

BİR BARAJCI JEOLÓGUN TECRÜBELERİ *

Edouard PAREJAS

Cenevre Üniversitesi, İsviçre

Sivil mühendisliğin bütün büyük amenajmanlarında olduğu gibi, hidroelektrik işlerinde de pratisyen bir jeologa ihtiyaç vardır. Birçok sene devam edebilen bir prospeksiyondan sonra tasarlanan eserin, jeolojik bakımdan, kabili tatbik olup olmadığını söylemek icabeder. Simplon Tünelinin açılmasında müşavir jeolog sıfatıyla çalışan Hans Schardt şöyle yazmaktadır : «Buna benzer çalışmalarda işler yolunda giderse jeolojik ekspertizin fuzuli olduğu söylenmekle iktifa edilir. Fakat muvaffakiyetsizliğe uğranıldığı takdirde, o zaman kabahati biri üzerine atmak lâzımdır». Schardt'ın hükmü sert olmakla beraber, muhakemesinde bir takım hakikatler vardır. Çalışması müddetince bir jeolog kendi şahsım ne şekilde müdafaa etmesi gerektiğini şimdi göreceğiz. Barajı, su miktarı, sevk galerileri, boruları ve santrali bulunan bir hidroelektrik amenajmanını ele alalım.

Mevkileri seçtikten sonra, eser sahibinin ilk vazifesi yerlerin büyük mikyas- ta topografik haritalarının yapılmasını istemek olacaktır. En müsait mikyaslar: heyeti umumiyesi için 1/10 000 lik ve başlıca çalışmalar için 1/5000 ilâ 1/500 lüktür.

Bundan sonraki merhale birçok meziyeti bulunması lâzım gelen jeologa aittir. Jeologun güçlü kuvvetli ve sporcu olması lâzım geldiği gibi, bu barajların, su mevkilerinin ve galeri pencerelerinin bulunduğu mahallere, mutat yollar dışın-

da, gidebilecek evsaf- ta bulunması da şarttır.

Jeolog, amenajmanın umumi jeolojik haritasıyla birlikte, barajların ve ilâvelerinin, santralin ve baraj arkasındaki su miktarının buldukları mevkilerin detaylı haritalarını da yapacaktır.

Topografik haritanın hazırlanmasında kullanılan hava fotoğraflarından çok istifade edebilir. İstikamet ve tabakalar dalımı ölçülerini artırmaktan çekinmemelidir.

Bir misal verelim : Barajın en yüksek noktasına tekabül eden 700 metrelik bir mesafe üzerine Grande Dixence Barajına ait oturtmaların jeolojisini yaparken, gnaysların şistiliği içinde 163 istikamet ve dalım ölçüsü aldım. Demek oluyor ki, ortalama olarak, her 4.30 metre başına bir ölçü alınmıştır.

Mühim diaplâz, fay ve kırılmalara taallük eden ölçüleri mümkün olduğu kadar artırmak lâzımdır. Grande Dixence'ta, bundan evvelki mesafenin aynı- sında, 133 çatlak ölçüsü yapılmıştır, yâni her 5.2 metre başına bir ölçü kesafeti.

Bundan sonra sondaja sıra gelir. Sondajların gayesi sadece Kuaterner depoların altında gizlenen sahrer sathına varmak değil, aynı zamanda temel sahrenin fizik özelliklerini ve mahiyetini., bir de tazyik altında bulunan çimento

* Türkiye Jeoloji Kurumunun davetlisi olarak 15 Kasım, 1960 tarihinde M. T. A. Lokalinde verdiği Konferansın tercümesidir.

ve suya olan permeabilitesini göstermektedir. Barajı inşa edenler, tasarruf mülâhazasıyla, bu sondajların sayısını ve derinliğini tahdit etmek temayülündedirler. Bu ise, çok pahalıya mal olabilen bir hatadır.

İşte birkaç misal : 1956 senesinde, baş eksper sıfatıyla, Kuzey İtalya'daki Aosta vadisinde bulunan bir baraj-kubbenin fonksiyonlarını tetkik etmiye davet edildim.

Betonaja başlandığı sırada, buzul morendeki sondajlar sayısının ve derinliğinin kifayetsizliğinden ötürü, versanların birinde önbuzul veya enterbuzul selin, barajın temeli altında 45 metre derinliğinde bir çatlak kazdığı görüldü. Bu çatlak bilâhara nehir-buzul alüvyonlarıyla dolduruldu.

Bu hâdisenin farkına daha evvel varılmış olsaydı baraj için başka bir yer intihap edilirdi. Boşluğun, beton alveoler bir armatürle doldurulması birkaç milyona mal oldu.

Alüvyonlar üzerinde bir elektrik santrali inşa etmek için, pilot sondaj denilen sondajlardan bir tanesini sahreye kadar vardiirmek şartıyla, prospeksiyon sondaj sayısı bazan tahdit edilebilir.

Valais'de, Ron nehri ovasının kenarında bir fabrika inşa etmek üzere bütün sondajlarda 10 metrelik gravye bulunmuş, fakat hiçbir derin sondaj yapılamamıştı. Fabrikanın temelleri kazılırken gravyelerin yumuşak ve seyyal toprak (glez) üzerinde durduğu görüldü. Santral, muhakkak surette bu toprak içerisine gömülmüş olurdu.

Araziyi takviye etmek için yüzlerce kazık hazırlandı ve çimento ile inşaat altına zerkedildi. Bu hususta birçok üzücü misal gösterilebilir. 60 metrelik kubbe halinde muhteşem bir baraj olan Montejaque Barajı (İspanya'da, Ronda civarında) hiçbir zaman su tutmamıştır çünkü kâfi derecede sonda edilmeyen altta

bulunan kalkerlerde boşluklar ve koğuklar mevcuttur. Frejus yakınlarındaki meşhur Malpasset felâketi, resmi koğuşturmanın vereceği neticeye intizaren, temel sahrenin çok alelade bir prospeksiyon görmesinden ileri gelmiştir; zira temel sahresi derin bir şekilde alterasyona uğramış ve birçok faylarla kırılmıştır.

İnce unsurları bertaraf eden sondaj suyu sebebiyle alüvyonlardaki derin sondajların ve morenlerin enterpretasyonu ekseriya zordur.

Mattmark ovasında, 2100 metrelik bir irtifada, Zermatt yakınındaki Saas vadisinde toprak ve kayalarda bir şeddin inşası hazırlanmaktadır. 100 metre yüksekliğinde bir baraj yapabilmek için Allalin buzuluna ait yan morenlerin bir tanesi diğer moren üzerine götürülecektir. Bu yerin prospeksiyon işine jeofizik metodlarla başlandı. Elektrik ve sismik prospeksiyonlar, vadinin ortasında 100 metrelik bir derinlikte bulunması gereken sahrenin sathı için pek de uygun olmıyan neticeler verdi.

Arazi rezistivitesi ölçüsüyle yapılan elektrik prospeksiyon, sağ kıyının yanında derin bir boğazın bulunduğunu göstermiş, fakat mekanik sondaj bunun aslı olmadığını meydana çıkarmıştır. Sismik metot yardımıyla U şeklinde sahreli bir dip çizilmiştir; bu da buzul vadiler profili için karakteristik bir cihettir. Transversal bir profil üzerinde, iki jeofizik metodun neticelerini, bir de takibettiğim mekanik sondaj neticelerini gösterdim. Bu vakalara istinaden, Kuaternerde stratigrafi yapmak için elektrik sondajları tavsiye ederim, fakat Kuaterner ile sahreli subasman arasındaki sınırı öğrenmek istiyorsak, o vakit sismik metodu tercih etmemiz lâzımdır.

Satıhtaki sahre hemen her zaman alterasyona uğramış bir haldedir, fakat bu hâdise kuru bölgelerden ziyade, rutubetli bölgelerde görülmektedir. Alteras-

yon, sahrenin tahallülüyle ve fay ile diaklâz vasıtasıyla büyük derinliklere nüfuz edebilen Oksidasyonla tebellür eder. O halde, sondajlarda alterasyona uğriyan mintakanın kalınlığını ölçmek ve, Oksidasyonla, süzülmenin ulaştığı alt sınırı tanımak lâzımdır. İnanılması bertaraf edilmesi şart olan yanlış bir kanaat vardır. Bu da baraj temel sahresi olarak granitin fevkalâde bir sahre olduğu kanaatidir. Güzel görünüşlü bir granit alterasyona uğriyabilir ve feldspat kaolinizasyonu ile permeabl olabilir. İsviçre Alpleri'ndeki Grimsel Barajında ve Hong-Kong adasında gördüğüm gibi, bu alterasyon 50 metrelik bir derinliğe kadar vukua gelebilir.

Sondajların detaylı jeolojik lövesi, barajların inşaat ve istikbali bakımından, fevkalâde mühimdir. Söylemeye hacet yok ki, stratigrafinin lövesini olduğu gibi, tabakaların yatımını da ihtimamla yapmak lâzımdır. Fakat bu kırılmaları, sondaj mihverine paralel olma meyleden bilhassa tulâni yatımlarıyla birlikte, göstermek gerekir. Bunun niçin böyle icabettiğini şimdi görelim :

Diaklâz faylarını ve açık veya kapalı faylarını tefrik edip, dolgularının mahiyetini söylemek lâzım gelir. Münhasıran sondanın mekanik faaliyetinden meydana gelen oynak kırılmalar görülecektir. Ciddî bir sondaj enterpretasyonu yapabilmek için, deliğin dibi için, hiç olmazsa 5 cm Uk büyük bir kuturda sonda yapılması şayanı tavsiyedir. Küçük kuturda yapılan bir sondajda, haddi zâtında sağlam bir sahre, aldatıcı bir kırılma halinde görülebilir. Bazan plâket yığını haline gelen veya zaviyeli fragmanlar vaziyetinde görülen bir karotaj karışımıza çıkar. Karot tam veya kısmen tam elimize geçtiği takdirde, sahrenin iyi evsafıta olup, sondaj çalışması esnasında kırıldığını kabul edebiliriz. Bir tavsiye daha : makineleri ve makinelerin sahre üzerindeki tesirini sizden iyi bilen şef

sondörle konuşunuz ve şantiyenin günlük raporlarını dikkatle okuyunuz. Su permeabilite denemelerinin enterpretasyonu da bir takım zorluklar arzedebilir. Evvelâ Lugeon kadesini hatırlayalım : Baraj suyunun yüksekliğine tekabül eden hidrostatik bir tazyik altında beher dakika başında ve sondajın beher metre başında bir litreden fazla su massetmezse, sahre su geçirmez bir evsafıttır. Bunu ezberledikten sonra, iki obtüratör arasında, suyun permeabilitesini kısa mesafelerle (takriben 3 m) ölçmek lâzımdır.

Permeabiliteyi bir defa ölçmekle sondaj bitirilmişse, ciddî ve matluba muvafık bir iş yapıldığı iddia edilemez; zira bu şartlar altında kayıp seviyesi katiyetle tesbit edilemediği gibi, geniş ve permeabl mintakalarının hududu da tesbit edilemez. Bazan zahiren iyi görünen bir sahrede büyük miktarda suyun kaybolduğu vâkıdır. O vakit, sondajın jeolojik kesiti muayene edilirse, obtüratörlerin bir tanesi tulâni bir kırılma üzerinde durduğu görülecektir. Bu da, tazyik altında bulunan suya obtüratörü döndürmek için fırsat vermiş ve kontrolden kurtulmuştur. Tulâni kırılmalara dikkat edilmelidir.

Su geçirmez perdesi için veya bir barajın temeli altında bir perdenin tesisi için yapılan çimento zerklere bazan boşluklardan, açık faylardan veya kırılma şebekelerinden ileri gelen büyük absorpsiyon gösterirler.

Kayıplar mahallinde, çimentolamak ve buşonu tekrar delmek suretiyle sondajın hemorajisi durdurulabilir. Bentonit gibi bol miktarda kil kullanılırsa ekseriya iyi neticeler alınır. Eskiden kayıplar bölgesine pirinç dökülürdü. Pirinç şişerek su kayıplarına tamamen mâni olurdu. Suların yeraltı akıntılarını öğrenmek için sular flüoresinle boyanabilir.

Bol miktarda flüoresin koymaktan çekinmemelidir, zira flüoresin çeşitli mi-

neraller tesiriyle satıhta kalabilir veya çıkışı olmıyan koğuklar içinde mahsur kalabilir.

Valais'de Vieux Emosson su basenindeki kayıplara ait yeraltı yolunu ara-mak için, tasarruf mülâhazasıyla, birkaç defada suya ancak bir iki hektogram yeşil toz atılmış, fakat hiçbir netice alınmamıştı. Ben bir defada 40 kg flüoresin attım ve 24 saat sonra yeşil su basenin içindeki bütün kaynaklardan çıktı, böylece de basenin su geçirmediği anlaşıldı.

Tazyik altındaki sevk galerilerinin detaylı jeolojik lövesinin ehemmiyeti çok büyüktür. Bunun niçin böyle olduğunu şimdi göreceğiz : Hiç olmazsa her 20 m başına bir ölçü almak suretiyle; dalımlar, istikametler, tabakaların pozisyonu ve stratigrafi kaydedilecek, açık veya kapalı kırılmalar ve su gelişleri — katı vaziyet ve muhtemel debilerle — tebarüz ettirilecektir. Bu ihtimam elzemdir, zira galeriyi tahkim ettikten sonra ve tazyik altında bırakıldığı sırada bazan çatlakların açılıp, büyük miktarda su kayıplarına sebebiyet verdiği vâkıdır. O vakit betonajdan evvel yapılan löveye göre, kayıp sebebi izah edilebilir, tamiri cihtine gidilebilir.

Şimdi jeolojik raporun ve bunun ne şekilde kaleme alınması gerektiği bahsine geliyoruz. Bu rapora istinaden mesul kim-seler, tasarı halinde olan barajın inşasına karar verecek veya bu işten vazgeçecekler. Jeolog kendi noktai nazarını ifade ederek müspet veya menfi bir şekilde tavsiyede bulunacaktır. Jeologun raporu, sivil mühendisler ve maliyecilerle hukukçuların ekseriyette bulunduğu idare meclisi azaları tarafından okunacağını akıldan çıkarmamalıdır. Raporu bu zevatın anlayabileceği tarzda kaleme almak lâzımdır.

Mümkün olduğu kadar, bunların anlayabileceği kelimeler kullanılmalı, jeoloji ilmini anlayamıyanları korkutup, te-

reddüt ve endişeye sevk edebilecek çok teknik tâbirlerden sakınmalıdır. Ezilmiş veya lâmine olmuş sahrelerden söz açacaksanız, tektonizasyon ve milonitizasyondan bahsetmeyiniz.

Hulâsa olarak, ne kimseyi lüzumsuz olarak korkutunuz, ne de çok brütal bir surette samimî olunuz. Sakınılması icab eden diğer bir husus da ilmî malûmat-furuşluktur. Meselâ : rüsubi veya billûri sahrelerden bahsederseniz, çok teferuatlı petrografik tariflerden ve mikroskopik teşhislerden uzun uzadıya konuşmayınız. Muhtasar teşhislerle iktifa ediniz.

Müşahedelerin pratik neticeleri üzerine ısrar edilecektir; meselâ : sahrelerin porozitesi, sahrelerin sağlamlık veya zayıflığı, kimyevi tesir icra eden ve sulfatlaşmış sular tesiriyle sahrelerin erime kabiliyeti. Serbest kuvars tenörü ölçülecektir, zira bu tenor %10u aşarsa madencilerin amansız hastalığı olan sili-koza karşı tedbirler alınacaktır. Jipsin mevcudiyeti ve mebzulen bulunan pirit tenörü betona ve demire zararlı olabilirler.

Nihayet, raporun neticeleri yazılacaktır. Tabiatı tadil etmiye ve tabiat unsurlarını altetmeğe matuf insan çalışmalarının bir takım tehlikeler arzettiklerini unutmamak lâzımdır.

Müşavir jeologun birinci vazifesi bu tehlikeleri nazarı itibara almak ve haiz olduğu tecrübe ile, sırlarını keşfetmiye uğraşanlara Tabiatın hazırladığı tehlikeleri meydana çıkarmaktır. Jeolog, lüzumlu olduğunu kanaat getirdiği jeolojik prospeksiyonu tavsiye eder, ilk müşkülle-ri gösterir ve ileride çıkabilecek meçhul zorlukları tahmin eder.

Her şeyden evvel, mesuliyetten kurtulmak çarelerini aramaktan hiçbir fayda yoktur, çünkü lüzumundan fazla ihtiyatkâr davranmak, baraj inşaatını imkânsız bir hale getirir. Tıpkı mühendis-

lerin yaptığı gibi, işe bir takım tehlikeleri nazarı itibara alarak atılmak lâzımdır. Tereddüt eden kimse hareket edemez, etse de fena eder.

Çok temkinli bir jeolog her zaman pahalıya mal olur ve bundan sonra yapılacak çalışmalara iştirak etmek imkânından mahrum bırakılabilir. Barberine Barajını inşa edebilmek için su akıntısına ait sevk galerisi hakkında küçük, fakat manalı bir misal vereceğim. Sahrenin iyi evsafa olduğunu göz önünde bulundurarak, mühendisler bu tünelin güzergâhını doğrudan doğruya talveg altında, yukardan aşağıya doğru olmak üzere, tesbit etmişlerdi. Temel sahresinin infilâklar yüzünden zayıflıyacağından korkan jeolog, aksine olarak, versanların biri altında bir deviasyonun yapılmasını

tavsiye etti. Jeologun tavsiye ettiği bu dönemeç o kadar uzun ve o kadar pahalıya mal oluyordu ki inşaat şirketi, tehlikeyi göz önüne alarak, mahut galeriyi *bizzat* su akıntısı altında açtı. Netice itibariyle, çok temkinli davranan bu jeologa bir daha müracaat edilmedi, onun yerine başkası alındı. Gnaysların iyi evsafa oluşu galeri inşaatının mükemmel, rasyonel ve ucuz olmasını sağladı.

Barajlarjeolojisi hakkında edindiğim tecrübeler ekspozesini, burada hazır bulunan mühendisleri, her şeyden evvel çok bilgiye sahip olmalarını tavsiye ederek bitiriyorum. Mühendisler, iyi pratisyen olmaktan ziyade, ihtisası olmıyan iyi jeolog olmalı, arazide bihakkın çalışmalı, tabiatı sevmeli ve karşılaşılabilecek meseleleri halletmek üzere tabiatla yekvücut olmalıdırlar.