

# **Kömür t)çaklarında Yumuşak Tabakaların ve Jeolojik Süreksizliklerin Ocak Duraylılığma Etkisi**

The Effect of Soft Layers and Geological Discontinuities on  
the Mine Stability in Coal Mines

Turgay ONARGAN (\*)  
Halil KÖSE (\*\*)

## ÖZET

Bu çalışmada birincil amaçlarımız; (1) Kayaç içerisinde bulunan yumuşak formasyonların ve süreksizliklerin jeolojik karakterlerinin tanımlanması ve bunların ocak duraylılığına olan etkisinin belirlenmesi, (2) Ocak ilerlemesj\_ boyunca yumuşak tabaka ve süreksizliklerin gelişimi hakkında bu karakterlerin kullanımı yardımıyla karar verme ve (3) Tavan kontrolü açısından karşılaşılabilecek problemlerin en aza indirilecek şekilde madencilik yöntem ve tahkimat sistemlerinin önerilmesi olmuştur.

## ABSTRACT

The-primary objectives of this study were (1) to identify the geologic characteristics of soft layers and discontinuities within the rock and how they influence mine stability; (2) to determine if these characteristics can be used to predict soft layers and discontinuities trends in advance of mining, and (3) to suggest remedial support systems and mining methods to minimize mining problems.

(\*) Araş.Gör., Mad.Yük.Müh., D.E.ü. Müh.-Mim. Fak. Maden Müh.Böl., İZMİR

(\*\*) Prof.Dr., Mad.Yük.Müh., D.E.ü. Müh.-Mim. Fak.Maden Müh.Böl., İZMİR

## 1. GİRİŞ

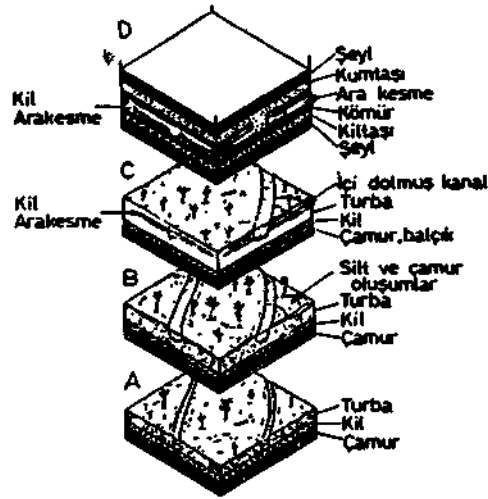
Üretim yapılan ve/veya yapılacak kömür damarları üzerinde bulunan kayaç tabakaları genellikle homojen bir yapı göstermezler. Kömür ocaklarında karşılaşılan zayıf karakterli tavan yapılarının neden olduğu ve tavan duraylılığı açısından tehlike içeren durumlar bir takım jeolojik yapılanmalardan kaynaklanmaktadır. Ayrıca galerilerin çamurtaşı, ki İtası gibi yumuşak formasyonlar içinde açılmış olması da taban kabarması gibi bir takım problemleri karşımıza çıkarabilmektedir. Tavan düşmesi, galeri yan duvarlarında oluşan kavlak atmaları ve taban kabarması gibi problemler yeraltı madenciliğinde çeşitli iş kazalarına ve maliyet açısından olumsuzluklara neden olabilmektedir.

## 2. KARŞILAŞILAN TEHLİKELİ TAVAN YAPILARI

Yeraltında karşılaşılan duraysız jeolojik yapıların tavan çökmele-  
rindeki rolü her zaman kolay anlaşılır değildir. Özel eğitim ve iyi bir yeraltı deneyimi olmadan bunları kestirebilmek çoğu zaman güçtür. Yumuşak formasyon yapılanmalarının çoğu küçük ölçekli olarak karşımıza çıkmaktadır. Ocaklarda karşılaşılan bu yapılanmalara karşı ancak uygun tavan tahkimat sistemlerinin dizaynı ile önlem alınabilmektedir.

### 2.1. Paleokanallar

Paleokanal, tavan kayaçlarının (tavan şeyli vs.) veya kömür yatağı gibi daha yaşlı kayaçlar içerisine girmiş eski akıntı kanalının tekne şekilli kalıntısı olarak tanımlanabilir. Şekil 1 de bir paleokanal yataklanmanın oluşum evrimi şematik olarak verilmektedir. Bu eski zaman kanalları genellikle kumtaşı gibi daha genç tortu ile dolmuştur. Kömür ocaklarında tavan tahkimatında çoğunlukla problemler çıkaran bu kanallar ender olarak 9-10 m kalınlığında ve 60-100 m uzunluklarda karşımıza çıkabilmektedir. Genellikle daha küçük boyutta olurlar. Düzgün şekilli olarak yapılan bu tür oluşumların yüzey altındaki kısımları zayıf düzlemleri oluştururlar ve kumtaşı dolmuş kanala bitişik şeyi ve onun altındaki kömür üretilir üretilmez kolayca ayrılır ve düşerler. Paleokanallar en iyi biçimde, tekneye benzer şekilleri, düzgün kenarları, at karnı şeklinde görünüşleri ve zayıf (yumuşak) kumtaşı dolgusuyla kolayca tanınırlar.



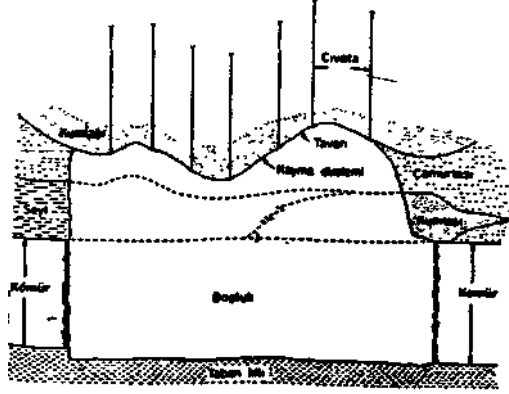
Şekil 1. Kömür yatağı oluşum sürecinde paleokanal formasyonlarının oluşum evrimi (11)

## 2.2. Nehirsel Çökeltiiler (Kettlebottoms)

Bunlar bitki artıklarından oluşan bataklık içinde birikmiş eski zaman ağaç kütüklerinin (şimdiki kömür yataklarına benzer yapılar) korunmuş kalıplarıdır. Çaydanlık altına benzer şekilde yapılanma gösteren bu oluşumların altı üretilmiş ve tahkim edilmemişse, madencilere tehlike oluşturacak bir şekilde ikaz vermeden herhangi bir zamanda tavandan kopabilirler. Sondaj sırasında elde edilen karotlar yardımıyla belirlenmeleri çoğu zaman mümkün olmamaktadır. Yerinden oynatılmamış bu lokal çökellerin kazının hemen arkasından uygun tahkimat sistemleriyle desteklenmesi gerekmektedir.

## 2.3. Merccekler (Pinchouts)

Bu terim tavan tabakasının ani olarak bitişinin gösterimine verilen isimlendirme olarak karşımıza çıkmaktadır. Şekil 2 de görüldüğü üzere tavan taşı ani olarak incelmış ve bitmiştir. Tavan formasyonu belli bir uzunlukta kumtaşı olarak devam etmektedir. Eğer bu tür mercceklenmeler 0.5 m daha kalın şekilde hemencecik tavan içerisinde karşımıza çıktığı takdirde ciddi olarak bazen süreksizlik nedeniyle zayıf ve tehlikeli tavan durumları oluşturabilmektedir. Bu tür merccek yapılar çoğunlukla tavan düşmesi oluncaya kadar kolaylıkla belirlenemezler. Bu tip yapılarla karşılaşıldığında bölge tavan civatalarıyla etkili bir şekilde tahkim edilmelidir.



Şekil 2. Kumtaşı tavan tabakasının ani bitişi (11)

#### 2.4. Ezilme Zonlarındaki Kayma Düzlemleri (Slickensides)

Bunlar en iyi şekilde şeyi ve kiltası gibi killi kayalarda gelişmektedirler. Kayma düzlemleri pürüzsüzdür, parlaktır ve bazen dardır veya kayacın, yüzeyin başka bir yere hareketi sonucu kertiklidir. Ezilme zonlarındaki kayma düzlemleri genellikle kavislidir ve kömür madenlerinde tavan kayacında, genellikle damara doğru kabarıktır.

Kayma düzlemi, tavan kiriş yapısında bir süreksizlik oluşturur ve bu nedenle tespit ve tahkim edilinceye kadar büyük tehlike yaratarak tavanı zayıflatır. Tavandaki izlere bakarak, kayma düzleminin derecesini tahmin etmek güçtür, ancak iz ne kadar uzun olursa, kayma düzleminin hangi ölçüde olacağını söylemek o kadar olasıdır. Madencilikte kayma düzlemlerinin belirlenmesi için pratik bir metod yoktur. Ancak sondajlarda elde edilen karotlarda, hemencecik tavanın katlı kiltası içerdiği belirlenebilirse burada bir kayma zonu olduğunu söylemek mümkün olabilmektedir.

#### 2.5. Kil Damarlar (Clay Vein)

Kil damarlar veya kiltası daykları kömür damarı içindeki yarıklara dolan ezik zonda gelişmiş kiltası veya çamurtaşlarının kama şeklindeki oluşumlarıdır. Bunlar genellikle 2 metreden fazla kalınlıkta bazen 30-35 m varan uzunlukta karşımıza çıkabilmektedirler. Genellikle tavandaki kil damarlarının zayıflık etkisi, kömür damarı üstünde 1-4 m arasında değişebilir. Kil damarı ve onu kaplayan kayaç arasında ezilme sonucu oluşan kayma düzlemleri mevcut olur ve bu nedenle onu tutan kömür damarının üretilmesi ile daha sert olan ana kayaktan kolayca kopabilmektedir.

Kil damarlar arama sondajları sırasında belirlenebilmektedir. Genellikle hemencecik tavanın sert ve kilce zengin kayaç içerdiği yerlerde bulunmaları beklenmelidir.

### **2.6. Eklemler (Joints)**

Eklemler, yüzeyleri boyunca herhangi bir yönde bir kayma göstermeyen kırıklardır. Bu eklemler birbirlerine paralel durumda olan kırıklar grubundan oluştuğu zaman eklem sistemlerini oluştururlar. Ayrı ayrı yönlerde gelişen birkaç çatlak gruplarına da rastlamak mümkündür. Eklem sistemleri her boyutta oluşabilmektedir. En büyük ölçüdekine büyük çatlaklar grubu adı verilir. Bu çatlak sistemleri çok uzun boyutta karşımıza çıkabilmektedir. Bu çatlak grupları kayaçları bloklara ayırmaktadır. Çatlaklar arası uzaklıklar birkaç metreden birkaç mm'ye kadar değişebilir.

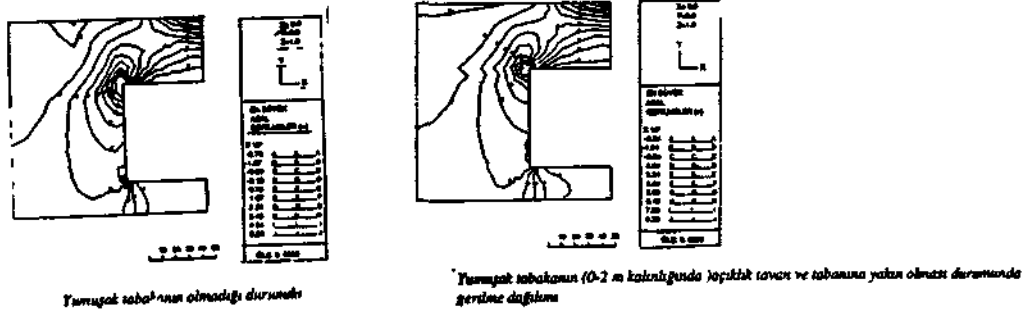
Büyük eklem sistemlerine sahip tavan yapıları genellikle tavan ci-vataları veya çelik hasır ile tahkim edilebilirler, ancak daha fazla önlem alınması gereken ocaklarda kiriş destek sistemleri veya daha etkili tahkim sistemleri gerekebilmektedir.

## **3. BAZI JEOTEKNİK YAKLAŞIMLAR**

Galeri çevresinde yumuşak tabakaların varlığı orjinal gerilme dağılımını büyük ölçüde değiştirmekte ve topuk yüzeyinde kavlak atması olayı meydana getirebilmektedir. Özellikle galeri yan duvarlarında ortaya çıkan çekme gerilmeleri ve diferansiyel deformasyon sonucu ortaya çıkan çekme ve makaslama gerilmeleri buna neden olmaktadır (Doktan, 1991).

### **3.1. Sonlu Elemanlar Yöntemi**

Şekil 3 de sonlu elemanlar yöntemiyle galeri çevresinde yumuşak tabakanın olması ve olmaması durumunda en büyük asal gerilmelerdeki değişim verilmektedir (Doktan, 1991). Buna göre büyük asal gerilmeler (Max. Principal Stresses) tavana yakın kısımda çekme gerilmesi olarak görülmekte ve yumuşak tabaka kalınlığı arttıkça artmaktadır. Bu gibi durumlarda boşluk şekillerinin ve birbirlerine göre konumlarının değiştirilmesiyle veya tahkimatın iyi tesis edilmesiyle stabiliteye ulaşılması mümkün olabilmektedir (Köse, 1990, Doktan, 1991).

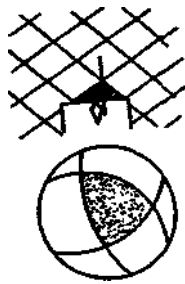


Şekil 3. Sonlu elemanlar yöntemiyle hesaplanan gerilme dağılımları(4)

### 3.2. Kinematik Analiz ile Blok (Kama) Düşmelerinin ve Kaymaların İrdelenmesi

Açılacak yeraltı boşluğu ile uyumsuz konumda ve genelde dike yakın eğimde yer alan süreksizliklerin neden olduğu duraysızlık, hakim eklem sistemleri ve faylanma sonucu ortaya çıkmaktadır.

Yeraltı ocaklarında stabilité analizleri ve bunların değerlendirilmesi için çeşitli metodlar vardır. Sert ve çatlak sistemleri içeren kaya kütlelerinde, kaya düşmesi ve kavlak atması durumu kazı boyutları ve onların oryantasyonu ile ilgilidir. Analizlerin temelinde kaya kütleleri içindeki süreksizliklerin belirlenmesi ve buna bağlı olarak düşmeye meyilli kaya bloklarının tahkim edilmesi gelmektedir. Eklem takımları içeren kaya kütlelerinde süreksizlik analizleri ve kaya bloklarının kinematik karakteristiklerinin değerlendirilerek önceden belirlenmesi, bu tür tehlikelerin önlenmesinde çok yararlı olmaktadır. Şekil 4 de stereografik projeksiyon ile tavan süreksizliklerinin gösterimi verilmektedir.



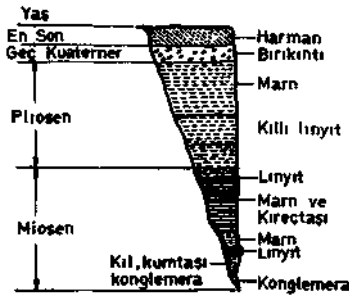
Şekil 4. Tavan kamalarının serbest düşme koşulu

Bu analizler yardımıyla blokların yüzey alanları ve hacimleri belirlenebilmektedir (Hoek ve Brown, 1980, Goodman and Shi, 1985, Dahr et al, 1990).

#### 4. ÜLKEMİZDE KARŞILAŞILAN BAZI DURUMLARA ÖRNEKLER

##### 4.1. E.L.î. Kömür Ocaklarında Karşılaşılan Durumlar

Havzanın temel kayaçlarını Paleozoik yaşlı grovak ve Mezozoik yaşlı kristalize kireç taşları oluşturmaktadır. Bu temel üzerinde Miosen ve Pliosen yaşlı Neojen kömürlü seriler diskordan olarak yayılım göstermektedir.  $KM_2$  olarak bilinen 25 m kalınlığa erişen ana damar Miosen serisinde kıllı-kumlu seviye üzerinde yer almaktadır. Damar üzerinde Marn ve kireçtaşları yer almaktadır (Şekil 5).



Şekil 5. Genel stratigrafi

Damar tabanını kil-kum-grovak gibi yumuşak formasyonlar oluşturduğundan ocak hazırlıkları dayanımı iyi olan tavan taşı marında oluşturulmaktadır.

#### EYNEZ YERALTI OCAĞI

Damarın tabanı 1-50 m kalınlıkta kil-kum-Kumtaşı-çakıl biçimindedir. Nemden ve sudan kolayca etkilenen taban kilinin kohezyonu  $0-0.9 \text{ kg/cm}^2$  ve içsel sürtünme açısı  $14'-37'$  dir. Ana damar  $KM_2$ 'nin üstünde 90-130 m kalınlıkta  $700-1200 \text{ kg/cm}$  basma dayanımına sahip gri marnlar yer almaktadır. Ana damar kalınlığı 30 m ye kadar çıkmaktadır ve tek eksenli basma dayanımı  $230 \text{ kg/cm}$  civarındadır. Damar eğimi  $10'-25'$  arasında değişmektedir. Saha tektonizmadan önemli ölçüde etkilenmiştir. Faylar genellikle normal fay olup, büyük bir kısmı doğrultu yönünde oluşan makaslama faylarıdır.

Eynez ocağında damar doğrultusu boyunca çalışmalar sürdürülmektedir. Taban yolu 4-5 m tabandan uzakta kömür içinde sürülmüştür. Toplam uzunluğu yaklaşık 500 m olan taban yolunda haftada 30 cm boyutlarında taban kabarması gözlenmiştir. Tahkimat malzemesi olarak ağaç kasa kullanılmıştır. Yeni oluşturulacak ayak hazırlıklarında dairesel kesitli 3 parça çelik bağ kullanılması işletme yetkililerince öngörülmektedir.

Karanlık dere mevkiinde Ocak 1992 tarihi itibariyle nefeslik olarak kullanılmak üzere başyukarı açılmaktadır. Toplam boyu 300 m olacak olan başyukarı 37 eğimli ve 10 m kesitli yapılmaktadır. Bu başyukarının yaklaşık 100 m si Pp>P-| killi formasyondan geçeceği tahmin edilmektedir. Yapılan planlamalara göre önce ağaç kasa ile tahkimatlandırılacak olan desandre, daha sonra tarama işlemine tabi tutulup demir kasa konulacak beton tahkimat ile kaplanacaktır.

#### **DARKALE OCAĞI**

Damar kalınlığı 6-20 m arasında, damar eğimi 11'-25' arasında değişim gösteren kömür damarının tavanını marn, tabanını ise 10-20 m kalınlığında kil oluşturmaktadır. Taban kilinde galeri sürme ve de durağan tutma zorluğundan dolayı tüm hazırlıklar tavan taşında yapılmaktadır. Ana nakliye galerisi damardan 15-20 m yatay uzaklıkta sürülmektedir. Ayak hazırlığı için, ana nakliye galerisinden kısa rekuplarla kömür tavanı yakalanarak, kömür-tavan kontağından gerekli kota kadar çıkılmakta, bu kotta galeri düzlenerek kömür içinden damar tabanına kadar sürülmektedir.

Darkale ocağında uzun ayak çalışmaları doğrultu boyunca sürdürüldüğünden ayağın taban yolu taban kilinde ve killi-kömürlü formasyonda 350-400 m sürülmüştür. Rekuplar her 80-100 m de irtibatlar sürülerek hazırlanmakta ve böylece tamir-tarama işi en aza indirilmiş olmaktadır. Ocak 1992 tarihi itibariyle ayağın sol tarafı 1.5-2 m kalınlığında kil zonunda geçmiştir. Burada tahkimat malzemesi olarak çelik daire bağ kullanılmıştır. Daha önceleri 1 m olan bağ aralıkları sorun çıktığı için 80 cm ye indirilmiştir. Tahkimatın başlangıcında kama kullanılmayarak kilin serbestçe akmasına izin verilmekte daha sonra tahkimatlandırılmaktadır. İrtibatlarda İngiliz bağ kullanılmaktadır.



## **IŞIKLAR OCAĞI**

İşıklar ocağında +355, +140 kotları arasında ana nakliye desandresi sürülmektedir. Toplam boyu 960 m uzunluğunda gerçekleşecek olan desandrenin yaklaşık 500 m'si P<sub>1</sub> formasyonunda (Tüf, Tüfit, Marn) geçecektir. Eğimi 12.8 olan desandrenin kazı kesiti 17 m olacaktır. P<sub>1</sub> formasyonunda (Kil, kum, silt yer yer linyitli, killi organik maddece zengin, oldukça zayıf) 300 m geçeceği tasarlanan desandrede 40 lt/dk su geliri gözlenmektedir. Ocak 1992 tarihinde 150 m'si sürülmüş olan desandrede GI 110 çelik bağ kullanılmıştır, daha sonra GI 140 kullanılmaya başlanılmıştır. Bağ aralıkları 1 m olarak alınan desandrenin geçtiği formlarda oldukça karmaşık jeolojik bir yapıyla karşılaşmıştır. Ayrıca bu ocakta 360 m'lik bir nefeslik P<sub>1</sub> (Kil, kum, silt, yer yer linyitli, killi zayıf karakterli) formasyonunda sürülecektir.

### **4.2. Zonguldak Asma Yeraltı İşletmesi**

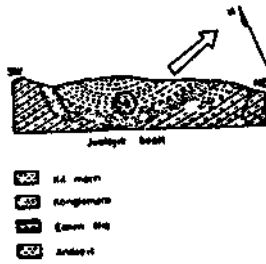
Bu ocakta günümüze kadar özellikle şeyi, kiltası türündeki killi formlarda ve arıza zonlarının galeri ile kesilmesi hallerinde bazı duraylılık problemlerinin olduğu bilinmektedir. Bu konuda geçmiş yıllarda Asma Ocağı için yapılan jeoteknik çalışmalar sonucu ana yollardaki tahkimat tasarımı sonucu;

- Şeyi, kiltası türündeki killi formlarda ve arıza zonlarının galeri ile kesilmesi halinde, bu yerlerin tahkimat gerektirdiği ve yapılan analiz sonuçlarında bu gibi yerlerde 1.0-1.2 m aralıklı seyrek takozlu GI 140 profilli demir bağ kullanımı, çelik hasır veya kaya saplaması kullanılabileceği önerilmiştir (KARPUZ.C, PAŞAMEHMETOĞLU, G.,1990). Asma işletmesinde sürülen lağımlanan (-250 Kuzey L.,-170 Acılık L.,-250 Güney L.) % 80'ini kumtaşı formlarında sürülmüştür. Lağımlarda aralıklarla kiltası, konglomera, silttaşı formları geçilmiştir. Bu formlarda ek tahkimat önlemleri alınması yapılan çalışmalarda önerilmektedir (ARI, H., 1991).

### **4.3. Alpagut-Dodurga Linyit İşletmesi**

Alpagut-Dodurga Linyit İşletmesinde çamurtaşları ve marn formasyonu içinde açılan ana hazırlık galerilerinde gözlenen, açıklıklar etrafında oluşan gerilme dağılımı ve taban formasyonuna etkiyen basıncın boşalması, formasyon direncinin azalması ve bünye suyunun fiziko-kimyasal etkilere bağlı olarak gelişen taban kabarması olayı halen işletmeye sorun olmaya devam etmektedir. Bunun sonucunda aşırı galeri kesitinin deformasyonu ve yeraltı nakliyatında kullanılan ray sisteminin ekonomisini

olumsuz yönde etkilemektedir. Şekil 6 da (+480/30263) Batı lağımının geçtiği formasyonları gösteren jeolojik kesit verilmiştir. Adı geçen lağımında 1 m'ye varan taban kabarması olayı gözlenmiştir, işletmede taban kabarmasını en aza indirmek için denenen çeşitli tahkimat sistemlerinin arasında, balast döşemeli parabolik taban çelik kemerli-rijit çelik bağ sisteminin ocakta en iyi performansı gösterdiği belirtilmiştir (BİRÖN, ARIOĞLU, BİLGİN ve ACAR, 1987).



Şekil 6. Jeolojik Kesit (2)

## 5. ALINABİLECEK ÖNLEMLER VE ÖNERİLER

Yeraltı kömür madenciliğinde karşılaşılan problemlerin başında tavan duraylılığı ve hazırlık galerilerinde karşılaşılan taban kabarması olayı gelmektedir. Buna göre alınabilecek önlem ve önerileri iki ana bölümde vermek gerekmektedir.

### 5.1. Tehlikeli Tavan Yapılarına Karşı Alınabilecek önlemler

#### 5.1.1. Yeraltı Boşluğu Açılmadan ve/veya Açılırken Alınacak önlemler

- Sondajlı arama çalışmaları sırasında elde edilen karotlar yardımıyla ana tavan kayacı içerisinde bulunan yumuşak tabakaların ve süreksizliklerin belirlenmesi durumunda ocak için öngörülen tahkimat sistemlerinin doğabilecek problemleri karşılayabilecek şekilde seçilmesi gerekmektedir. Gerektiğinde ek tahkimat sistemleri de öngörülmelidir.

- Önceden duraysızlığa neden olabilecek yapıların kestirilmesi halinde yeraltı boşluklarının (Büyük ve küçük hazırlık elemanları) şekli, yeri ve birbirlerine göre konumlarında yapılacak değişikliklerle tehlikenin en aza indirilmesi yoluna gidilmelidir.

- Çalışan ocaklarda ocağın ilerlemesine paralel olarak gerek galeri açmalarında patlatma deliklerinden gerekse yeraltından yapılacak jeofi-

ziksel etüdler ile bu oluşumların önceden belirlenmesi ve buna göre önlemlerin alınması gereklidir.

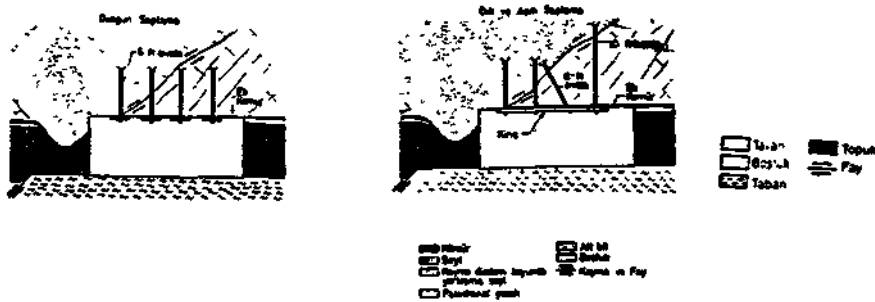
### 5.1.2. Önerilen Tahkimat Sistemleri

Bu bölümde, yapılacak ön çalışmalar sonucu belirlenen veya ocak ilerlemesi sırasında karşılaşılan tehlikeli tavan yapılarının türlerine göre lokal ek tahkimat sistemlerini kullanma durumunda önerilen tahkimat sistemleri verilecektir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Tehlikeli tavan yapılarında önerilen tahkimatlar

<u>Tehlikeli Tavan Türü</u>	<u>Önerilen Ek Tahkimat</u>
Paleokanal	Tavan Civatası, Beton Tahkimat
Nehirsel Çökelttiler	<b>Tavan Civatası, Domuz Damı</b>
Mercekler	Tavan Civatası
Kayma Düzlemleri	Tavan Civatası
Kil Damarları	Tavan Civatası, Domuz Damı, Püskürtme Beton
Eklemler	<u>Tavan Civatası, Çelik Hasır ve Püskürtme "</u>

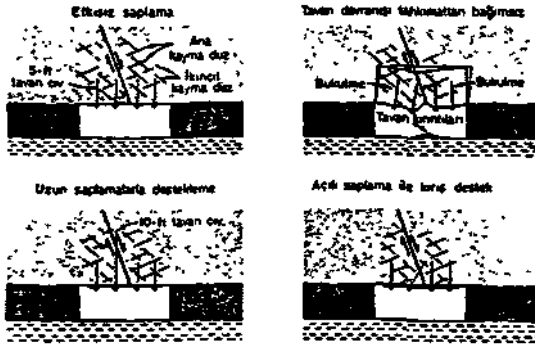
Yukarıda önerilen sistemlerden tavan civatası uygulamasında bazı önemli konuları da burada vurgulamak gerekmektedir, öncelikle ana tavan kayacının kaya kalite sınıflama standartlarına göre ele alınması ve kayacın içerdiği süreksizlilik takımlarına bağlı olarak Düzlemsel Kemer Yapısı özelliği taşıyıp taşımadığı gibi hususlar iyi değerlendirilmelidir. Şekil 7 de paleokanal oluşumlar için verilen örnek saplama sistemleri verilmektedir.



Şekil 7. Paleokanallar için önerilen tavan civatalama sistemleri (5)

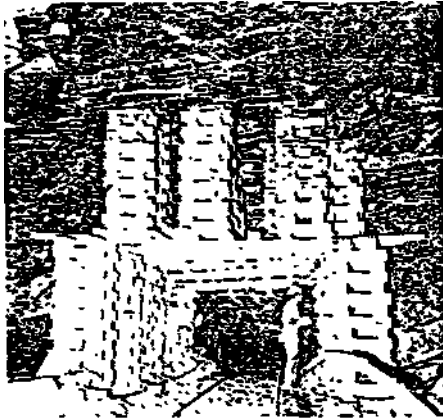
Çok uzun süre kullanımı planlanan hazırlık galerilerinde ana tahkimat sistemi olarak tavan saplama yapılarının öngörülmesi halinde çelik net-

ler ile birlikte reçine yada çimento dolgulu saplamalar, kısa dönem kullanımı planlanan açıklıklar için şişebilen sürtünmeli saplamalar tercih edilmelidir. Ancak kaya saplamalarını kullanırken bazı teknik olarak tesis edilme koşullarında iyi değerlendirilmesi gerekir. Aksi takdirde istenilen etki elde edilemeyecektir. Bu durumlar Şekil 8 de verilmektedir.



Şekil 8. Tavanda dik eğimli fay zonunun bulunması durumunda saplamaların doğru ve yanlış kullanım şekilleri (5)

Çok uzun süreklilik göstermeyen ve tavan civatasının kullanılmasının çok etkili olmadığı durumlarda özellikle ana nakliye galerilerinde karşılaşılan yumuşak tavan formasyonlarında kullanılan "Domuz Damı" uygulaması ile galeri kesitinin daralmasına karşı güvenli bir çalışma ortamı elde edilmektedir (Şekil 9).



Şekil 9. Ana nakliye galerisinde domuz damı uygulaması (12)

Bu uygulamada galerinin iki yanında iki sıralı olarak sıralanan domuz damlarının üstüne sıra sıra ağaç kütüklerin dizilmesi ve bunun üzerine tavana kadar domuz damları dizilmesi suretiyle galeri tavanına gelen gerilmenin karşılanmasına çalışılmaktadır, ülkemizde domuz damı yapımında kullanılan ağaç türlerine göre domuz damlarının teknik spesifikasyonları Çizelge 2 de verilmektedir (ATAMAN,T., 1980).

Çizelge 2. Domuz damı modelleri ile yapılan basınçdeney sonuçları

Ağaç Cinsi	4x4x24 cm Direk D.D.	16x16x96 cm Prot.D.D.	Esneme %	Sonuç
Meşe	9000 Kp	144000 Kp	16	İyi domuzdamı
Eucaliptus	8000 Kp	128000 Kp	10	Çok iyi domuz damı
Gürgen	8000 Kp	128000 Kp	15	iyi domuz damı
Sarıçam	3300 Kp	52800 Kp	17.5	<u>İyi domuz damı olmaz</u>

Özellikle son yıllarda Amerika'da ticari olarak kullanılan ve ağaç domuz damları yerine çelik-fiber ile güçlendirilmiş beton domuz damları bu tür yerlerde başarıyla kullanılmaktadır. Ağaç domuz damlarına alternatif olan çelik-fiber katkılı beton domuz damları 1981 yılında Burnell tarafından geliştirilmiştir. Ülkemizde henüz kullanılmayan bu tip domuz damlarının bir ünitesinin fiyatı yaklaşık 2.30 US.\$ (12 420 TL) dir. Amerika'da Batı Virjinya madeninde yapılan bir araştırma uygulamasında kullanılan 400 ağaç domuz damına karşılık 142 beton domuz damı kullanılmış bunun sonucunda toplam gider içerisinde % 60 işçilikten tasarruf edilmiş, toplam % 40 daha az maliyet gerçekleştirilmiştir (SMELSER, W.THOMAS and DIDCOCT, 1984).

## 5.2. Taban Kabarması Durumuna Karşı Alınabilecek Önlemler






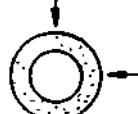
Çizelge 3 de taban kabarma olayı kontrol listesi ve çözüm alternatifleri verilmektedir (ARIOĞLU, E., 1987).

## 6. SONUÇ

Yeraltı kömür madenciliğinde karşılaşılan yumuşak formasyonlar ve süreksizlik takımlarının neden olduğu duraysızlıkların yerinde incelemelerle çok iyi değerlendirilmesi ve problemin doğru olarak tanımlanması sonucunda gerek maliyet gerekse iş emniyeti açısından yararlı olacaktır. Bu nedenle konunun sistematik bir incelemeye tabi tutulabilmesi



ÇÖZÜM ALTERNATİFLERİ

SİSTEM	PRENSİP ŞEMASI	DÜŞÜNCELER
I Tabanın Kazılması		<ul style="list-style-type: none"> <li>. Pasif bir önlemdir.</li> <li>. Kazılan kısım ballast veya beton ano ile doldurulur.</li> <li>. Su ile temas drenajla önlenbilir.</li> <li>. Ucuz bir önlem türüdür.</li> </ul>
II Delik Açma		<ul style="list-style-type: none"> <li>. Pasif bir önlemdir.</li> <li>. Pik arazi gerilimlerini öter.</li> <li>. Ekonomiktir.</li> </ul>
III Ters Kemer		<ul style="list-style-type: none"> <li>. Aktif bir önlemdir.</li> <li>. Formasyona "Karşı-Basınç" uygular.</li> <li>. Su ile temas önler.</li> <li>. Sıkışabilen malzeme bir miktar kabarma sağlar.</li> <li>. Kısmen pahalı bir çözümdür.</li> </ul>
IV Taban Cıvatası		<ul style="list-style-type: none"> <li>. Aktif bir önlemdir.</li> <li>. Formasyonun dayanımı artırılır ve Karşı-Basınç uygulanır.</li> <li>. Su ile temas önlenir.</li> <li>. Ucuz bir çözümdür.</li> </ul>
V Kiriş-Cıvata Sistemi		<ul style="list-style-type: none"> <li>. Aktif bir önlemdir.</li> <li>. Belli bir kabarmadan sonra "Karşı-Basınç" uygulanır.</li> <li>. Kısmen pahalı bir çözümdür.</li> </ul>
VI Beton Kaplama		<ul style="list-style-type: none"> <li>. Çok yönlü basınç şartlarında uygulanır.</li> <li>. Pahalı bir çözümdür.</li> <li>. Uzun ömürlü ana nakliyat yollarında eklenmektedir.</li> </ul>

## KAYNAKLAR

1. ARI, H. (1991): TTK Asma İşletmesi Kömür Çevre Kayaçlarının-Kazılabilirliği, Türkiye Madencilik Bilimsel ve Teknik Kongresi, 13-16 Mayıs, ANKARA.
2. BİRÖN, C, ARIOĞLÜ, E., BİLGİN, N., ACAR, D.K. (1987): Alpagut-Dodurga Linyit İşletmesinde Gözlenen Taban Kabarma Olayını En Aza İndirmek İçin Geliştirilen Tahkimat Sistemleri ve Deneme Sonuçları. Türkiye Madencilik Bilimsel ve Teknik Kongresi, 11-15 Mayıs, ANKARA.
3. BRADY, B.H.G., BROWN, E.T. (1985): Rock Mechanics for Underground Mining. George Allen und Unwin, London.
4. DOKTAN, M. (1991): Galeri Yan Duvarlarında Mevcut Yumuşak Tabakaların Galeri Duraylılığına Etkisi Üzerine Bir Sonlu Elemanlar Analizi. Madencilik Dergisi Mart Sayısı.
5. DAVID, K.I. and CHASE, E.F. (1987): Effect of Ancient Stream Channel Deposits on Mine Roof Stability. Bureau of Mines Report of Investigations.
6. DHAR, R.Y. (1991): Analysis of Structural Discontinuation for Evaluation of Roof Falls and Side Wall Failures in Underground Mines. Proceedings of Third Mining Symposium, Iran (Volume 2).
7. GOODMAN, R.E. and SHI, G.H. (1981): A New Concept of Support of Underground and Surface Excavations in Discontinuous Rock Masses on a Key Stone Principle Proc.22nd Symp. on Rock Mech., MIT, Cambridge, Mass, p.290-296.
8. HOEK, E., BROWN, E.T. (1982): Underground Excavations in Rock, Institution of Mining and Metallurgy, London 527 pp.
9. KARPUZ, C, PAŞAMEHMETOĞLU, A.G. (1990): Asma Ocakları Ana Yollarında Tahkimat Tasarımı. Türkiye 7. Kömür Kongresi, 21-25 Mayıs 1990, Zonguldak.
10. KÖSE, H., ŞİMŞİR, F. (1990): Galeriler Çevresindeki Gerilme Dağılımının İncelenmesi, 6. Mühendislik Haftası, 28 Mayıs-2 Haziran 1990, İsparta.
11. MOEBS, N.N. (1983): Geologic Studies in Ground Control. Mine Ground Control. Bureau of Mines Tech. Transfer Seminars, Pittsburgh, PA, December 6-7, 1983, and Denver, CO, December 8-9, 1983.
12. THOMAS, W.S. and DALE, A. (1984): Research, Development, and Use of Steel-fiber-Reinforced Concrete Cribbing for Mine Roof Support. Bureau of Mines Information Circular. IC 8973.