZERVLER

Kuzey Anadolu Taşkömürü Havzasının çok arızalı bir tektonik yapıya malik bulunması ve şimdikiye kadar yapılmış olan etüdlerin erozyonla örtü tabakalarında açılan karbon pencerelerinden ileri gitmemesi dolayısıyla, havza rezervi hakkında kat'î bir rakam söylemek şimdilik imkânsızdır.

Halen çalışılmakta olan Kozlu - Zonguldak, Kandilli ve Kireçlik pencerelerinde yapılmış olan rezerv hesaplarının dahi sahanın pek çok arızalı olması dolayısıyla zaman zaman yeniden revizyona tabi tutulması icabetmektedir.

1966 yılı başı itibariyle Amasra dâhil Havza rezerv miktarı 1.355.946 milyon tondur. Bunun %17'si görünür, %20'si muhtemel ve %63'ü ise mümkün rezerve tekabül etmektedir (Ek. 2).

Bu miktara, diğer pencerelerde bulunan rezervlerle örtü tabakası altında bulunması muhtemel rezervler de, gerekli etüdler yapılmak suretiyle, ilâve edildiği takdirde daha da yükselebilecektir.

Fakat şimdikiye kadar edinilen tecrübeler göre, halen çalışılmakta olan sahalar-daki hesaplanmış rezervlerin de bâzı arıza ve sıkımlar yüzünden tahakkuk etme ihtimalinin mevcut olduğu da kabul edilmelidir.

TEŞEKKÜR

Bu raporun hazırlanmasında bilgilerinden ve eserlerinden istifade ettiğim hocalarım Prof. M. Tokay ve Prof. A. Pilger'e, dokümanların toplanması, resimlerin yapılması ve raporun yazılmasında bana yardımcı olan mesai arkadaşlarım Maden Mühendisi M. Emir, Resimhane Şefi K. Yalım, Ressam O. Dede ve E. Aksu ile Daktilo F. Köseoğlu'na teşekkürü bir borç bilirim.

LİTERATÜR

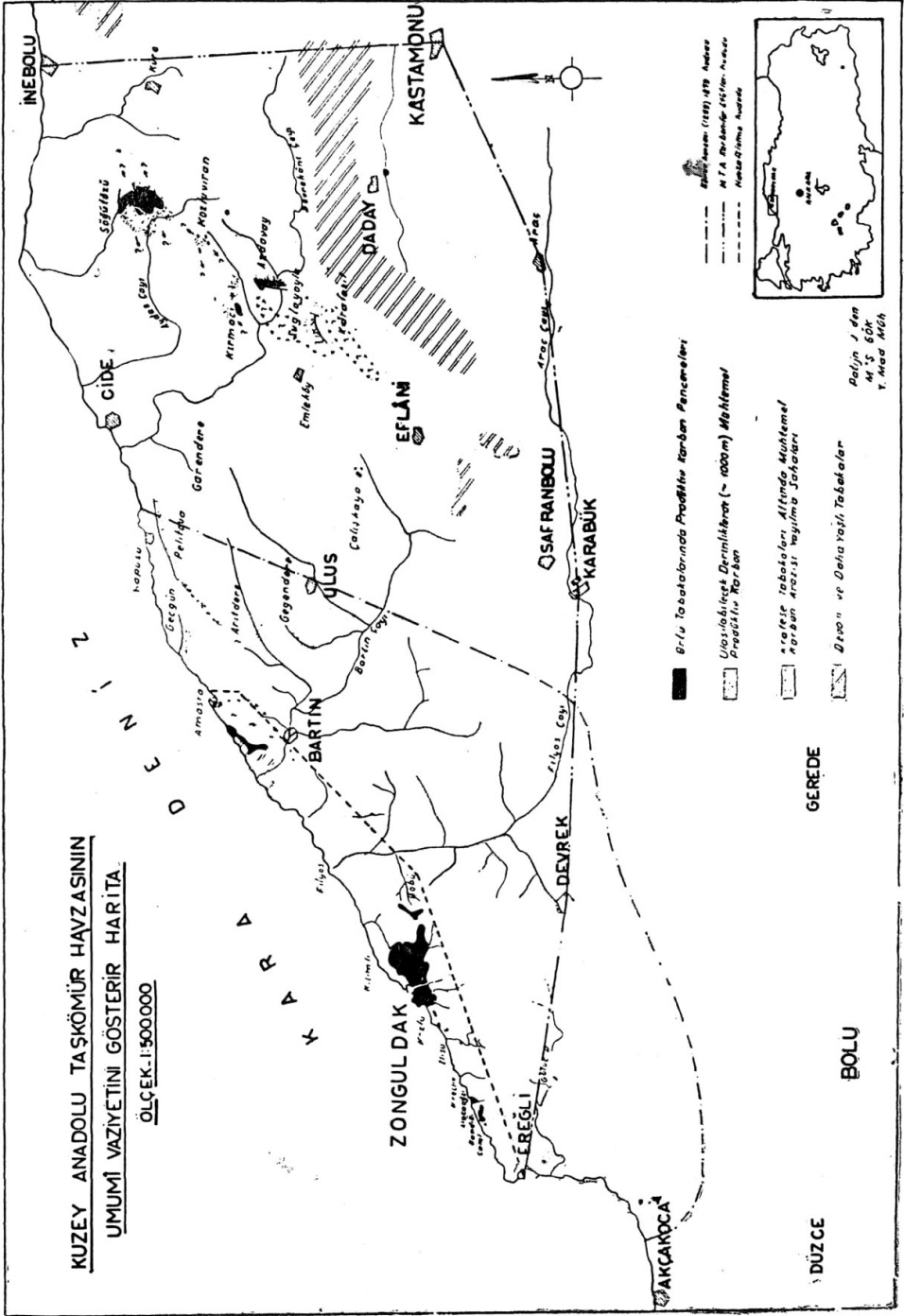
1. RALLÍ G.: Le Bassin Houiller d'Héraclée La Flare du Culm at du Houiller Moyen, İstanbul 1933.
2. PATİJN R.S.H.: a) Şimalî Anadolu Kömür Havzası Zonguldak - Kozlu sahası jeolojisi [The jeology of the Zonguldak . Kozlu area of the North Anatolian Coal Field]. Maden Mecmuası 1953-54, No. 20/21, S. 1. b) Das Steinkoklenbecken Vom Zonguldak ., Kozlu am Schwarzenmeer (Türkei), Glüchauf 1954, No. 51/52, S. 1659.
3. PATİJN R. S. H.: Kandili - Armutçuk Bölgesinin Jeolojisi [The Geology of the Kandilli - Armutçuk Coal Field]. Maden Mecmuası 1953-54, No. 20/21, S. 21 ve 25.
4. PATİJN R. S. H. : Göbü Karboniferinde jeolojik bir araştırma [A. Geological research in the Carboniferous of Göbü]. Maden Mecmuası 1953-54, No. 20/21, S. 29 ve 34.
5. ARNÍ P.: Şimalî Anadolu Garbî Kömür Havzasındaki madencilik hakkında yeni jeolojik noktai nazarlar [Neue geologische gesichtspunkte für den Bergbau um Westlichen Steinkoklenbecken Nordanatoliens]. M.T.A. 1939, Sayı: 4, S, 46 ve 55.
6. GRANCY W. S.: Anadolu Kömür Havzası şark kısmında bugüne kadar yapılan istikşaf lar ve neticeleri [Überblick über die bisherigen Aufschlussarbeiten und Ergebnisse im östlichen Anatolischen Steinkoklenbecken]. M.T.A. Mecm. 1939, No. 4, S. 64 ve 75.
7. ARNÍ P.: Amasra Taşkömür Havzasında bir "Bagheadkennel" kömürü zuhuru ve müsmir karbonun stratigrafisi hakkında bâzı mülâhazalar [Ein vorkommen von bagheadkennelkohle im steinkoklenbezirk Amasra und einige Bemerkungen zur Stratigraphie des Productiven Karbons]. M.T.A. Mecm. 1941, No. 4/25, S. 481 ve 492.
8. ARNÍ P.: Şimalî Anadolu taşkömür formasyonundaki ateşe mütehammil kil [Über feuerfesten ton inder Nordanatolischen Steinkoklenformation]. M.T.A. Mecm. 1942, No. 1/26, S. 76 ve 90.
9. OKAY A. C.: Zonguldak'ın Kozlu serisine ait Çaydamar kömürü üzerinde mikroskopla yapılan kalitatif petrografik etüd [Mikroskopische pische qualitativ-Petrographische Untersuchung der Kohle aus dem Flöz Çay der Kozlustufe von Zonguldak]. M.T.A. Mecm. 1944, No. 1/31, S. 137.
10. EGERAN N.: Türkiye'de yeni yapılan jeolojik ve tektonik etüdlerin Alp tektonik bilgileri üzerindeki tamamlayıcı tesirleri [Contribution apportie aux connaissance sur la tectonique Alpine par les études géologiques et tectoniques effectuées récement en Turquie]. M.T.A. Mecm. 1945, No. 2/34, S. 319 ve 327.
11. EGERAN N. (1945): Ereğli - Zonguldak Kömür Havzasının yaygınlığı üzerinde jeolojik imkânlar [Possibilités géologiques de l'extension du Bassin Houiller d'Ereğli - Zonguldak]. M.T.A. Mecm. No. 2/34, S. 364-367, Ankara.
12. EGERAN N. (1945): Türkiye maden yataklariyle tektonik birlikler arasındaki müna-

- sebetler [Relation entre les unités tectoniques et les Giles métallifères de Turquie]. M.T.A. Mecm. No. 1/35, S. 40 ve 44.
13. EGERAN N. - LAHN E.: Kuzey ve Orta Anadolu'nun tektonik durumu hakkında not [Note on the tectonic position of the Northern and Central Anatolia]. M.T.A. Mecm. 1951, No. 41, S. 23 ve 28.
 14. TOKAY M. (1952): Contribution à l'étude géologique de la région comprise entre Ereğli, Alaplı, Kızıltepe et Alacağzı [Karadeniz Ereğlisi Alaplı - Kızıltepe - Alacağzı Bölgesi jeolojisi (Özet)]. M.T.A. Mecm. 1952, No. 42/43, S. 35, Ankara.
 15. ZİJLSTRA G.: Erosion of the Namurien during the Westphaljon B-C in the Zonguldak Coal Field (Turkey). M.T.A. Mecm. 1952, No. 42/43, S. 121.
 16. ZİJLSTRA G.: Some Topographic Basins near Zonguldak. (Turkey). M.T.A. Mecm. 1952, No. 42/43, S. 123.
 17. TOKAY M.: Filyos Çaylağızı - Amasra - Bartın - Kozcağız - Çaycuma Bölgesinin jeolojisi. M.T.A. Mecm. 1954/55, No. 46/47, S. 58.
 18. ERENTÖZ C.: Türkiye jeolojisi üzerine genel bir bakış. M.T.A. Mecm. 1956, No. 48, S. 37.
 19. YAŞIMAN K.: Azdavay kömürlerinin stratigrafik yaşı hakkında. M.T.A. Mecm. 1956, No. 48, S. 140.
 20. GÖKSU E.: Zonguldak - Kokaksu boksitleri. M.T.A. Mecm. 1958, No. 50, S. 81.
 21. WAGNER-GENTİS: Kuzey Anadolu'nun üst vizeen goniatites'leri. M.T.A. Mecm. 1958, No. 50, S. 103.
 22. YAŞIMAN K.: New Carboniferous Megaspores from the Zonguldak and Amasra Coal Basin. M.T.A. Mecm. 1959, No. 53, S. 101.
 23. ERGÖNÜL Y.: The Carboniferous Megaspores from the Zonguldak and Amasra coal basin and their stratigraphical values. M.T.A. Mecm. 1959, No. 53, S. 109.
 24. YAŞIMAN K.: Amasra Kömür Havzasının yeni spor florası. M.T.A. Mecm. 1960, No. 55, S. 34.
 25. ERGÖNÜL Y.: Amasra Havzasında kömürdü karbonifer seviyelerinin palinolojik tetkiki. M.T.A. Mecm. 1960, No. 55, S. 43.
 26. YAŞIMAN K.: Some Megaspores from the Amasra (Zonguldak) Coal Basin. M.T.A. Mecm. 1961, No. 57, S. 82.
 27. ERGÖNÜL Y.: New Megaspores Observed in the Amasra Productive Carboniferous Basin. M.T.A. Mecm. 1961, No. 57, S. 89.
 28. TOKAY M.: Amasra Bölgesinin jeolojisi ve karboniferde gravite yoluyla bazı kayma olayları. M.T.A. Mecm. 1962, No. 58, S. 1.
 29. TOKAY M.: Geological structure of the Amasra coal field (Zonguldak Turkey) CEN-TO Symposium on coal held in Zonguldak, Turkey. December 1961, S. 113.

30. TOKAY M.: The geology of the Amasra region with special reference to some carboniferous gravitational gliding phenamena. M.T.A. Mecm. 1962, No. 58, Freign-Edition S. 1.
31. GREGOR B. ve ZİJDERVELD D. A.: Amasra (Kuzey Anadolu) Permieninin paleomagnetizması. M.T.A. Mecm. 1965, No. 65, S. 54.
32. EGERAN N.: Tectonique de la Turquie et Relations entre les Unités Tectoniques et les gites Métallifères de la Turquie Nancy 1947.
33. Türkiye ve madencilik (Taşkömürü Havzamız). M.T.A. Mecm. 1936, No. 5, S. 3.
34. ARNÍ P.: Zur Stratigraphie der Kreide-Scheichten Ostlich Ereğli.
35. ARNÍ P.: Zum besuch der boh rung I. Kilimli. M.T.A. Mecm. 3 Februar 1939.
36. ARNÍ P.: Amasra Taşkömürü Havzasının jeolojisi ve kıymeti hakkında rapor, 1937-1940. M.T.A. Ankara, Rapor No. 1266, Rapor tarihi: 2 Mayıs 1941.
37. ARNÍ P.: Amasra - Tarlaağzı taşkömür muntakasının jeolojisi ve kıymetlendirilmesine müteallik ilk ikmal raporu, 1937 - 1940 -1941. M.T.A. Ankara, Rapor No. 1274, Rapor tarihi: 20.7.1941.
38. ARNÍ P.: Amasra Kömür Havzasına ait kısa rapor, 1940. M.T.A. Ankara, Rapor No. 1315, Rapor tarihi: 27.12.1940.
39. ZİJLSTRA G.: Kireçlik ve Kirenlik'teki karbonifer penceresi (Boutonnière) hakkında rapor. M.T.A. Ankara, Rapor No. 1621, Rapor tarihi: 15.5.1948.
40. EGEMEN R. - PEKMEZCİLER S.: Amasra taşkömür teşekkülü hakkında jeolojik rapor,14-28.8.1944. M.T.A. Ankara, Rapor No. 1636, Rapor tarihi: 23.2.1945.
- 41a. PEKMEZCİLER S. - EGEMEN R. . CİERPÍCZ S. - PİENİAZEK J.: Ateşe mukavim kil yatakları hakkında rapor, 8-23.1.1946. M.T.A. Ankara, Rapor No. 1657, Rapor tarihi: 25.1.1946.
- 41b. PEKMEZCİLER S.: Sümerbank tarafından Filyos'ta kurulacak olan Ateşe Dayanır Tuğla Fabrikasına lüzumlu olan ham maddeler için M.T.A. Enstitüsü tarafından yapılan arama ve tetkikler hakkında rapor. M.T.A. Ankara, Rapor No. 1736, Rapor tarihi: 6.4.1947.
42. ZİJLSTRA G.: Kireçlik - Alacağzı Bölgesi hakkında rapor [On the carboniferous of Kireçlik - Alacağzı]. M.T.A. Ankara, Rapor No. 1824, Rapor tarihi: 1948.
43. PATÍJN J.: Zonguldak Kömür Havzasında 1948 yazında yapılan jeolojik araştırmalar hakkında rapor. M.T.A. Ankara, Rapor No. 1826, Rapor tarihi: Mart 1948.
44. ZİJLSTRA G.: Çamlı ile Değirmenağzı arasındaki karbonifer arazisinin yüzünün kon tur haritası [A contour - map of the surface of the carboniferous between Çamlı and Değirmenağzı]. M.T.A. Ankara, Rapor No. 1827, Rapor tarihi: Nisan 1949. Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, V. III, No. 1, 1951.
45. ZİJLSTRA G.; Zonguldak ile Kozlu arasındaki bölge hakkında preliminier rapor.

- M.T.A. Ankara, Rapor No. 1877, Rapor tarihi: 15.3.1951.
46. PATİJN J.: Zonguldak Kömür Havzasında 1950 yazında yapılan jeolojik araştırmalar hakkında rapor. M.T.A. Ankara, Rapor No. 1878, Rapor tarihi: Mart 1951.
47. ZIJLSTRA G.: Çaydamar Ocağındaki 34111 sayılı Başyukarı hakkında rapor. M.T.A. Ankara, Rapor No. 1903, Rapor tarihi: 24.8.1951.
48. ZIJLSTRA G.: Kozlu'daki Çaydamar hakkında rapor. M.T.A. Ankara, Rapor No. 1904, Rapor tarihi: 21.9.1951.
49. PATİJN J.: 1949 yazında Zonguldak Kömür Havzasında yapılan jeolojik çalışmalar hakkında rapor. M.T.A. Ankara, Rapor No. 1914, Rapor tarihi: 1.4.1950.
50. PATİJN J.: Kandilli ve Armutçuk'ta yapılmış olan 13, 14 ve 15A numaralı sondajların izahı. M.T.A. Ankara, Rapor No. 1918, Rapor tarihi: 24.8.1950.
51. ZIJLSTRA G.: Kozlu'nun SW'inde yeni bir sondaj yeri hakkında rapor. M.T.A. Ankara, Rapor No. 1920, Rapor tarihi: 5.4.1951.
52. ZIJLSTRA G.: Değirmenağzı ile Kozlu arasındaki bölge (Virancık deresi) hakkında rapor. M.T.A. Ankara, Rapor No. 1929, Rapor tarihi: Mayıs 1950.
53. ZIJLSTRA G.: Çataldere yakınında fayların durumu. M.T.A. Ankara, Rapor No. 1932, Rapor tarihi: Mart 1950.
54. ZIJLSTRA G.: Kozlu Bölgesi —300 m seviyesi haritası (Büyük Damar, Acılık, Çay ve bazı faylar). M.T.A. Ankara, Rapor No. 1933, Rapor tarihi: 19.11.1951.
55. ZIJLSTRA G.: Kesmeli ve Büyükdamar kömür damarlarının bir kısmının prognozu. M.T.A. Ankara, Rapor No. 1934, Rapor tarihi: 15.11.1951.
56. ZIJLSTRA G.: İncivez Bölgesi jeolojisi. M.T.A. Ankara, Rapor No. 1937, Rapor tarihi: 4.4.1950.
57. ZIJLSTRA G.: 1, 2, 16, 17, 18, 19 No.'lu Kireçlik - Alacağzı ve 20 No.'lu Kozlu sondajlarının jeolojik enterpresyonu. M.T.A. Ankara, Rapor No. 1945, Rapor tarihi: 20.2.1952.
58. PATİJN J.: Göbü'de karbonifer araştırması [Research on the carboniferous of Göbü]. M.T.A. Ankara, Rapor No. 1946, Rapor tarihi: Kasım 1951.
59. ZIJLSTRA G.: Taşkesen. M.T.A. Ankara, Rapor No. 1947, Rapor tarihi: 23.12.1950.
60. PATİJN J.: 1951 yazında Zonguldak Kömür Havzasında yapılan jeolojik araştırmalar hakkında rapor. M.T.A. Ankara, Rapor No. 1967.
61. ZIJLSTRA G.: Azdavay karbonifer teşekkülleri hakkında rapor. M.T.A. Ankara, Rapor No. 2033.
62. JAUL WEIR COMPANY: Türkiye'nin Karadeniz Bölgesinde işletmeye açılmamış maden kömürü yatakları hakkında rapor [Report on undeveloped bituminous coal field in the Black Sea Area of Turkey]. M.T.A. Ankara, Rapor No. 2264, Rapor tarihi: 24.11.1954.

63. STACH E. - PİCKHARDT W.: Alacağzı - Çavuşağzı arasındaki taşkömür bölgesi hakkında rapor [Bericht über das steinkohlengebiet von Alacağzı bis Çavuşağzı]. M.T.A. Ankara, Rapor No. 2362, Rapor tarihi: 22.11.1955.
64. FRATSCHNER W.: Azdavay kuzeyinde kömür istihsal mıntıkası 12.9 - 24.11.1954 arasında yapılan etüdler hakkında rapor [Das kohlenführende gebiet Azdavay - Nord bericht über aufnahmen von 12.9. bis 24.11.1954]. M.T.A. Ankara, Rapor No. 2406, Rapor tarihi: 5.5.1955.
65. FRATSCHNER W.: Azdavay sondajlarına ait nihaî rapor ve mütalâa [Schlussbericht und beurteilung über die bohrarbeiten in Azdavay]. M.T.A. Ankara, Rapor No. 2408, Rapor tarihi: 7.3.1956.
66. PİCKHARDT W.: Kesmeli damarının jeolojik durumu [Geologische Stellung des flözes Kesmeli]. M.T.A. Ankara, Rapor No. 2421, Rapor tarihi: 25.4.1956.
67. ZİMMER E.: M.T.A. Enstitüsü tarafından Azdavay'daki kömür sahasında yapılan etüdü hulâsa eden rapor [Zusammerfaasender bericht über die Untersuchung des Karbon-gebietes von Azdavay durch das M.T.A. Enstitüsü]. M.T.A. Ankara, Rapor No. 2448, Rapor tarihi: 29.8.1956.
68. PİCKHARDT W.: 30.3.1957 tarihinden 10.4.1957 tarihine kadar devam eden ve Kandilli - Kireçlik'e yapılan arazi seyahati hakkında rapor [Bericht über die gelädereise nach Kandilli - Kireçlik vom 30.3. bis 10.4.1957]. M.T.A. Ankara, Rapor No. 2524, Rapor tarihi: 20.4.1957.
69. PİCKHARDT W.: Kireçlik - Kirenlik Namurien profili [Das Namur-Profil von Kireçlik - Kirenlik]. M.T.A. Ankara, Rapor No. 2940, Rapor tarihi: 10.4.1957.
70. TAN T.: Azdavay Kömür Yatakları Arama İşletmesi [The exploratory on Azdavay Coal Field]. Maden Mecmuası 1953-54, No. 20/21, S. 102 ve 106.
71. BEN AYYAT İ.: Yeryüzü enerji durumuna bir bakış. Mühendis ve Makine, Ocak 1965, ait : 8, Sayı: 90, S. 163.
72. GÖK M. Ş.: Dünya kömür madenciliği, Madencilik, 1962, Sayı: 9, S. 586.
73. PİLGER A. - HANNAK W. - FENCHEL W. - ADLER R.: Einige Grundlagen der Tektonik I Clausthaler Tektonische Hefte.
74. PİLGER A. - FENCHEL W. - ADLER R.: Statistische Methaden in der Tektonik I. Clausthaler Tektonische Hefte 2.
75. PİLGER A. - MARTİNİ H. J. - FENCHEL W. - ADLER R.: Einige Grundlagen der Tektonik II. Clausthaler Tektonische Hefte 3.
76. PİLGER A.: Der Tektonische Bau des Ruhrkarbons Bergbau. Rundschau 1956, Heft 8, S, 400.



ASBEST YATAKLARININ TEŞEKKÜLÜ, ASBEST ARAMALARINDA DEĞERLENDİRME ESASLARI VE TÜRKİYE'DEKİ ASBEST YATAKLARI*

Z. M. ELİFEROVİCH

"Alaçam" Mühendislik Firması, Ankara

GİRİŞ

Bükülebilen ve sağlam lifler halinde bulunan bir grup mineralin adına asbest denir.

Asbest minerallerinin, çok ince lifler haline gelmeleri, liflerinin uzunluğu, elastikiyeti, sağlamlığı, asit ve bazlara karşı kimyasal mukavemeti, yüksek hararet derecelerine karşı dayanıklılığı, ses absorpsiyon kabiliyeti, sıcaklık ve elektrik akımına karşı izolasyon kabiliyeti, sanayideki en önemli değerini sağlamaktadır.

Halen asbest, üç binden fazla eşyanın yapımında kullanılmaktadır. Asbestli çimento, otomobil, traktör, gemi, kimya, plâstik ve havacılık sanayiinde, elektroteknikte çok önemli bir rol oynamaktadır.

Mineralojik özelliklerine göre asbest iki gruba ayrılır:

I. Serpantin grubu: Krizotil asbest,

II. Amfibol grubu: Antofillit; amozit, tremolit, ribekit (krosidolit), aktinolit,

Elyafı yapı, en iyi gelişmeyi serpantin grubundan olan krizotil asbestte gösterdiği için sanayide en çok krizotil asbest kullanılmaktadır.

Asbestin kalitesini, dolayısıyla değerini tâyin eden vasıflardan biri, iplik haline getirilme derecesini sağlayan liflerin uzunluğudur. Cevherde uzun liflerin çokluğu nisbetinde, sahanın işletme rantabilitesi yüksektir. Asbest lifi sağlam ve elâstikî olmalıdır. Normal sağlamlıktaki krizotil asbest 300-350 kg/cm² ölçüsündeki ağırlığı tartabilir, yani çelikten çok

* Bu yazı, (22 Eylül 1969) tarihinde, Ankara'da Alaçam Mühendislik Firması adına yazar tarafından verilen ve Doçent Dr. İsmail Kaynak tarafından dilimize çevrilmiş bulunan konferans'ın metnidir.

daha sağlamdır. Normal sağlamlıktaki asbest yanında kırılabilen bir sıra asbeste raslanabilir. Bunun ağırlığa mukavemeti normal asbestten iki misli azdır. İncelemeler göstermiştir ki kırılan cinsteki asbest, normal asbeste nazaran daha yüksek hararete (450-500°C) teşekkül etmektedir. Fakat bu kanaatin katiyet kazanabilmesi için daha çok doğrulayıcı sonuçların alınması gereklidir.

Manyetit, asbestin dielektrik (izolasyon) kabiliyetini azaltan bir karışımdır. Aynı zamanda kalsit ve brusit asbestin sağlamlığı ve kimyasal mukavemetini azaltan zararlı maddelerdir.

Sovyet ekolüne mensup jeologların fikrine göre sanayi için elverişli (en azından birkaç yüz bin ton lif asbest rezervi) miktarda asbest ihtiva eden yataklar ültrabazik magmadan teşekkül eden ültrabazik kayaçlarda bulunur. Gabro-Peridotit (bazik-ültrabazik) formasyonlardan farklı olarak, ültrabazik formasyonlar belirli jeoşimik ve petrografik özelliklerle karakterize edilmektedir. Bu herşeyden önce Magnezyum Oksidin, Demir Oksitten bariz bir şekilde fazla olmasından ileri gelmektedir. Bunların moleküler nisbeti daima 7'den fazladır (8-12 ve daha fazla). Gabro-Peridotit formasyonlar için bu nisbet 7'den azdır (7-4). Magmadan gelen maddelerle ilgili bulunan Ekzokontaktaki herhangi bir mineral teşekkülünün tamamen bulunmaması bunun hafif ve kolay hareket eden komponentlerinin çok az olduğunu göstermektedir.

Platin ve demir grubunun karakteristik kimyasal elemanları önemli konsantrasyonlar teşkil etmemektedirler ve genellikle izomorf bileşimler (karışımlar) halinde veya tâli mineraller olarak serilerde dağılmışlardır. Fakat bu halde de bâzan şiir veya damarlar şeklinde kromit birikimleri teşekkül etmektedir.

Bu grup seriler için sülfid ve arsenit grubundaki minerallerin mevcudiyeti karakteristiktir. Bunların elemanlara karışımları ve diğer elemanlara göre bir sıra petroşimik karakter taşıyan ayırıcı bâzı vasıfları vardır.

JÖNEZ

Teşekkül şartlarına göre krizotil asbest iki tipe ayrılır:

Birincisinin teşekkülü ültrabazik serilere, diğeri ise serpantinleşmiş dolomitlere bağlıdır. İkinci tip, geniş sahalardan ziyade küçük yataklar

halinde bulunur. Birinci tip krizotil asbest, yalnız şu veya bu derecede serpantinleşmiş ültrabaziklerde bulunur.

Ültrabaziklerde, asbestin teşekkülü, birçok jeolojik-strüktürel şartların bir araya gelmelerine bağlıdır. Krizotil asbest damarlarının nasıl teşekkül ettiği henüz katı bir şekilde izah edilememiş ve münakaşa konusu olarak kalmıştır.

Bu problemlerle ilgili birkaç hipotez vardır:

1. Damarlar, açık bulunan veya tedricen açılmakta olan çatlaklardan akan mahlûller veya serpantin mahlûllerinin çatlak cidarlarına sızmasıyla meydana gelir.

2. Krizotil asbestin dik lifli damarları, serinin kristalizasyonu sırasında meydana gelen, kuvvet yoluyla yeni beliren ve büyümekte olan liflerden teşekkül eder.

3. İn situ halinde kristalleşen serpantin hattının bir kısmı krizotil asbest damarlarını meydana getirir. Bu hipoteze göre, perioditlerin serpantinleşmesi ve krizotil asbest teşekkülü aynı zamanda cereyan etmiştir.

Bütün bu hipotezlerin esası hidrotermal mahlûllerin mevcudiyetine (su, muhtemelen CO₂) dayanır. Aralarındaki farklar ise, mahlûllerin ta kibettiği yol, mahlûllerin karakterleri ve asbestin kristalleşme şeklidir.

Asbest teşekkülünün esasını tektonik tezlere dayandıran bir hipotez vardır. Buna göre asbest, bir yönlü tektonik basınç hesabına sertleşmekte olan çatlaklara sahip serpantinden teşekkül etmektedir. Bu hipotezde, dışardan su ithali bahis konusu değildir.

Bütün bu hipotezleri şu veya bu bulgu doğrulamaktadır; fakat tabiatta görülen olaylar münferittir. Şimdilik çeşitli jeolojik-strüktürel şartlarda çeşitli asbest teşekkül tarzlarının bulunacağı ihtimalini düşünmek gerekmektedir. Peridotitlerin serpantinleşmesiyle asbest teşekkülünü sağlayan hidrotermal mahlûllerin menşei meselesi de münakaşa konusudur.

Bir kısım bilginler bu mahlûllerin ültrabazik magmanın kendisinde bulunduğunu kabul etmekte, diğerleri ise bunu reddederek peridotitlerin serpantinleşmesini sağlayan lüzumlu suyun freatik olduğunu, yani serpantinlerin çevresindeki sedimanter kayaçlardan geldiğini tahmin et-

mektedirler. Bir kısım başka âlimler ise, serpantinleşmenin, ultrabazik magmada bulunan suyun etkisiyle vukubulduğunu, asbest teşekkülünün de bazik veya granitoid mağmalarda sonradan gelen hidrotermal sularla ilgili olduğunu ispatlamaktadırlar.

S.S.C. Birliğindeki (stock-werk) teşekküllü birçok krizotil asbest yatağının ultrabazik masiften şu veya bu mesafede bulunan bazik veya granitoid entrüzyonlardan gelen hidrotermal sularla ilgili olduğu ispat edilmiştir.

Ültrabaziklerdeki krizotil asbestin teşekkül şartları ile ilgili olarak halen S.S.C. Birliğinde dört genetik veya morfostrüktürel saha tipi üzerinde durulmaktadır.

I. tip asbest yatakları stock-werk yapısındadır, buna S.S.C.B.'nde "Bajanova tipi" denir. Bu tip asbest sahalarında üstün vasıflı, büyük asbest rezervlerinin bulunması mümkündür (S:S.C.B.'nde, Kanada'da ve başka yerlerde olduğu gibi). Bu tip yatakların asbest tenörü %10-15'e kadar değişir. Asbest liflerinin uzunlukları 1 mm;den kısa liflerden başlayıp 20 mm. ve bundan daha uzun liflere kadar gelişmiştir. Ortalama ölçüler 3-10 mm. arasında değişir. Bu tip yataklardan cevher, büyük makinalar kullanılarak yapılan açık işletmeler yoluyla elde edilir. Cevherin saf lif haline getirilmesi, tamamen mekanik usullerle yılda 10 milyon ton ve daha fazla miktardaki istihsal kapasitesine sahip büyük fabrikalarda sağlanır.

Bu sahaların bazı kısımlarında bulunan "krüd" diye adlandırılan üstün kaliteli asbest ise elle (yarı mekanik olarak) ayrılarak tasnif edilmektedir. Stock-werk sahalar, genel olarak konsantrik zonal bir yapıya sahiptirler. Bunlarda asbest teşekkülünün gelişimi, merkezden dışa doğru değişir. Bu tip sahanın tam kesiti şöyledir:

1. Çok az serpantinleşmiş peridotit: Pratik olarak asbest yok denecek kadar azdır.

2. Çok yönlü alelade damarlar zonu: Bu sonlarda asbest genellikle bir yönlüdür ve uzun liflidir (20-50 mmlik ve daha uzun liflere de raslanabilir). Damarların lif tenörü umumiyetle %2-%5, nadiren de %4-5'dir. Asbest damarları, peridotit blokları ile birbirlerinden ayrılmaktadır.

3. Genellikle bir yönlü damarlarla birlikte dış kısımlara doğru başka yönlü asbest damarları belirir. Asbestin lif damarlarının arasındaki mesafe daraldıkça tedricen asbest lifleri de kısalmaktadır.

Çeşitli yöne sahip asbest lif damarları büyük asbest ağını yani stock-werk'i meydana getirir. Bu ağların ortalarında nüveler halinde peridotit kalıntıları vardır. Damarlar arasındaki mesafeler ortalama 1-2 ve en çok 3 m'ye ulaşır. Bunlardaki lif tenörü %3-5 kadardır. Nadiren bu miktar %10-12'ye kadar ulaşır. Liflerin uzunluğu daha çok 10 - 20 mm arasındadır.

4. Merkezî kitleden uzaklaştıkça damarlar arasındaki mesafe azalır (0,2 - 0,5 m) ; aynı zamanda lifler de kısalır (3 -10 mm) ; bunlarda safi asbest miktarı %8-10, nadiren %15-20 olur. Peridotit kalıntıları burada çok azdır.

5. Bu zonda, birbirine paralel olan krizotil asbest damarları kısa liflidir (1-2 mm); damarların uzunluğu 2-3 m'yi geçmez. Böyle bir sahadan 6-7 kalite grubu asbest elde edilir. Asbest tenörü %2-5 ile %20 arasında değişir; ortalama tenörü %5-10'dur.

6. Kesikli zon: Buradaki krizotil asbest kısa liflidir (0,5-1 mm) ve genellikle bir yönlü kesik damarcıklar halinde olup aralarındaki mesafe 1 - 2 cm'den 3 - 5 cm'ye kadar olduğu gibi daha fazla da olabilir. Lifler genellikle 7. kalitededir. Asbest tenörü %1-1,5'a ulaşır. Bugün bu cins sahalar S.S.C.B.'nde istihsale elverişli sayılmaz. Brüsit mevcudiyeti, asbestin değerini daha da düşürür.

7. Kesikli zonu, başlangıçta 1 mm ve nadiren 2-3 mm uzunluğunda asbest lifleri ihtiva eden ve sonra tedricen kırılmış asbestsiz serpanititlerden müteşekkil bir zon takibeder.

Yukarıda nakledilen zonların birbirini izleyen gelişimi aslında bir asbest sahası kesitinin klâsik bir örneğini teşkil eder. Bu gelişim kaidesinin ihlâli, şu veya bu zonun kesitinin dışına çıkması veya söz konusu asbest teşekkülünün asimetric bir gelişme göstermesiyle mümkün olmaktadır. Kaydetmek gerekir ki, yukarıda bahsedilen asbest teşekkülünde, bütün liflerin yönü damar cidarlarına dik vaziyettedir.

II. tipi Labin'deki asbest sahaları teşkil etmektedir. Bu ismi taşıyan saha Kuzey Kafkaslarda olup en iyi incelenmiş sahalardan biridir. Bu tip asbest oluşumu bir tek kat şeklinde uzayan birçok asbest lifi damarlarının birbirine çok yakın paralel şeritler biçimindedir. Bunlarda krizotil asbest genellikle normal dayanıklılığa sahip olup dik liflidir, çok nadir hallerde

liflerin teşekkül yönü çok hafif bir meyil arzeder. Lif uzunlukları 1-20 mm'ye, bâzan da daha büyük boylara ulaşmaktadır. Damar uzunlukları 30-40 m'den 300-400 m'ye kadar değişir. Damarların kalınlığı 10 cm'den başlayıp 2 cm'ye kadar daralır. Bunlardaki lif asbest tenoru %10-15 arasında değişir. S.S.C.B.'nde çok sayıda bulunan bu tip damarların hiçbiri istihsal için değerlendirilmemiştir. Türkiye'de Sivas'ın Zara ilçesine bağlı Davutyaylası ile Erzincan'ın Ilıç ilçesindeki asbest sahaları bu tiptendir. Bu tip sahalar umumiyetle, tamamen serpantinleşmiş peridotitlerde bulunmaktadır. Asbest damarları yön ve eğim bakımından, genç bazik daykaları takibederler. Türkiye'deki sahalarda bu tip asbest damarları, kaide olarak tektonik hareketlere karşı çeşitli mukavemetteki seriler arasında meydana gelen faylar boyunca teşekkül etmiştir. (Meselâ serpantinitle greler, gabro-doleritler, serpantinitle greler veya konglomeralar ve benzerleri arasında.) Tevcihli tektonik basınçlar, serpantinitlelerden asbest liflerinin teşekkül etmesinde muayyen bir etkide bulunmuşlardır.

III. tip (Karaçay tipi): Bu teşekkül tipindeki karakteristik, liflerin çatlak cidarlarına paralel olarak teşekkül etmiş bulunmasıdır. Bu teşekkül tarzına slip-fiber denir. Bu tip asbestleşme şiddetli basınç sonucu kırılmış olan serpantinitle zonlarında olur. Bunun sahalardaki yayılışını herhangi bir kaideye bağlamak mümkün olmamıştır. Lifler önemli derecede uzundur (bâzan 20 cm'yi geçer), fakat dayanıksızdır. Çok defa lifli brüsit ile karışık şekilde geliştiği görülür ki bu hal onun kalitesini daha çok düşürür. Bu tipin örnekleri S.S.C.B.'ndeki Bunay ve Eşkcülmes'de ve Birleşik Amerika'da Vermont'da görülür. Eşkcülmes sahasındaki cevher oldukça gelişmiş ve önemli rezerv teşkil ettiği için dikkate değer, fakat lifler düşük kaliteli olduğundan şimdilik istihsal edilmemektedir.

IV. tip: Asbestleşmenin az gelişmiş olduğu bir stock-werk tipidir. Asbest damarcıkları arasındaki mesafe genellikle 20-50 cm arasındadır; bâzan bu ölçüleri de aşar. Liflerin uzunluğu 1 mm'ye, nadiren 2-3 mm'ye varır. Çok defa çatlakların krizotil asbest tenörü çok düşüktür (%1-0,5 ve daha düşük). Bu tip asbestin henüz pratik bir önemi yoktur ve ilmî yönden de çok az incelenmiştir.

Bursa ve Hatay'da rastlanan asbest teşekkül şekilleri stockwerk zonlarının özel bir örneği olarak gösterilebilir. Bu zonlardaki asbest rezervleri önemli olabilir ve selektif metod tatbik edildiği takdirde rantabl olabilir.

DÜNYA KRİZOTİL YATAKLARI

Krizotil asbest, tabiatta bol miktarda bulunmaktadır. Bu miktar çok defa milyon tonu aştığı gibi bâzan da milyonlarca ton lif asbest olmaktadır. Bu gibi sahalara örnek olarak S.S.C.B.'nde Ural Bölgesindeki Bajenovo, Latigorin, Kicmboev, Doğu Sibirya'daki Molodejnoye, Yefhey, Kanada'da Thetford, Blacklake ve diğerleri; Rodezya'daki Shabani, Mashaba ve benzeri yerleri gösterebiliriz. Dünya istihsalinin %95'i krizotil, ancak %5'i de amfibol asbesttir.

Dünya krizotil asbest rezervleri 200 milyon ton civarındadır. Bunların %70-75'ten daha fazla bir kısmı S.S.C.B. ve Kanada'da bulunur.

Geçen yüzyılın başlarında yıllık dünya asbest istihsalini ancak 30 bin tondur. 30 yıl sonra bu rakam yarım milyon tona ulaştı. Geçen yüzyılın ortalarına doğru bu miktar iki milyon civarına ulaştı. Halen yalnız Kanada ve S.S.C.B.'nde asbest istihsalini yılda birer milyonu oldukça aşmaktadır.

Asbest istihsalini devamlı artmaktadır. Yukarıda adı geçen iki memleketten ayrı olarak asbest Güney Afrika'da, Amerika Birleşik Devletlerinde, İtalya'da, Fransa'da, Kıbrıs, Brezilya, Avustralya, İspanya, Finlandiya'da da elde edilmektedir. Güney Afrika'daki istihsal az çok önemlidir. Kalan diğer memleketlerde asbest istihsalini yılda 10-30 biner tonu geçmemektedir, istihsalini yükseltecek önemli rezerve sahip bulunan Türkiye'de de önemsiz miktarda asbest elde edilmektedir.

Araştırmalar yoğunlaştıkça rezervler de çoğalmaktadır. Asbest sahalarının araştırılması için S.S.C.B., Kanada ve Amerika Birleşik Devletleri'nde önemli yatırımlar yapılmaktadır.

Birçok memleketler yalnız kendi ihtiyaçlarını karşılamak için asbest elde eder. Kanada ve Güney Afrika gibi memleketler ise bunu esasında ihraç etmek için istihsal eder. Esas asbest ithalâtçıları A.B.D., İngiltere, Batı Almanya, Fransa ve Japonya'dır. Dâhildeki büyük sarfiyatına rağmen S.S.C.B. elde ettiği asbestin önemli bir kısmını da ihraç etmektedir.

Asbest istihsal ve kullanılış miktarının artması nisbetinde dünya pazarlarında fiatı da artmaktadır. Meselâ Kanada asbestinin 1927 yılına ait fiatı, lif uzunluğuna göre, 39-525 dolâr arasında iken 1947'de 66-880 dolâra, 1957'de 86-1850 dolâra kadar yükselmiştir.

TÜRKİYE'DEKİ ASBEST YATAKLARI

Krizotil asbest teşekkülünün bağlı bulunduğu ültrabazik seriler Türkiye'de çok geniş sahalar kaplar. Ültrabazik silsileler memleketin batı sahillerinden başlayıp, yüzlerce kilometrelik sahaları kateder ve doğuda Kafkasya'daki S.S.C.B. sınırlarına kadar ulaşır.

Bu kadar çok ültrabazik serinin bulunması, kalite bakımından olduğu gibi miktar bakımından da sanayie elverişli asbest rezervlerinin meydana çıkarılma ihtimalini kuvvetlendirmektedir. Türkiye'nin çeşitli bölgelerinde (Kars, Erzincan, Sivas, Bursa, Hatay bölgeleri gibi) asbest cevherinin tesbiti de asbest rezervlerinin bulunabileceğine dair müsbet değerlendirmemizi ayrıca desteklemektedir.

Böyle büyük bir sahayı kapsayan ültrabaziklerin, çeşitli bölgelerde değişik özelliklere sahip olacakları şüphesizdir. Bu değişik özellikler, etruzyon safhasındaki jeolojik ve tektonik oluşumla ilgilidir. Buna bağlı olarak, asbest sahalarının jenetik ve morfolojik tipleri çok çeşitlidir. Serpantinleşme karakterine bağlı olarak kıvrımlanma ve entruzif tektoniğin etkisiyle damar veya stock-werk tipli asbest yatakları teşekkül edebilir.

Türkiye'nin batı ve doğusundaki ültrabaziklerin yaşlarının çeşitliliği tesbit edilmiş bir gerçektir. Batıdaki ültrabaziklerin yaşı üst kretase olmasına rağmen, doğuda bu yaş üst jura olarak tesbit edilmiştir. Aynı zamanda şu hususlar da kaydedilmektedir: Sivas bölgesindeki ültrabazikler tamamen serpantinleşmiştir. Ilıç (Erzincan) bölgesinde bu serpantinleşme daha azdır. Hatay'da bu daha da azalmış, Orhaneli'nde (Bursa) ise serpantinleşme en düşük seviyeye ulaşmıştır. Sivas ültrabaziklerinin Alpin orojenezine katıldığı şüphesizdir. Bunun delilini, bunların şiddetli olarak breşleşmesi ve yüksek derecede kırıklılığı teşkil etmektedir. Bursa ve Hatay ültrabazikleri ise böyle bir tektonik olayın izlerini taşımamaktadır.

Sivas bölgesinde ültrabaziklerin yakınlarında, ofiolitlere nisbetle daha genç entrüzyonlara rastlanmamıştır. Hatay'da da durum aynıdır. Ilıç ve Orhaneli'nde ise ültrabaziklerle daha genç granodiyoritler bir arada görülmektedir. Bütün bu değişik jeolojik şartlar asbestleşmeyi etkilemiştir. Böylece Sivas bölgesinde (Davutyaylası, Ateşali) ve Erzincan'ın Sarıkonak köyünde, asbestleşme, lif boyları genellikle 1 mm ile 8-10 mm arasında değişen, bâzan da 15-20 mm'yi bulan damarcıklardan mürek-

kep uzun damarlar halindedir. Asbest damarcıklarını birbirinden ayrıran serpantin tabakalarının kalıntıları, lif uzunluklarına yaklaşık olarak eşittir. Damar kalınlıkları 10-50 cm arasında değişir. Damarlar bir hat boyunca 200 300 m'den 500 m'ye kadar uzanır ve bâzan daha uzundur. Krizotil asbestli kısımların uzunluğu 3-5 m'den 10 -15 m'ye kadar değişir, bâzan da 50 -100 m boyunca araları 10-20 m olan paraleller halinde 2-3 asbest damarına rastlanır (Davutyaylası). Damarlar her zaman aynı kalınlıkta değildir. Bunlar çok defa kaybolurlar veya bir iki lifli damarcık halinde takipdebilirler veya "Kazık" serpantin halinde görülürler. Burada damarlar bir fayı takibetmektedirler. Tektonik hareketlere farklı reaksiyon gösteren çeşitli kayaçların kontakları genellikle faylıdır. Krizotil damarları, gabro-dolerit ve rodenjit daykları, budinli amfibolitler eosen yaşlı greler ve konglomeralar kontağında, serpantinitle içinde görülür. Bâzan da asbest damarı serpantinitle breşleri takibederler. Bâzan, asbest damarları, dayk şeklindeki kayaçların her iki tarafını çevreler.

Gabro dolerik ve rodenjit blok ve budinlerini konsantrik bir şekilde sık sık krizotil asbest damarları çevreler. Buna benzer bir durum, serpantinitlede piroksenit adeseleri veya sağlam, yapılı serpantinitle çekirdekleri bulunduğu hallerde görülür.

İliç-Yakuplu bölgesindeki jeolojik ve strüktürel durum, tamamen değişiktir. Buradaki asbestleşme de tamamen değişik bir karakter taşır. Yakuplu'da az serpantinleşmiş harzburjitler çoğunluğu teşkil ederler. Buradaki magmatik bantlaşma bâzan tabaka ve bâzan da kesik ve uçları sivri hatlar halinde olup ekseriya dünit ve proksenitlerde görülür. Burada asbest, serpantinleşme zonunda olup 0,3-0,5 m kalınlığında paralel mürekkep damarlar halindedir, hat şeklinde uzanan asbest teşekkülü, tedricen stock-werk haline gelir. Burada 5-7 gruptan, 30-40 bin ton lif asbesttik bir rezerv beklenebilir.

Buna benzeyen bir durum da Orhaneli'ndeki (Fatma Tepe) asbest sahalarında görülür. Buradaki ültrabazikler, dünit karakterdedir. Krizotil asbestin teşekkül ettiği kısımlarda serpantinleşme çok az, ancak kısa damarcıklar veya boş çatlaklar halinde bir gelişme gösterir. Fakat buna rağmen küçük ağ tipi ve küçük damarcıklı stock-werk tipinde kesik çizgiler halinde serpantinleşmiş asbestsiz kısımlara da sık sık rastlanır. Burada serpantinleşme ve asbestleşmenin zayıf olmasının sebebi henüz aydın-

lanmamıştır. Belki de bu durum metamorfizmanın tamamen yokluğu veya alloserpantinleşmenin çok hafif oluşu ya da dünitlerin genellikle bu ameliyelere elverişsizliğine bağlanabilir. Buna rağmen Fatma Tepe bölgesindeki asbest rezervleri 15 - 20 bin tona ulaşabilir.

İliç bölgesinde olduğu gibi Orhaneli içinde karakteristik olan husus, ultrabazikler ile grano-dioritlerin kontak halinde olmasıdır. Grano-dioritler şüphesiz bölgedeki serpantinleşme ve asbestleşme ameliyesinin karakterini etkilemiştir. Bunun delilini listvenitleşme ve talklaşma olaylarının geniş şekilde gelişmiş olması teşkil eder. Bu gelişim bilhassa Orhaneli'nde bariz şekilde müşahede edilir.

Hatay bölgesi asbest oluşumu yönünden en enteresan bölgeyi teşkil eder. Ultrabazik masifin aslını allometamorfizmaya ve asbestleşmeye elverişli bulunan az serpantinleşmiş harzbürjitler teşkil eder. Krizotil asbest teşekkülü bir hat halinde masifin uzantısına paralel şekilde uzayan serpantin zonlarını takibeder. Bu zonların mevcudiyeti, herhalde N-S ve NW-SE yönlü faylar boyunca gelişen hidrotermal metamorfizmayla ilgilidir.

Kayaçların kırıntılı durumu bazik asıllı daykların metamorfizması sonucu teşekkül eden klorit ve rodenjit dayklarının bulunması, burada tektonik hareketlerin olduğunu gösterir. Buradaki asbest yatakları stock-werk zonları şeklinde meydana gelmiştir. Asbest damarlarının gelişmesi genellikle mürekkep damarcıklar halinde ve bir yönlüdür. Aslında bunlar serpantinleşme zonu yönüne uygundur. Stock-werk tipi asbest zonlarında krizotil damarcıkları kayaçların ortasında bulunan harzbürjit bloklarının etrafını çevrelemiştir.

Geniş serpantin kuşaklı tipik stock-werk cevherli sahalarda gelişmenin NW yönlü olması karakteristiktir. Bu cins Stockwerk tipi sahalarda bâzi kısımların pek büyük olmayan açık işletmelerle çalıştırılması istihsal bakımından verimli olabilir.

Hat şeklinde uzanan stock-werk tipi asbestleşmenin gelişmiş olduğu ayrı bölgelerdeki rezerv tayıni belirli bir inceleme merhalesinde 30-40 bin ton olarak değerlendirilebilir. Bütün bölgenin istihsale elverişli asbest rezervi 0,7-1 milyon ton olarak hesaplanabilir. Hatay'daki asbestleşmeyi inceleme sırasında dünitlerin mevcudiyetine, bunların morfolojisinin ve

eğiminin araştırılmasına önemle dikkat edilmelidir. Gökyar bölgesindeki incelemelerin gösterdiği gibi dünitler asbest teşekkülü için elverişli bir ortam değildir. Hatay bölgesinde yer yer %20'ye kadar asbest ihtiva eden zonlar mevcuttur. Bu kısımları galeriyle işletmek mümkündür. Bölgedeki asbest lifleri ekseriyetle 5-7 grup değerinde olmakla beraber yer yer daha üst gruptan da elde etmek mümkündür.

PROSPEKSİYON METODLARI

Kaide olarak istihsale elverişli asbest, az serpantinleşmiş peridotit (daha ziyade harzbürjit) ile metamorfizm ameliyesi tamamen bitmiş olan serpantinler arasındaki geçiş zonunda teşekkül etmişlerdir. Serpantinleşme ameliyesi tamamlanmış ultrabaziklerde büyük krizotil asbest teşekkülü görülmemektedir. Asbest teşekkül eden yerlerin tâyini ve bunların miktarını değerlendirmede en önemli şart serpantinleşme karakteri ile geçirdiği gelişim merhalesidir. Kaide olarak krizotil asbest teşekkülü doğrudan doğruya serpantinleşmenin krizotil merhalesine bağlıdır. Lizarditleşme ve antigoritleşmenin de vukubulduğu serpantinleşmiş zonlarda istihsal edilebilecek miktarlarda krizotil asbeste rastlanılmamaktadır.

Açık işletme tatbik edilecek stock-werk tipi sahalarda dekapaj miktarının düşük olması, galeri ile işletilecek damarlarda galeri çatısındaki kayaların mukavimliği ve galeriden fazla su çıkmaması mühimdir.

Asbest sahalarının işletilmesinde en önemli hususlardan biri, sahaların asbest muhtevasının yüksekliği ve çimento asbesti ile tekstil asbest muhtevaları arasındaki münasebettir. İstihsal rantabilitesi bunlara bağlıdır. Meselâ: Stock-werk tipi saha %2,5-3 nisbetinde çimento asbest ihtiva ederse, bunun işletilmesi az rantabl olur. Bütün bu umumî asbest muhtevasına rağmen cevher tekstil asbesti %0,15-0,20 gibi az miktarda bile varsa işletme rantabilitesi bariz bir şekilde yükselir.

Asbest sanayiinde, rezerv, ölçülerinin önemi büyüktür. Yatırımlar, işletmenin kapasitesi ve maliyet, rezerv miktarına bağlıdır. Elektrik enerjisinin mevcudiyet ve maliyet, su temini, nakliye, insan gücü de önemli hususlardır.

Asbest aramalarında, her şeyden önce, küçük ölçekli (1/500.000 -1/200.000) jeolojik haritalara dayanılarak asbest teşekkülüne elverişli jeolojik şartlar tesbit edilir. Asbest bulunan yerlerin 1/25.000-1/10.000 öl-

çekli jeolojik haritalarıyla birlikte projeksiyonu yapılır ve asbestleşmenin tipi ve büyüklüğü tâyin edilir. Ümitli görülen sahalarda 1/2000-1/1000 ölçekli jeolojik haritalar yapılır, bu safhada, gerektiğinde, sayısı ve ölçüleri pek büyük olmayan yarma ve sondaj kuyuları açılır.

Bundan sonraki safhada, cevherin yerüstü ve yeraltı gelişme durumunu tâyin etmek için seri yarmalar ve sondajlar yapılır. Böylece sahanın yapısı ve asbestin özellikleri tâyin edilir, rezervleri hesaplanır, işletmeye en elverişli bilgiler seçilir. Rölyefi müsait olan yerlerde galeri açmak da mümkündür. Bu meyanda, yarı makinalaşmış büyük lâboratuvarlarda cevherin özellikleri incelenir ve cevherden asbest teminiyle ilgili prensiplere dayanan şemalar hazırlanır. Ön araştırmada elde edilen bilgilere göre işletme hesapları yapılır (Meselâ: İstihsal kabiliyeti, nakliye, rentabilite, gerekli yatırım miktarı ve benzeri gibi).

Hesaplamalar sonunda, müsbet bilgiler elde edildiği takdirde asbest işletmesinin projesi hazırlanır. Kaide olarak işletme ocakları ile cevherden asbesti ayıran fabrikanın birbirlerine çok yakın olmaları lâzımdır.

Yukarıda açıklanan inceleme safhaları S.S.C. Birliği'nde büyük istihsal sahaları için yapılır. Sahanın ölçülerine, jeolojik yapısına, jenetik tipine göre inceleme safhaları değişebilir.

TAVSİYELER

Hızla artan ihtiyaç ve istihsale paralel olarak artan fiatlar, birçok memleketleri, en az kendi ihtiyaçlarını karşılayacak yatakların bulunması için gerekli araştırma yatırımları yapmağa itmektedir. Türkiye de bu memleketler camiasında bulunmaktadır.

Türkiye'de asbest sahalarının az incelenmiş olduğu, asbest sanayiinin gelişmekte olduğu ve ham madde yönünden imkânların artması için çok müsait bir ortamın doğduğu gözönünde bulundurulursa incelemelerin umumî yönü aşağıdaki şu hususları içine almalıdır:

1. Herhangi bir tipteki asbest mineralizasyonunun oluşum şartlarının, belirli jeolojik ve tektonik şartlarla metamorfizma münasebetlerinin izah edilmesi.

2. Ultrabaziklerin klasifikasyonu ve asbest zuhurunun jenetik tiplerindeki esaslara dayanarak belli bir bölgede, asbestleşmenin zuhur etti-

ği yerlerdeki asbest rezervlerinin tâyini için gerekli araştırma şartlarının yerine getirilmesi.

Krizotil asbest mineralizasyonunun yerini tâyin etmek için bunları sağlayan şartları incelemede en önemli husus, ultrabaziklerin büyük çapta strüktürel tasnifleriyle bunların karakterleri ve serpantinleşme derecelerinin öğrenilmesidir.

Krizotil asbest aramaları için mineralojik ve jenetik incelemelerde bulunarak bu çalışmalar sonucu asbest sahalarının yerlerini, büyüklüklerini ve jenetik özelliklerini gösteren 1/500.000 ölçekli bir Türkiye haritasının yapımı gereklidir.

Metod bakımından bu çalışma, ultrabazikler ve bunlarla ilgili olarak asbest teşekküllerine dair bütün bilgileri içine alan; umumî jeolojik, özel saha ve lâboratuvar tetkikleri sonucu meydana çıkarılan, bütün asbestli sahaları ve bunların değerini bir arada gösteren bir çalışma olmalıdır.

Bu incelemeler sonucu meydana getirilen "Prognozno mineralojenetik harita" şuları içine almalı: Asbest zuhuru katalogu ve asbest hakkında bütün bilgiler, ayrı bölge ve zonlardaki asbest rezervlerinin teşhis değeri, bunların tedricî olarak değerlendirilmesi ve arttırılması ile ilgili tavsiyeler, asbest istihsalinin teşkilâtlandırılması hakkında ve bu teşkilâtların ekonomik yönden değerini belirten tavsiyelerde de bulunabilir. Bu iş çok güçtür ve yüksek kaliteli tatbikçileri gerektirir. Bu gibi çalışmaların yerine getirilmesi için 4-5 uzmanın üç yıl fiilen bu sahada çalışması gerekir.

Bu gibi araştırmaların pratik sonuçları sarfedilen bütün emeği karşılar. Bu işe Türkiye'de Alaçam Firmasının jeologları tarafından başlanılmış ve pratik işlerle birlikte başarıyla yürütülmektedir.

Sonuç olarak, Türkiye'de bulunduğum zaman zarfında asbest çalışmalarının çok iyi organize edilmiş olduğunu söylemeliyim.