

Orta Anadolu'da Hidrojeolojik Arařtırmalar ve Bunların İcap Ettirdiđi Sondaj Tipleri

Dr. Jeolog M. TOPKAYA

A. Umumi bilgiler:

Giriř:

Türkiye'de kurak bölge telâkki edilen mıntıkalar Trakya'da, orta ve güney Anadolu'da bulunurlar. Bu üç bölgenin sahası 200.0 kilometre kareyi geçer. Yani ařađı yukarı Türkiye sathının üçte birine yakın bir sahaya tekabül eder. Fakat büyüklüđü 140.0 kilometrekare olan orta Anadolu bunların başında gelir. Biz burada yalnız Orta Anadolu'nun bazı kısımlarının arzettiđi bünye hususiyetlerinden bahsetmekle iktifa edeceđiz. (řekil 1)

Orta Anadolu ve hudutları:

Orta Anadolu kabataslak bir dörtgeni andırır. Bunun dođu-batı kutru Eskiřehir-Sivas arasında 800 kilometredir. Kuzey-güney istikametindeki kutru ise Ankara'dan geçmek üzere Çankırı Konya arasında 500 kilometreyi geçer. (řekil 1)

Cođrafi durum:

Orta Anadolu cođrafi bakımdan çok iyi tarif edilebilir: bu bir yayladır. Rakımı 800 ile 1000 metre arasında deđiřir. Bu yayla rakımı ekseriya 2000-3000 metreyi geçen dađlarla çevrilmiřtir. Kuzey kısmı sularını Kızıl ırmak veya Sakarya'ya akıtır. Güney kısmı ise tuzlu veya tatlı su gölleriyle muvakkat akar suları bulunan kapalı bir havzadır.

Vejetasyon mevsimi çok kısadır. İlkbaharda başlar yaz aylarının başında biter. Nebatlar ancak ot nevilерinden ibarettir. Orman mevcut deđildir. Pek nadir olan çalılık ve fundalıklar pek dar sahalara münhasır kalırlar.

Halkın iskân tarzı da çok dađınıktır. řehir ve kasabalar nadirdir. Köyler dahi birbirinden 10-20 kilometre mesafelerde bulunurlar. Nüfus kesafeti umumiyetle kilometre kareye 6-7 kiřidir.

Bu geniş sahada son senelere kadar insan faaliyeti başlıca koyun ve keçi sürüleriyle ve hayvan yetiştirmekle meşgul olmaktan ibaretti; ziraat talî derecede yer alırdı. İkinci cihan harbinden beri ve bilhassa şimdi dry farming usulünün tatbiki ve ziraatin motorlaştırılması ile hububat ziraati her gün biraz daha çobanlığın aleyhine olarak inkişaf etmektedir.

Demir yolları yaylanın şimal ve cenubuna münhasır kalmaktadır. Umumî yollar ve şoseler az olduğu gibi umumiyetle yine demir yollarını takip etmektedir. Bununla beraber kuzeyden güneye Ankara-Konya şosası bu stepik yaylayı kesip geçmektedir.

Meteorolojik şartlar:

Orta Anadolu'nun muhtelif kısımlarına ait meteorolojik şartları birbirinden o kadar farklıdır ki, böylece orta Anadolunun meteorolojik şartlarını basit bir formül ile ifadeye imkân yoktur. Bir fikir vermiş olmak için, Konya civarında 1930 senesinden 1943 senesine kadar yapılan meteorolojik müşahedelerin bir blânçosunu gözden geçirmek faydalı olacaktır.

Suhunet: Konya'da mutlak suhunet azamisi 37.7 derece, asgarisi ise nakıs 28.2 dir. Suhunetin senelik vasatısı 11.4 dir. Bu kıymet 10.9 ile 12.6 derece arasında değişir. Bir sene içerisinde azamî 159, asgarî 97 yaz günü vardır. Vasatî olarak bir senedeki yaz günlerinin adedi 112 gündür. Senede asgarî 30 azamî 68 vasatî olarak 45 tropik gün kaydedilmiştir. Donlu günlerin adedi 118 ile 150 gün arasında değişir. Bir senede kış günlerinin adedi 14 dür, bununla beraber bu rakam 35 e kadar yükselebildiği gibi yalnız iki güne düştüğü de vakidir.

Yağış: Senelik yağış vasatısı 303.5 milimetredir. 1937 de 143,7 milimetre yağış olmuştur. Hâlbuki 1942 senesinde yağış 500.9 milimetre ile azamî bir kıymet kazanmıştır. Ağustos ayları yağış olmıyan ayların başında gelir. Bununla beraber öyle seneler olmuştur ki Mayıs, Temmuz, Eylül ve Ekim aylarının da hiç yağış olmadan geçtiği görülmüştür. En yağışlı ay Mayıs ayıdır. Vasatî olarak yağışlı olarak geçen günlerin adedi 76 dır. Bu sayı 1941 de 62 güne indiği gibi 1940 da 90 günle azamî bir kıymeti almış bulunmaktadır.

Toprak vasatî olarak senede 19 gün karla örtülü bulunmaktadır. Bununla beraber 1935-36 senesinde yalnız iki gün toprak karla örtülü kalmıştır. 1941-42 kış mevsiminde Konya 80 gün karla örtülü bulunmakta idi.

Dolu yağın mevsim ya ilkbahardır yahutta bilhassa Haziran ve Mayıs aylarıdır. Nadiren Ekim ayında da dolu düştüğü görülmüştür. Hiç dolu yağ-

mayan seneler vardır. Fakat bir sene içinde 14 gün dolu yağdığı da vaki olmuştur.

Konya mıntıkasında kırağı da teşekkül etmektedir. Senede vasatî olarak 59 kırağılı gün sayılmıştır. 1938-39 senesinde kırağılı günlerin adedi 76, 1933-34 senesinde ise 22 gün olarak tesbit edilmiştir. Bu kırağı teşekkülü Ekim ayında başlar ve ancak Nisan ayında nihayete erer.

Nisbi rutubet: Senelik vasatîsi % 60 dır. Bu rakam % 54 ile % 63 arasında değişebilir. 1930 senesinin Haziran ayı ile 1931 senesinin Ekim ayında nisbî rutubetin inanılmayacak kadar düşerek % 4 e indiği görülmüştür.

Bulutluluğa gelince vasatî olarak senede gökyüzü 72 gün kapalıdır. 1932 de asgarî olarak 41 gün kapalı gün sayılmıştır. 1942 de ise azamî olarak 107 gün kapalı geçmiştir. Haziran ve Temmuz ayları hemen hemen daima bulutsuz geçer. Senesine göre bazan Eylül ayında gökyüzü bulutsuzdur. Vasatî olarak senede 182 bulutlu gün vardır. Bu 1935 de 136 günle 14 senelik asgarî kıymeti bulmuştur. 1939 da senenin 225 gününün bulutlu geçtiği tesbit edilmiştir. Senenin umumiyetle her ayında bulutlu gün mevcuttur.

Tebahhurat: Tebahhurat vaziyetini de tetkik etmemiz icap etmektedir. Fakat doğrudan doğruya Konya civarını alâkadar eden malumat mevcut olmadığına göre Orta Anadolu'nun muhtelif mıntakalarına ait tebahhurat neticelerini vermekle iktifa edeceğiz.

Beyşehir gölünde gölgede ölçülen tebahhurat, 1944 ile 1951 seneleri arasında 8 senelik vasatî olarak 700-800 milimetre arasındadır.

1947 de Ankara'da tebahhurat 1669,4 milimetre olarak tesbit edilmiştir. Fakat bu kıymet senede 2.200 milimetreye de çıkabilmektedir. Konya bölgesi ile mukayese edilebilecek diğer tebahhurat istasyonları Sakarya kenarında Tekke köy ve Kayseri Vilayetinde Kızılırmak kıyısında bulunan Yamula'dır. Tekke köyde tebahhurat 1937 den beri ölçülmektedir. 14 sene için senelik tebahhurat ortalaması 1399 milimetredir. Bu kıymet 1532 milimetreye çıktığı gibi 1182 milimetreye de düşebilir.

Yamula'da 1940 senesindenberi tabahhurat ölçüleri yapılmaktadır. Vasatî kıymet senede 1717 milimetredir. Asgarî tebahhurat ise 1479 milimetre olarak tesbit edilmiştir. Böylece iklim bakımından kâfi derecede benzerlik gösteren Yamula mevkiinde senelik tebahhurat ortalaması 1606 milimetredir.

Diğer taraftan eğer tebahhuratın aylık kıymeti alınırsa, Tekke köy ile Yamula'da yalnız Mayıs veya Haziran aylarında 265-270 milimetre te-

bahhurat vaki olduğu görülmektedir. Bu miktar takriben bir senelik yağışa tekabül etmektedir.

B — Jeolojik Etüdlere:

Sistemantik bir şekilde ele alınan hidrojeolojik araştırmalar ancak başlangıçta bulunmaktadır. Zira 1950 senesinde Bayındırlık ve Tarım Bakanlıklar ile hem fikir olarak, Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü tarafından programı tesbit edilen etüdlere ancak 1951 senesinde başlanmıştır. Bu etüdlere gayesi muhteliftir. Bu çalışmalarla herşeyden evvel Orta Anadolu'nun jeolojik yapısını keşfetmek ve yeraltı sularına ait meseleleri inkişaf ettirebilmek için bir anahtar bulmaya çalışılmaktadır. Fakat bizden aynı zamanda kısa yoldan halledilmesi icabeden pratik neticeler de arzu edilmektedir. Bu isteklerden birincisi Tarım Bakanlığı tarafından gelmektedirki mezkûr Bakanlık hiç olmazsa bu bölgede sahip bulunduğu vasî çiftliklerde içecek su bulunmasını istemektedir. Her biri 200-300 kilometre karelik bir saha üzerine yayılmakta olan bu çiftliklerde su fıkdanı idarecileri arozözler vasıtasile 10-20 kilometre mesafeden su getirmeğe icbar etmektedir. (Şekil: 1)

Diğer istek daha tazyik edicidir. Zira eğer bu mıntakada su bulunabilirse bölgenin en münbit yerlerinde Bulgaristandan gelen muhacirlerin iskânı istenmektedir. Böylece mümkün mertebe süratli bir şekilde mıntakada istikşaf etüdlere yaparak yeraltı suyu bulunması ümit edilen yerlerde sondajla yeraltı suyu araştırmalarına girişmek icabetmektedir.

İşte bu şekilde muhtelif istikametlerde inkişaf etmek istidadında olan şartlar altında Orta Anadolu'nun tetkikine başlandı. Evvelâ 4 jeologla birlikte Orta Anadolu'nun güney batısında 6.000 kilometre karelik bir saha üzerinde bir istikşaf etüdü yapıldı. Bu mıntaka Tuz Gölü'nün batısında bulunan ve Devlete ait bütün çiftlikler sahasını içerisine alan, aynı zamanda Orta Anadolu'nun toprak bakımından en münbit kısımlarını teşkil eden bir bölgedir.

1951 yaz devresinde, istikşaf etüdlere 12.000 kilometre kareye çıkarıldı; aynı zamanda 2.000 kilometre karelik bir sahanın da 1/100.000 ölçekli jeoloji hartasını ikmal ettik. Halen çalışmaya devam etmekteyiz ve jeofizik usullerden de istifade etmek suretiyle etüdlere devam ede-

ceğiz. Aynı zamanda sondaj makinalarıyla de bazı deneme sondajları yapmaktayız.

Şimdiye kadar elde edilen jeolojik neticeleri aşağıdaki şekilde hulasa edebiliriz:

Topografya: Bu mıntakada rakımı en düşük olan yer Sakarya kenarında bulunan Yenice, Etrek, Kocahacılı ve Kabak köyleri olup 720 metredir. Umumiyetle boz bir renk arzeden yayla 900-1000 metreye kadar yükselir ve dört tarafa doğru açılır, uzanır. Etrafını çevreleyen dağlar plâtoya nisbetle bariz bir şekilde yükselirler. Dağlar umumiyetle paleozoik yaşında taşlardan yahut volkanik kitlelerden ibarettir. Bu demektir ki, jeolojik formasyonlarla topografya arasında bir mutabakat mevcuttur. Böylece hemen bütün çukur yerler neojenden ibaret olan göl teşekkülâtı olan marn, kalker ve killer tarafından işgal edilmiş bulunmaktadır. Düz ve monoton olan bu manzara içerisinde gözü çeken ve 1000 metreyi geçen bütün yükseklikler ekseriya paleozoik veya daha eski formasyonlara ait mermer veya kalkerlerden teşekkül etmişlerdir. Şurada burada yaylanın ortasında eski formasyonlara ait adacıklar görülür. Bunlar ekseriya doğudan batıya ve nadiren kuzeyden güneye uzanan birer küçük dağ silsilesi şeklinde sıralanırlar. Daha genç olan volkanik sivrilmeler gerek şekilleri gerekse diğer araziye nisbetle haiz oldukları koyu bir renk sayesinde tefrik edilebilirler.

Morfoloji: Yayla daha yakından tetkik edildiği zaman bir çok eski nehir yataklarının ve onlara ait mendereslerin mevcut bulunduğu görülür. Bu eski nehir yataklarından bazıları yeni akar sular tarafından işgal edilmiş bulunmakta iselerde ekseriya kurudurlar. Yalnız sağnak halinde düşen yağmurlar esnasında suların Sakarya nehrine veya Tuz gölüne doğru mecra almasını temin ederler.

Yayla üzerindeki bu eski nehir yataklarının muvazene münhanileri (profil d'équilibre) çok yatık olarak hemen hemen bir müstekime yakın bir şekil arzederler. Uzak mesafeler üzerinde seyahat edildiği zaman bu neticeyi daha iyi görmek mümkündür. Zira yüzlerce kilometre mesafe katedildiği halde postneojen olan bu eski akar suların yatakları üzerinde alınan iki nokta arasındaki irtifa farkı ancak birkaç dekametreden ibarettir. Eğer yeni kaide seviyesi (niveau de base) olan Sakarya ile Yayla arasında 200-300 metre gibi esaslı bir seviye farkı mevcutsa bu keyfiyet

Anadolu yaylasının yükselmesi neticesi ortaya çıkan bir gençleşmeden ibarettir. Bütün bu neticeler Orta Anadolu'nun hiç olmazsa bu mıntakasının bir penepen karakterinde olduğunu göstermeğe kâfidir.

Mevcut formasyonlar: Stratigrafik seri su geçirmiyen bir temel üzerinde bulunmaktadır. Bu temel granit, diyorit, gnays, mikaşist, killi şist, gawacke, mermer, kesif kalker ve kuartzitlerden ibarettir. Örtü tabakası üçüncü zamana ait nadir nummulitli kalker aflormanları ihtiva eder. Fakat bu örtü bilhassa göl teşekkülatı olan tatlı su kalkerleriyle volkanik faaliyet mahsulü bulunan geniş andezit ve bazalt lavlarından ibarettir. Genç örtü tabakasının kalınlığı 250-300 metre kadardır; kuzeyden güneye kalınlığın azaldığı görülür. Her tarafta görülen alüvyon ve ebuliler geniş sahalar kaplamazlar.

Tektonik: Neojen umumiyetle 3-5 derecelik meyillerle hafif bir şekilde dalgalıdır. Satıhta fay müşahede edilmemiş olmakla beraber Ilgın kasabası gibi bölgelerin yer sarsıntısı bakımından iyi tanınmış olmasına bakılırsa, temeli bile fayların kestiği neticesi kolayca çıkarılabilir.

Hidrojeolojik neticeler:

Pek zayıf olan yağışlar, kuvvetli tebahhuratı ve boşluklu arazi ile kalker çatlaklarına doğru süzülen suları karşılayamazlar. Bu sebeple nadir olan akar sular menşelerinden itibaren hacimleri büyüyeceği yerde tamamıyla azalır ve birdenbire kaybolurlar. Mevcut göller az derindir. Yaz aylarında ya büyük bataklıklara tahavvül ederler yahutta Tuz gölünde olduğu gibi bir tuz gölü halini alırlar.

Menbalar nadirdir. Eski kütleler civarında zuhur edenlerin debileri pek zayıftır. Asla saniyede 1-2 litreyi geçmez. Bu sular ekseriya iyi kalitededirler. Fakat neojen kalkerlerinden gelen karstik sular Sakarya vadisine yakın bulunan derin vadilerde birdenbire meydana çıkarlar. Debileri de çok kerre bir kaç yüz litrenin üstündedir. Bu mıntakalar arasında Katırlı ve Kürt taciri, Uzun bey, Sakuşağı, Hacı Fakı zikredilebilir.

Kuyular adet itibariyle pek çoktur. Bunların ehemmiyetine göre köylere isim verilmiştir. Meselâ; Baş kuyu, Dar kuyu, Eğri kuyu, Kır kuyu köylere gibi. Kuyuların derinliği bazan 100 metreyi bulmaktadır. 50-60 metre derinlikte kuyular pek çoktur. Bu kuyular kalker ve marn-

lar içerisinde kazılmıştır. Bu kuyuların tetkiki gösteriyor ki yer üstü suları gibi yer altındaki sular da Sakarya'ya doğru akmaktadırlar.

Muhtemel su seviyeleri: Yukarıdan aşağı:

1— Alüvyonlar içindeki sular; bazan 17-20 metre derinlikte alüvyonlar içinde kuyu sularına raslanmaktadır.

2— Neojen kalkerleri; bu kalkerler içerisinde birisi üstte olmak üzere 850 rakımında (50-60 metre derinde); diğeri ise altta olmak üzere 800 rakımında (100-120 metre derinde) iki su seviyesi mevcut olması ihtimali vardır. (Şekil: 2)

3— Rakımı düşük olan noktaları işgal eden erozyon bakiyesi kalker ve mermerler içerisindeki sular.

4— Temel taşları ile örtü tabakasının müsait bir durum arzettiği temas noktaları arasındaki derin su seviyeleri. (Şekil: 3)

Yapılan sondaj neticeleri: Polatlı Devlet Üretme Çiftliği civarında 110 metre derine giden sondajdan elde edilen neticeye göre 3 metre kalın olan alüvyonlar içerisinde su mevcut değildir. Buna mukabil neojen kalkerleri içerisinde 65 metre derinde bir miktar suya rastlanmıştır. Polatlı Çiftliğinden 60 kilometre güneyde bulunan Altınova Devlet Üretme Çiftliğinde 36, 76, 96 metre derinliklere giden üç adet sondaj daha yapılmıştır. Keza burada da kalınlığı 16 metreyi bulan alüvyon ve ebuliler içerisinde suya rastlanmamıştır. Suya ancak yeşil sahrelerle neojene ait marn ve kalker serisinin temas sahasında ve 60 metre derinlikte tesadüf edilmiştir. Bu suyun debisi saniyede bir litreden daha çok olarak ölçülebilmektedir. Suyun tahlil neticesine göre:

Karbonat sertliği 12,53 fransız derecesidir. Mecmu sertlik 17,29 dur. Altınova çiftliğinden 36 kilometre güney doğuda kalan Gözlü Devlet üretme çiftliğinde diğeri bir sondaj icra etmekteyiz. Mevzu bahis sondajlar yüz kilometrelik bir hat üzerinde kuzeyden güneye birbirinden 40-60 kilometre mesafelerle sıralanmış bulunmaktadır. Bu şekilde sıralama bize jeolojik etüd sayesinde elde ettiğimiz malûmatı kontrol etmeğe yaradığı gibi bundan fazla olarak yeraltı sularının kaliteleri ve debileri hakkında da malûmat verebileceklerdir.

C — Sondaj meseleleri:

Konya bölgesinde hem rotari hem de darbeli sondaj makinesi kullandık. Yapılan sondajlar dik (yani yere amut olan) şakulî sondajlardır. Darbeli sondaj makineleri az su ile iktifa ettiğinden karot almak mevzu bahis olmadıkça rotari tipinde makine kullanmadık.

Bununla beraber Türkiye'de diğer bazı neojen havzaları vardır ki orada yeraltı suyu aramak için meyilli veya ufki sondaj yapılması icap etmektedir. Bir fayın mevcudiyeti veya dik yatımlı tabakaların bir fil-eksüre ait bulunması yüzünden orta Anadolunun kuzey ve güney kenarı bölgelerindeki vaziyet buna iyi bir misal teşkil eder. Bu mevzuda Ankara'nın 100 kilometre kadar batısında bulunan Beypazarı havzasını zikredebiliriz. Havzanın kenarlarına uzak olmayan mahallerde, ufukla 30 derecelik bir açı yapan ve 60-70 derece ile güneye dalan tabakalara amut sondaj sayesinde su naplarına şakulî sondajlara nisbetle daha kısa mesafede vasıl olmak mümkündür. Bir göl teşekkülâtı olan bu havzanın ortasına doğru gidildikçe tabakalar milli ve killi bir vaziyet aldığından bu şekilde hareket ederek meyilli sondajlar yapmak bir zarurettir.

Diğer bir misal daha zikredelim. Bu da fena kalitedeki sularını tecridi ile iyi sular elde edilmesi icap eden meselelerdir. Meselâ Ankara'nın kuzeyinde bulunan Çankırı havzası gibi. Hakikaten, büyük alçı kütleleriyle kil ve kırmızı kum münavebelerinden ibaret olan bu vasi bölgelerde tatlı, tuzlu ve acı sular mevcuttur. Buraların iskanı için her şeyden önce iyi kalitede ve kâfi miktarda içme suyu temin etmek icap etmektedir. Bu demektir ki, tatlı su seviyelerini tesbit edip içilemeyecek sulardan tecrit etmelidir. Bu maksatla muhtemelen vaziyete göre şakulî, meyillî veya ufki sondajlar yapmak icap edecektir. (Şekil: 4 ve 5 i görünüz).

Bundan maada Türkiye'de mevcut bulunan bazı geniş andezit, bazalt ve kalker aflörmanları sahalarında su fıkdanı mevzu bahistir. Bu havzalar kurak bölgelere pek te girmezler. Zira bu arazi Orta Anadolu da olduğu kadar diğer bölgelerde de mevcuttur. Bu mevzuda kuraklığa sebep iklim değil taşların suya karşı haiz olduğu vasıfların üstün bir rol oynamasıdır.

Andezit, ve bazaltların çatlaklarında pek büyük mikyasta su beklenemez, bununla beraber bu bünyelerden azamî su istihsal edebilmek için

kuyular kazıp bu kuyuların dibinden bilhassa diyaklaz satırlarına amut olarak şuaî sondajlar icra etmek en münasip yol olacaktır. Kuyu yerine keza topografik vaziyeti müsait bir şekilde çukur bulunan bölgeler seçilerek bu noktalardan ufki veya az meyilli sondajların yapılması da bazan uygun olabilir.

Bu usulü kalkerler içerisinde tatbik edebilmek için daha önceden su ceplerinin mecdüyeti evvelden jeofizik usullerle tesbit edilmiş olmalıdır.

D — Yeraltı sularının sun'î bir şekilde beslenmesi imkânları:

Türkiye'de, pek az bir zamandanberi işletilmekte olan muhtelif bölgelerdeki yeraltı sularının ciddi bir şekilde azalmakta olduğuna dair elimizde malûmat mevcuttur. Mesela Ege denizi kıyılarında Ayvalık, Dikili, Trakya havzası, Bursa havzası, Karaman civarı ve Tarsus bölgesindeki artezyenler ya tamamen adî kuyu sularına tahavvül etmekte veya kurumaktadır.

Nehir ve çaylar gibi akar suların hemen ekserisi yaz mevsimlerinde hemen tamamen çekilir veya inanılmıyacak derecede kururlar. Bütün bu vaziyet bizi memleketin yeraltı suyu ekonomisinde faydalı olabilecek bir usulün acele olarak bulunması mevzuuna sevketmektedir.

Kullanılabilecek usuller arasında ağaçlandırma ile bilhassa ilk bahar kış mevsimlerinde büyük hacim kazanan satırlarını toplamak maksadile çok adette büyük barajların inşası gelebilir.

Kanaatimiz şudurki ne ağaçlandırma ne de barajların inşası kurak bölgelerde kâfi derecede kısa bir zamanda ifa edilemez. Zira ağaçlandırma 50-100 sene ister, halbuki Türkiye gibi stepik bir hal almış memleketlerde barajların inşası 25-30 senelik uzun hidrografik etüdlerin yapılmasını icap ettirir ve bilhassa böyle bir program ancak memleketin bugünkü malî imkânları dışında bir mesele teşkil eder. Bundan başka nehir ve çayları büyük mıkıyasta sulp madde taşıyan ve ormanları mahvolmuş bu susuz memlekette barajların iktisadî olup olmıyacağı meselisi de şüpheli bir iştir.

Bize öyle geliyorki, yegâne hal çaresi yeraltındaki jeolojik bünyeler-

in elveriřli olduđu yerlerde sondaj yaparak elde olunan deliklere feyezan ve bataklık gibi satıh sularını göndermektir.

řimdiden diyebilirizki, Türkiyenin kurak olan bilhassa Orta Anadolu kısmı ile batı ve güneyde bulunan bazı jeolojik bünyeler böyle sun'ı (dolin=dden) açılarak yeraltı sularını zenginleřtirilmesine ve yeni sun'ı su naplarının ihdasına çok elveriřli görünmektedir.

Bu Sun'ı kokordan (dolin) ler sondajlarla yapılacak ve bu sondajlar satıh sularını yeraltında bulunan arazi tabakalarile birleřtirmeđe ve bu suretle yeraltı sularının, yerüstünde bulunan hatta çok kerre zarar veren yahutta ilkbahar ve kış mevsimlerinde kullanılması imknı olmayan nehir ve çayların fazla suları sayesinde zenginleřmesini temin edecektir.

Bununla beraber böyle bir usulün faydalı bir řekilde tatbiki için tecrübe mahiyetinde küçük mikyasdaki iřlerden bařlayıp elde edilen tecrübelere göre hareket etmek daha dođru olacađı kanaatındayız.

n plnda jeolojik bünyeyi nazarı itibara alan bu usulün muvafakiyeti kurutma mevzuunda olduđu gibi feyezan sularının ortadan kaldırılmasında da çok büyük rol oynayabilecek durumdadır. Bu řekilde hareket ederken yalnız tehlike tahfif edilmiř olmuyor, aynı zamanda yeraltı sularını ve dolayısıyla nehir ve çayların sularını zenginleřtirmiř oluyoruz.

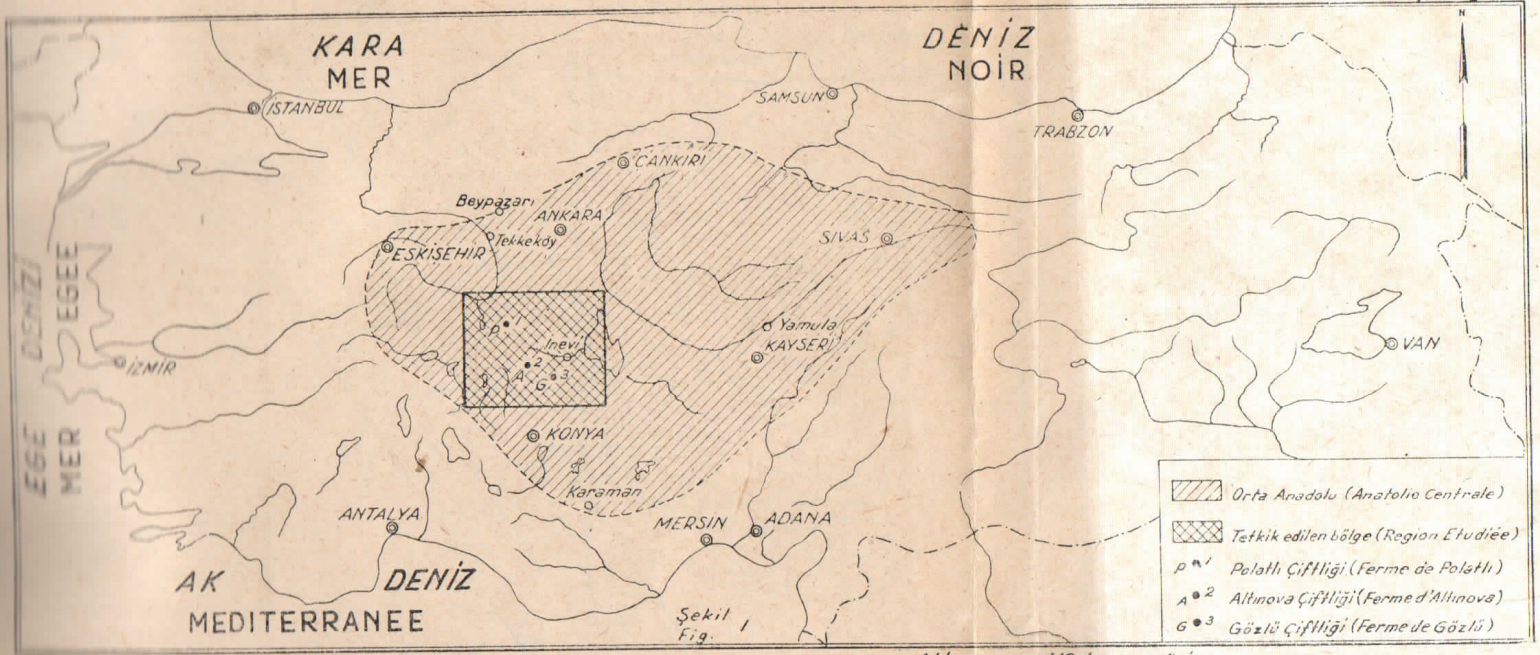
ORTA ANADOLU'DA HİDROJEOLÖJİK ARAŞTIRMALAR

Levha I
Planche

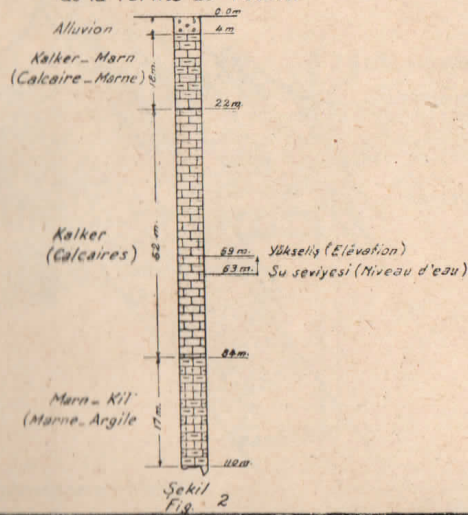
RECHERCHES HYDROGEOLOGIQUES EN ANATOLIE CENTRALE

Ö
E -1:4.500.000

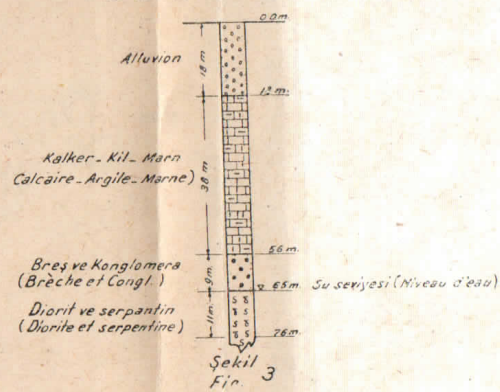
Dr. M. Topkaya



Polatlı Çiftliği
1 N° lu sondaj kesiti
Coupe du sondage N° 1
de la Ferme de Polatlı



Altınova 1 N° lu sondaj
kesiti
Coupe du sondage N° 1
de la Ferme d'Altınova



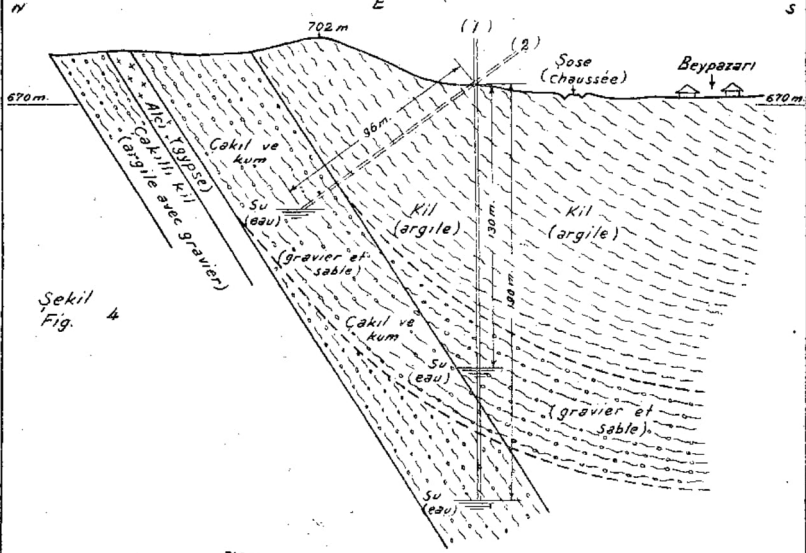
Bey pazarı Neojen Havzası

Levha : II
Planche : II

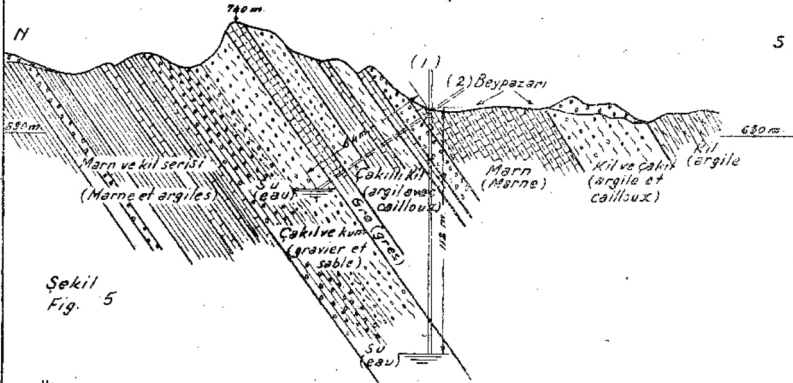
(Le Bassin néogène de Bey pazarı)

Meyilli sondajlarla şakuli sondajların mukayesesi
(Comparaison des sondages inclinés et des sondages verticaux)

Ö - 1:2000
E



Sekil
Fig. 4



Sekil
Fig. 5

(1) || Şakuli sondaj (sondage vertical)

(2) // Meyilli sondaj (sondage incliné)

Dr. M. Topkaya

Mamafi muazzam miktarlara balıđ olan feyezan sularını sondaj delikleri yolu ile yeraltına göndermek her zaman mümkün olmayacaktır. Zira yeraltındaki tabakaların su geçirme hassası her zaman buna müsait olmayabilir. Fakat ne olursa olsun bu halde dahi yeraltı sularının beslenmesi bu ilâve edilen sudan dolayı çok istifade görecektir. Bu suretle de yeraltı sularının ekonomisi mevzuunda Türkiye için ciddi bir adım atılmış olacaktır.

Bu usulün müsbet neticelerini tahakkuk ettirecek bir program sayesinde, mevcut bütün klâsik metotlara nazaran daha az zaman ve daha az malî imkânlarla Türkiyede yeraltı ve yerüstü suları davasının başarılacağı kanaatindeyiz.

Recherches Hydrogéologiques en Anatolie Centrale Et Différents Types de Sondages Suggérés

Dr. M. TOPKAYA

A — Généralité:

Introduction:

En Turquie, les régions qui peuvent être considérées comme arides ou semi arides se trouvent en Thrace, au centre et au sud-est de l'Asie Mineure. La superficie occupée par ces trois régions peut dépasser 200.000 km.² Ce qui correspond presque au 1/3 de la superficie totale de la Turquie. Mais avec ses 140 mille km.² la grande part revient à l'Anatolie Centrale. Nous nous bornerons ici aux différentes structures du centre du pays. (voir Fig. 1)

L'Anatolie Centrale et ses limites:

L'Anatolie Centrale ressemble grossièrement à un losange dont la diagonale E-W allant d'Eskişehir à Sivas a une longueur de 800 km; tandis que la diagonale N-S reliant Çankırı à Konya, en passant par Ankara, dépasse les 500 km.

Situation géographique:

L'Anatolie Centrale est un ensemble géographique bien défini: elle correspond à un plateau dont l'altitude varie entre 800 et 1000 m. Ce plateau est entouré par des montagnes dont l'altitude dépasse souvent les 2000 m. et peut même atteindre 3000 m. la partie Nord est drainée par le Kızılırmak et le Sakarya. La partie Sud est un bassin fermé avec ses lacs salés ou d'eau douce et ses rivières temporaires. (voir Fig. 1)

La saison où la végétation, pousse est très courte, elle commence au printemps et finit au début de l'été. La végétation ne consiste qu'en des Herbacées. Les forêts sont absentes et les rares puissons clairsemés qu'on rencontre ne couvrent qu'une très faible superficie.

La population aussi est très dispersé. Les villes ou les bourgs sont très rares et les villages distants de 10 à 20 km. l'un de l'autres. La densité de la population est en général de 6 à 7 personnes par kilomètre carré.

Dans cette vaste contrée l'activité de l'homme ne consistait qu'en l'élevage de moutons et de chèvres jusqu'à ces dernières années; agricultures n'était qu'accessoire. Depuis la deuxième guerre mondiale et surtout aujourd'hui avec la méthode du dry farming et la motorisation de l'agriculture la culture des céréales commence à prendre le dessus sur l'élevage.

Les lignes ferroviaires sont limitées aux Nord et Sud du plateau. Les routes principales ou les chaussées sont rares et suivent en général les chemins de fer; cependant la route principale Ankara-Konya traverse la steppe du Nord au Sud.

Conditions météorologiques:

Il est très difficile d'énoncer une loi simple concernant les conditions météorologiques de l'ensemble de l'Anatolie Centrale tant les différences sont grandes suivant les localités. Pour donner une idée sur les conditions météorologiques du plateau résumons les observations faites dans la ville de Konya, de 1930 jusqu'à 1943, par le Service Météorologique de la Turquie.

La température: A Konya le maximum de la température absolue est de 37°,7 et la valeur minima de — 28°,2. La température moyenne annuelle est de 11°,4, elle varie entre 10°,9 et 12°,6.

Dans l'année, il ya un minimum de 97, et un maximum de 150 journées d'été. Le nombre des journées d'été est de 112 jours en moyenne. On compte un minimum de 30, et un maximum de 68 journées en moyenne. Le nombre de journées de gel varie entre 118 de 150. Les jours d'hiver sont de 14 en moyenne dans une année, cela peut cependant atteindre le chiffre 35 ou tomber à 2 journées seulement.

La précipitation atmosphérique: La moyenne de la précipitation annuelle est de 303,5 millimètres. Le minimum de la précipitation a été enregistré en 1932 où elle était de 143,7 millimètres. Tandis que le maximum a été de 500,9 millimètres enregistré en 1942.

Le mois d'Août vient en tête parmi les mois durant lesquels il n'y a presque pas de précipitation. Il y a pourtant des années où les mois de mai, juillet, septembre et octobre passent sans précipitation. Le mois le plus pluvieux est le mois de mai.

Les journées pluvieuses de l'année sont en moyenne de 76 jours. Le

nombre des jours de pluie était au minimum de 62 en 1941; tandis qu'en 1940 il atteignait la valeur maximum avec 90 jours.

Le sol est couvert 19 jours en moyenne par la neige. En 1935-36 il n'y aût que seulement 2 jours où la terre a été couverte par la neige. Par contre durant la saison d'hiver 1941-42 la région de Konya a été resté 80 jours sous la neige.

Les jours où la précipitation s'accompagne de grêle sont ou au printemps ou bien surtout dans les mois de juin et de mai. Il grêle aussi quelquefois en octobre. Il y a des années sans grêle mais des années où on a compté 14 journées de grêle.

Dans la région de Konya il se forme aussi du givre. Pour chaque saison on compte normalement en moyenne 59 journées givrées. Le maximum des journées givrées ont été fixées comme 76 jours en 1938-39; et le minimum avec 22 jours en 1933-34. Ce phénomène commence au mois d'octobre et ne cesse qu'en avril.

La valeur annuelle moyenne de d'humidité relative est de % 60. Ce nombre peut varier entre % 64 et % 63. Mais en juin 1930 et en octobre 1931 cette valeur est tombée à % 4, ce qui semble presque incroyable.

Quant à la nébulosité, en moyenne le ciel est entièrement couvert 72 jours par année. Comme minimum on a compté 41 journées couvertes en 1932, et 107 comme maximum en 1942. Les mois de juin et de juillet sont presque toujours à ciel ouvert. Il est de même pour septembre suivant l'année. En moyenne dans une année on compte 182 journées nuageuses. On a enregistré 136 jours nuageux en 1935, c'est le minimum pour 14 ans. En 1939 il y a eu 225 journées nuageuses, Il existe en général des journées nuageuses dans chaque mois de l'année.

Evaporation: Il nous reste encore à dire quelques mots sur l'évaporation. Mais nous n'avons pas de données concernant directement la région de Konya, nous contenterons de ce fait, de donner quelques chiffres obtenus en divers localités de l'Anatolie Centrale, à titre de comparaison :

L'évaporation mesurée à l'ombre sur le Lac de Beyşehir pour

8 ans depuis 1944 jusqu'à 1951 varie entre 700-800 millimètres en moyenne dans l'année.

En 1947 l'évaporation a été fixé à Ankara comme étant 1669,4 millimètres, mais cela peut monter à 2.200 millimètres par an.

D'autres régions qui peuvent être comparées à la région de Konya au point de vue climatique sont Tekke köy sur le fleuve de Sakarya et Yamula sur le Kızılırmak, dans le vilayet de Kayseri. A Tekke köy on mesure l'évaporation depuis 1937. La moyenne de l'évaporation pour 14 ans est de 1399 millimètres. Cela peut tomber jusqu'à 1182, ou atteindre la valeur maximale de 1532 millimètres par an. A Yamula on fait des mesures depuis 1940. La valeur maximale est de 1717 et la valeur minima de 1479 millimètres. Ainsi, à Yamula qui montre assez de ressemblance climatique avec la région de Konya, la moyenne annuelle de l'évaporation est de 1606 millimètres (voir Fig. 1).

D'autre part si on prend en considération l'évaporation mensuelle à Tekke köy et à Yamula celle-ci peut atteindre 265-270 millimètres dans les mois de juin et juillet. Ce qui correspond à peu près à la somme annuelle de la précipitation.

B — Les études géologiques:

Les études hydrogéologiques entreprises d'une façon systématique, en Anatolie Centrale ne sont qu'à leur début, car de telles études ont été commencé qu'en 1950 par l'Institut d'Etudes et de Recherches Minières (M.T.A.) en accord avec le Ministère des Travaux Publics et celui de l'Agriculture. Le but des études commencées en 1951 n'était pas simple. Par ces études nous voulions avant tous déchiffrer la structure géologique et trouver une clef dans le but de découvrir les problèmes de l'eau souterraines en Anatolie Centrale. Mais on attendait aussi de nous des résultats pratiques et urgents; l'un de ces désirs venait du côté du Ministère de l'Agriculture qui voulait obtenir au moins de l'eau potable pour ses grandes fermes. Ces fermes, comme nous les verrons pendant les excursions qui suivrons cette conférence couvrent 200 à 300 km². cha

cun. Le manque d'eau oblige les administrateurs de faire transporter l'eau par les arroseuses de 10 à 20 km. de distance (voir Fig 1).

L'autre désir était encore plus pressant car on voulait fair habiter les émigrés venus de Bulgarie dans les parties les plus fertiles de la région dans

le cas où on peut espérer de trouver de l'eau souterraine et entreprendre des recherches par sondage.

C'est par ces multiples directions que nous avons commencé à travailler dans la région. Nous avons fait d'abord une étude de reconnaissance avec 4 géologues au sud-ouest de l'Anatolie Centrale sur une étendue de 6.000 km². cette région se trouvant à l'ouest du Lac Salé et renfermant toutes les fermes exploitées par l'Etat, est une des parties les plus intéressantes du centre de la Turquie, au point de vue de la fertilité du sol. (voir Fig. 1). Pendant l'été 1951 nous avons étendu la surface explorée jusqu'à 12.000 km², et de plus achevé une étude plus détaillée de 2.000 km². de levé géologique au 1/100.000 ème. Nous continuons à travailler encore en nous faisant aider par les méthodes de géophysiques, et la reconnaissance par le sondage. Vous entendrez un exposé de la part de M. le Dr. Mehmet Dizioğlu, concernant les résultats obtenus jusqu'ici par les méthodes électriques. Nous pouvons résumer les résultats géologiques obtenus jusqu'à maintenant comme suit:

Topographie: région la plus basse se trouve sur le bord du fleuve Sakarya qui est à peu près à 720 m. d'altitude en cette région. Le plateau constitue par du néogène gris blanchâtre s'élève jusqu'à 900 m. et se prolonge vers 4 directions. Les montagnes entourant la région sont nettement plus élevées que le plateau et sont formées par du paléozoïque ou bien par des produits volcaniques. Cela veut dire qu'il y a une conformité entre le modèle et les formations géologiques. Ainsi toutes les dépressions sont occupées par une formation jeune du néogène lacustre marno-argilo-calcaire, et tous les pointements qui attirent l'œil dans le paysage plat et monotone, dépassant en général l'altitude de 1000 m., sont le plus souvent formés par des calcaires anciens ou par des marbres d'âge probablement paléozoïque. De part et d'autre on voit aussi des îlots des terrains anciens qui sont alignés en général comme une petite chaîne de montagne de direction E-W ou rarements N-S. Les pointements volcaniques plus jeunes sont facilement discernables dans le paysage, soit par leur forme soit par leur couleur plus foncée par rapport aux autres terrains.

Morphologie: Quand on étudie de plus près le plateau, il est facile de constater l'existence de nombreux lits et méandres anciens. Quelques uns de ces anciens lits de rivières sont occupés par des cours d'eau plus récents, cependant ils sont en général secs et ce n'est que pendant les averses qu'ils

conduisent les eaux de surface vers le fleuve Sakarya ou bien vers le bassin fermé du Lac Salé. Sur le plateau le profil d'équilibre très surbaissé de ses anciennes vallées fossiles se rapprochent beaucoup d'une ligne droite.

Quand on voyage sur le terrain, on peut observer ce phénomène très facilement, à grande distance sur des centaines de kilomètres, on ne peut noter que quelques dizaines de mètres de différence de niveau entre deux points d'une ancienne vallée creusée par les fleuves post-néogènes. S'il existe une différence de niveau de 200 à 300 m. entre l'altitude moyenne du plateau et le niveau de base actuel constitué par le fleuve Sakarya, ceci est le résultat du rajeunissement causé par la surélévation du plateau anatolien. Cela montre bien le caractère de pénéplaine de cette partie au moins du centre de l'Asie Mineure.

Formations existantes: La série stratigraphique comprend un sous-bassement imperméable constitué par des granodiorites, gneiss, mica-schistes, schistes argileux, grauwackes, marbres, calcaires numulitiques et de formation néogène surtout lacustres, à roches volcaniques telles que andésites et basaltes couvrant de grandes superficies. Cette couverture est épaisse de 250-300 m; et s'amincit en allant du nord au sud. Les alluvions et éboulis se rencontrent presque partout mais sont à extension restreinte.

Tectonique: Le néogène est en général très faiblement ondulé (3-5 degrés). On n'a pas pu observé de failles en surface, mais comme certaines régions telles que la ville d'Ilgın sont connus par leurs tremblements de terre, on peut facilement concevoir qu'il existe des dislocations profondes affectant même le sous-bassement.

Les résultats hydrogéologiques: Les faibles précipitations ne peuvent pas contrebalancer la forte évaporation et les pertes par infiltration dans les terrains poreux et surtout les calcaires fissurés. De ce fait les rares cours d'eau existants voient leurs débits diminuer à mesure qu'on s'éloigne de leur points d'origine.

Les lacs sont de faibles profondeurs et deviennent de larges marécages ou un désert de sel tout blanc. Durant l'été (l'exemple: le Lac Salé).

Les sources sont rares. Celles qu'on voit sourdre aux bords des terrains anciens ont un très faible débit ne dépassant guère un ou deux litres à la seconde. L'eau de ces sources sont en général de bonne qualité. Mais les eaux

carstiques provenant des calcaires néogènes venant à jours en résurgence au fond des vallées profondes et assez proche du Sakarya présentant des débits parfois supérieurs à quelques centaines de litres par seconde. Parmi ces régions on peut citer les sources de villages de Katırlı, Kürt Taciri, Uzun bey, Sak Uşağı, et Hacı Fakı.

Les puits sont assez nombreux et la suite de leur importance les villages mêmes sont nommés d'après les particularités de leurs puits: Baş kuyu (Puits principal), Dar kuyu (Puits étroit), Kır kuyu (Puits de la steppe).

La profondeur des puits existants peuvent quelquefois atteindre une centaine de mètres. Les puits de 50 à 60 m. de profondeur sont très courants et ont été creusés dans des marnes et des calcaires. L'étude de ces puits montrent que les eaux souterraines aussi possèdent un écoulement vers le fleuve Sakarya.

Les niveaux d'eau probables: De haut en bas:

- 1 — Dans les alluvions, ayant quelquefois une profondeur de 10 à 20 m.
- 2 — Dans les calcaires néogènes. Ils contiennent deux niveaux, le niveau supérieur étant approximativement à 850 m. d'altitude et le niveau inférieur à 800 m. (voir Fig. 2).
- 3 — Les marbres et les calcaires anciens épargnés par l'érosion, occupant surtout les régions basses.
- 4 — Au contact du soubassement imperméable ancien et des formations jeunes tertiaires (voir Fig. 3).

Resultats des forages effectués: Le forage de 110 m. effectué près de la ferme de Polatlı nous a montré qu'il n'existait pas d'eau souterraine dans les alluvions épaisse de 4 m., mais que par contre les calcaires possédaient une certaine quantité d'eau en profondeur de 63 m. (voir Fig. 2).

Trois forages respectivement de 35, 76 et 96 m. de profondeur exécuté près de la ferme d'Altınova, là encore les alluvions et les éboulis ayant une épaisseur de 18 m. ne nous ont pas fourni d'eau. L'eau a été rencontré au contact des roches vertes et des formations marno calcaires du néogène.

Soit à 65 m. environs de profondeur. Le débit est supérieur à un litre par seconde (voir Fig. 3).

L'analyse chimique de l'eau:

Dureté pour le carbonate 12.53 (degré français)

Dureté totale 17.29 « «

Le résidu de l'évaporation à 105 est de 240 mg/l. (miligrammes par litre).

Le résidu de calcination au rouge 175,6 mg/l.

H₂CO₃ 152,5mg/l

Cl 20,6 mg/l

SO₄ 12,8 mg/l

SiO₂ 20,8 mg/l

Fe₂O₃ + Al₂O₃ 1,1 mg/l

Ca 45,2 mg/l

Mg 14,2 mg/l

Alcalis : trace.

Nous sommes entraînés d'exécuter encore un autre forage à la ferme de Gözli. Les sondages en question sont placés sur une ligne de 100 km.; et ayant distants de 40 à. 60 km. l'un de l'autre. Cette disposition nous servira dans le contrôle des résultats obtenus grâce à la géologie, et fourniront des renseignements sur les qualités et les débits des eaux souterraines.

C — Les problèmes de sondages:

Dans la région de Konya, nous avons exécuté, des sondages verticaux au moyen des sondeuses des types soit rotary soit à percussion. La méthode à percussion utilisant beaucoup moins d'eau a été utilisé de préférence tant qu'on ne voulait pas avoir des carottes.

Cependant en Turquie il y a aussi d'autres bassins néogènes où il faut faire des forages inclinés ou horizontaux. C'est le cas des bords nord et sud des bassins néogènes de l'Anatolie Centrale où les couches sont fortement inclinées à cause de leur appartenances à une flexure ou bien à cause de

l'existence des failles. A ce propos nous pouvons citer le bassin néogène de Beypazarı à une centaine de kilomètres à l'ouest d'Ankara. Dans des localités pas très loin des bords du bassin par des forages inclinés faisant un angle de 30 degrés avec l'horizontale et perpendiculairement aux couches plongeant avec 60-70 degrés vers le sud. On pourrait ainsi atteindre les nappes d'eau, à de plus courtes distances, relativement aux ferages verticaux. Ceci est d'autant plus nécessaire que les couches sont plus vaseuses, donc imperméables, quand on va vers le centre du bassin lacustre. (Voir Fig. 4 et 5).

Citons encore un autre exemple où il existe de sérieux problèmes de sondages avec précaution d'isolement d'eau de qualité inférieures. Comme c'est le cas dans le bassin de Çankırı au nord d'Ankara. En effet de vastes régions constituées des grandes masses de gypse, renfermant des intercalations argileuses rouges et différents sels peuvent contenir des eaux douces, salées ou amères. Pour repeuplement de ces contrées il faut avant tout trouver de l'eau potable en quantité suffisante. Cela veut dire repérer la position des niveaux d'eau douce et d'isoler les eaux non potables. Pour arriver à ce but il faudrait peut être aussi appliquer suivant le cas les sondages inclinés, horizontaux ou bien verticaux.

De plus il existe en Turquie de très grandes territoires où on souffre de manque d'eau à la suite de l'existence de vastes coulées d'andésites et basaltes, ainsi que des grands affleurements calcaires qui setrouvent aussi bien en Anatolie Centrale qu'ailleurs. Ici ce n'est pas le climat qui est le facteur déterminant l'aridité mais bien la composition lithologique.

Dans les fissures des andésites et des basaltes on ne peut attendre à trouver de très grandes quantités d'eau. Néanmoins pour obtenir le maximum d'eau possible il faut creuser des puits et pratiquer des trous de sondages radiés, surtout perpendiculairement aux plans des diaclases. A la place du puits on pourrait choisir éventuellement quelques emplacements de plus basse altitude d'où on effectuera les sondages horizontaux ou inclinés.

Cette méthode ne s'avère utile que dans le cas où l'existence des poches d'eau ont été trouvé par la géophysique.

D — Sur la possibilité d'enrichissement des eaux souterraines:

En Turquie, on constate d'autre part que les eaux souterraines en exploitation depuis déjà quelques années dans différentes parties du pays montrent des indices sérieux d'appauvrissement: notamment près du litto-

ral de la Mer Egée entre Ayvalık et Dikili; dans les bassins de Thrace et de Brousse; autour de Karaman (vilayet de Konya); dans la région de Tarsus (Cilicie).

La plupart des eaux superficielles comme les rivières les fleuves, tarissent presque d'une façon incroyable, durant l'été.

Toutes ces conditions nous ont conduit à rechercher d'urgence les moyens de mettre au point un procédé qui sera profitable à l'économie des eaux souterraines du pays.

Parmi les méthodes que l'on peut utiliser dans ce but citons le reboisement ou la construction des grands barrages pour retenir les eaux de surface dont la quantité atteint les valeurs maximales durant les mois d'hiver et de printemps.

Nous sommes d'avis que ni le reboisement des régions arides, ni la construction des barrages ne peuvent résoudre ce problème en un temps suffisamment court. Puisque le reboisement demande au moins 50 à 100 ans; tandis que l'édification des grandes barrages exige de longues études hydrographiques allant de 25 à 30 ans, dans un pays devenu steppe comme la Turquie. Et surtout la réalisation d'un tel programme ne pourra réussir que grâce à un financement, en dehors des possibilités actuelles du pays. Il reste à savoir en outre si les barrages seront économiques dans ce pays aride dont les forêts sont détruites et où les eaux torrentielles charrient une quantité énorme de matière solide.

Il nous semble que la seule solution réside à envisager l'alimentation des eaux souterraines, d'une façon artificielle en envoyant à travers des trous de sondages les eaux torrentielles et les eaux de marécages dans le cas où la structure géologique du sous-sol se révèle favorable.

Nous pouvons dire que certaines régions de la Turquie souffrant particulièrement de la sécheresse, notamment le centre et quelques parties de l'ouest et du sud présentent des structures géologiques très favorables à la création des <<dolines>> artificielles. Ces dolines seront obtenues grâce, à des sondages qui mettront en communication la surface avec les couches poreuses qui seront enrichies de ce fait par des eaux superficielles nuisibles.

Cependant pour appliquer cette méthode il sera préférable de commencer par des expériences à petite échelle, pour voir le résultat pratique d'une idée justifiable en principe.

La réussite de cette méthode qui tient compte en premier lieu des conditions géologiques du sous-sol pourra rendre de grande service dans le problème de l'assèchement des marécages et l'élimination des eaux torrentielles. Procédant ainsi on n'atténue pas seulement le danger mais on enrichie en même temps les eaux souterraines qui alimenteront à leur tour les rivières et les fleuves.

Quoiqu'il ne serait pas toujours possible d'envoyer des masses énormes d'eau d'inondation, dans des couches profondes vu la perméabilité de celle-ci; et de préserver ainsi de l'action destructrice de ces eaux les régions inondées, les couches poreuses souterraines mis en contact avec la surface ne seraient pas moins enrichies, par l'arrivée de cette eau supplémentaire; ce qu'aurait des conséquences positives sur l'économie des eaux du pays.

La réalisation d'un tel programme appliquant les résultats positifs de cette méthode demanderait moins de temps et d'investissement financier par rapport à toutes les méthodes classiques.
