

KAYA MEKANİĞİ DALINDA ENDÜSTRİ VE ÜNİVERSİTE İŞBİRLİĞİ

A. Günhan PAŞ.AMEHMETOĞLU* - Erdal ÜNAL*«

özet

Bu tebliğde, üniversite ve endüstri işbirliğinin önem ve gereksinimi kaya mekaniği açısından incelmeye çalışılmıştır. Bu konuda dünyada yapılan işbirliği ve araştırmalardan örnekler verilmiş ve ülkemizde ilk aşamada ne gibi bir yaklaşım yapılabileceği anlatılmaya çalışılmıştır.

Abstract

In this article, in the field of rock mechanics, the importance and necessity of industrial applied research and cooperation and communication between universities and industrial establishments are explained. Some examples from the world are given, and some suggestions are put forward to make an approach to Industry - university cooperation to solve and to find answers to the industrial needs in this field at home.

1 — GİRİŞ

Bu tebliğ, üniversitelerdeki araştırma grupları ile endüstrinin işbirliği yaparak, varolan ve gelişmekte olan teknolojik bilgilerin ışığı altında, maden işletmeciliğinin planlama ve uy-

(*) Dr. Y. Müh. öğretim Üyesi, ODTÜ.

(**) Y. Müh. Asistan, ODTÜ.

gnlama safhalarında karşılaşılan sorunların kaya mekaniği açısından çözülmesini, aynı zamanda laboratuvarlarda var olan yada yerel koşullara göre geliştirilebilecek araç ve gereçlerin kullanma olanaklarını sağlayacak programların hazırlanmasını ve uygulanmasını kapsamaktadır.

Dünyada son 15 yıl içinde özellikle teorik alanda büyük aşamalar kaydeden kaya mekaniği konusu gittikçe uygulamaya dönük, endüstrinin sorularına cevap verecek nitelikte gelişmeler göstermektedir. Yeraltı ve yerüstü madencilğinde kaya mekaniği uygulamaları güvenlik ve ekonomik açıdan büyük yararlar sağlamaktadır. İçtenlikle belirtebiliriz ki ülkemizde de endüstrimize hizmet edebilecek, bunun yanında dünyada kısa zamanda söz sahibi olabilecek bir güce sahibiz. Yeterki bu güç planlı ve programlı bir biçimde kullanılabilir ve endüstri kuruluşlarımızla üniversitemiz arasında bir işbirliği sağlanabilir.

Örneğin, ülkemizde Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Devlet Su İşleri, İstanbul Teknik Üniversitesi, Hacettepe Üniversitesi'nde kaya mekaniği laboratuvarları kurulmuş veya kurulmakta olup, Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü ve T.C. Kara Yolları'nda da kurulmak istenmektedir. Ne varki bu güne değin bu kuruluşlar arasında hiçbir işbirliği sağlanamamış, birbirinin yaptığı iş de ufak ölçülerde laboratuvar denemeleri ve dar saha projelerinden öteye gidememiştir. Ayrıca Uluslararası Kaya Mekaniği Örgütü'ne bağlı olarak kurulan Ulusal Kaya Mekaniği Derneği de bu gerekli yaklaşımı sağlayamamıştır.

ODTÜ Maden Mühendisliği Bölümü Kaya Mekaniği laboratuvarında, son teknolojik gelişmelerin, laboratuvar deneylerinden ve dar saha projelerinden kurtarılıp uygulama safhasına dökülebilmesi, denenmesi ve endüstrinin sorunlarının çözümüne ışık tutabilmesi için kullanılabilir her türlü bügi birikimi ve laboratuvar olanakları vardır, fakat endüstrilerimizin tüm sahalarında araştırma yapabilecek insan gücü ve malî olanığı yoktur. Diğer üniversitelerimize aynı açıdan bakıldığında durum aynıdır. Endüstrilerde ise güvenlik ve verimliliği artırma yönünden çözüm gerektiren sorunların var olduğu bir gerçektir. Buna paralel olarak bu sorunların çözümünde yarar sağlayacak insan ve bilgi kaynağı, laboratuvar ve atelye olanakları

da vardır ya da var olacaktır. Burada yapılması gerekli olan, endüstrinin ve üniversitelerin kaynak ve olanaklarını birleştirmek, çözülmesi öngörülen sorunlara daha ayrıntılı, daha güçlü ve gerçekçi çözüm getirme olanaklarını araştırmak ve uygulama safhasına koymaktır. Ortak amaç her geçen yıl, madencilik endüstrimizin daha güvenceli ve daha verimli bir düzeye çıkarılması olmalıdır.

% 1— DÜNYADA BU İŞBİRLİĞİNE ÖRNEKLER

Milletlerarası veya herhangi bir ülkenin üniversite ve endüstri araştırma grupları arasında maden endüstrisinde kaya mekaniği açısından yapılan işbirliğine bir çok örnek verilebilir. Burada bu örneklerden bir kaçını verilmekle yetinilecektir.

2.1 — Avrupa Kömür ve Çelik örgütünün (ECSC) Çalışmaları (1)

Kömür ocaklarında, güvenlik ve üretim yönünden, arazi gerilmeleri ve tabaka hareketlerinin önemini benimseyen ECSC, 1959 yılından beri parasal olanaklarının bir bölümünü, maden teknolojisi sahasına ve tabaka kontrolü (strata control) araştırmalarına yöneltmiştir. Birliğin, kömür üreten ülkelerin araştırmalarına yönelik olarak kömür işletmeleri arasında yakın teknik işbirliği kurulmuş olup araştırmalar bir program çerçevesinde yoğun bir şekilde yürütülmektedir. Örgütçe yapılan çalışmalar aşağıdaki şekilde özetlenebilir:

a — Genel: ECSC araştırma grupları ve maden işletmeleri arasında ilişkiyi sağladıktan sonra, önceleri genel ve temel konularda araştırmalara yer vermiştir, örneğin; grizu, kayaç basınçları, kok elde etme tekniği, kömürün fiziksel ve kimyasal özellikleri gibi.

ECSC'nin daha sonraki çalışmaları, endüstrinin üretim değerlerini arttırma ve yeni pazarlar bulunması bakımından kömür hazırlamaya dönük uygulamalı araştırmalara yönelmiştir. Temel araştırmaların yanı sıra sorunların pratik yönü üzerinde giderek artan bir önemle durulmuştur. 1967 yılından sonra parasal değerlerini daha belirgin çizgiler çerçevesinde toplamak

üzere, araştırmalar için üç yıl geçerli bir yardım programı sap-tanmıştır. 1970 yılında Avrupa Ülkeleri Komisyonu kömür araştırmalarını genel enerji politikalarına uygun bir yöne götürecekteki şekilde yoğunlaştıracak beş yıllık program hazırlamıştır. Bu Programın bir bölümü yüksek verimli ayaklar oluşturmak amacını yer altı çalışmalarını (galeri açma, kömür kazma tekniği, nakliyat ve otomasyon) kapsamaktadır. Diğer bölümü ise elde etme yöntemlerinin geliştirilmesi yönünden kömür hazırlama ile ilgilidir.

ECSC araştırmalar için (yardımlar şeklinde) toplam 42 milyon U.S. dolarlık parasal olanak sağlamıştır. Bunun üçte biri kömürden yararlanma ve kömür hazırlama araştırmalarına ayrılmıştır. 1959'dan bu yana tabaka kontrolü ve ayak tahkimatı araştırmalarına ayrılan pay sekiz milyon dolardır.

Bu güne kadar yapılmış olan anlaşmaların 150 tanesi bitmiş ve elli tanesi de devam etmektedir. Anlaşmaların süresi çoğunlukla 2-4 yıl arasındadır.

Araştırmaların sonuçları teknik bültenlerde tebliğler, ECSC tarafından basılıp yayınlanan raporlar ve araştırmaların belirli konuları üzerinde yapılan seminerlerle (bunlardan yedi tanesi Lüksemburg'da yapılmıştır) duyurulmaktadır.

b — Tabaka kontrolü ve ayak tahkimatı üzerine yapılan araştırmalar:

i. Taban ve kaçamak yollarında kayaç gerilmeleri: Bu konu ile ilgili projeler için 1959-1969 yılları arasında ECSC tarafından çeşitli taksitlerle üç milyon dolara varan parasal yardım sağlanmıştır. Bu araştırmalar Birliğin aşağındaki üye araştırma grupları tarafından greçeMeşitirilmıştır: CERCHAR - Paris; INIEX - Liege; STEINKOHLERBERGBAUVEREÎN - Essen ve Central Research Station of Gezamenlijke Steenkole-mijne nin Limburg - Heerlen. Görev, birliğin üyeleri arasında önceden yapmış oldukları çalışmalara ve özel meraklarına ve aynı zamanda çeşitli kömür havzalarındaki değişik jeolojik koşullara göre paylaşılmıştır.

ii. Uzun Ayaklar da Tavan Kontrolü ve Tahkimat: Taban ve kaçamak yollarında sürdürülen araştırmalara paralel olarak

ECSC ayaklarda tavan kontrolü ve tahkimatı ile ilgili iki araştırma programını desteklemiştir. Bunlardan bir tanesi Essen'deki SKBV Research Institute tarafından 1961 -1969 yılları arasında çeşitli aşamalarla yürütülen "uzun ayaklarda yürüyen tahkimatların geliştirilmesi" üzerinedir. Bu proje için ECSC tarafından toplam olarak 1.75 milyon U.S. dolarlık bir fon ayrılmıştır. "Ayaklarda kullanılan tahkimatların tavan hareketlerine etkisi" adlı diğer araştırma programı Paris'teki CERCHAR ve Nancy'deki School of Mines araştırma toplulukları ile Nord et Pas-de-Calais ve Loraine kömür havzalarındaki mühendislerin işbirliği ile yürütülmüştür.

iii. Kayaç Mekaniği: Taban ve kaçamak yolları üe ayaklarda yapılan temel ve uygulamalı araştırmaların analizleri sonucunda bir çok ortak yanlar olduğu ve bunların kömür damarları ve onların etrafında bulunan kayaçların mekanik özelliklerine bağlı olduğu görülmüştür. Birlik araştırmacıları arasındaki karşılıklı bilgi ve tecrübe alışverişi seneler geçtikçe (1959 - 1969) giderek artmıştır. Bu işbirliği öyle bir düzeye ulaşmıştır ki artık herkes sonuçlardan yararlanabilmeyi değü aynı zamanda ulaşılacak sonuçtaki görüşlerin ve yapılan ölçmelerin standartlaştırılması yoluna yönelmiştir.

1970 yılında Avrupa Birliği Komisyonu tarafından öğütüldüğü gibi çalışmalar, bir taraftaki tabaka kontrolü üzerine yapılan tüm araştırmaların ve işlerin yürütülmesi, diğer taraftan başka yerlerde yürütülen araştırmaların derleme ve değerlendirilmesini bu arada gerçekleştirecek çok yönlü tek bir program olarak koordine edilmiştir.

Bu programın amacı yüksek verimli uzun ayakları oluşturmak için arazi basınçları ile ilgili tüm sorunları çözmektir. Amaç üç yönlüdür: Uzun ayaklarda verimliliği ve üretimi arttırmak için yürüyen tahkimat sistemini geliştirmek, en uygun taban şekilleri üzerinde karar vermek, aynı zamanda arazi hareketlerine ve maden işletmeciliği gereksinmelerine en uygun tahkimat dizgelerini seçmek, tabaka sağlamaştırma yöntemlerini geliştirmek.

1970-1974 yılları arasında gerçekleştirilmesi istenen bu araştırma programı için toplam 2.8 milyon dolarlık bir yardım

öngörölmüştür. Birliğin üç araştırma kuruluğu (CERCHAR, Steinkohlenbergbanverein, INIEX) bu araştırma programını değişik kömür havzaları ile işbirliği yaparak çözmeye çalışmaktadır.

Araştırma programı aşığıda belirtilen değişik yönleri ve konuları kapsar:

Belçika'da yapılan araştırmalar özellikle hızlı üerleme yapılan taban ve kaçamak yollarında kullanılacak en uygun tahkimat biçiminin saptanmasını, piyasada bulunan çeşitli tahkimatların yeraltında denenmelerini ve sağlamlaştırılmış beton kemer bölmelerinin kullanıldığı daire biçimli galerileri açma yöntemlerinin geUştürülmesini kapsar. (Bu metod çoğunlukla yumuşak araziler için geliştirilmiştir.)

Fransa'da yapılan araştırmalar, taban ve kaçamak yolları ve ayaklar etrafında bulunan tabakaların mekaniğini kapsamaktadır. Amaç tavan deformasyonlar ve tavan bozulmalarına tahkimat biçiminin ve düzeninin etkülerin belirtmektir. Bu çalışma, yeraltı ölçmelerinden elde edilen verilerin istatistiksel olarak değerlendirilmeleri yolu ile yürütölmektedir. Fransızlar tarafından yapılan araştırmaların ana amacı taban yollarının ve ayakların rasyonel bir biçimde işletilmesidir.

Almanya'da yapılan araştırmalar yüksek verimli ayaklarda (beş bin ton/gün) tabaka kontrolü ve dikdörtgen biçimli taban ve kaçamak yolları üzerine yönelmiştir. Ayaklar ve yollardaki dsformasyonları önceden tahmin edebilen matematiksel modeller geliştirilmiştir. Ayakları ilęüendirmesi bakımından yürüyen tahkimatlar en çok önem verilen konulardan bir tanesidir. "Shield Support"ların ileride daha çok kullanma olanağı bulacağı sanılmaktadır.

Burada, (i), (ü), (iü) de bahsedilen araştırmaların sonuçları bu konunun kapsamı dışına çıktığından verilmeyecek, yalnız istendiğinde referans (1) in bibliyografik tanıtımında verilmiş olan raporlarda elde edilebileceği belirtilmekle yetinilecektir.

2.2 — İngiltere Kömür İşletmeciliğinde Araştırma ve Geliştirme İrtibat Sistemi (2)

İngiltere Kömür İşletmelerine (NCB) bağlı Ulusal Araştırma ve Geliştirme sisteminin yapılmakta olan ve yapılacak araştırma programlarına yön vermekle büyük katkıları olmaktadır. Ulusal Araştırma ve Geliştirme İrtibat Kurulu'nun asıl amacı NCB'e bağlı bir araştırma kuruluşu olan MRDE'nin (Mining Research and Development Establishment) araştırma programlarının endüstrinin gereksinmelerine ve ivedi durumda olan sorunlarına yönelik olmasını sağlamaktır. Bu kurula bölgesel ve idarî olmak üzere iki ayrı komite yardımcı olur. Beş ayrı bölgede kurulan bölgesel kurullar kendi bölgelerinin gereksinmelerine göre Ulusal Kurul'a MRDE çalışmaları ve öncelik verilecek konular üzerinde düşünce ve önerilerini bildirir. Sayısı beş tane olan idarî kurullar ise merkezin öğütlerini de değerlendirerek, MRDE programlarının en verimli şekilde yürütülebilmesi için gerekli önerilerde bulunur.

İrtibat Kurulu'nun bu yapısı MRDE programlarının endüstrinin araştırma ve geliştirme gereksinmelerini karşılayacak biçimde tasarlanmasını sağlar.

a — İngiltere Kömür İşletmeleri'nin (NCB) Tabaka Kontrolü Araştırmaları:

NCB'a bağlı Maden Araştırma Kurumu'nun ük çalışmaları kömür ve kömürle beraber bulunan kayaçların özelliklerinin tayin üzerine yoğunlaştırılmıştır. Bu yaklaşımın nedeni malzemelerin özelliklerine ilişkin bilgilerin ışığı altında daha iyi dizayn çalışmaları yapılabileceği ve kullanılan malzemeler üzerine ne kadar yük geldiği, malzemelerin bu yüke ne kadar direnç gösterdiği gibi soruların çözümlerinin daha iyi anlaşılabilmesidir. Tahkimatlar üzerine gelen tabaka yüklerinin ölçebilme isteği birçok altelerin geliştirilmesine yol açmış ve bunu yoğun bir saha çalışması izlemiştir. Bu araştırma ve çalışmaların getirdiği en büyük yenüik yürüyen tahkimatların dizayn ilkelerinin geliştirilmesi ve ayaklarda kullanılmaya başlanması olmuştur.

Şu sıralarda, kaya mekaniği ve tabaka kontrolü araştırma projeleri, taban ve kaçamak yollarının korunması için bırakı-

lan duvar topuklarının dizaynı ve bu yolların stabilite çalışmalarına yönelmiştir. Bu araştırmalar MKDE tarafından yürütülmektedir.

Daha önce de belirtilmiş olduğu gibi tabaka kontrolü üzerine yapılan araştırmalardaki yöntem, ilk aşamada İrtibat Komiteleri tarafından yapılacak araştırmaların kapsam ve öncelik sıralarının belirlenmesidir. Bundan sonra, işin tanımı, araştırma yöntemlerinin seçilmesi, verilerin toplanması, yorumlanması ve elde edilen sonuçların rapor haline konulması araştırmacıların görevleri arasına girmektedir. Araştırmalar yerinde saha incelemelerine yöneliktir. Laboratuvar ve teorik çalışmalarla da desteklenmektedir. Çalışmaların tek amacı endüstriye en etkili şekilde yararlı olabülmektir.

MRDE'nin yürüttüğü araştırma çalışmaları yanında NCB ile üniversitelerin Maden Mühendisliği bölümleri de sık bir işbirliği içerisinde ve bir çok araştırma üniversiteler tarafından NCB için yürütülmektedir, örneğin Nottingham Üniversitesi Maden Mühendisliği Bölümü'nde kaya mekaniği ve tabaka kontrolü ile ilgili beş ayrı araştırma doktora tezi olarak yürütülmektedir (3). Bu araştırmaların tümü NCB tarafından desteklenmekte, gerektiğinde üniversite yakınında bulunan kömür ocakları laboratuvar gibi kullanılmakta ve araştırmaların her aşamasında işbirliği ve irtibat yoğun bir şekilde sürdürülmektedir.

2.3 — Kayaçlarda Şev Stabiliyesi Üzerine Imperial College (Londra.) da Yapılan Çalışmalar

Açık işletmelerde şev stabilitesini tüm ayrıntıları ile incelemek üzere Imperial College'e bağlı Royal School of Mines ile dünyanın çeşitli ülkelerinin 23 açık işletme kurum işbirliğine girmişler ve bu araştırmalar 1968-1972 yılları arasında gerçekleştirilmiştir (4). Royal School of Mines öğretim üyeleri ve araştırma talebeleri Prof. Hoek'un başkanlığında yoğun bir biçimde bu konu üzerine eğilmiş ve çalışmalar sonucunda yirmiden fazla doktora ve yüksek lisans tezi ortaya çıkmıştır. Bu çalışmalar sonucunda şev stabilite sorunu daha iyi anlaşılır bir düzeye gel-

mis ve şev stabilitesine birçok pratik çözüm yolları getirilmiştir. Prof. Hoek ve Dr. Bray bu araştırmaların sonuçlarını bir kitap halinde düzenlemiş ve madencilik dünyasına sunmuştur (5).

3 — TÜRKİYE'DEKİ DURUM VE GEREKLİ ÖN ÇALIŞMALAR

Türkiye'de de dünyada örneklerini gördüğümüz bu işbirliği ve organizasyonu yapmak ve maden endüstrimize güvenlik ve ekonomik yönden sayısız yararlar sağlamak olanağı vardır. Bunun için de üniversiteler üe endüstrinin sıkı bir işbirliği yapması ve olanaklarını birleştirmesi gerektirmektedir.

Araştırmalarda amaç düzenli bir inceleme ile bir takım gerçekler bulmak, böylece bilgi birikimini arttırmaktır. Ancak bilgilerin pratikte geçerli olması da çok önemli bir sorundur. Araştırmacının çalışma konusu ve sahası üzerinde, araştırmalar için gerekli olan dikkat ve doğrulukta gözlem ve incelemesini yapmadan önce, çabalarını belirli bir saha ve konu üzerine çevirmesi gerekir. Bu da endüstrinin gereksinmelerine en iyi şekilde hizmet edecek araştırmalar olmalı ve endüstrinin sorunlarını göz önünde tutarak uzun ya da kısa süreli olarak başlatılmalıdır. Herhangi bir araştırma ve geliştirme kuruluşu için asıl sorun öncelik taşıyan sorunları seçmek ve araştırma programlarını, endüstrinin gereksinmelerine en iyi biçimde hizmet edecek şekilde saptamaktır.

Bu araştırma programı ve ortak çalışma ne şekilde Uygulanmalıdır öncelikle üniversitelerle kuruluşların birlikte çalışacağı işletmelere giderek programın amacı, konu ile ilgili teknoloji değişimleri, ve bu teknolojiden yararlanma olanakları konu ile ilgilenenlere seminerler halinde anlatılmalıdır. B'yl^ce en son teknolojik bilgiler ve bu konuda yapılanlara üişkin gerekli ön bilgiler verilmiş olacaktır. Bu seminerlerdeki amaç kay mekanıği konusunda kişilere eğitim yaptırmak ve teorikçiler yetiştirmek değildir. Üniversitelerimizde bu işi yapmak isteyenlerin gidebileceği çok iyi fakülteler ve bölümler vardır. Seminerlerdeki amaç teknolojik bilgi değişiminin yanı sıra, araş-

tırmacıların kendi işletmelerindeki sorunları dünyada kullanılan en son yöntemleri, araç ve gereçleri kullanarak kendilerinin çözebileceği bir düzeye gelmelerine yardımcı olmaktır.

Seminerlerle gerekli aşama yapıldıktan sonra kuruluşlarla ortak bir organizasyona gidilmelidir. Bu iş için bir para fonu veya transferi gerekli değildir. İşletmeler çözümlenmesini istedikleri kendi sorunları üzerinde çalışacak, araştırma yapacak mühendis ve teknik elemanını seçecektir. Bundan sonra işletmelerin araştırma mühendisleri ile oturup onların vereceği ön büğüre göre çözümü istenen sorunlar birlikte gözden geçirilecektir. Önem ve ivedilik sırasına göre konular sıralanacak ve sorunun çözümünde kullanılacak araç ve gereçler (var olan veya sağlanması gereken) seçilecektir. Çalışma ve uygulam planının ana hatları belirtilip yerel koşullara uygulanması araştırılacaktır. Bu detaylar da karşılıklı anlayış ve beraberlik sağlandıktan sonra program uygulamaya koymak için hazırlanmış olur. Bundan sonra programın uygulanacağı yerde her iki grup tarafından ön çalışmalar yapılacak, ölçme istasyonları kurulacak ve araştırmaya başlanacaktır, ölçme işlerine çözümü istenen sorunlar etkin bir şekilde çözümlenene kadar üniversite ve işletme tarafından devam edilecektir.

Bütün bunların yanı sıra araştırma yapılan diğer sahalara geziler düzenlenip çalışmalarını yerinde izleme olanağı ve yerinde uygulamalı eğitim de öngörülmektedir.

Şunu belirtmek yerinde olur ki işletmecilik planlaması ve uygulamasında hemen kullanılabilir formüller var değildir. Her maden sahasının kendine özgü ve basit olmayan bir yapısı olduğuna göre bu sahaların tümü için ortak bir çözüm olanağı da yoktur. Bu nedenle araştırma programlarından bazılarının sonuçları endüstride hemen kullanılmayabilir, işletmelerin bu sonuçlardan gerektiği şekilde faydalanabilmesi için eldeki ilke ve sonuçları özel bir yöntem ile kendi yapılarına uygulamaları gerekmektedir. Araştırmaların tasarlama ve uygulama safhalarında da değişebilen bir yöntem izlenmelidir.

4 — ARAŞTIRMASINDA YARAR UMULAN SORUNLAR

4.1 — Yeraltı Araştırmaları

Madenlerin işletilmesi sırasında oluşan gerilim dağılımlarının ve tabaka hareketlerinin incelenmesi ve planlaması ve bu olayın kontrolü güvenlik ve ekonomik açılardan madencilik teknolojisinde çözümlenmesi gerekli olan başlıca sorunlardan bir tanesidir. Kömür endüstrisinin rakkamlarındaki gelişmeler, üretimin toplandığı ve işçilerin tamamen güvenceli bir ortamda çalışabildiği ayaklara yakından bağlıdır. Bu koşullar yalnız ayakların ve kaçamak ve taban yollarının çok hızlı ilerlemesi ile sağlanabilir. Fakat çoğu kez yeraltında oluşan gerilmelerin yarattığı önemli zorluklar bu hızlı ilerlemeyi önler veya yavaşlatır. Daha iyi arazi hareketleri, daha fazla tavan kontrolü, arazi ve kayaç parçalarının kontrolsüz düşmesini azalttığı gibi daha verimli ve güvenceli bir çalışma ortamı sağlar.

Bu gibi zorluklar ancak bir araştırmanın sonunda kontrol edilebilir, azaltılabilir. Bir takım pratik çözümlere gidüerek güvenlik artırılmış olur. Temel ve bilimsel bir araştırma sonucunda bir yandan parametreler ile var olan kuvvetler ve bunlara egemen olan doğa koşullarına ilişkin daha çok bilgi edinilirken, öte yandan uygulamalı araştırmalar ile de ayakların, galerilerin ve taban yollarının daha elverişli ve uygun hazırlanması, sürülmesi ve tahkim edilmesi sağlanır.

Bu gibi araştırmalar modern tekniğin gerektirdiklerine aynı zamanda şimdiki ve gelecekteki işletme gereksinmelerine uyması yönünden gelişmelere paralel olarak bir devamlılık gösterir. Bu bilgüerin ışığı altında üniversitelerle endüstrinin işbirliği yaparak çözümüne cesaretle yaklaşım yapabileceği sorunların bazılarına kısaca değinmek istiyoruz.

4.1.1 — Taban ve Kaçamak Yollarında ve Lağımlarda Gerilme Dağılımları, Deformasyonları İncelenmesi ve Tahkimat Sorunlarının Çözümü

Bu geniş kapsamlı araştırmanın amacı yeraltı işletmecilerine taban ve kaçamak yollarında daha elverişli yöntemlerin

kullanılması olanağını sağlamaktır. Bu ereğe ulaşılması için gerekli olan ölçme ve araştırma yöntemlerini geliştirmek, taban ve lağımlarda oluşan arazi hareketlerine neden olan doğa olaylarını bilimsel temellere dayanılarak saptamaktır. Geniş ölçüde yapılan alboratuvar deneyleri, model çalışmaları ve değişik, doğal ve uygulanan etkenlerin yeraltında yapılan ölçümleri, oluşan deformasyonların özellikleri ve kaynağına ilişkin bilgi birikimini sağlar. Bu çalışmalarda, tabaka hareketlerinin gözlemi sonunda onları meydana getiren nedenlerin bulunması, yeraltı koşullarına en uygun olan tahkimat cinslerinin ve onların durumlarının seçilmesi ve planlanmasına olanak sağlar. Bu çalışmalarda işin ana noktalarından bir tanesi taban konverjanslarının incelenmesidir. Bu projelerde önemli tüm sorunların ayrıntılı bir şekilde incelenmesi ve araştırmacılar arasında edinilen tecrübelerin devamlı olarak alış verişinin yapılması, galerilerde (lağımlarla taban ve kaçamak yollarında) tavan kontrolüne ilişkin değerli sonuçlara varılmasını mümkün kılar.

Bu konuda işletmelere pratik çözüm getirebilecek bir kaç sonuç aşağıdaki şekilde özetlenebilir:

- a — Taban ve kaçamak yollarında lağımlarda yerel koşullara göre en uygun tahkimat düzeninin ve biçimlerinin saptanması,
- b — En uygun lağım ve taban kesitinin saptanması,
- c — Tabaka sağlamlaştırma,
- d — Geniş kesitli galerilerde ağır beton bloklar yerine ucuz ve kolay kullanılacak prefabrik sistemlerin denenmesi,
- e — Taban kabarmalarının önlenmesinde bölgesel problemlerin çözülmesi,
- f — Galerilerde ilerleme hızının arttırılması,
- g — Galeriler boyunca bırakılan topuklardan vazgeçilmesi,
- h — Lağımlarda ve tabanlarda tavan saplamalarının kullanılması.

4.1.2 — Uzun Ayaklarda, Arazi Basınçlarının, Tavan ve Taban Kontrolü Sorunlarının İncelenmesi, En Uygun Tahkimat Sistemlerinin ve Kapasitelerinin Bulunması

Taban ve kaçamak yolları ile galerilerdeki araştırmalara paralel olarak, tavan kontrolü ve tahkimatı konularında bir

araştırma programı geliştirme olanağı vardır. Bu program, yerinde, kayaç ve zeminlerin özelliklerini ve hareketlerinin incelenmesini, model çalışmalarını ve tecrübe deneylerini kapsayabilir.

Bu noktadan çıkarak pratikte yarar sağlayacağı umulan araştırmalar aşağıda özetlenmiştir.

a — Programlarda öngörülen yeraltı ölçmeleri sonucunda, kayaçların mekanik özellikleri hakkında toplanan bilgilerin, bilgi sayarlarla değerlendirilmesi.

b — Kayaçların yapılarının ve mikro tektonik etkenlerin incelenmesi.

Bu değerlendirmeler kömür damarları çevresinde bulunan tabakaların durumlarına ilişkin düzenli bir bilgi oluşumunu sağlar, özellikle, plastik deformasyondan etkilenen zeminlerde, arazi ve sınıflandırılmasına ilişkin yapılacak araştırmalar, tavan da oluşan çatlakların ve kırılmalarının çeşitleri ve nedenlerinin incelenmesi, ayakların ilerleme hızının arttırılmasında yapılacak çalışmalar, bütün bunlar tahkimat düzenlerinin saptanmasında önemli rol oynayan asal etkenlerdir. Özet olarak kayaçların ve arazinin bilimsel ve detaylı bir şekilde çalışılması arazi hareketlerine ilişkin daha çok bilgi edinilmesini ve sonuçta üretim sırasında daha iyi tahkim edilmelerini sağlar.

c — Tavan hareketlerinin (konverjans ve tabakaların birbirlerinden ayrılmalarına) tahkimat faktörlerine etkisi.

Bu faktörler, tahkimatların yük taşıma kapasiteleri (yerleştirme ve bükülme yükleri), ayak içindeki yoğunluğu ve dizilme şekilleridir. Tavanların durumuna ilişkin bu ölçüklerin incelenmesi ayağın güvence ile çalıştırabilmesi ile yakından ilgilidir. Bu araştırmalar sırasında ilgili parametrelerin geniş ve dizgesel bir şekilde ölçülmesi ile tavan bozulmalarına ilişkin geniş ölçüde bilgi edinmek olanağı yaratılmış olur. Örneğin, jeolojik ve işletme koşullarına bağlı olarak hidrolik tahkimat düzenlerinin optimum özelliklerini (yerleştirme ve bükülme yüklerini) bulmak olanağı vardır.

d — Birden fazla kömür damarı taşıyan havzalarda, çalışılan katta bırakılacak topukların panonun altında ve üstünde yapılan çalışmalara etkisinin incelenmesi ve inceleme sonucunda alınacak tedbirlerin ve en iyi planlama biçiminin saptanması.

e — Yeraltı işletmelerinde en uygun tahkimat düzenini seçebilmek için çeşitli damarlarda tavan hareketlerinin özelliklerinin belirtilmesi ve ölçme yöntemlerinin geliştirilmesi.

Ayakların ve galerilerin tasarlanmasında iyi bir işletmecilik ve en az maliyetle en yüksek verimliliğin sağlanması ve daha güvenceli bir çalışma ortamının sağlanması oluşturur. Bu da mesleğimizin gerektirdiği üç temel unsurdur.

4.2 — Yerüstü Çalışmaları

Kömür damarlarının uzun ayak metodu ile alınması sonucu yerüstünde yer çökmesi (subsidence) ve deformasyonlar oluşur. Bu yer çökme ve deformasyonlar yerleşme merkezlerinde bulunan kömür havzalarında büyük sorunlar yaratır. Bu havzada çalıştırılan bir uzun ayağın oluşturacağı yer çökme ve deformasyon değerlerinin önceden bilinmesinin yerüstündeki etki sahalarının saptanmasında ve gerektiğinde önleyici tedbirlerin alınabilmesinde son derece yararlı olacağı bir gerçektir. Bu da öncelikle bu havzada geniş bir araştırma sonucu elde edilecek veriler sonucunda oluşacaktır. Her kömür havzasında kömür taşıyan tabakaların kendine özgü karakterleri olacağından elde edilecek yer çökme ve deformasyon değerleri tabakaların karakterlerine bağlı olur. Bu alanda yapılacak çalışmalar öncelikle şu üç konuda toparlanabilir:

a — Yer çökme ve deformasyonların maksimum değerlerinin ve bu değerlerin damar kalınlığına, örtü tabakası kalınlığı ve karakterine, panoların boyutlarına ve damar eğimine bağlılığının saptanması.

b — Bir kömür damarının göçertmeli uzun ayak yöntemi ile işletilmesi sonucu yerüstündeki etki sahası, yer çökme ve deformasyonların herhangi bir noktadaki değerleri, ve etki açısının değeri ve damar eğiminin bu açı üzerine etkisi.

c — Yer üstünde oluşan yer çökme ve deformasyonların binalara ve alt yapı tesislerine etküeri ve bu hasarların en düşük düzeyde, en ekonomik biçimde yeraltı ve yerüstü önleyici tedbirleri ile nasıl sağlanabileceğinin araştırılması.

incelenmesi ve üzerinde çalışılması gereken bir konu da açık işletmelerin en önde gelen sorunlarından olan şev stabilitesidir. Bir açık işletmenin ekonomisi büyük ölçüde genel eğim açısına ve bu açı ile ilgili olarak kaldırılacak örtü miktarına bağlıdır. Sorunun diğer bir yönü; açılar dikleştğinde, şev kaymalarının artmasıdır. Bu nedenle planlanan bir açık işletme için, optimum değerde bir genel eğim açısı saptamak gerek ekonomi ve gerekse güvenlik açısından çok önemlidir. Diğer taraftan çalışılan açık işletmelerin her aşamasında şev kaymaları olabilir. Bu şev kaymalarının mekaniğinin anlaşılması ve şev stabilitesinin sağlanması bölgenin ayrıntılı jeolojik yapısı, yeraltı su durumu ve örtüyü oluşturan kayaçların kohezyon ve iç sürtünme açuarı gibi özelliklerinin saptanması ve şev hareketlerinin ölçülmesi ile olur.

Diğer taraftan, açık işletmelerde istenilen parçalanmanın elde edüebilmesi ve patlatma işleminin ekonomisi de araştırılması gereken bir konudur. Kullanılan patlatıcı madde ile o bölgedeki kayaç özellikleri ve örtü tabakası yapısal değışmeleri parçalanmaya etki eden başlıca etkenlerdir. Bu parametrelerin ve birbirlerine olan etkilerinin yerinde incelenmesi en iyi patlatma sisteminin saptanmasına olanak verir. Burada yapılması gereken şey, bu parametrelerin patlatmaya olan etkilerini ayrı ayrı patlatma titreşimlerinin analizi yöntemi ile incelemektir.

Gerçekte kaya mekaniği açısından araştırılması ve incelenmesi gereken çok yönlü ve çok sayıda sorun vardır. Burada, yalnız maden endüstrisinde ilk aşamada çözümlenmesi ve üzerine eğilmesi gereken sorunların bazılarının belirtilmesi ile yetinilmiştir.

5 — SONUÇ

Temenni ve dileklerimiz dile getiren bu tebliğ ile yakın bir gelecekte gerçekleşeceğine içtenlikle inandığımız gerçek anlam-

daki araştırmaların temellerini atmak istedik. TKİ, Etibank ve TCK ile yaptığımız ön çalışmalar bu konuda bize güvence ve umut vermiştir. Uygulanacak programları olanakların izin verdiği sürece basit ve formalitesiz gerçekleştirmek istemindeyiz. Amacımız işletmelerimizde çözüm bekleyen ve çözümlenmesi sonucunda güvenlik ve ekonomik açılardan büyük yararlar sağlayacağını umduğumuz sorunlara cesaretle yaklaşmak ve çözümü sağlamaya çalışmaktır. Bunun da üniversitelerin ve endüstrinin işbirliği ile gerçekleşebileceği görüşündeyiz. Sıkı bir işbirliği sonunda hedefe ulaşacağımıza inanıyoruz.

6 – BİBLİYOGRAFİK TANITIM

1. De Greef, Andre Y. J.: Twelve Years Experience of Technical Research on Strata Control in the E.C.S.C. Fifth International Strata Control Conference, 1972, London.
2. Whittaker, B.N.: An Appraisal of Strata Control Practice. Institution of Mining and Metallurgy, Transactions/section A, July 1974.
3. Mining Department Magazine, University of Nottingham, England, Vol. 25, 1973.
4. Hoek, E. Recent Rock Slope Stability Research at the Royal School of Mines, London. Geotechnical Practice for Stability in Open Pit Mining. Ed. by Brawner, CO. and V. Milligan, AIME, New York, 1972.
5. Hoek, E. and Bray, J. W.: Rock Slope Engineering, Institution of Mining and Metallurgy, London, 1974.