



YÜRÜYEN TAHKİMAT PENCERESİNİN KÖMÜR KAYBINA ETKİSİ (*EFFECT OF ROOF SUPPORT WINDOW ON COAL LOSS*)

M. Kemal ÖZFIRAT*, Ferhan ŞİMŞİR*, Alper GÖNEN*, Çağatay PAMUKÇU*

ÖZET/ABSTRACT

Türkiye, kalın kömür damarlarına sahip bir ülkedir. Kalın kömür damarlarında çalışma kolaylığından ötürü çoğunlukla arkadan göçertmeli uzunayak yöntemi tercih edilmektedir. Bu yöntemde tavan kömürünün pencereden kazanılması sırasında tavan kömürünün bir kısmı pencereden çekilemeyerek ayak arkasında kalır ve böylece kayıplar oluşur. Bu çalışmanın amacı mekanize sistemle üretim yapılan Ömerler kalın kömür damarında tahkimat penceresinin genişliğinin üretim kayıplarını nasıl etkilediğinin araştırılmasıdır. Çalışmada, yürüyen tahkimatın dizaynı değiştirilmemiştir. Sadece yürüyen tahkimat pencere genişliği artırılarak pencere alanı % 25 büyütülmüştür. Fiziksel model deneylerinin sonucunda, tavan kömürüne oranla % 29.21 olan kömür kaybı pencere genişliği büyütüldükten sonra % 19.56'ya düşürülmüştür. Özetle, yürüyen tahkimat pencere alanının büyütülmesi üretim kaybını yaklaşık % 30 azaltmıştır.

In Turkey, many of the coal seams mined out in underground are thick coal seams. As production system of these thick seams, mostly longwall top coal caving (LTCC) method is preferred due to relative simple organizational aspects. In LTCC method, some part of top coal cannot be drawn through the support window, so it is lost in gob. The purpose of this study is to investigate the effect of increasing roof support window width on coal loss at Omerler underground mine. In this study, the design of the roof support has not been changed. Only, the width of the roof support window has been increased and the area has increased by 25%. In the results of the physical model experiments, the coal loss according to top coal has decreased from 29.21% to 19.56% after increasing the roof support window width. In summary, it is seen that by increasing the area of the roof support window, production loss has been decreased by about 30 %.

ANAHTAR KELİMELELER/KEYWORDS

Uzunayak, Fiziksel model, Kömür kaybı, Tahkimat, Pencere
Longwall, Physical model, Coal loss, Support, Window

* DEÜ, Mühendislik Fak., Maden Müh. Bölümü, Buca 35160, İZMİR

1. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Arkadan göçertmeli uzunayak metodu, Türkiye’de uzun yıllardır kullanılmaktadır. Kütahya Ömerler yeraltı linyit ocağında 8.5 m kalınlığa sahip damarın 2.8 m’si tabandan uzunayak ile üretilirken, üst kısımda kalan 5.7 m’lik kömür damarı tahkimat penceresinden kazanılmaktadır. Göçertmeli yöntem, düşük pano maliyeti, iş organizasyonunun kolaylığı ve düşük işçilik maliyeti nedeniyle dilimli yönteme göre daha çok tercih edilen bir yöntemdir. Dilimlerin aynı anda kazanıldığı yöntemde, birden fazla ayak kurulması, ayaklar arasında dilimleri birbirinden ayıran tel hasır çekilmesi, tel hasırın işçilik maliyetini arttırması gibi olumsuz taraflar bulunmaktadır (Özfirat, 2007).

Göçertmeli yöntemin dilimli yönteme göre en olumsuz tarafı üst kömürün kazanımı sırasında oluşan kömür kayıplarıdır. Büyük bir dilimin göçertilerek ayak arkasından kazanılması esnasında kazanma verimi, üst kömür üretimine göre yaklaşık % 70, toplam üretime göre ise % 80 olmaktadır. Dilimli madencilikte damarın üretimi sırasında verim % 95-97 olmakta; üretim kayıpları yok denecek kadar az oluşmaktadır. Bu nedenle göçertmeli yöntemde kömür kayıplarını azaltmak bu yöntemi alternatifsiz bırakacaktır (Özfirat ve Şimşir, 2005). Çin’de ve Avustralya’da yapılan araştırmalarda göçertmeli sistemde toplam üretim için % 80-85 kömür kazanımının olduğu belirlenmiştir. Bu çalışmaların sonuç kısmında, tahkimat operatörlerinin kömürü pencereden veya ayak arkası konveyöründen kazanma sırasında kalifiye olmaları gerektiği vurgulanmıştır (Hebblewhite, 2000; Xu, 2001; Hebblewhite ve Cai, 2004).

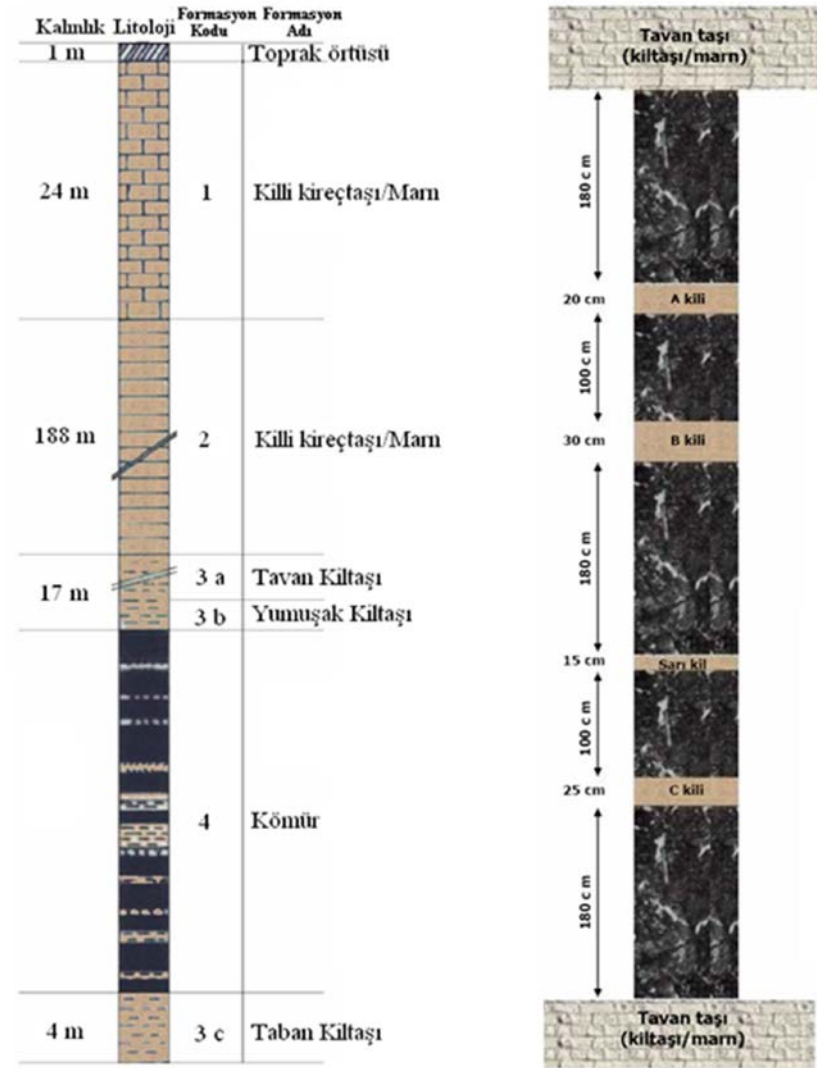
Çalışmada madende yapılması mümkün olmayan gözlemler ve değişiklikler uzunayağın fiziksel modeli kurularak yapılması amaçlanmıştır. Literatürde kaya mekaniği üzerine fiziksel model çalışmaları yapılmıştır. Everling ve Hobbs gerilme ölçek faktörü için π teoremini (boyutsal analiz) kullanmıştır (Everling, 1964; Hobbs 1965). Hobbs, Whittaker ve Hodgkinson aşağıdaki parametreleri kullanmıştır (Hobbs 1965). Uzunluk, yerçekimi etkisi ile oluşan gerilmeler, tektonik kuvvetlerin oluşturduğu gerilmeler, kayacın basma dayanımı, tahkimatın dayanım yükü, kayacın Young modülü, tahkimatın Young modülü, kayacın çekme dayanımı, tahkimatın çekme dayanımı ve kayacın Poisson oranı dikkate alınmıştır. Zaman ve sıcaklık etkisinin galerinin kapanmasında etkisinin ihmal edilebilir olduğu kabul edilmiştir. 1985’te Jeremic temel sürtünme modeli yardımı ile bir kömür damarında tabakaların yenilme dayanımını hesaplamıştır.

Hindistan’da 147 m derinlikte uzunayak yöntemi ile çalışan 7.5 m’lik damar kalınlığına sahip bir kömür ocağında, 210 m uzunluğundaki panoda saha gözlemlerinden yeterince bilgi alınamaması sebebiyle ayak üzerindeki tabakaların kırılma şekilleri fiziksel modelleme ile incelenmiştir. Model çerçevesinin boyutları 1.47 m×2.10 m×0.15 m olarak tasarlanmıştır. Modelin geometrik ölçeği ise 1/100 olarak kullanılmıştır (Singh ve Singh, 1998). İngiltere’de bir kömür ocağında sürülen galerinin duraylılığını sağlamak üzere topuk bırakılarak veya daha düşük boyutlu topuk-tavan civatası ile desteklenerek çalışılan sistemler Yavuz ve Fowell tarafından 2003 yılında incelenmiştir (Yavuz ve Fowell, 2003). Bu çalışmada Yavuz ve Fowell tabaka hareketlerini yaptıkları saha modelinde incelemişlerdir.

Literatürde yapılan fiziksel model çalışmalarına bakıldığında genellikle modellerin daha çok gerilme analizleri, subsidans, topuk dizaynı, açıklık duraylılığı vb. gibi kaya mekaniği ağırlıklı çalışmalar olduğu görülmektedir. Bu çalışmada, yapılan modelin farklı yönü bir üretim modelinin fiziksel benzetimi olmasıdır. Üretimde yapılan dinamik işlemler model üzerinde de yapılmıştır.

2. ÇALIŞILAN BÖLGE VE ÜRETİM YÖNTEMİ

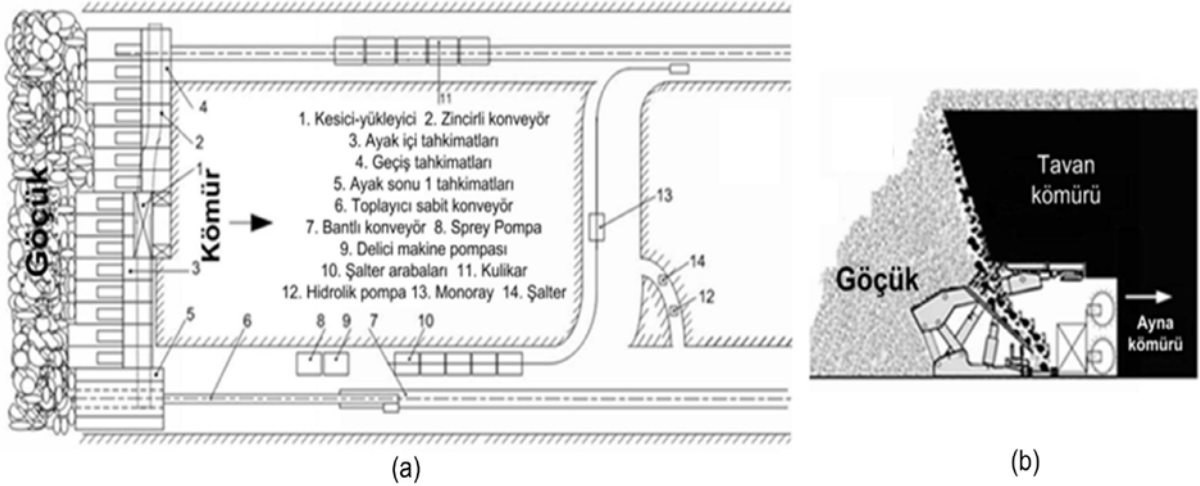
Tunçbilek İşletmesi Kütahya ili sınırları içerisinde olup, 12 km'lik bir karayolu ile Tavşanlı ilçesine bağlıdır. Yeraltı kömür işletmesi Ömerler'de olup, Tunçbilekten Ömerler'deki madene stabilize yol mevcuttur. Tunçbilek kömür havzasında en yaşlı birimi Paleozoik yaşlı metamorfik şist ve kristalize kireçtaşları oluşturur. Miyosen, Kumtaşı-Konglomera, Marn, Kireçtaşı ve Kumtaşı-Konglomera olmak üzere dört bölüme ayrılmıştır. Bölgede ekonomik linyit damarı marn biriminin alt seviyelerinde görülmektedir. Sahanın tektoniğine yönelik jeofizik (rezistivite) ve kömürlü zonun tavan kotuna göre yapılan yapı-kontur haritalarında fayların genelde kuzey-güney doğrultusunda geliştikleri gözlenmiştir. Tabaka eğimleri genelde 5°-20° eğimle kuzeye doğrudur. Kömür damarının eğimi 10° tavan ve taban taşı kıltaşıdır. Kömür formasyonu ve çevre kayaçları Şekil 1'de görülmektedir (Çelik, 2005).



Şekil 1. Ömerler bölgesi kömür damarının çevre kayaçları ve stratigrafisi (Çelik, 2005)

Ocakta ayak uzunluğu 86 m olup kalın kömür damarının tabanında ilerlemektedir. 3 m'lik kısım uzunayak ile tabandan üretilirken geriye kalan 5.5 m'lik kısım ise ayak tahkimatının (CMEC ZYD 4000/18/32) penceresinden ayak içindeki zincirli konveyörün (SGZ-730/264)

üzerine çekilerek üretilmektedir. Tavan kömürü göçmez ise patlatma yapılarak göçertilip tahkimat penceresinden üretilmektedir. Ayakta üretim çift tamburlu kesici-yükleyici (Eickhoff EDW-150-2L) ile yapılmaktadır. Kesici-yükleyici, bir kesiminde 60 cm ilerleme sağlamaktadır. İki kesim yapıldıktan sonra yani 1.2 m ilerleme olduktan sonra ayak konveyörü ötelenmekte ve tahkimatlar ilerletilerek pencereden tavan kömürü kazanılmaktadır (Destanoğlu vd, 2000). Şekil 2’de uzunayağın plan (a) ve kesit görünüşleri (b) verilmektedir.



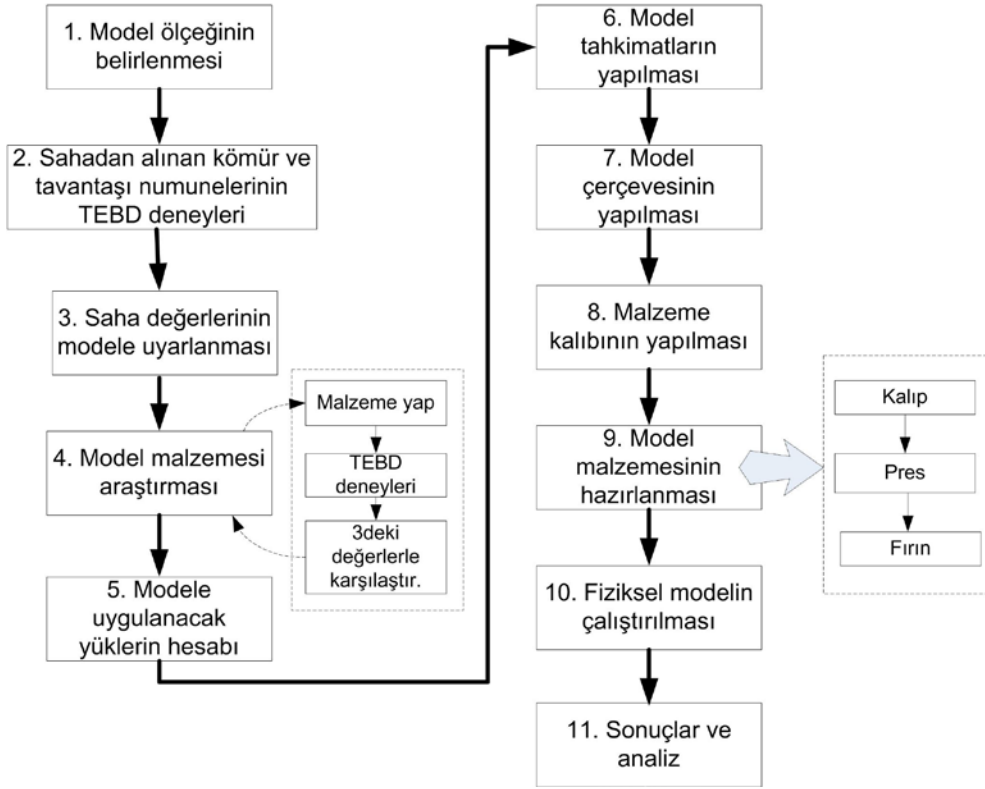
Şekil 2. Ömerler ocağı üretim yönteminin uzunayak pano (a) ve kesit (b) görüntüsü

Fiziksel model hazırlanırken kömür damarının ve tavantaşının tek eksenli basma dayanım değerleri benzetilmeye çalışılmıştır. Benzetimin en doğru şekilde yapılabilmesi için öncelikle sahadan hem tavantaşı hem de kömür damarından numuneler alınmıştır. Madenden alınan kömür bloklarından silindirik numune alınamadığından, kömür bloklarından 7cm×7cm×7cm’lik kömür deney numuneleri hazırlanmıştır. Elde edilen numunelere yapılan deneylerden kömür ve tavantaşının tek eksenli basma dayanım değerleri sırası ile 12.15 MPa ve 20.87 MPa bulunmuştur. Deneylerde TS 2028 ve ASTM D 2938 standartları uygulanmıştır (ASTM, 1995).

Çalışmanın çıkış noktasını oluşturan ayak arkası kayıplarını belirlemek için öncelikle çok iyi bir şekilde çalışma yapılacak süredeki ilerleme boyunca yerindeki kömür rezervi hesaplanmıştır. Ayrıca yerindeki kömürün kül değerleri, yoğunluk değerleri, kızdırma kaybı değerleri hesaplanmıştır. Daha sonra üretim gerçekleştikten sonraki üretim miktarları, yoğunluk değerleri ve kül analizleri yapılmıştır. Toplam içerik formülü mantığı ile kül oranının değişimlerinden faydalanarak yerindeki kül oranına sahip kömürden ne kadar üretildiği ayak arkasında ne kadar kömür kaldığı hesaplanmıştır. Yapılan çalışmalarda ayak arkasında kalan kömür miktarı toplam damara göre hesap yapıldığında %16.64, tavan kömürüne göre hesap yapıldığında ise % 26.3 olarak hesaplanmıştır (Özfirat, 2007).

3. FİZİKSEL MODEL ÇALIŞMALARI

Bir kömür madeninde uzunayakta göçertme ile yapılan üretim sırasında ayak arkasına kaçan kömür miktarını etkileyen faktörleri gözlemlemek ve ölçmek oldukça zordur. Bu yüzden, uzunayak ile çalışan kömür damarının fiziksel modelinin boyutların belli bir ölçek faktörü ile küçültülerek hazırlanması düşünülmüştür. Şekil3’te fiziksel model kurulurken yapılan çalışmaların akım şeması verilmiştir.



Şekil 3. Fiziksel model oluşturulmasının akım şeması

3.1. Model Ölçeklerinin Belirlenmesi

Küçük bir fiziksel model kurabilmek için model geometrisi, dayanımı ve ölçek faktörü arasında matematiksel bir ilişki gereklidir. Model ve sahada ölçülen iki nokta arasındaki mesafenin birbirine oranı Eşitlik 1'deki gibi sabit olmalıdır. Geometrik ölçek faktörü (l), laboratuvar ve gözlem yapma koşulları dikkate alınarak 1/20 olarak seçilmiştir (Özfirat, 2007).

$$\frac{L_m}{L_p} = l \quad (1)$$

Eşitlik 2'de, π teoremine göre (boyutsal analiz) yapılmıştır. Buna göre eşitlik aşağıdaki şekli almıştır.

$$\frac{E_m}{E_p} = \frac{\sigma_m}{\sigma_p} = \frac{\gamma_m L_m}{\gamma_p L_p} \Rightarrow S = \gamma l \quad (2)$$

Yukarıdaki eşitlikte S dayanım ölçek faktörüdür ve modelde kullanılan malzemenin sahadaki malzemenin dayanımına oranıdır. γ ise birim hacim ağırlık ölçek faktörüdür. Modelde kullanılan malzemenin birim hacim ağırlığının, sahadaki malzemenin birim hacim ağırlığına oranıdır. l ise geometrik ölçek faktörüdür. Bu eşitlik ile yapılan hesaplamalarda dayanım ölçek faktörü kömür için 0.095 ve tavantaşı için 0.052 bulunmuştur (Çizelge 1).

Çizelge 1. Tabakaların gerçek ve gerilme ölçek faktörlü TEBD değerleri

Tabakalar	Sahadaki dayanım değeri (MPa)	Yoğunluk (g/cm ³)	Gerilme ölçek faktörü	Modeldeki dayanım değeri (MPa)
Kömür	12.15	1.36	0.095	1.15
Kiltaşı	20.84	2.50	0.052	1.08

3.2. Modelde Kullanılan Yürüyen Tahkimatlar

Ayak tahkimatının modelleri üzerindeki malzemeye dayanabilecek şekilde kesilip kıvrılan ve birbirine kaynatılan malzemedir. Metal tahkimatlar yapılırken, orjinallerinin tüm ölçüleri 1/20 oranında küçültülmüştür. Pencere boyutları sahada kullanılan tahkimatta 175×80 cm iken modelde kullanılacak tahkimatlarda 8.75×4 cm boyutlarındadır. Modelde yapılan ayakta dört adet tahkimat kullanılmıştır (Şekil 4).



Şekil 4. 1/20 ölçekli modelde kullanılan tahkimatlar ve gerçek ayak tahkimatı

3.3. Deneylerde Kullanılacak Model Malzemesinin Belirlenmesi

Model malzemesi olarak yoğunluğu 2.6 g/cm³ olan, tane boyutu 100 ile 500 mikron arasında değişen kalsit kullanılmıştır. Bağlayıcı malzeme olarak yoğunluğu 1.41 g/cm³ olan Na₂SiO₃ kullanılmıştır. Malzeme kalıbı çapı NX karot çapında yaptırılmıştır. Model malzemesi karışımı silindirik kalıba konulduktan sonra % 5, % 10, % 20 ve % 30 oranlarında bağlayıcı miktarları denenmiştir. Model malzemesini belirlemek için birbirinden farklı on karışım hazırlanmıştır. Yapılan tek eksenli basma dayanım deneylerinde elde edilen değerler saha değerlerine dayanım ölçek faktörü de gözönüne alınarak 10 numaralı karışım vermiştir. Dolayısı ile kömür ve tavantaşı için modelde 10 numaralı malzemenin özelliklerinin kullanılmasına karar verilmiştir (Çizelge 2).

Çizelge 2. Malzeme özellikleri ve dayanım parametreleri

No	Bağlayıcı %	Tane iriliği μ	Malzeme sıkılama yükü, MPa	Etüvde bekletme süresi, h	Ortalama TEBD değerleri, MPa
1	10	-100	0.87	12	3.28
2	5	-100	0.87	2	2.59
3	5	-100+500	1.31	12	4.27
4	20	-100	1.31	24	7.56
5	20	-100	0.87	24	5.48
6	30	İkisi eşit miktarda karışık	0.87	4	Malzeme kalıba yapışmıştır
7	20	İkisi eşit miktarda karışık	0.87	12	6.05
8	30	-100	0.87	24	Malzeme kalıba yapışmıştır
9	10	-100	0.87	2	3.29
10	5	-100	0.87	1	2.01

4. FİZİKSEL MODEL DENEYLERİ

Model malzemesi olarak 10 numaralı karışım seçildikten sonra 1/20 ölçeğinde model çerçevesi hazırlanmış ve kalıpta hazırlanan kömür damarı temsili bloğu modele yerleştirilmiştir. Deneyler, dört tane model kömür damarı yapılarak dört kez yapılmıştır. Her deneyde model malzemesi, model malzemesi uzunluğu/6cm olacak kadar göçertilmiştir. Yani model malzemesinin uzunluğunun 42 cm seçildiği deneyde yedi kez, 24 cm seçildiği deneylerde dört kez kömür damarı bloku göçertilerek kayıplara bakılmıştır. Kayıplara bakılırken bu çalışmada özünü temsil eden pencere genişliğinin etkisi incelenmeye çalışılmıştır. İlk grup deneylerde pencere mevcut sistemdeki genişliği kadar kullanılmıştır. Bu genişlik 1/20 geometrik ölçek faktörü düşünüldüğünde 4 cm genişlikte (orjinali 80 cm) kullanılırken, ikinci grup deneylerde pencere genişliği pencere her iki taraftan 0.5 cm kesilerek 5 cm olarak kullanılmıştır.

4.1. Var Olan Sistemin Fiziksel Model Deneyleri (Durum I)

Uzunayağı benzetmesi açısından yanyana dört adet tahkimat modeli kullanılmıştır. Ocakta, tavan kömürü üretimi kesici-yükleyici 1.2 m ilerleme sağladıktan sonra yapılmaktadır. Bu değer modelde 1/20 geometrik ölçek faktörü ile 6 cm'ye karşılık gelmektedir. Şekil 5'te görüldüğü gibi modelin üzerinde durduğu kızak her defasında 6 cm çekilerek model malzemesi pencerelerden göçertilerek kazanılmaya çalışılmıştır. Model malzemesini sahadaki tavan kömürüne iyi bir şekilde benzetebilmek için deneye başlamadan önce malzemede sahadaki eklem, çatlakları ve süreksizlikleri temsil edebilmek açısından model malzemesinde göçmeye yardımcı bazı yüzeyler oluşturulmuştur. Sahadaki gibi bazı olumsuzluklar deneylerde yaşanmıştır. Örneğin göçme sırasında sahadaki gibi büyük bir parçanın pencereyi tıkaması gibi. Bu gibi durumlarda ise deneyde parçalar dışarıdan müdahale ile ufak parçalara ayrılmıştır (sahada patlatma yapılmaktadır). Sahada kömür bloğunun pencereyi tıkaması durumunda patlatılarak alınmasında kaybın olup olmadığının belirlenmesi kömür bloğunun büyüklüğüne ve pencere üzerine geldiği şekle bağlıdır. Sahada yapılan gözlemlerde pencere üzerinde ve genişliğinde olan kömür bloklarının kayıpsız olarak kazanıldığı gözlenmiştir.

Pencere genişliğinden geniş olan bloklar patlatıldığında kömürün iki tahkimat arasında kalan kısmı ve pencere dışındaki kısmı ayak arkasında kalmaktadır.

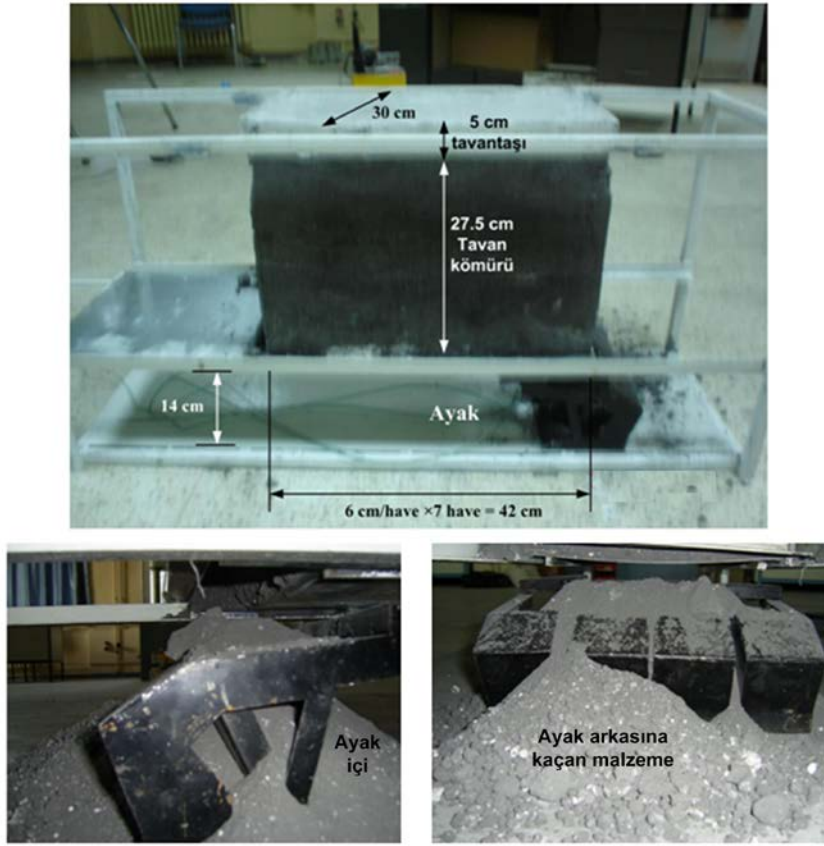
Deneyler sırasında model malzemesinin üzerine, sahadaki hemencecik tavanı temsil etmesi açısından ağırlıkta konulmuştur. Konulacak yük hesabında ise Çelik'in 2005'te yaptığı çalışmada bulunduğu ayak üzerine gelen ortalama yayılı yük miktarından faydalanılmıştır. Çelik yaptığı çalışmada ayak yayılı yükünü 12.61 MPa olarak bulmuştur. Bu değer ve hemencecik tavan formülü ($h=m/(k-1)$) kullanılarak ayrıca ölçekte dikkate alınarak fiziksel model üzerindeki yayılı yük miktarının 1.63 t/m^2 olması gerektiği bulunmuştur. Bu formülde h ile gösterilen tahkimat üzerine yük veren yükseklik, m damar kalınlığı ve k ise kabarma faktörüdür. Bu yayılı yük değeri $0.3 \text{ m} \times 0.42 \text{ m}$ olan model boyutları ile çarpıldığında modelin üzerinde olması gereken yük miktarı 0.205 t bulunmuştur.

Model malzemesinin boyutları $42 \text{ cm} \times 30 \text{ cm} \times 32.5 \text{ cm}$ 'dir. Ocakta ayak yüksekliği 2.8 m ve modelde ise 14 cm 'dir. Tavan kömürü kalınlığı sahada 5.5 m iken model çerçevesinde 27.5 cm 'dir. Gözlemlerin rahat yapılabilmesi için geometrik ölçeğin büyük seçilmesi ve çalışmanın özünü tavan kömürü blokunun oluşturması nedeni ile tavantaşı modelde 5 cm kalınlık ile temsil edilmiştir. Model malzemesinin uzunluğu 42 cm 'dir ve deneylerde 7 kez göçertme yapılmıştır. Model malzemesinin boyunun 42 cm seçilmesi laboratuvar koşullarında model malzemesinin taşınabilirliği dikkate alınarak çalışmacılar tarafından seçilmiştir.

Yapılan dört deneyden elde edilen sonuçlar Çizelge 3'de verilmiştir. Birinci deneyde 42 cm uzunluğunda model malzemesi kullanılmıştır. Geriye kalan üç deneyde ise 24 cm uzunluğunda model malzemesi kullanılmıştır. Tüm deneylerin sonucunda tavan kömürüne oranla kayıp oranı % 29.21, tüm damar dikkate alındığında ise % 19.35 olarak bulunmuştur. Tüm damar ile kastedilen kayıpsız olarak ayaktan üretilen kömür miktarının hesaplara katılmış olmasıdır. Kayıpsız çalışılan ayaktan gelen üretim kayıp oranını düşürmektedir. Deneylerde 14 cm 'lik kısmın % 100 verimle üretildiği düşünülerek hesaplamalar yapılmıştır (Şekil 5).

Çizelge 3. Var olan sistem (Durum I) için yapılan deney sonuçları (Özfirat, 2007)

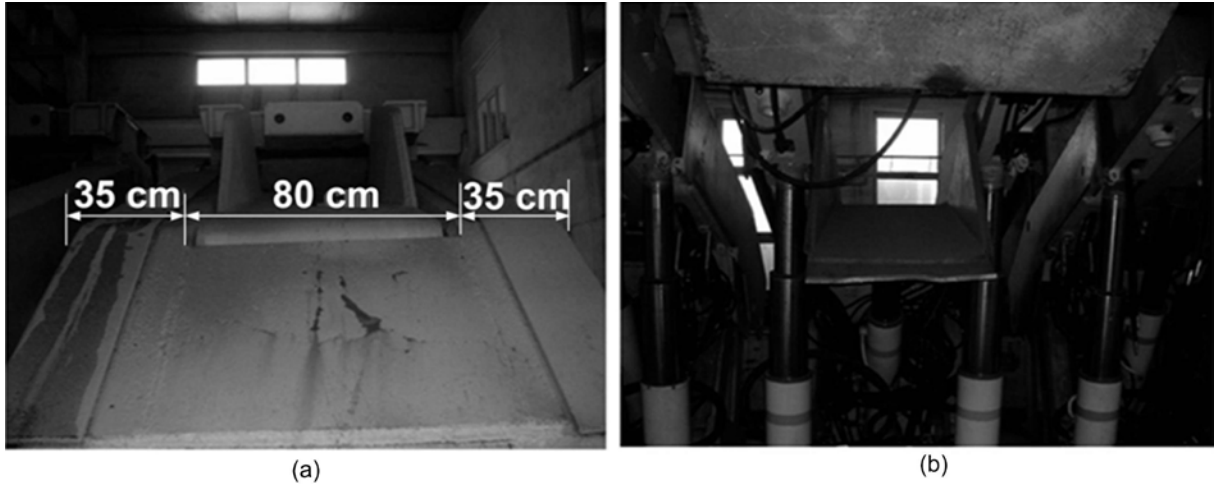
	Kesim sayısı	%	%
		Tavan kömürüne oranla	Tüm damara oranla
Deney 1	7	$(33.95+30.93+32.72+28.87+32.25 + 21.14+23.75)/7=29.09$	$(22.5+20.49+21.68+19.13+21.37+14 + 15.74)=19.27$
Deney 2	4	$(21.88+28.63+30.41+29.09)=27.5$	$(14.5+18.97+20.15+19.28)/4=18.23$
Deney 3	4	$(29.42+34.79+30.23+36.54)/4=32.75$	$(19.49+23.05+20.03+24.22)/4=21.70$
Deney 4	4	$(32.53+27.32+20.14+29.96)/4=27.48$	$(21.56+18.10+13.34+19.85)/4=18.21$
Ortalama	-	29.21	19.35



Şekil 5. Fiziksel model ve var olan sistem deneyleri (durum I) (Özfirat, 2007)

4.2. Tahkimat Pencere Genişliğinin Büyütülmesinden Sonraki Deneyler (Durum II)

Deneylerde, tavan kömürü kazanımının artırılması için tahkimat pencere alanının büyütülmesinin ne gibi bir etkisinin olduğu araştırılmıştır. Model tahkimatın pencere genişliği 4 cm'den 5 cm'ye büyütülmüştür. Gerçek sistem düşünüldüğünde tahkimat penceresi her iki taraftan 10 cm olmak üzere 20 cm büyütülmüş olmaktadır. Gerçek sistemde bu işlemin uygulanabilirliği ana direk çaplarına bakıldığında ve pencerenin her iki yanındaki 35 cm'lik kısma bakıldığında olası görülmektedir (Şekil 6).



Şekil 6. Tahkimat penceresinin yukarıdan (a) ve önden (b) görünüşü

Pencerenin büyütülmesinin yürüyen tahkimatın stabilitesini nasıl etkileyeceği araştırıldıktan sonra gerçek sistemde pencere büyütme işlemi uygulanabilir. Deneylerde böyle bir işlemin yapılmasının kömür kaybını ne kadar azalttığı bulunmuştur. Pencere her iki kenardan 0.5 cm büyütülerek pencere alanı % 25 oranında büyümüştür. Pencere boyunda ise herhangi bir değişiklik yapılmamıştır (Şekil 7).



Şekil 7. Tahkimat modelinde durum I ve II'de pencere genişliği

Çizelge 4. Pencere büyütüldükten sonra (Durum II) yapılan deneylerin sonuçları (Özfirat, 2007)

	Kesim sayısı	%	
		Tavan kömürüne oranla	Tüm damara oranla
Deney 1	4	$(15.73+20.62+22.17+24.52)/4=20.76$	$(10.42+13.67+14.69+16.25)/4=13.76$
Deney 2	4	$(19.05+19.91+22.63+18.04)/4=19.91$	$(12.63+13.19+15.00+11.95)/4=13.19$
Deney 3	4	$(18.48+16.55+15.16+21.85)/4=18.01$	$(12.25+10.97+10.04+14.48)/4=11.93$
Ortalama	-	19.56	12.96

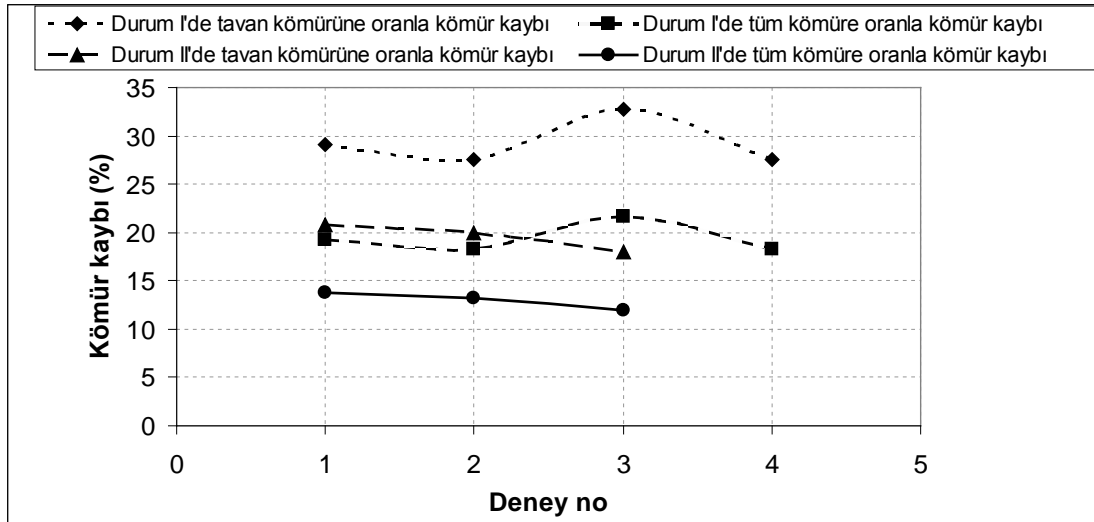
Yapılan deneylerin sonucu olarak kömür kaybı tavan kömürüne oranla % 19.56, tüm damara oranla % 12.96 olarak bulunmuştur (Çizelge 4). Şekil 8'de pencere büyütüldükten sonra yapılan deneyler görülmektedir. Sonuçta ilk durumda tavan kömürüne oranla % 29.11 olan kömür kaybı % 19.56'ya, tüm damara oranla % 19.35 olan kömür kaybı % 12.96'ya düşürülmüştür. Sonuçta pencerenin büyümesi kömür kaybının yaklaşık % 30 oranında azalmasını sağlamıştır (Şekil 9).

5. SONUÇ

Çalışmada, tahkimat stabilitesini ve dizaynını kontrol ederek pencerenin büyütülmesinin kömür kaybını ne kadar azaltacağı araştırılmıştır. Modelde yapılan değişiklik gerçek sistemde yapılırken tahkimat stabilitesi ve dizaynı ile ilgili çalışılmalıdır. Deneylerde öncelikle 4 cm genişliğe sahip pencereden kömür kazanılmıştır. Bu deneylerde kayıp oranları tavan kömürüne ve tüm kömüre oranla sırasıyla % 29.21 ve % 19.35 bulunmuştur. Daha sonra pencere her iki taraftan 0.5 cm büyütülerek 5 cm'ye yükseltilmiştir. Pencere alanı % 25 büyütülmüştür. Pencerenin 5 cm olduğu çalışmalarda kayıp oranları tavan kömürüne ve tüm kömüre oranla sırasıyla % 19.56 ve % 12.96 olarak bulunmuştur. Böylece kayıp oranında yaklaşık % 30'luk bir azalma sağlanmıştır.



Şekil 8. Pencere büyütüldükten sonra yapılan deneylerden görüntüler



Şekil 9. Durum I ve II'de oluşan kömür kayıp oranları

Gerçek sistemde ise pencerelerin büyütülmesinin tahkimatın dengesi ve uzunayak şartları açısından uygunluğu araştırılmalıdır. Tahkimatların ana yapısı, ağırlıkları ve pencere kenarlarındaki mesafeler düşünüldüğünde pencerenin büyütülmesi olası gözükmemektedir. İşletmede ayak uzunluğu ortalama olarak 100 m kabul edilirse 1.5 m genişliğinde yaklaşık 70 adet tahkimat kullanılmaktadır. 70 adet tahkimatın pencerelerinin büyütülmesinin kayıpları azaltacağı kuşkusuzdur.

TEŞEKKÜR

Yazarlar, çalışmanın saha araştırmaları bölümünde yardımlarını esirgemeyen Ömerler linyit ocağı mühendis ve işçi çalışanlarına teşekkürü bir borç bilirlir. Ayrıca TKİ'ye ve GLİ'ye çalışmaya verdiği destek için Akdeniz kimya A.Ş. ve Omya madencilik A.Ş.'ne hammadde sağlamada yardımları için teşekkür ederler.

KAYNAKLAR

- ASTM D 2938 (1995): "Standard Test Method For Unconfined Compressive Strength of Intact Rock Core Specimens", Wisconsin: American Society of Agronomy Inc.
- Çelik R. (2005): "GLİ Ömerler Mekanize Ocakta Yürüyen Tahkimatın Taşınmasının Geliştirilmesi", Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora tezi, s. 144.
- Destanoğlu N., Taşkın F. B., Taştepe M., Öğretmen S. (2000): "Ömerler Mekanizasyon Uygulaması", TKİ, Ankara.
- Everling G. (1964): "Model Tests Concerning the Interaction of Ground and Roof Support in Gate Roads", International Journal of Rock Mechanics Mining Science and Geomechanics Abstracts, No. 1, s. 319-326.
- Hebblewhite B. (2000): "Review of Chinese Thick Seam Underground Coal Mining Practice", The Aust Coal Rev; No. 10, s. 36-37.
- Hebblewhite B. K., Cai Y. J. (2004): "Evaluation of the Application of the Longwall Top Coal Caving (LTCC) Method in Australia", Mining Research Centre School of Mining Engineering, Sydney.
- Hobbs D. W. (1965): "Scale Model Studies of Strata Movement Around Mine Roadways", Part II: The effect of slotting a solid rib, National Coal Board, Makale No: 2297.
- Singh R., Singh T. N. (1998): "Investigation into the Behavior of a Support System and Roof Strata During Sublevel Caving of a Thick Coal Seam", Geotechnical and Geological Eng; No. 17, s. 21-35.
- Özfirat M. K., Şimşir F. (2005): "Roof Coal Recovery in a Thick Coal Seam Operating by Longwall Method", In: Min Rocks Symp, Poster Representations, Toronto.
- Özfirat M. K. (2007). "Ömerler Yeraltı Kömür Ocağında Tam Mekanize Üretimde Oluşan Kayıpların Belirlenmesi ve Azaltılması Üzerine Araştırmalar", Doktora tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi.
- Xu B. (2001): "The Longwall Top Coal Caving Method for Maximizing Recovery at Dongtan Mine", In: 3rd Intl. Underground Coal Conf., Sydney.
- Yavuz H., Fowell R. J. (2003): A Physical and Numerical Modeling Investigation of the Roadway Stability in Longwall Mining with and without Narrow Pillar Protection", Minerals and Mining, No. 113, s. 59-72.