

## BARODİNAMİK "I"

Yazan:

Dr. Maden Yük. Müh.

S. Vedat AYTAMAN

Maden mesleğinde yetişen bir yüksek mühendis, mezun olup diplomasını aldığı zaman, bir madende iş bulup oranın şartları altında asıl mesleğini öğreneceği düşüncesi altındadır.

Bu itibardır ki, Avrupa memleketlerinde ve Amerika'da yeni mezunlara, daima, en alt kademe vazife verilir ve seneler imtidadınca bir tarardan tecrübe ve görgüleri artarken, diğer taraftan da fakültede öğrenmiş oldukları derslerden fiili sahada ne dereceye kadar faydalanmasını bildikleri kontrol edilir. Kabiliyetli bir yüksek mühendis edindiği tecrübeleri kısa bir zamanda nemalandırabilir ve bu kabiliyetinin mükâfatını meslek sahasında çabuk ilerlemekle elde eder.

Maden mesleği güç bir meslektir. Güçtür, çünkü çalışma sahasında meçhulleri fazla olan bir meslektir. Yeraltı çalışmalarında meçhullerin fazlalığı ise tehlikeyi artırır. Bu sebepten, madencilik ve maden mühendisliği tehlike ile dolu bir meslek sahasıdır.

Madenlerde vuku bulan göçükler, grizu intişarı, ocak içi heyelanları gibi kaza ve felâketler hep bu bizce meçhul faktörlerden doğmaktadır.

Bu gibi "kazalar" m ocaklarda sebep olduğu insan kaybı bütün meslek adamlarının yüreğim sızlatır.

insanlar daima meçhulleri yenmek, tabiat kuvvetlerine hükmetmek, o kuvvetleri kendilerine fayda verecek şekilde kullanmak için çırpınmışlardır. Maden ocaklarındaki bu meçhullerin sebep oldukları kazaların insan kaybı kadar, kalifiye işçi kaybı, randımanı düşürmesi ve maliyetin yükselmesi gibi tesirleri de göz önünde bulundurulursa konunun ehemmiyeti daha ziyade tebarüz eder.

Bu konuların halli için, ilk önce yeraltındaki kuvvetlerin cinslerini, çalıştıkları istikameti ve dağılıklarını, büyüklüklerini ve

bir yerden başka bir yere intikal şekillerini araştırıp öğrenmek lâzımdır. Sonra bunları ölçebilmemiz, ve sonra da istediğimiz gibi kullanabilmemiz gerekir.

Meslek sahamızda, uzun zamandan beri, bu meçhul faktörleri tespit etmek mümkün olmamış, tesirlerine karşı başka yollardan tedbir alınması düşünülmüş ve tatbikata geçilmiştir. Bu cümleden olarak, kılavuzların, ana nakliye galerilerinin, cevher ve kömür alınlarının genişlikleri tecrübe ile tespit edilmiş, grizu tehlikesinin önüne geçmek için havalandırmaya önem verilmiş, lâğım deliklerinin sıralanması, doldurulması ve ateşlenmesi usulleri tecrübeye istinat ettirilmiş, tavanın çalıştığını haber almak için ağaç direkler kullanılmıştır. Bu mevzularda, son zamanlarda bir çok ileri adımların atılmış olduğu muhakkaktır. Bilhassa tavam "yerinde tutma" teşebbüsleri üzerinde çalışılmış, ağaç direk yerine madeni, mafsallı ve geçme direklerle tavanın çalıştığı kısımlar ve "çalışma derecesi" kontrol edilmiştir. Fakat bunların hiç biri, arazi tabakalarının dinamik kuvvetleri yönünden konuyu ele almış değildir. Konular aynı konu olarak kalmakta ve çareler için dolambaçlı yollardan gidilmekte devam edilmektedir. Yâni, neticelerin tezahürlerine mani olunamamakta, bu neticelerin felâkete sebep olmalarına mani olmak için tedbirler ve çareler aranmaktadır.

Yeraltı problemlerini sadece kısmen halletmekten daha ileriye gidemeyecek, ve yeraltı çalışmalarının tehlikelerini önleyemeyecek olan bu usuller tatbik edildiği müddetçe, yeni mezun meslekdaşlarımızın, dünyanın hangi bölgesinde bulunurlarsa bulunsunlar, bir madene girip muayyen bir müddet çalıştıktan sonra, tecrübe ve kabiliyetin birleşmesiyle inkişaf edecek bir "altıncı his" sayesinde hakiki bir maden mühendisi olmayı beklemeleri garipsenemez.

Çalışmakta olan bir madene girdiğimiz zaman tavan genişliklerinin nasıl tespit edil-

diği aklımıza ilk gelen suallerden biri olmuştur. Buna verilen cevap basittir, zira tavan genişliği tecrübe ile tespit edilmiştir. İhzarât işlerinde çalışan bir poryon, veya şefi, aynı ocakta uzun çalışma senelerinin kazandırdığı bir alışkanlıkla yeni panoların genişliklerini tespitinde hiç bir güçlük çekmezler. Mamafih, yeraltında yeknesaklık istisnai hallerden olduğu cihetle, şartların değiştiği yerlerde galeri istikametlerinin değiştiği, ve tehlikenin etrafından dolaşılıp yine aynı istikamete avdet edildikten sonra tecrübenin verdiği "altıncı his" bilgisi ile tavan genişliğinin daraltıldığı her zaman rastladığımız hakikatlerdendir. Buna rağmen, bu usullerin tatbikinde bazen ifrata bazan de tefrite kaçıldığımız, ve binaenaleyh, tereddütlerin izalesine mâni olunamayacağım, kabul etmekten kaçınanlarız.

Yeni açılan bir ocak için tavan genişlikleri ne olmalıdır? Bunun da cevabı klasikleşmiştir. Civarda işleyen ocaklar varsa, orada kullanılan tavan genişliklerini bu ocakta da kullanırız, yoksa, o zaman asgari bir kazmacı ve bir pasacıdan mürekkep iki kişilik bir ekibin rahatça çalışabileceği bir genişlikten başlayarak, zaman zaman genişlemek suretiyle en uygun genişlik tecrübe ile tespit olunur/Mamafih, şunu da itiraf etmek lâzımdır ki, bu usulün en iyi ve en doğru bir hâl şekli olduğu iddia olunamaz. Zira, bilhassa kömür ocaklarında, emniyetin sağlanması için sık ve bazen de lüzumundan fazla çapta, maden direkleri kullanılması zarureti mevcuttur. Bu zaruret ise hakiki iktisadi tavan genişliğinin bu usulle tespitini zorlaştırır.

Misali tavan genişliği üzerinden aldık. Binaenaleyh, aynı misali muhafaza edelim. Bir madende, yeraltı kuvvetleri ölçülebildiği takdirde, en iktisadi, yâni işimize en elverişli tavan genişliğini ölçü ve hesaplara istinaden tespit mümkün olur. Farzedelim ki, bir panoda, çalışma sistemi ve hızı nazarı itibara alınarak, üç ayda bir istihsalimizi tamamlayabiliyor ve bu panoyu tamamen terk ediyoruz. Halen, kendi hâline bırakılan bu gibi

panoların tavanlarının bâzan aylarca göçmeden yerinde durduğu vâkidir: Yazar, 1949 senesinde Amerika'nın West Virginia eyaletinin "Helen" kömür ocağında 10 sene evvelki zamana ait eski çalışma galerilerinde istikşafta bulunduğu zaman, yer yer kısmî tavan göçmelerine rağmen buralarda rahatça dolaşmak've verilen vazifeleri tamamen ifa etmeic'imkârî'nı bulmuştur.

Halbuki işi tamamlanan kısımlarda tavanın uzun müddet yerinde kalması hiç bir fayda sağlamaz, tavan genişledikçe göçme imkânları fazlaştığına göre, aynı tavan için muayyen açıklıkların muayyen müddetler süresince tavanı yerinde tutacağını düşünmek hiç de hatalı olmaz.

İşte, barodinamik bilgisi, yeraltındaki kuvvetleri statik ve dinamik yönden tetkik eden ve bunlardan faydalanmasını öğreten yeni bir ilimdir. Bu ilmin tatbikatından olarak, meselâ, tavanı üç ay müddetle ayakta duracak ve bu sürenin sonunda kendiliğinden göçecek bir galeri genişliği tespit etmek mümkündür." Bu ilim, yeraltı kuvvetlerinin ölçülmesini ve bu kuvvetlerin maden mesleğine faydası olacak bir şekilde kullanılmasını sağlamaktadır.

İnsan zekâsının tabiat kuvvetlerine gem vurma gayretlerinde maden sahasında yeni bir ileri adımı teşkil eden bu ilim, madencilik istihsal tekniğinin veçhesini tamamen değiştirecek bir ehemmiyet taşımaktadır. Buna hiç şüphe yok ki, barodinamik maden mesleğinin istikbalidir.

Böyle bir ilmin getireceği bilginin faydalarını tahmin etmek güç olmasa gerektir. Meselâ, yeraltı galerilerinde kemer inşaatın kullanılmasının her zaman lüzumlu olmadığı ve binaenaleyh beyhude bir masraftan kaçınılabileceği; tavan genişliğinin teknik imkân dahilinde ve emniyet hudutları dahilinde arttırılması ile hem rahat çalışmaya imkân verileceği, hem de daha büyük çapta mekariizasyona yol açılacağı ve bu sebepten istihsalin artacağı, maliyetin düşeceği; cevherin istihsal kademesinden kuyularla nakliye galerisi seviyesine indirilmesinde rastlanan tıkanıklıkların giderilmesi; ve bir cevher blokunun, kendi ağırlığının tesiri ve cidarlardan intikal eden dinamik kuvvetlerin kontrolü ile, dinamitle atılmasına lüzum olmadan, kendiliğinden parçalanması suretiyle (göçertme usulü) istihsali, gibi mevzular bu bilginin tatbikatlarından bazılarıdır.

Bu bilgilerle mücehhez olan bir mühendis in tatbikatı, bu bilgilerden mahrum kimselere tenkit ettirildiği takdirde ne muazzam gaflara sebebiyet verileceği tahmin edilebilir. Böyle bir vakayı hikâyeye etmeden geçemeyeceğim. Büyük bir müessesemizin teknik elemanlarının yaptıkları tetkikat neticesinde, işletilmesi katiyen rasyonel ve ran tabi olamayacağı ve binâenaleyh, kâr edemeyeceği iddia ile işletilmesinden tamamen sarfinazar edilen bir cevher rezervi, birkaç sene evvel

kurulmuş bir şirkete devredilmişti. Bu yazının konusu olan bilgilerle mücehhez olan bu yazar, bilgili diye tavsifden kaçınmayacağı bir tatbikatla, kâr edemeyeceği iddia edilerek terkedilen bu rezervi, ele aldığı sene de dahil olmak üzere, kârla çalıştırmaya muvaffak olmuş, kâr nisbetini de her sene muntazaman arttıracak şekilde faaliyet göstermişti. Yine mezkûr müessesemiz teknik elemanlarının raporunda asgari 5 ilâ 6 sene de cevherin örtü tabakasının ancak kaldırılarak açık işletmeye geçilebileceği iddia edildiği halde, yazarınız iki buçuk sene zarfında açık işletmeye geçmiş ve istihsali eks-kavatörlerle yapmayı başarmıştı. Düşük Demokrat Parti iktidarı devrinde arkadan ve gizli olarak ilgili mercilere hulul edilmek suretiyle şirketin elinden zorla alınarak yeniden mezkûr müesseseye maledilen bu cevher madenin "iyi çalıştırılmadığı" hakkında rapor tanzim eden teknik elemanlar, ocağa girdikleri zaman boşlukların cesametinden korkmuşlar, açık işletmeye geçildiği takdirde tehlikeli bir durumun mevcut olduğu zehabına düşmüşler ve bu korkularının hissi altında yanlış kararlara yol açan hatalı raporlarını tanzim etmişlerdi.

Barodinamik, katı parçaların kuyular içinde statik ve dinamik çalışmasını da etüd eder. "Statik çalışma" tâbiri, hareket halinde olmadığı halde katı parçaların, meselâ cevher parçalarının, bir kuyu içinde daima faal kuvvetlerin tesiri altında olduğunu ve zamanı gelince küçük hareketlerin vuku bulunduğunu anlatmak maksadiyle kullanılmıştır. Bu küçük hareketler kuyu içinde tıkanmaya sebep olabilir, veya cevherin kuyu içinde "yerleşmesini" sağlar.

Cevheri istihsal seviyesinden nakliye seviyesine indirmek için yeraltı işletmelerinde dik veya muhtelif meyillerde kuyular kullanılır. Muhtelif çapta ve kesitlerde olan bu kuyularda daima bir tıkanıklık vuku bulmuştur. Bu tıkanıklığın, cevher istihsalinin muntazam ve devamlı bir akımla yapılabilmesine mani olduğu, tıkanıklığın giderilmesinde işçilerin tıkanan yere erişebilmeleri için kuyuya paralel ikinci bir kuyunun açılarak cevher kuyusu ile irtibatlar yapılması gerektiği, buna rağmen iki irtibat arasında vuku bulacak tıkanıklıkların açılması için bir işçinin cevher kuyusuna girerek tıkanan yere dinamit, yerleştirmek zorunda olduğu hepimizin malûmudur. Bu ameliyelerin tehlikesi ve gerek istihsale ve gerekse maliyete olan. menfi tesiri ise ortadadır. Avrupada, ve bilhassa Amerikada, cevher akımı esnasında kuyular-

da vuku bulan bu tıkanıklığın sebeplerini bulmak için 50 sene evvelindenberi büyük gayretler ve para sarfedilmiştir.

Cevherin kuyularla alt katlara nakli bilhassa göçertme usulünü tatbik eden büyük yeraltı işletmelerinde kullanılır. Göçertme usulü, tabiat kuvvetlerinden istifade etmek suretiyle, ilk olarak Amerikada 1895 senesinde E. F. Brown isminde bir mühendis tarafından başarı ile kullanılmıştır. "Michigan" eyaletinin "Menominee Range" demir rezervleri bölgesinde "Pewabic" madeninde kullanılan bu usul ile istihsal senede 200.000 tona yükselmişti. Amerikanın meşhur göller mm-tıkasındaki bu istihsal tonajı o zaman için büyük bir başarıyı ifade etmekte idi.

Göçertme usulünün, gerek tabii olarak, gerekse zorlu olarak (yani dinamit yardımı ile) tatbikinde bugüne kadar o kadar terakki kaydedilmiştir ki, halen bir tek cevher ocağından yapılan istihsal senede 6 milyon tonu geçmektedir. Maliyet hesaplarının tetkiki ise, göçertme usulünün açık işletmeye rakip olacak bir ehemmiyette olduğunu ortaya koymaktadır.

Mamafih, bu usullerin tatbikinde yeni problemler ortaya çıkmıştır. 50 senedenberi çözümlenmesine çalışılan bu mühim problem de cevher kuyularında hasil olan tıkanıklıktır. Bu tıkanıklıkların sebebi bir türlü bulunamadı. Bu sefer sebeplerin bulunmasından sarfinazar edilerek problemlerin, tâbir caizse, etrafından dolaşmak düşünüldü. Mademki dikey kuyularda, ki iki kat arasında en ucuz ve en kısa mesafeli bir irtibattır, tıkanıklık oluyor, öyle ise cevhere bir kayma sathı verelim, dendi. Böylece, demir, bakır, molibden ve amyant cevheri istihsal eden muhtelif yeraltı işletmelerinde 50 dereceden dikeye kadar bütün meyiller tecrübe edildi, fakat tıkanma bu kuyuların hepsinde de istisnasız vuku bulmakta devam etti.

Bir problemi çözebilmek için şüphesiz, o problemi meydana getiren, yani gördüğümüz ve elle tutabildiğimiz neticeyi doğuran, faktörleri bulmak icap eder. Bu faktörler üzerinde yapılacak araştırmalar ise yanlış bir hareket noktasından ele alınmış ise neticenin hatalı olması mukadderdir. Esasen, araştırma bilgisinin esası da buradadır ve bu sebepten herkes araştırma yapamaz.

Nitekim, şu veya /bu sebeple muhtelif hareket noktalarından başlanarak yapılan etüdlere neticesinde, kuyu içinde bulunan cevher parçalarında kuvvet **dağılımının hidrostg.-**

tik kanunlara eş bir kıymet ve istikametlerde olduğu, sadece hidrostatikteki Reynold emsaline karşılık katı parçalar için başka bir emsalin mevcut olduğu, bu emsalin henüz bulunmadığı neticesine varıldı. Bu neticeye göre, meselâ bir boru alınsa ve altı kapatılarak içine toz doldurulsun, borunun altı açıldığı zaman toz akar; fakat, kâfi uzunlukta bir boru alındığı zaman içine doldurulan toz tıkanıklık yapar ve akmaz; tozdan daha büyük parçalar için borunun (veya kuyunun) uzunluğunun daha az olması lâzımdır. Görülüyor ki esas hidrostatik kanunlardır. Tıkanmanın izahı kemerleşme olarak belirtilmiştir ki bu izahın doğru olduğu bilâhara meydana çıkmıştır.

Yukarıdaki inanışa göre, her parça büyüklüğü için, tıkanmaya sebebiyet veren (kemerleşme kelimesini kullanmıyorum, zira kemerleşmeler boru veya kuyu içindeki bütün katı parçalarda ve her seviyede mevcuttur ve kemerleşme muhakkak tıkanma manasına gelmez) dik uzunluk, veya daha doğrusu sütun yüksekliği, tespit edilirse ve katı parçalara ait Reynold emsali bulunursa, kuyu akımlarını tanzim eden kanun, hidrostatik kanununda yeni emsalin ikamesi ile ifadesini bulmuş olacaktır.

"Columbia" Üniversitesinde doktora için çalışılırken, bu yazara, ilmî araştırma mevzuu olarak, yukarıda izah ettiğim konu verilmiş ve kendisinden, parça büyüklüğüne tekabül eden tıkama yüksekliklerinin tespiti ile Reynold emsalinin katı maddelere ait muadil bir emsalin tayini istenmişti. Esasında çok basit görünen bu çalışma, eğer verilen esaslara dayanılmış ve gösterilen istikamete gidilmiş olursa idi, neticesiz bir çabadan öteye gidilemeyecek, batı dünyasını yarım asır uğraştıran böyle mühim bir problemin çözümü şerefi elde edilemeyecek, daha henüz pek genç yaşlarında bulunan barodinamik ilminin mühim bir adım atması sağlanıyacaktır.

Yazı sahibi, araştırmalarına, bundan evvel verilen neticeleri ve bilgileri tamamen bir yana bırakarak konuyu yeni baştan ele almakla başlamış, muhtelif eb'atta kum ve çakıllarla znuhtelif çap ve büyüklükte borular içinde dokuz ay tecrübe yapmış ve neticelerini gördüğü şekilde kaydetmiştir. Materyel tamamen toplandıktan sonra ince bir tetkikten geçirilmiş ve bir neticeye varmaya çalışılmıştı. Konunun görüldüğü gibi basit olmaması, tesir eden meçhul faktörlerin çokluğu derhal bir neticeye varılmasına mani

olmuştur. Bunun üzerine, konu üzerindeki bütün literatür elden geçirilmiş, modern silo inşaatının formülünü bulan Alman Janssen'in, Kanadalı Jamiesson'un çalışmaları tetkik edilmiş ve toprak mihaniki derslerinin alınmasına da lüzum hissedilmişti. Tecrübelerle alınan neticelerin bu bilgilerin hiç biri ile izah edilemediği neticesine varılınca, yeni bir buluşun eşliğinde bulunulduğu meydana çıkmış oldu. Bunun üzerine tetkik ve çalışmalar daha da derinleştirilmiş, "Missouri" eyaletinde kurşun ve çinko madenlerinde tatbiki durum ve neticeler üzerinde çok faydalı incelemeler yapılmış, ve neticede hakikatı meydana çıkarmak mümkün olmuştur.

Çalışmalar neticesinde, kuyu içinde bulunan katı cevher parçalarının, kuru şartlar altında:

- Hidrostatik kanunlara riayet etmediği;
- Janssen'in silo formülünde,

$$L = \frac{h}{k} \left( 1 - e^{-\frac{h}{k}} \right) \text{ de\u0131işmez}$$

bir emsal olarak kabul edilen k kıymetinin de\u0131işikliği;

- Herhangi bir büyüklükte olan cevher parçasının tıkanma yapmadan devamlı olarak akabileceği asgari eb'atta kuyular açılabilirliği;
- Muayyen eb'atta cevher parçaları ile dolu olan belirli eb'atta bir kuyunun yüksekliği ne kadar büyük olursa olsun, kuyu dibindeki basınçların de\u0131işmediği, ve bu basınçları tevlit eden cevher yüksekliğinin bulunabileceği;
- Statik ve dinamik kuvvet tevzi ve intikallerinin hesaplanabileceği;

tespit edilmiştir. Cevher (veya taş) parçalarının kuyularda tıkanmasını mutlak surette sağlıyabilecek olan kritik yükseklik, elde edilen şu formülle hesap edilebilir:

$$h = \llcorner D m$$

Bu formülde kullanılan harflerin ifade ettikleri mâna şunlardır:

h •— tıkanmaya sebep olan cevher sütunu yüksekliği.

D = kuyu çapı.

m = kuyu çapı ile en büyük cevher parçasının birbirine olan nispeti.

$\sigma = \text{Sigma} = (m)$  faktörü ile ilgili ve her  $(m)$  büyüklüğü için tecrübe ile tespit olunan emsal.

Bu formülde  $(m)$  emsali muayyen bir hududu aştıktan sonra tıkanma katiyyen olmaz.

Bulunan formül Hooke kanunu, Darcy ve Coulomb formülleri kategorisindedir. Bilindiği gibi, Hooke kanunu basınç ile gerilme arasındaki münasebeti bir formül ile tespit etmektedir. Darcy formülü, toprak altı su seviyesi irtifai ile sû akımının sürati arasında münasebet kurar.

Coulomb formülü ise toprağın kayma dayanıklılığını ölçen bir formüldür. Bu formüller sınıfına bu yazının mevzuu olan formülü de ilâve edersek:

Hooke kanunu

$$S = E \epsilon$$

Darcy formülü

$$v = K i$$

Coulomb "

$$s = \sigma \tan \theta + c$$

Barodinamik "

$$h = \epsilon D m$$

Görürüz ki her dört formül de, bilinen bir kıymeti, tecrübe ile bulunmuş bir emsalle çarpmak suretiyle, ölçülmesi imkânsız diğer bir kıymeti hesapla bulmaktadır.

Bu yazı, barodinamik konusuna umumî bir bakış mahiyetindedir ve konu ile okuyucuları tanıştırmak gayesiyle kaleme alınmıştır. Bu girizgâh, barodinamik hakkındaki yazı serisinin birincisini teşkil etmektedir ve zaman ve fırsat zuhur ettikçe diğer makaleler de neşrolunacaktır.

Mamafih bu yazı üzerinde düşünce ve tenkitler varsa bunların yazı ile kendisine bildirilmesinden yazı sahibi büyük bir memnuniyet duyacaktır.

