

KALIN DAMAR KÖMÜR MADENCİLİĞİNDE TABAKA KONTROLÜ VE GÖÇME MEKANİZMASINA PRATİK BİR YAKLAŞIM

A PRACTICAL APPROACH TO STRATA CONTROL AND CAVING MECHANISM IN THICK SEAM COAL MINING

B. ÜNVER

Hacettepe Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Beytepe, 06532, Ankara

ÖZET: Kalın damar kömür madenciliği birçok yönden konvansiyonel tek dilim kömür madenciliğine göre, özellikle, üretim planlaması ve yöntemi, ocak yangınlarının önlenmesi, tabaka ve tasman kontrolü açısından büyük farklılıklar gösterir.

Bu bildiriye, ELİ Eynez İşletmesi Yeraltı Ocağı'na ait tabaka şartları göz önünde bulundurularak göçme mekanizmasının nasıl olacağı tartışılmış ve göçme mekanizmasının tabaka kontrolü açısından etkilerinin nasıl olacağı da incelenmiştir.

ABSTRACT: Thick seam coal mining presents many variations from conventional single slice mining, especially, in production planning and mining method, mine fire prevention, strata and subsidence control points.

In this paper, by considering strata properties of ELİ Eynez Underground Mine characteristics of caving mechanism is discussed, and effects of caving mechanism in criterion of strata control is also examined.

1. TABAKA KONTROLÜ VE GÖÇME MEKANİZMASININ ÖZELLİKLE KÖMÜR MADENCİLİĞİ AÇISINDAN ÖNEMİ

Mekanize olarak yaklaşık 6 metre yükseklikte bir ayaktan tek dilim halinde kömür üretilmesinin dünya üzerinde bir kaç tane uygulamasının olmasına karşılık, ayak yükseklikleri pratik olarak 4 metrenin üzerinde değildir. Damar şartlarına ve mekanizasyon imkanlarına göre 2 - 2,5 metre, ayak yüksekliği açısından en çok kullanılan aralık olmaktadır. Damarın tavan ile taban arasında kurulacak olan bir ayak ile üretilmeyecek kalınlıkta olduğu durumlarda kömür kazanım oranının artırılabilmesi için mutlaka değişik bir üretim yöntemi uygulanmalıdır. Böyle durumlarda kullanılacak üretim yöntemleri, damarın dilimler halinde üretilmesi, damarın tabanında ayak oluşturularak tavadaki kömürün göçertilerek kazanılması veya bu iki yöntemin kombinasyonu halinde olmak üzere üç bölümde incelenebilir. Her üç yöntemde de klasik tek dilim uzunayak yöntemine göre tavanın göçme mekanizması, tabaka hareketleri ve kontrolü açısından önemli farklılıklar vardır. Tek dilim uzunayak madenciliği sırasında meydana gelen göçme olayının mekanizması günümüze kadar yapılan çalışmalar sonucunda detaylı olarak

belirlenerek, bu konuda oldukça geniş bir literatür oluşturulmuştur. Ancak, dilimli ve göçertmeli olarak çalışılan yöntemlerde tavanın göçme mekanizmasının ve tabaka hareketlerinin belirlenebilmesi konusunda günümüze kadar henüz tatmin edici bir yöntem geliştirilememiştir.

Yeraltında yapılan kazı çalışmaları sonucunda gerilme dağılımları etkilenecek değişmekte ve özellikle teorik olarak modellenmesi çok zor olan göçme olayının etkisi, bu değişime dinamik bir boyut kazandırmaktadır. Oldukça karmaşık bir mekanizmaya sahip olan göçme, statik ve dinamik prensiplerin iç içe düşünülmesini gerektiren bir olaydır. Kaya kütlesi özellikleri dağılımının düzensiz olması nedeniyle, teorik bir yaklaşım ile göçme olayını modellemek oldukça güçtür. Özellikle, kalın damar madenciliğinde uygulanan dilimli üretim yöntemleri sonucu oluşan göçmelerin teorik modellenmesi çok daha zordur. Çünkü, dilimli ve göçertmeli üretim yöntemlerinde daha önceden göçertilmiş bölgenin altında üretim yapılarak bu bölgenin tekrar göçertilmesi söz konusudur. Sonuç olarak, yalancı tavan yüksekliği giderek artmakta ve ince damar üretimi sonucu oluşan yalancı tavana göre çok daha yüksek bir yalancı tavan oluşumu gerçekleşmektedir. Yalancı tavan yüksekliğinin artması sonucunda ise ayak ve özellikle ayak tahkimatı üzerine gelen basınçlar da artmaktadır.

Tavan yüklerinin karakteristiğini belirleyen göçme mekanizmasının doğru olarak tahmin edilmesi sayesinde, hidrolik valf takımları çok hassas olan mekanize tahkimat üniteleri üzerine göçme sonucunda gelecek olan statik ve özellikle dinamik yüklerin tahmini gerçekçi olarak yapılabilir. Bu da tahkimat tasarımında tavan kontrolü açısından göz önünde bulundurulması gereken ilk unsurdur.

2. KALIN DAMAR KÖMÜR MADENCİLİĞİNDE TABAKA HAREKETLERİ

Kalın damar kömür madenciliğinde kullanılan dilimli üretim yöntemlerinde basınç dağılımları ve konsantrasyonları, dilimlerde oluşturulan ayaklar çevresindeki basınç dağılımları ve önceden göçertilmiş olan tavan arasındaki etkileşimin bir sonucu olarak ortaya çıkar. Tavanda göçme sonucu oluşan kırılmış zonun sıkışma özellikleri zamana bağımlı bir fonksiyondur. Yeterince sıkışmamış olan bir göçük altında çalışma durumunda tahkimat üzerine gelen yükler sadece yalancı tavan yüksekliğine bağlı olarak değişir. Ayağın duraylılığının sağlanması amacıyla kullanılan tahkimat ünitelerinin taşımaları gereken yük miktarının, genel olarak, iki kaynaklı olduğu düşünülebilir. Bunlardan birincisi yalancı tavanı oluşturan, tamamen kırılarak göçmüş olan malzemenin ölü ağırlığıdır. Ayak tahkimatı üzerine etki eden yükü belirleyen ikinci kaynak ise yalancı tavan üzerine periyodik göçmeler ile oturmuş olan ana tavan tarafından uygulanan yükün yalancı tavan tarafından tahkimat üzerine iletilmesidir. Ana tavan tarafından yapılan periyodik yüklemeler yalancı ur, aii yüksekliğine, ana tavanın periyodik yükleme aralığına, ana tavanı oluşturan kaya kütlelerinin dayanımına ve sürtünme özelliklerine bağlı olarak değişmektedir (Peng, 1986).

Ayıklarda kullanılacak olan tahkimat yönteminin tasarlanmasında yukarıda sözü edilen her iki faktörün de mutlaka göz önünde bulundurulması gereklidir.

Yugoslavya'da kaim bir kömür damarının dilimli ve göçertmeli olarak çalışıldığı bir pano çevresinde tavan yükleri ölçülerek belirlenmiştir. Pano çevresinde tavan yüklerinin karakteristiğinin özet olarak Şekil 1'de verildiği gibi olduğu belirtilmektedir (Jeremic, 1985).

Panoda değişik dilimlerde birbirinin peşi sıra ilerleyen ayaklar bir bütün olarak ele alındığında üç değişik basınç bölgesinin var olduğu görülmektedir. En üstteki ayak önünde bulunan sağlam kömür üzerinde pano önü basıncı, yaklaşık olarak en üst dilimdeki ayağın 6 metre önünde en yüksek olmaktadır. Ayakların bulunduğu kısımda ise en

düşük basınç dağılımının olduğu görülmektedir. Ayaklardaki tahkimatların taşımaları gereken yük, göçük tam olarak sıkışmış özellikte olmadığından yalancı tavanı oluşturan göçüğün ağırlığına bağlı olacaktır. En alt dilimdeki ayağın yaklaşık 17 metre gerisinde göçüğün sıkışmasına bağlı olarak, pano önü basıncının 3/4'ü civarında ve daha geniş bir yayılım gösteren pano arkası basınç zonunun olduğu belirtilmiştir. Ayakların ilerlemesi ve geçen süreye bağlı olarak göçüğün tamamen sıkışması sonucunda pano arkası basıncı normal arazi basıncına eşit olmaktadır.

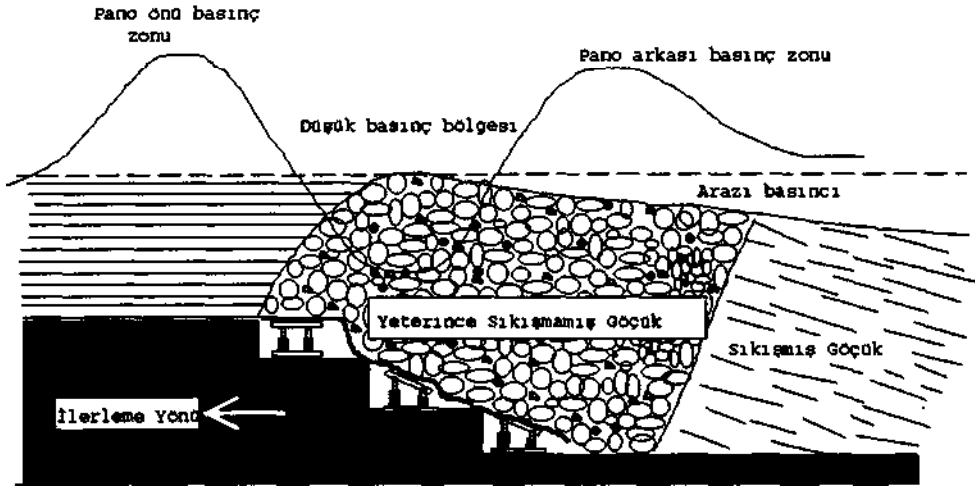
Arakatlı göçertme üretim yönteminde göçertilen malzemenin akışının elipsoidal olduğu belirtilmektedir. Şekil 2'de dilimlerin üretilmesi sırasında göçükteki hareketli kısımların elips şeklinde oldukları görülmektedir (Wallis vd., 1977).

Laboratuvar ve yeraltında yapılan incelemeler sonucunda göçme mekanizması incelenerek aşağıda belirtilen sonuçlar elde edilmiştir.

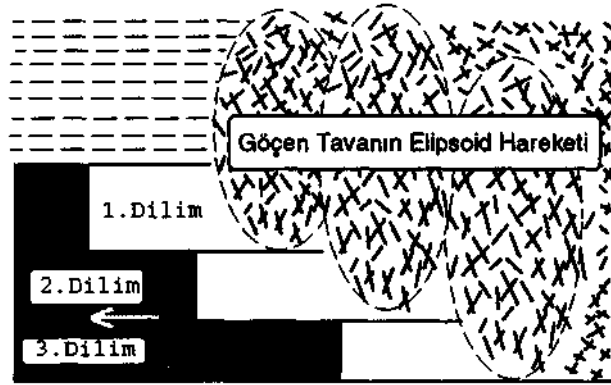
- Tavandan göçertilecek olan dilimin kalınlığı 2-4 metre yerine 6 metre civarında olmalıdır.
- Tavan taşı ve tavandan göçertilen kömürün göçme özellikleri mutlaka belirgin bir şekilde farklı olmalıdır.
- 1,2-1,5 metre ilerleme yapılmadan arka kömürü alınmamalıdır.
- Tavandan göçertilen dilim kalınlığının az olduğu durumlarda kömüre taş karışması meydana gelir. Ayak arkasından alınan kömür bir elipsoid içinde aktığından, kalınlığın az olduğu durumlarda akmanın olduğu elipsoidin içinin kömürle dolabilmesi mümkün değildir. Akmanın olduğu elipsoidin içi kömür ve taş karışımı ile dolacaktır. Bu nedenle, kömüre daha yüksek oranda taş karışacak ve dolayısıyla taşlı kömür ayak arkasından çekilmeyerek bırakılacağından, hem rezerv kazanım oranı düşecek hem de göçükte bırakılan kömür yangın riskini artıracaktır.

Tavanda bırakılan kömürün ayak arkasından alınması işlemi büyük oranda jeolojik yapıya bağlıdır. Fransa'da tavandan 18 metrelik dilim başarıyla göçertilerek ayak arkasından alınabilmesine karşılık Hindistan'da 3 metrelik tavan dilimi göçertilememiş ve dolgu dilimlerle kömür üretilmiştir (Singh ve Singh 1986, David 1980).

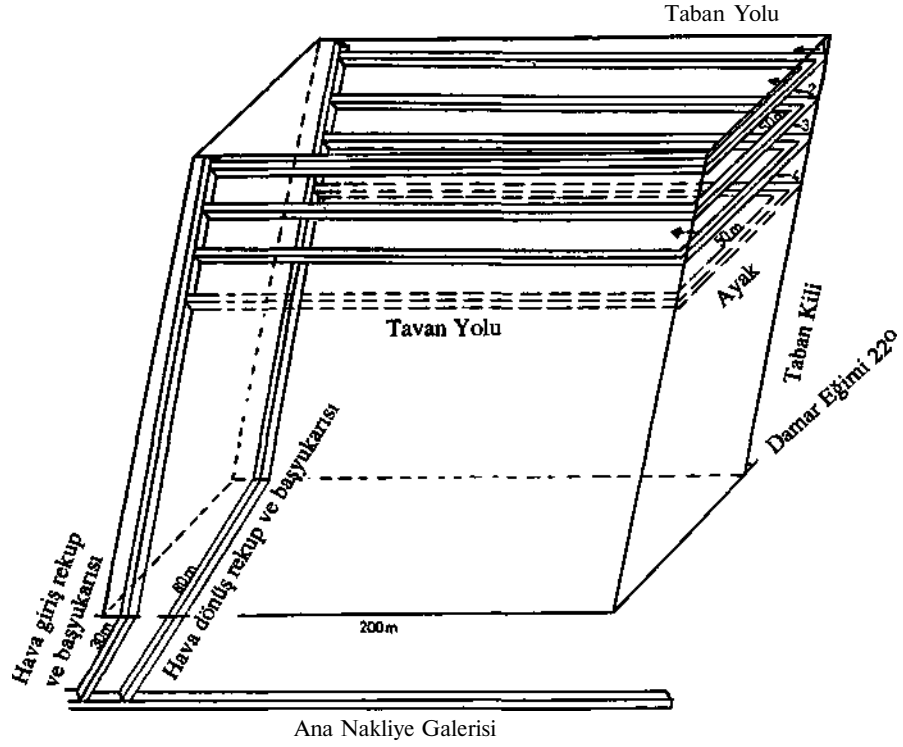
Bu nedenle tavandan göçertilecek olan dilim kalınlığının çalışılan damar ve tavan taşı özelliklerine göre belirlenmesi gereklidir.



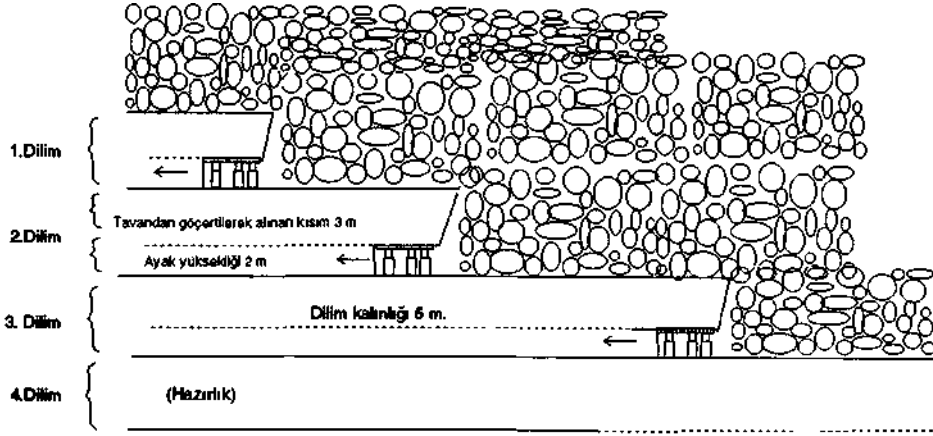
Şekil 1. Dilimli ve göçertmeli kalın damar madenciliği sırasında oluşan basınç bölgeleri, (Jeremic 1985)



Şekil 2. Ayak arkasında göçen tavanın bir elipsoid içinde akışı, (Wallis vd., 1977).



Şekil 3. Eyzey Yeraltı Ocağı'nda, doğrultu boyunca ilerleyen, geri dönümlü ve arka geçörtmeli olarak çalışılan bir uzunayak panosunun izometrik görünüşü.



Şekil 4. Doğrultu boyunca ilerleyen ayakların bulunduğu bir panonun kesit görünüşü.

3. ELİ EYNEZ YERALTI OCAĞINDA GÖÇME MEKANİZMASI VE TABAKA HAREKETLERİ

3.1. ELİ EYNEZ YERALTI OCAĞI VE KULLANILAN ÜRETİM YÖNTEMİ

ELİ, EYNEZ YERALTI OCAĞI'nda, ortalama kalınlığı 20 metre ve yatımı 22° olan ve iyi kalite linyit içeren damarın üretimi yapılmaktadır. Üretim, kömür damarının 5'er metrelik yatay dilimlere ayrılması ile yapılmaktadır. 5 metrelik kömür diliminin 2 metresi ayak kazısı ile ve tavanda göçük ile ayak arasında kalan 3 metrelik kısmı da ayak arkasından göçertilerek üretilmektedir. Ocakta uygulandığı şekliyle doğrultuya paralel yönde ilerleyen bir uzunayak panosunun izometrik görüntüsü Şekil 3'de dikine kesiti de Şekil 4'de verilmiştir.

Ayak ilerleme yönü doğrultuya dik veya doğrultuya paralel (Şekil 4) olmak üzere 2 değişik şekilde uygulanmaktadır. Her iki yönteminde birbirlerine karşı olumlu ve olumsuz yanları vardır. Uygulanan üretim yöntemlerinin detaylı literatürde bulunabilir (Ünver vd. 1991; İnci ve Derin 1991).

3.2. EYNEZ YERALTI OCAĞI'nda GÖÇME MEKANİZMASI VE YALNCI TAVAN YÜKSEKLİĞİ

Uygulanmakta olan üretim yöntemi gereği, EYNEZ YERALTI OCAĞI'nda önceden göçertilmiş olan tavanın tekrar tekrar göçertilmesi işlemi, göçme mekanizmasının ve tavan hareketlerinin tam anlamıyla doğru olarak tahmin edilebilmesini zorlaştırmaktadır. Uzunayak üretim yönteminde göçertilenen tavanın yalancı ve ana tavadan oluştuğu bilinmektedir. Göçme mekanizması açısından, göçme sırasında parçalanarak yalancı tavanı oluşturan malzeme ile ana tavan tarafından uygulanan yük etkileşiminin nasıl olacağı çok kritik bir parametredir. Çünkü, ana tavanın yaptığı baskı ile yalancı tavanı oluşturan kınlanmış malzeme zamana bağımlı olarak sıkışmaya uğrar.

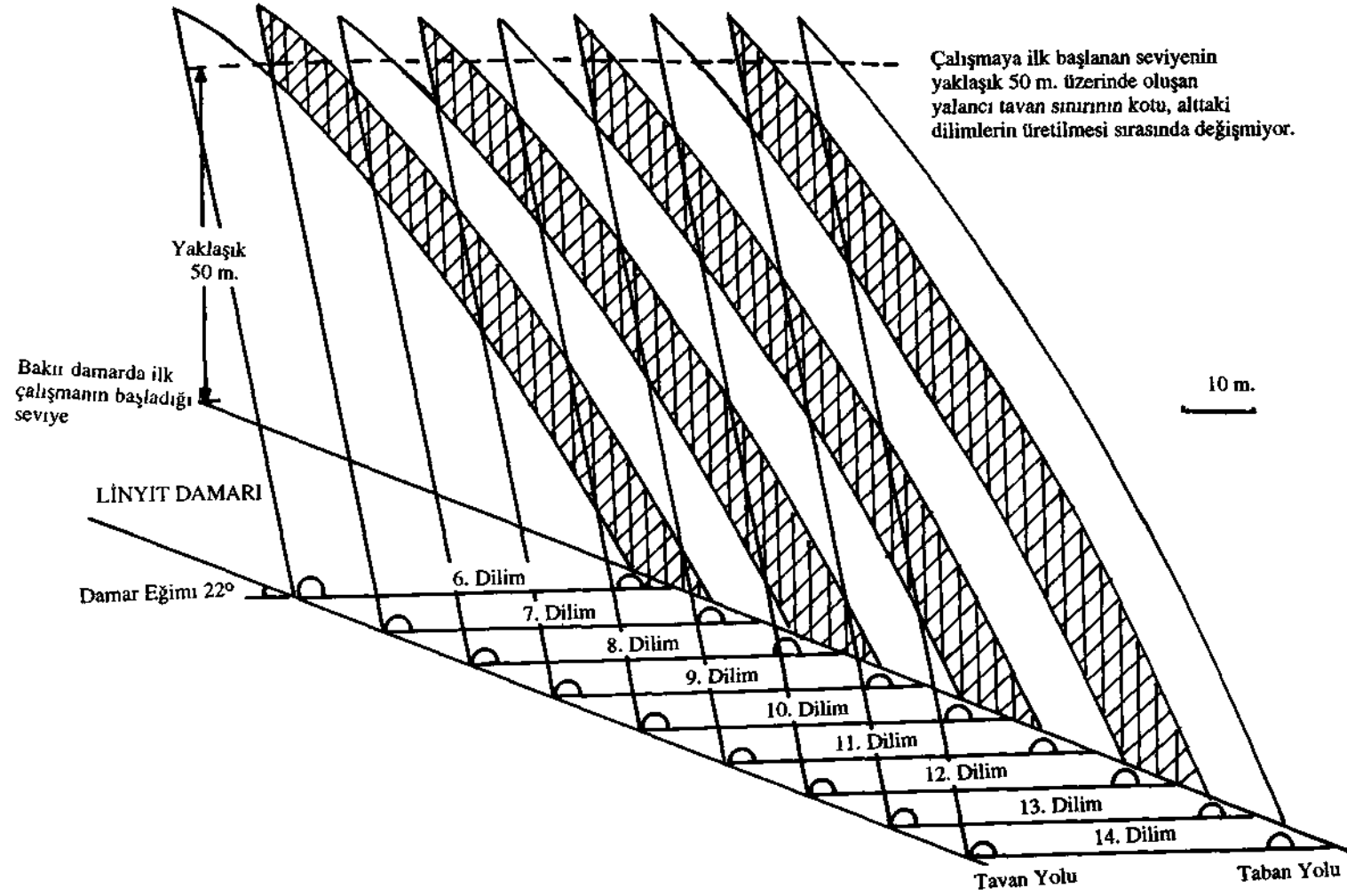
EYNEZ YERALTI OCAĞI'ndaki jeolojik şartlar gözönünde bulundurularak, bakir bir bölgede üretime başlanıldığı düşünülmüş ve dilimlerin yukandan aşağıya doğru üretilmesi sırasında tavanın göçme mekanizması tahmin edilmiştir. Şekil 5'de yukandan aşağıya doğru dilimlerin üretilmesi sırasında oluşması beklenen yalancı tavan yükseklikleri ve özellikleri verilmektedir. Tavan taşı olan marın göçtüğünden sonra % 37 lik bir kabarma katsayısı ile hacminin arttığı varsayılmıştır.

Yukandan aşağıya doğru dilimlerin üretilmesi sırasında yalancı tavanı oluşturan malzemenin sıkışmadığı varsayılarak, daha alt kotlara doğru takip eden dilimlerin üretilmesi sonucunda yalancı tavanın ana tavana doğru genişleyerek kalınlığını artırdığı düşünülmüştür. Pano başlangıcından itibaren 30 metrelik bir kot düşüşüne karşılık gelen 6. dilimin üretilmesinden sonra, damar eğiminin 22° olmasından dolayı yalancı tavan yüksekliği yaklaşık 73 m. olmaktadır. Şekil 6'da 6. dilimin üretilmesi sonrasında, Şekil 5'de gösterilen A-A' kesiti boyunca yalancı tavan yüksekliğinin durumu verilmektedir. 6. dilim sonrasında daha alt kotlara doğru üretim aynı yöntem uygulanarak yapıldığında, yalancı tavanın oluştuğu kotun yaklaşık olarak yatay doğrultuda olması gerektiği Şekil 7'den anlaşılmaktadır. Dolayısıyla, yalancı tavan yüksekliği alt kotlardaki çalışmalar sırasında gittikçe artış gösterecektir. Bunun doğal bir sonucu olarak, ayak üzerine gelen basınçlarda da artış beklenmelidir. Halen kullanılmakta olan S metrelik dilim kalınlığına karşılık gelen ve yalancı tavan ile ayak tavanı arasında bir tampon görevi üstlenen ve kalmığı 3 m. olan tavan dilimi, tavan yüklerinde meydana gelen artış karşısında yetersiz kalabilir. Diğer bir deyişle, tavanda bulunan 3 metrelik kömür diliminin dayanımı, üzerine etki eden yalancı tavan yüküne karşı koyamayabilir.

4. SONUÇLAR

Kahn damarların göçertmeli yöntemler kullanılarak üretilmesi sırasında, tavanın göçme mekanizmasının ve tabaka hareketlerinin tam olarak belirlenebildiği bir yöntem henüz geliştirilememiştir. Aslında, tavanın göçertilmesi işlemi yerel şartlara oldukça bağlı bir mekanizmadır. Tavanın göçme mekanizmasının belirlenebilmesi üretimin verimli ve emniyetli bir şekilde yapılabilmesi açısından çok önemli bir parametredir.

EYNEZ YERALTI OCAĞI'nda tam mekanize olarak üretim yapılması için halen çalışmalar devam etmektedir. **Yapılacak olan yatırımın büyüklüğü dikkate alınarak, kurulacak sistemin başarılı olarak kullanılmasının sağlanabilmesi açısından burada basite indirgenerek açıklanmaya çalışılan göçme mekanizması ve tabaka hareketlerinin detaylı olarak incelenmesi gerekmektedir. Göçme mekanizması ve tavan hareketleri ile üretim sırasında uygulanacak dilim kalınlığı arasında çok sıkı bir ilişki vardır. Özellikle, tavanda bulunan ve ayak arkasından göçertilerek kazanılacak olan dilim kalmığı çok kritik bir parametredir. Ayak arkasından göçertilerek kazanılacak olan dilim kalınlığının, üzerinde çok yüksek bir yalancı tavanın bulunması nedeniyle.**



Şekil 7. 6. ve daha alt kotlardaki dilimlerin Üretilmesi sırasında oluşması beklenen yalancı tavan yükseklikleri.

hem hassas valf sistemlerine sahip olan mekanize tahkimat ünitelerinin üzerine gelecek olan basınç miktarına, hem de ayak arkasından göçertilerek kazanılacak olan kömürün verimli bir biçimde üretilmesine çok büyük etkisi olacaktır. Göçükte bırakılan kömür miktarının artması aynı zamanda yangın riskini de artırmaktadır.

Şekil 2'de arakatlı göçertme yönteminde ayak arkasından göçertilerek alınan kömürün bir elipsoid içinde aktığı görülmektedir. Kömürün aktığı elipsoidin boyutlarının belirlenmesi oldukça önemlidir. Hareket elipsoidinin boyutlarının belirlenmesi sayesinde, ayak arkasından kömürün verimli ve emniyetli bir şekilde alınabilmesi için mevcut şartlara en uygun dilim kalınlığının belirlenebilmesi mümkün olacaktır.

Eynez Yeraltı Ocağı şartlarında ayak arkasından kömür çekilmesi işlemi, özellikle silisli sert bir kömür bandının bulunduğu ve zaten yapısal olarak da daha sert olan tavana yakın bölümlerde problemlidir. Yer yer ayak arkası göçmemekte ve patlatma gerekmektedir. Tavan hareketlerine ve göçme mekanizmasına patlatma yapılarak müdahale edilebilir. Ancak, patlatmanın verimli olarak yapılabilmesi işlemi, mutlak surette tavan hareketlerinin ve göçme mekanizmasının bilinmesine bağlıdır. Ayak arkasında boşlukların oluşmasına ve bu boşluklarda ani göçüklerin meydana gelmesine hidrolik esaslara göre çalışan tahkimat sistemlerinin tahammülü olmayabilir ve anlık dinamik yüklemeler sonucunda onarılmayacak oranlarda arızalar meydana gelebilir. Göçme mekanizması ile birlikte dinamik yüklemeye detaylarının da, tahkimat ünitelerine zarar verebilecek boyutlarda olup olmadıklarının tespit edilebilmesi açısından, mutlaka yerinde yapılacak ölçümlerle belirlenmesi gerekmektedir.

Göçme mekanizmasının doğru olarak belirlenebilmesi için yapılması gereken diğer bir işlem, yerüstü taşınanlarının detaylı bir biçimde ölçülmesidir. Yerüstü tasman özelliklerinin belirlenmesi ile yalancı tavan yüksekliği ve yalancı tavanı oluşturan kırılmış malzemenin sıkışma özellikleri belirlenebilir. Ayrıca, ana tavanın tahkimat yükleri üzerindeki katkısı da, yalancı tavanı oluşturan kırılmış malzemenin ölü ağırlığına ek olarak hesaplanabilir.

Yalancı tavan yüksekliğinin alt kotlardaki çalışmalar nedeniyle gittikçe artmasından dolayı, göçük ile ayak tavanı arasında bulunan 3 metrelik kömür diliminin dayanımı mutlaka sorgulanarak yeterli olup olmadığı araştırılmalıdır. Aksi takdirde, damar eğimine bağlı olarak daha alt kotlarda yapılacak çalışmalarda, tavan diliminde bulunan kömür, üzerine gelen yüke dayanamayarak ezilecek

ve ayakta önemli tavan kontrolü problemleri ile karşılaşılacaktır.

Sonuç olarak, ocak şartları gözönünde bulundurularak, göçme mekanizması ve tabaka hareketleri üzerinde uzun bir süre boyunca yapılan gözlemler ve basit ölçümler sonucunda elde edilen tecrübeler ışığında göçme mekanizmasının nasıl olacağı tahmin edilmiştir. İleride büyük yatırımlar yapılarak gerçekleştirilmesi planlanan üretim faaliyetleri sırasında karşılaşılabilecek olası problemlerin önlenmesi ve tasarımda daha sağlam bir temele oturtulabilmesi açısından bu konuda daha detaylı bir araştırmanın yapılması gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- David, H. 1980. *Prevention of Spontaneous Fires*. 1st. Int. Symp. on Thick and Steep Coal Seam Mining, London, England, May 18-21.
- İnci, Y.S. ve Derin A. 1991. *ELT Soma İşletmesi Darkale Yeraltı Ocağı'nda İşletme Yöntemlerinin Karşılaştırılması*, Türkiye Madencilik Bilimsel ve Teknik 12. Kong. 13-16 Mayıs, Ankara, pp. 117 - 131.
- Jeremic, M.L. 1985. *Strata Mechanics in Coal Mining*. A.A. Balkema, Rotterdam, pp. 556.
- Peng, S.S. 1986. *Support Capacity and Roof Behaviour at Longwall Faces With Shield Supports*. Proc. of Conf. on Thichk Seam Mining, INDO US Workshop on Longwall Mining Systems for Thick Seam Mining, January 11-18, pp. 89 - 101.
- Singh, T.N. ve Singh B. 1986. *Modelling Technique for Evolving New Thich Seam Mining Systems*. Proc. of Conf. on Thichk Seam Mining, INDO US Workshop on Longwall Mining Systems for Thick Seam Mining, January 11-18, pp. 201-215.
- Ünver, B. vd 1991. *ELT Eynez Yeraltı Ocağı'nda Mekanizasyon Uygulaması*. Türkiye Madencilik Bilimsel ve Teknik 12. Kong. 13-16 Mayıs, Ankara, pp. 99-116.
- Wallis M.G. et al. 1977. *Longwall Caving Mining Method for Thick Coal Design and Feasibility Study*. USBM Report No: R-3621, March, pp. 38-46,