

Tektonik Gerilmelerin Maden İşletme Planlamasındaki önemü Yeri

The Importance of Tectonics Tensions in Mine
Planning

Dr. Halil KÖSE *

ÖZET.

Bu yazıda, tektonik kuvvetlerin etkisi altında kıvrıldıktan sonra örtü tabakası ile kaplanmış bir kayaçtaki gerilme durumu ile Graben, Horst ve Staffel (basamaklı kırıklar) kayaç bloklarında (solle) oluşan gerilme durumu düşey kesitler üzerinde hesaplanmıştır. Yatay kesitler **üzerinde ise** paralel, trapez ve **kama** şeklindeki kayaç blokları incelenmiştir.

Hesaplamalar, kayaçların elastik özelliklere sahip olduğu varsayılarak, sonlu elemanlar yöntemi yardımı ile yapılmıştır.

Bu araştırma tektonik gerilmeler açısından madencilikte yapılan planlamalarda nelere dikkat edilmesi gerektiğinin saptanması amacı ile yapılmıştır.

ABSTRACT

The author in his article states what should be taken into consideration in view of rock mechanics, for the examination of the tension development by the use of Finite Elements Method in the design of mining operations. It is assumed that rocks possess elastic properties. The examinations of tension developments are made for the rocks downthrown after folding under the effect of **tectonic** forces on vertical cross **sections** and for the parallel, trapezoidal and wedge type blocks on horizontal cross sections blocks.

(*) MadenYük.Müh. E.Ü. MakinaFakültesi, MadenMüh.Bölümü, İZMİR

1. GİRİŞ

Madencilikte planlama yapılırken, üretim sırasın-da karşılaşılacak cevher yatağının yapı ve Özellik-lerinin bilinmesi çok yararlıdır. Bugünkü ileri dü-zeyde mekan ize edilmiş maden işletmelerinde ba-şarılı bir üretim süreci ancak ve ancak maden yata-ğının ve yankayacının kaya mekaniksel ve tekto-nik analizinin doğru bir şekilde önceden elde edil-mesiyle olanaklıdır.

Uygulayıcı madenci meslektaşlarımız için tektonik araştırma, gerek yatırım rizikosunu büyük olan ma-dencilik sektörlerindeki rizikoyu azaltmak açı-sından, gerekse emniyetli bir üretim sürecinin sağ-lanması bakımından büyük bir önem taşımaktadır. Madenlerde ve özellikle kömür İşletmelerinde rast-lanan kaya patlaması ve göçük gibi olaylar ile, galeri kestttnde ortaya çıkabilecek konverjans-ların (daralmaların) tahmin edilebilmesi için, o bölgede etkin olan birincil gerilmelerin bilinme-si gerekir. Birincil gerilmeler ise kayacın yükünden iyerçekimsel basınç) ve tektonik gerilmelerden oluşmaktadır.

Büyük derinliklerde yapılan madencilikte yerç-ekimsel basınç ile ikincil gerilmeler (yeraltında açılan boşluklardan dolayı oluşan gerilmeler) iyi bir üretim planlamasında bile tehlike gösterecek yüksekliğe ulaşmaktadır. Ayrıca bu gerilme mik-tarına beklenmeyen bölgesel tektonik gerilmeler eklenirse, kaya patlaması ve göçük gibi tehlike-lerle heran karşı karşıya gelinebilir.

Şimdiye kadar yapılan yerinde ölçmelerden de sık sık görüldüğü gibi ana gerilmeler, özellikle kıvrım-larda ve tektonik bozukluk olan kay aç larda, hem yerçekimsel basınçlardan miktar olarak daha fazla nemde arada bir değişik yönlerde oluşmuşlardır (2). Ayrıca kimi araştırmalar sırasında kuramsal olarak olanaklı olmadığı halde, az derinliklerde ya-tay yönde çekme gerilmeler] bile ölçülmüştür.

Bu konuları kapsayan kuramsal araştırmalar çeşitli yerlerde yoğun olarak sürdürülmektedir (1, 2, 4, 6, 7, 10, 11). Örneğin Almanya'da Ruhr Havzasında yapılan çalışmalarda büyük tektonik bozuklukların yapı ve şekillerinden giderek, küçük tektonik bozuklukların fazla olabileceği bölgeler saptanmakta ve hatta hangi bölgelerin işletme sıras-ında ekonomik olup olamayacağı önceden tahmin edilmeye çalışılmaktadır (3,4). Kıvrımlı kayaçlar ile ilgili kuramsal çalışmalar Plexiglas modeller Üzerinde (12) ve Fotoelastik yöntemler yardımı ile sürdürülmektedir (5).

Fazla zaman isteyen ve yorucu olan model araştı-rmalarına karşı daha pratik olan Sonlu Eleman-lar Yöntemi, kıvrımlı ve tektonik bozukluklar bu-lunan kay aç larda istenilen kesit Üzerindeki her noktada oluşan gerilme ve hareketleri elastik teo-rilere dayanarak vermektedir. Yöntem hakkında geniş bilgi almak için 9 numaralı kaynaktan fay-dalanılabilir.

Bu yöntem ile yapılan araştırmalarda, kıvrımlardan başka, tektonik faylar, tabakalaşma, değişken tabaka Özellikleri ve yeraltı boşlukları gibi ölçüt-lerde etken olarak hesaplamalara katılabilmekte-dir.

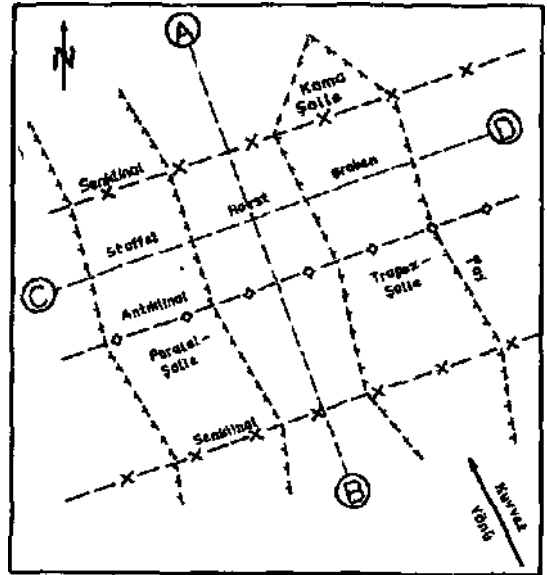
Bu yöntemin belli başlı dezavantajları, geniş kap-samlı kaya mekaniği problemlerin çözümünde şimdilik iki boyutlu modelleri İncelemeye olanak verışı ve kay açların viskozite özellikleri ile zaman kavramının hesaplamada göz önüne almamayı-sıdır.

Bu araştırmada tektonik gerilmeler Üç ana bölüm-de incelenmiştir.

-Birinci bölümde tektonik kuvvetlerin etkisi al-tında kıvrılmış ve Örtü tabakası ile kaplanmış bir kıvrımda, (antiklinal ve senkfınalde) yerçekim-sel basınçtan dolayı oluşan gerilme durumu dü-şey bir kesit (şekil 1, kesit A-B) üzerinde incelen-miştir.

-İkinci bölümde, büyük fayların sınırlandırmasıyla oluşmuş olan Staff el, Horst ve Graben blok-larındaki gerilme durumu düşey kesit üzerinde (Ke-sit C-D) incelenmiştir.

-Üçüncü ve son bölümde ise fayların yatay yönde oluşturduğu trapez, paralel ve kama bloklarında belli bir kuvvetin etkisi altında oluşan gerilme durumu Sonlu Elemanlar yöntemi ile hesaplanarak madencilik için önemli olan bulgular vurgulanma-ya çalışılmıştır.



Şekil 1 Kıvrımların ve şollelerin (kayaç bloklarının) yatay kesit üzerinde görünüşü

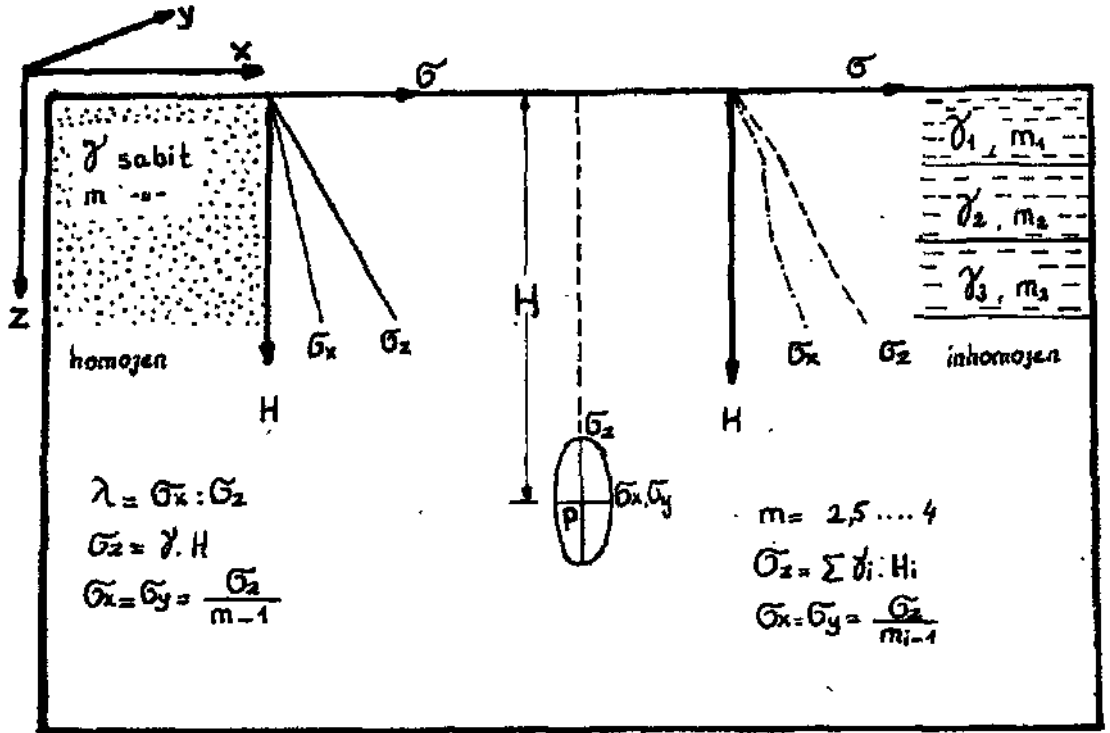
2. KIVRIMLARDA OLUŞAN GERİLME DURUMU

Başlangıçta yatay olarak katmanlanan tortul kayalar, yıllarca ve sürekli bir şekilde orojenik kuvvetlerin etkisi altında sıkışmış, kıvrılmış ve kırılmışlardır. Bu kıvrımlarda o zaman etkin olan tektonik gerilmeler, sonradan oluşan kırıklar ve deformasyonlar sonucunda tamamen kaybolmamışlara bile oldukça azalmışlardır (kalıntı gerilmeler). Araştırmanın bu bölümünde yukarıda sözü edilen kalıntı gerilmelerinin tamamen kaybolduğu varsayılarak, sonradan örtü katmanı ile kaplanmış bir kıvrımda yerçekimsel yükten dolayı oluşan gerilme durumu incelenecektir. Vani düzgün katmanlaşmış kayalara karşı, kıvrılmış ve örtü katmanı ile kaplanmış kayalarda oluşan gerilme farklılıklarını saptamak amaçlanmıştır.

Düzdün bir yapı ve katmanlaşma gösteren ve herhangi bir yeraltı boşluğunun etkisi altında kalmayan kayalarda etkin olan birincil gerilme durumu, oldukça gerçeğe yakın bir şekilde, yük tabakasının ağırlığından ($\gamma \cdot H$) ve Poisson katsayısından (m) yararlanılarak hesap edilebilmektedir.

Kayaların elastik, homojen ve izotrop bir yapıya sahip oldukları varsayılırsa, düşey yöndeki yerçekimsel basınç (gerilme), kayacın özgül ağırlığı (γ) ile o bölgenin derinliğine bağlıdır (H). (Şekil 2)

$$\begin{aligned}\bar{\sigma}_z &= \gamma \cdot H \\ \bar{\sigma}_z &= 0,01 \gamma H \text{ [N/mm}^2\text{]}\end{aligned}$$



Şekil 2. Homojen ve izotrop kayalardaki yatay ve düşey gerilmeler

H Derinlik m
 γ özgül ağırlık Mp/m³

Yatay yönde oluşan ana gerilmeler, düşey yönde etki eden ana gerilmelerden ve Poisson sayısından bulunur.

$m-1$

$m = \frac{\sigma_z}{\sigma_x}$, Poisson sayısı m kayalarda yaklaşık 3 ile 10 arasında değişir.

Poisson oranı $\nu = \frac{\sigma_x}{\sigma_z}$ Yatay yöndeki deformasyon / Düşey yöndeki deformasyon

Formülden de görüldüğü gibi hidrostatik ortam hariç, homojen izotrop ve elastik bir yapıya sahip olan kayalarda düşey yöndeki ana gerilmeler yatay yöndekilerden her zaman daha büyüktür. Kayacın Poisson sayısf büyüdükçe, düşey yöndeki ana gerilmelerin yatay yöndekilerine oranı $\lambda = \frac{\sigma_x}{\sigma_z}$ artmaktadır. Hidrostatik ortamda $m=2$ olduğu için $\lambda = 1$ olur.

Şekli 3'de simetrik bir kıvrımın kesti görülmektedir.

Kıvrım simetrik olduğu için şekilde yalnız yarısı gösterilmekle y etin ilm iştir.

Kıvrımda yerçekimsel yükten dolayı oluşan gerilme durumu Sonlu Elemanlar yöntemi Re hesaplanarak, kesit üzerine yerleri ve yönlerine göre taşınmışlardır. Şeklin karışık olmaması İçin yalnız uç bölgelerdeki aşırı gerilmeler gösterilmiştir. Bu hesaplamalarda önceden belirtildiği gibi kalıntı gerilmeler göz Önüne alınmamıştır.

Şekildeki değerlerden de kolayca görüldüğü gibi kıvrılmış ve örtü katmanı ile kaplanmış bu kayaç türündeki gerilme durumu, yatay katmanlaşma gösteren kayalardakine göre (Şekil 2) oldukça büyük bir değişiklik göstermektedir.

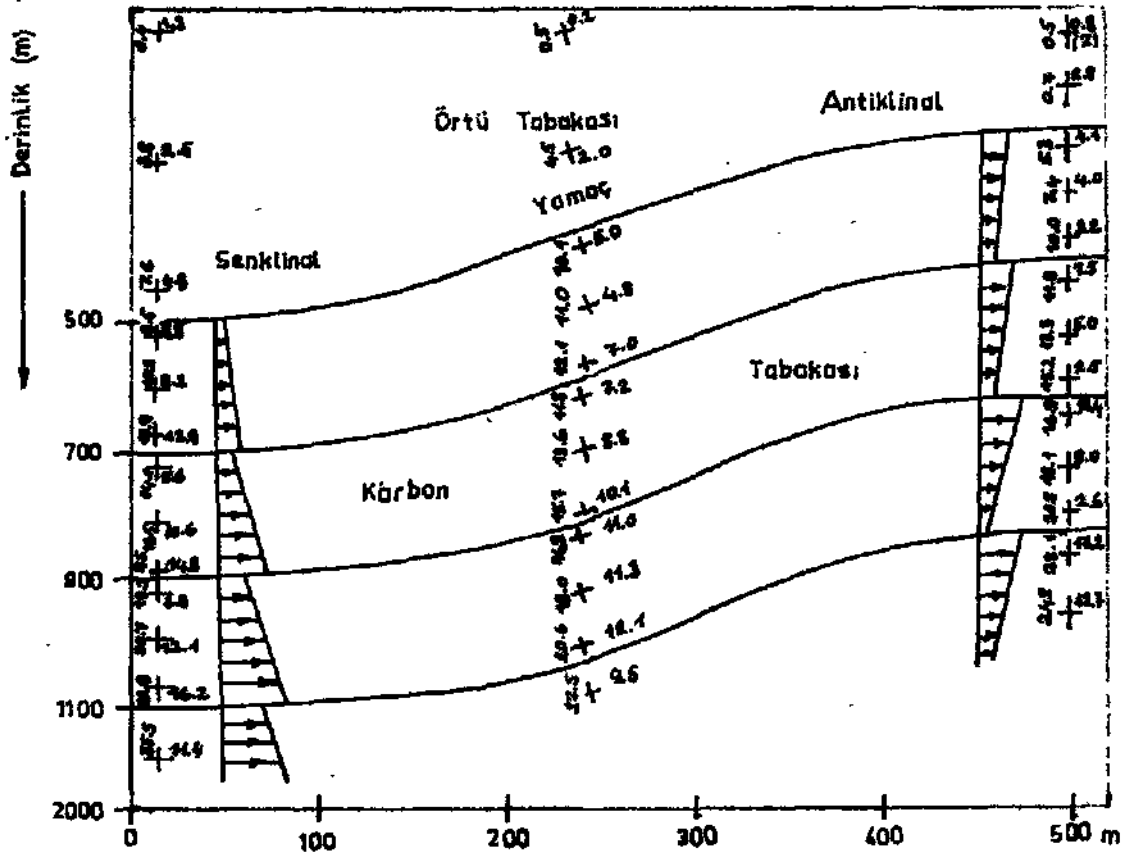
Kıvrımın senfclinalinin Üzerindeki örtü katmanında oluşan yatay yöndeki gerilmelere bakılırsa, yeryüzünden 100 m derinliğe kadar düşey yöndeki gerilmelerden daha fazla olduğu görülür. Daha derinlere gidildikçe düşey yöndeki gerilme değerleri Önceyatay yöndeki değerlere ulaşmakta, sonra geçmektedir. Ancak az derinlerde düzgülün tabaka taşmış kayalara nazaran hayli yüksek olmaktadır. Daha önce de belirttiğimiz gibi yatay katmanlaşma kayalarda yatay yöndeki gerilmeler düşey yönde kilerden devamlı küçük olmaktadır (bkz. Şekil 2).

Antiklihal Üzerinde yer alan örtü katmanında oluşan gerilme durumu, senklinale Üzerindekinden tamamen değişik bir özellik göstermektedir. Bu bölgede az derinliklerde yatay yöndeki gerilmeler çekme gerilmesi olarak oluşmakta, derinlere gidildikçe basınç gerilmesine dönüşmektedir.

Bu gerilme farklılıktan, antiklinal üzerindeki kayaların, senklinale doğru yerçekimi etkisi ile bir akma eğilimi göstermesinden doğmaktadır. Çünkü alttaki kıvrılmış olan karbonifer tabakalarının Young modülü $E_i = 20.000 \text{ MN/m}^2$ ile Örtü tabakasının Young modülüne $E_2 \gg 1000 \text{ MN/m}^2$ göre daha fazladır.

Bazı yerinde ölçmeler, yatay yöndeki gerilmelerin düşey yönde kilerden fazla olduğunu, bazı yerlerde ise yatay yönde çekme gerilmeleri oluştuğunu göstermiştir. Kıvrımlı kayalarda yapılan hesaplamalarda elde edilen yatay yöndeki bu denli büyük gerilme farklılıkları, kayaların plastik viskoz özelliklerinden ve kırılmalardan dolayı azalmış olsalar dahi, yukarıda sözü edilen yerinde ölçmelere kuramsal bir açıklama getirmesi bakımından oldukça Önemlidir.

Kıvrımlı kayalarda yapılan hesaplamalarda elde edilen düşey yöndeki gerilme değerleri yatay kat-



Şekil 3. Kıvrımda oluşan gerilme durumu (gerilmeler MN/m^2 olarak)

manlaşma gösteren kayacıardakiler ile iyi bir uyum sağlamaktadır. Bu demektir ki, kayacıların kıvrımlı veya yatay oluşumunun Örtü tabakasında oluşan düşey gerilme değerlerine etkisi yok denecek kadar azdır.

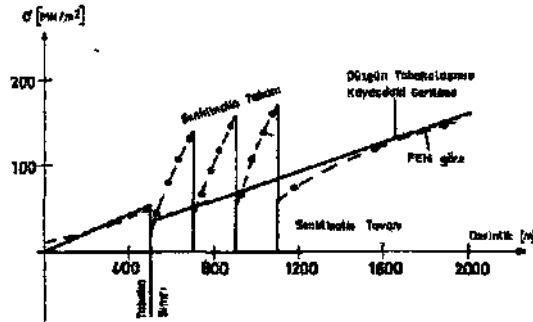
Antiklinal ve senktinal arasındakt yamacın üzerinde yer alan örtü tabakasında oluşan yatay yöndeki ana gerilmelerin değerleri düzgün katmanlaşmaya göre fazla bir aykırılık (anomali) göstermemekle birlikte yönleri yamacın eğimine uyum sağlamaktadır.

Daha sağlam bir yapıya sahip olan kıvrılmış karbonifer katmanlarında oluşan gerilme durumu örtü katmanına göre daha değişik özellik göstermektedir.

Şekil 3 ve 4'e bakıldığında, senktinalde yer alan katmanların en üstündeki üst kısmında yatay yöndeki ana gerilme değerleri yatay katman la şm iş kay açlara göre fazla bir değişiklik göstermemektedir (2,5 MN/m² ve 3,5 MN/m²)

Üst katmanın tabanına doğru gidildikçe yatay gerilmelerin hızla büyüyen düşey gerilme değerlerine eriştiği ve düzgün katmanlaşmış kay açlarda oluşabilecek gerilmelerin yaklaşık Üç katına kadar yükseldiği görülmektedir. Bu da yanıl basıncın düşey basınca oranının

$$X = \frac{S\ddot{I}}{S^*} = 0,33 \text{ den } 1,0 \text{ kadar artması anlamına gelmektedir.}$$



Şekil 4 Senktinalde oluşan yatay yöndeki ana gerilmeler ile yatay tabakalaşmış kayacıardaki gerilmelerin karşılaştırılması

Senktinaldeki ikinci karbon katmanının Üst kısmında yatay gerilmeler aniden (katmanlaşmadan dolayı) düşmekte ve düğüün katmanlanmış kayacıardaki değerlere ulaşmaktadır. Ancak katmanın tabanına, gidildikçe sürekli bir şekilde yükselerek 17,1 MN/m² lik bir değerle yatay katmanlaşmadakinin üç katına çıkmaktadır.

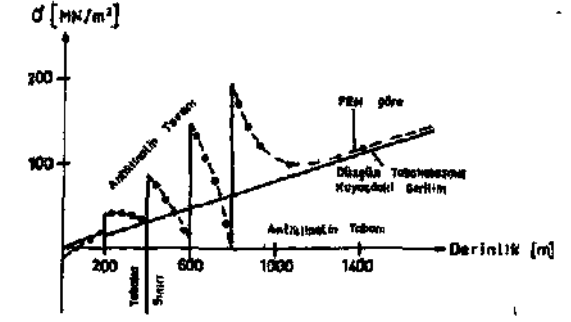
Üçüncü katmanda* oluşan gerilim durumu da birinci ve ikinci katmandakinin aynısıdır.

Kısaca, senktinalde oluşan yatay yöndeki ana gerilmeler tabaka sınırlarında merdiven şeklinde aniden azalarak Şekil 4 de görüldüğü gibi az derinlerden çok derinlere doğru süreksizlik göstererek çoğalmaktadır.

Antiklinalde oluşan gerilme durumu örtü katmanında olduğu gibi, senktinaldekinin tamamen tersini yansıtmaktadır. Burada yatay yöndeki ana gerilmeler üstten alta doğru katman sınırlarında süreksizlik göstererek merdiven şeklinde azalmaktadır (Şekil 3 ve 5)

Katmanların üst kısımlarında $A - \text{ş j } \ddot{U} = 1,001$

masına karşın alt kısımlarda $X \wedge 0,3$ değerine kadar düşmektedir.



Şekil 5. Antiknalde oluşan yatay yöndeki ana gerilmeler ile kıvrımlı kayacıardaki gerilmelerin karşılaştırılması.

Bu değerlerin, (yani yatay basıncın düşey basınca oranının) Önceden tahmin edilebilmesi, açılan galerilerdeki tahkimatların boyutfandırılmasında büyük önem taşımaktadır.

Düşey yönde oluşan ana gerilmeler, senklnaldeki gibi antiklinalde de yatay katmanlaşma gösteren kayaçlardaki ile iyi bir uyum sağlamaktadır.

Yamaçta ortaya çıkan gerilme durumu senklnale yaklaştıkça senktnaldekilere, antikÜnale yaklaştıkça antiklinaldekilere benzemektedir. Tam ortasında Şekil 3'de görüldüğü gibi, düzgün bir şekilde derinlere gidildikçe artmaktadır.

Kıvrımlarda yerçekimsel yüklerden dolayı oluşan serilme durumu şöylece özetlenebilir.

Yatay yöndeki ana gerilmeler yukardan aşağıya doğru tabaka sınırlarında süreksizlik (discontinuity) göstererek senktinalde artmakta, antiklinalde ise tam tersine azalmaktadır. Bu demektir ki, tektonik gerilmeler kıvrılmış tabakaların senktinalde alt kısımlarda, antiklinalde ise üst kısımlarda en büyük değerlerine ulaşmaktadır. Bu bölgelerde yapılan kazılarda veya galeri açımalarında büyük dikkat gösterilmelidir.

Aynı zamanda bir katmandan diğerine geçerken tektonik koşulların radikal bir şekilde değişebileceği göz önünde bulundurulmalıdır.

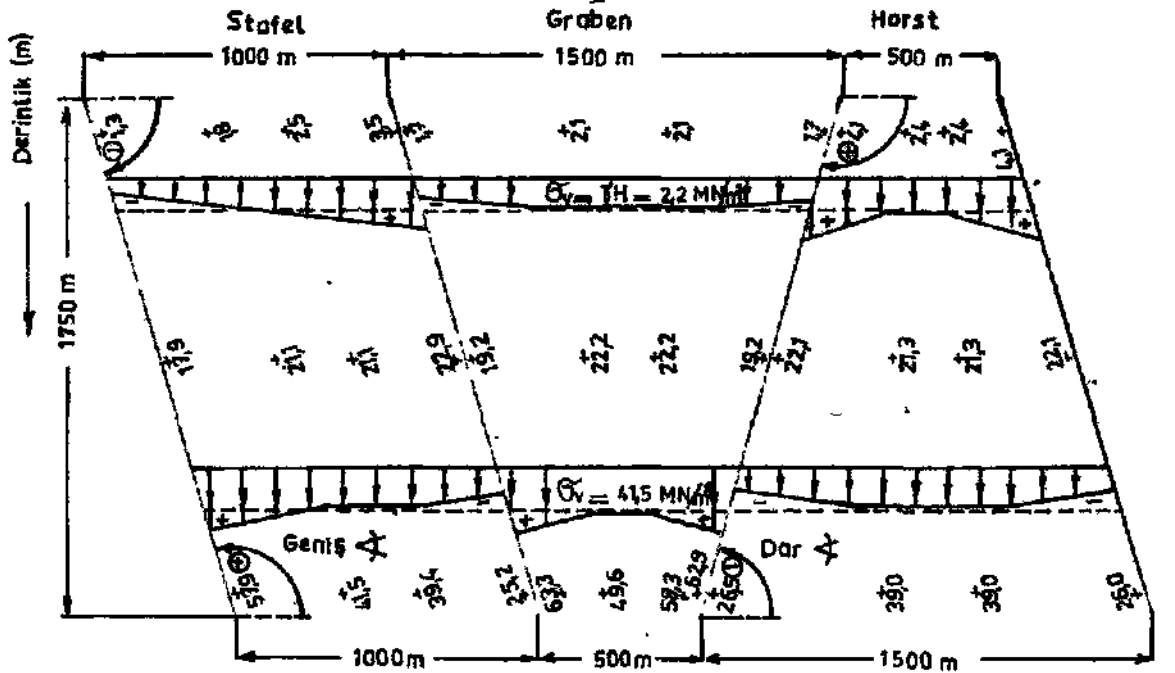
Ayrıca genel olarak, antiklinalde yapılan kazıların senklnaldeküere göre kaya mekaniği açısından daha az sorun yarattığı söylenebilir. Burada kuramsal olarak elde edilen sonuçlar, Almanya'nın Ruhr havzası kömür işletmelerinde edinilen deneyimler ile iyi bir uyum sağlamaktadır.

3. GRABEN, HORST VE STAFFEL TEKTONİĞİNDE OLUŞAN GERİLME DURUMUNUN İNCELENMESİ

Doğada orojenik kuvvetlerin etkisi ile **bk** yandan antiklna! ve senklnaller, yani kıvrımlar oluşurken diğer yandan da kayaçların kırılması ve fayların oluşması dolayısıyla düşey yönde Horst, Graben, Staffel kayaç Dolakları, yatay yönde ise trapez, paralel ve kama blokları oluşmuştur (Şekil 1).

Düşey yön ile çeşitli açılar yaparak oluşmuş bulunan Horst, Graben ve Staffel blokları yalnız kayaçların yerçekim ağırlıkları altında incelenmiştir. Bu çeşit blokların etkilerini doğrudan saptayabilmek için diğer tektonik gerilmelerin etkileri gözönüne alınmamıştır.

Şekil 6'da yeryüzünden 1750 m derinliğe kadar uzayan faylar ile sınırlandırılmış soldan sağa doğru Staffel, Graben ve Horst bloktan görülmektedir.



Şekil 6. Graben, Horst, Staffel Kayaçblokları kapsayan bir kayaçtan alınan düşey kefiit üzerinde oluşan düşey yöndeki ana gerilmeler (MN/nı²)

Bu bloklarda düşey yönde oluşan ana gerilmelerin değerleri yerlerinde gösterilmiştir. Bu gerilme değerleri derinlere doğru gidildikçe artmakla birlikte artış kayaç Moklanın çeşidine ve fayların eğimine göre değişmektedir. Hatta aynı blokta ve aynı derinlikte bile gerilme değerleri birbirinden farklılıklar göstermektedir.

Kesitin en üst kısmında 87.5 m derinlikte oluşan gerilme durumuna bakılırsa, faylara yakın bölgelerde, faysız kayaçlardakine göre ($H_s 0,01 \text{ ifH} = 2,2 \text{ MN/m}^2$) bir farklılık göze çarpar. Staffel bloklarının sol tarafında 13 MN/m^2 İte, % 40 Uk bk azalma, sağ tarafında $3,5 \text{ MN/m}^2$ He % 60 lık bir artma meydana gelmiştir.

Graben kayaç blokunun sol ve sağ tarafında $1,7^* \text{ MN/m}^2$ ile % 23'Hik bir azalma olmuştur. Horst blokta ise 4.1 MN/m^2 ile % 86'lık bir gerilme artması görülmektedir. Faylardan uzaklaştıkça gerilme değerleri faysız kayaçlardaki değerlere yaklaşmaktadır.

Blokların ortalarında yani 875 m derinlikte gösterilen gerilme değerlerindende anlaşıldığı gibi, bu bölgelerde değerler fazla bir farklılık göstermemektedir. 1660 m derinlikte, kayaç bloklarının tabanında oluşan gerilme durumu üst kısımdakilerinden tamamen farklı bir yapıya sahiptir.

Staffel blokun, sol tarafında 57.9 MN/m^2 olan düşey gerilme sağ tarafında 25.2 MN/m^2 ye düşmüştür. Faysız bir kayaçta aynı derinlikteki yerçekimsel basınç 41.5 MN/m^2 dir. Graben blokda oluşan gerilme kenarlarda 63 MN/m^2 ortada ise 49.6 MN/m^2 dir.

Horst blokda kenarlarda 26 MN/m^2 olan basınç ortalarda 39.0 MN/m^2 ye yükselmiştir. Çeşitli açıklık açısı ile oluşturularak incelenen sollerde oluşan gerilme durumundan şu kural ortaya çıkmaktadır.

Tüm kayaç bloklarında (tipi nasıl olursa olsun) blokları sınırlayan fayların yatay düzlem ile geniş açı oluşturdukları bölgelerde, normal faysız kayaçlara göre, bir gerilme artması, dar açı oluşturduğu bölgelerde ise bir gerilme azalması olmuştur.

Gerilmenin artma ve azalma değerleri, açıklık açısının büyüklüğüne bağlıdır.

Bu açı büyüdükçe gerilme anomalisinde büyümektedir.

Şekil 6'daki kayaç bloklarına bakıldığında, blokların üst kısımlarında (az derinliklerde) en çok gerilme yoğunlaşması, horst ve staffel'in sağ tarafında görülür. Grabende ve staffelin sol tarafında ise

bir gerilme azalması olmuştur. Fayların yatay yön ile geniş açı yaptığı bölgelerde gerilme artması, dar açı yaptığı bölgelerde ise gerilme azalması ortaya çıkmıştır. Blokların tabanında, yani en derin bölgelerinde ise grabende ve staffelin sağ tarafında bir gerilme azalması görülmektedir. Bu değerlerde, yukarıda belirtilen kurala uyumaktadır.

Maden işletmecileri, gerek palanlama ve gerekse üretim sırasında graben blokun alttabakalarındada ha kırık bir yapı yada daha fazla gerilme yoğunlaşması ile karşılaşabileceklerini önceden beklemedirler.

*

Horst blokun Hst kısımlarında her ne kadar gerilme yoğunlaşması oluşmakta ise de, az derinliklerde oluşan gerilme değerleri üretim sırasında fazla tehlike göstermediği için o kadar önem taşımamaktadır.

Ayrıca staffelin yatay düzlem ile geniş açı yaptığı alt kısımlarda dikkat edilecek Önemli bölgelerdir.

özellikle üretim bölgesi faydan geçiyorsa, faydan sonra gelecek bölgedeki kayaç yapısı, faydan önceki ile çok değişik olması pek olasıdır. Bu açıdan dikkatli olmak gerekir.

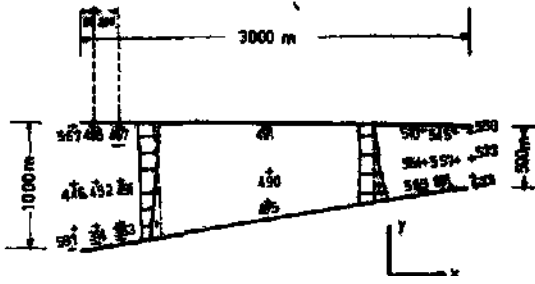
Tüm kayaç bloklarında fayların başlangıç ve bitiş bölgelerinde de bir gerilme yoğunlaşma oluşmaktadır.

4. TRAPEZ, PARALEL VE KAMA ŞEKLİNDEKİ KAYAÇ BLOKLARINDA OLUŞAN GERİLME DURUMUNUN İNCELENMESİ

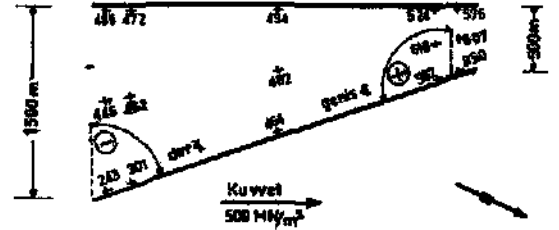
Orojenik kuvvetlerin uzun bir zaman etki etmesi sonucunda kırılıp ye kırılarak oluşan kayaçlarda yatay yönde b/r kesit alınrsa, çeşitli geometrik yapılara sahip kayaç blokları ortaya çıkar. Bu bloklara geometrik şekillerine göre trapez, paralel ve kama blokları adı verilir (Şekil 1).

Kayaçlar oluşurken orojenik kuvvetler yeryüzüne teğetse bir biçimde ve kıvrımların eksenlerine dik olarak etki ettikleri kabul edildiğinden, burada da çeşitli yapıdaki kayaç blokları belir bir kuvvetin etkisi altında incelenmiştir. Etki eden kuvvetin büyüklüğü bu araştırmada fazla önem taşımamaktadır. Çünkü, blokların bang! bölgelerinde bir gerilme artması ve azalmasının ortaya çıkacağı saptanacaktır. Yani mutlak değerlerden çok göreceli değerler önemlidir.

Burada incelenen modelde $8 \times 13 \text{ km}$. büyüklüğünde bir kayaç parçası ele alınarak içerisinde 3 km . uzunluğunda faylarla sınırlanmış çeşitli blok-



Şekil 7. Kuzeye doğru daralan bir trapez blokdaki gerilme durumu (MN/m² olarak)

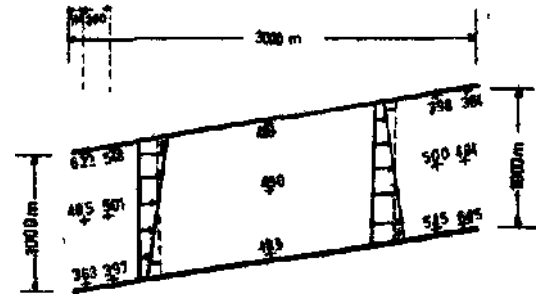


Şekil 8. Kuzeye doğru daha büyük bir açı ile daralan trapez blokdaki gerilme durumu.

lar oluşturulmuş ve güneyinden (500 MN/m²) değerinde bir basıncın etkisi altında oluşan gerilme durumu incelenmiştir.

Şekil 7'de kuzey yönüne doğru daralan bir trapez bloku görülmektedir. Gerilme değerleri ortaya çıktıkları yerlerde gösterilmiştir.

Bu kayaç blokunu sınırlayan faylardan biri, etki eden kuvvete paralel diğeri ise bu kuvvetle 4.75°'lik bir dar açı yapmaktadır.

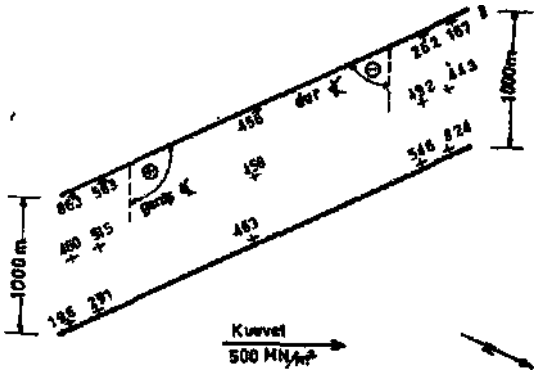


Şekil 9. Paralel blokta oluşan gerilme durumu (MN/m²)

Şekildeki gerilme değerlerine bakılırsa, blokun geniş olan kısmında, etki eden kuvvetin değerine karşın bir gerilme azalması, dar kısmında ise bir gerilme artması görülmektedir.

Blokun orta bölgesinde gerilme anomalisi fazla olmamıştır. Ayrıca faylardan uzaklaştıkça gerilme değişikliği azalmaktadır.

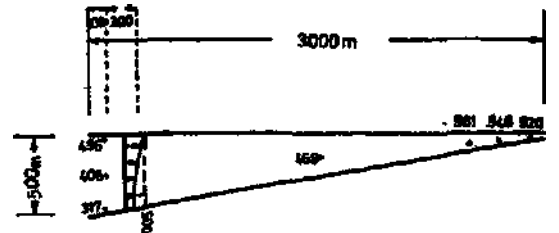
Şekil 8'de kuzeye doğru daralan bir kayaç bloku görülmektedir. Ancak bu blokun açıklık açısı birincisinden daha büyüktür. Gerilme anomalisi de şekilden de görüldüğü gibi burada artmıştır.



Şekil 10. Kuvvet yönü ile daha büyük açı yapan paralel blokta gerilme durumu

- Şekil 8'de blokun geniş kenarındaki gerilme azalma», etki eden kuvvete dik yön ile dar açı yapan kısmında, dik açı yapan kısma göre daha fazladır.

Kuzeye doğru genişleyen bloklarda yapılan araştırmada, blokun kuzeye, yada güneye doğru açık olmasının gerilmeler üzerinde herhangi bir etkisinin olmadığı görülmüştür (Aksiyon - Reaksiyon).



Şekil 11. Kama blokta oluşan gerilme durumu (MN/m² olarak)

- Şekil 9 ve 10'da iki tane paralel blok görülmektedir. Bu blokların birini sınırlayan faylar diğerine göre etki eden kuvvetin yönü ile daha büyük bir açı oluşturmaktadır.

Şekillerdeki gerilme değerlerine bakıldığında/ etki eden kuvvete dik olan yön ile fayların geniş açılı oluşturdıkları bölgelerde bir gerilme artması, dar açılı yaptıkları bölgelerde de bir gerilme azalması görülmektedir. Fayların etki eden kuvvetin yönüne göre oluşturdukları açı büyüdükçe gerilme anomalisi de artmaktadır. Bloku sınırlayan faylar kuvvet yönüne paralel oldukları zaman, şöenin içerisindeki gerilmelerde etki eden kuvvete göre bir artış ve azalış olmamaktadır. Her şölede olduğu gibi yalnız fayların uç kısmında bir gerilme yoğunlaşması oluşmaktadır.

Şekil 11 'de bir kama bloku görülmektedir. Burada da trapez blokta olduğu gibi dar kısımlarda bir gerilme artması, geniş kısımlarda ise bir gerilme azalması görülmektedir.

KAV NAKLAR

1. Adter, R.E., ve arkadaşları. Tektonische Deformationszahl zur Gebirgsbeschreibung. Glückauf U4 (1978) S. 169 -175
2. Back, H. Simulation tektonischer Restspannungen in «Ihar Finlten-Element-Berechnung Z. deutsch. geol. Ges. 126 (197b) S. 101-119.
3. Ehrhardt, W., Die tektonische Kennziffer als Hilfsmittel zur tektonischen Bewertung einer Lagerstätte. Glückauf 114 (1978) S. 696 - 700.
4. Hansel, G., Grenzen tektonischer Bereiche 3 intern. Markschilder-Tagung Leoben (1976) S. 57-61.
5. Jacobs, O., Praxis der Gebirgsbeschreibung S. 334.
6. Köse, H., Tektonik kırıklarda oluşmuş kömür damarlarının kazanılmasında uygulanan uzunayak üretim yönteminin kaya mekaniksel açıdan incelenmesi. Ege Üniversitesi Makina Fakültesi Dergisi Cilti 1 Sayı- 1 1981) S. 73 -81.

5. SONUÇLAR

İncelenen tüm bloktardaki gerilme durumlarından şu genel kural ortaya çıkmaktadır.

1. Kayaç bloku nun açıklık açısı büyüdükçe (fayların etki eden kuvvetle yaptığı açı) gerilme anomalisi artmaktadır.

2. Bloka etki eden kuvvete dik olan yön ile fayların geniş açılı oluşturdıkları bölgelerde bir gerilme artması, dar açılı yapan bölgelerde ise bir gerilme azalması oluşmaktadır.

3. Fayların birbirine olan uzaklığı azaldıkça gerilme yoğunlaşması artmaktadır.

4. Ayrıca tüm fayların başlangıç ve bitiş bölgelerinde bir gerilme yoğunlaşması oluşmaktadır.

7. Kratzsch, H., Sp'annugsanömaH en i» getalteten sehollengebirge. IV. Internationales Synposium für Markscheidewesen Aachen (1979).

8. Kratzsch, H., ve KÖSE, H., Moseltaoretische berechnung der tektonischen spannungen in tiefen Ruhr karbon nach der Méthode der finften Bemente-Op laden. Wastedeutscher verlag, 1978. Forsch-Ber Nordhr westf. ISSN 3-5 31-02749-2.

9. KÖSE, H., Finite Element Yönteminin Kaya Mekaniği Dalındaki Problemlerin Çözümünde kullanılması, Madenci Ük, Eylül 1980S. 26-34.

10. Uutsch, -H., Tektonische Grundbereiche als Grundlage für die Lagerstättenkundliche Beurteilung und für die bergbauliche planung in Ruhr karbon. Glückauf 113 (3977) H. 145,712-717.

11. Leiteritz, H., Die bedeutung geologischer Tektonischer Elemente bei Ruhrrevier. Glückauf 114 (1978) s. 939-994.

12. Relk, G- ve Vardar. M., Besten en Zusammenhänge zwischen residueien spannungen und tektonischer Beanspruchung Rock. Mec. 6 (1974) S. 101-116 Springer Verlag 1974.

13. Rüller. K.H., Die Kenntnis der Kleintektonik als eine Grundlage* der Abbauplanung z. deutsch. geol. Ges 124(1973)5.225-231.

