

AHŞAP DOMUZDAMLARININ ÇALIŞMA PERFORMANSLARININ İYİLEŞTİRİLMESİ

IMPROVEMENT OF THE WORKING PERFORMANCE OF WOODEN CRIBS

Rıfat DAĞDELEN, Tuncer ÖZKAN

Türkiye Taşkömürü Kurumu Genel Müdürlüğü, Zonguldak

Tuğrul ÜNLÜ

Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Zonguldak

ÖZET

Bu bildiriye, uzunayaklarda uygulanan ahşap tahkimatın etkinliğinin artırılması amacıyla yapılan bir çalışmaya yer verilmektedir. Bu bağlamda; uzunayaklarda tavan kontrolünün etkinliğini artırabilmek amacıyla, domuzdamlarında kullanılacak yeni bir sıkıtma düzeneği önerilmektedir. Söz konusu düzenekle sıkılan domuzdamlarının çalışma performansının belirlenmesi amacıyla Türkiye Taşkömürü Kurumu'nun Üzülmüş, Karadon ve Kozlu Müesseseleri'nde bir dizi deneme yapılmıştır. Yapılan çalışmaların sonuçları; uygun tahkimat malzemesi ile birlikte önerilen sıkılama düzeneğinin birlikte kullanılması durumunda, uzunayaklardaki tavan kontrolünün etkinliğinin artırılabilceğini göstermiştir.

ABSTRACT

In this work, an investigation has been carried out to improve working performance of wooden cribs used in longwalls. The new setting equipment has been installed on cribs to set the cribs tightly between roof and floor. This system includes a special reinforced rubber bag which is inflated with pressurized air to develop load carrying capacity. A number of tests have been conducted in longwalls at TTK coal mines. Results have shown that if the proposed system well adopted and used with care, it would improve stability and safety in underground longwall workings.

1. GİRİŞ

Ülkemiz madenciliği uzun sayılabilecek bir geçmişe sahip olmasına karşın, üretim teknolojisi açısından birkaç kurumda gösterdiği teknik uygulama dışında dünden bugüne beklenen gelişmeyi sağlayamamıştır. Özellikle, Türkiye Taşkömürü Kurumu'nda (TTK) bir kaç on yıllık geçmiş süre içerisinde küçük boyutlu kıpırdanmalar görüldü ise de madenciliğin derin kotlara doğru kaymasına paralel olarak öngörülen teknolojik yatırımın yetersizliği, işçi sayısı ve teknik personel eksikliği kurumun kömür üretiminin günden güne düşmesine neden olmuştur. Kurum son yıllarda, üretim ve iş güvenliğinin artırılması amacıyla yeni projeler ve çalışmalar gerçekleştirmeye başlamıştır. Günümüz koşullarında, mevcut organik kökenli katı yakıtların gelişmekte olan ülkelerin vazgeçilmez enerji kaynakları olduğu düşünülürse, bu kaynakların en ekonomik şekilde üretilmesinin ülke için ne derece faydalı olacağı kolayca görülebilecektir.

Madencilik çalışmalarında işletme aşamasına geçilmeden önce, iyi bir üretim planlamasının oluşturulması, iş organizasyonunun tamamlanması ve en önemlisi uygulanması düşünülen üretim yöntemi için gerekli olan teknik donanımın o iş için ne derece uygun ve verimli olup olmadığının belirlenmesi gerekmektedir. Zonguldak Taşkömürü Havzası'nın jeolojik koşulları mekanize kazıya olanak vermemekte ve bu nedenle üretim insan gücüne ve ayakiçi tahkimatı da ağırlıklı olarak ahşap tahkimat kullanımına bağlı olarak yürütülmektedir. Arına paralel ahşap tahkimatlı uzunayak yöntemi havzanın en yaygın olarak kullandığı üretim metodudur. Bu yöntem uzun yıllardır başarı ile uygulanmasına karşın, uygulamada zaman zaman bazı sorunlar yaşanmaktadır. Ayakiçi göçükleri tahkimatın etkin bir şekilde yapılamamasının bir göstergesidir. Diğer taraftan, yalancı tavanın göçertilmesinde yaşanan sorunlar ve yine ana tavanın periyodik olarak kırılması sırasında yaşanan aşırı yükler de tahkimatın aşırı zorlanmasına neden olmakta bazı durumlarda daha da kötü senaryolara neden olabilmektedir.

Ahşap tahkimatlar, pasif tahkimat türlerinden olduklarından, ilk kuruldukları anda yük taşıma kapasiteleri yok denecek kadar azdır. Bu tahkimatın en kısa sürede devreye girip tavan yükünü karşılaması için tavan ve tabana çok iyi sıkılanması gerekmektedir. Mevcut sıktırma düzenekleri (kama vs.) ile bunu başarmak oldukça güçtür. Bu çalışmada, ayakiçi tahkimatının en yüksek yük taşıma kapasiteli elemanlarından olan domuzdamlarının etkinliğinin artırılması amacıyla yapılan çalışma detaylı olarak anlatılmaktadır.

2. UZUNAYAKTA TABAKALARIN DAVRANIŞI

Uzunayakta üretim ve bununla ilgili diğer parametreleri (ilerleme, tabaka kontrolü v.b.) etkileyen önemli unsurlardan biri de tavan tabakalarının davranışlarıdır. Uzunayakta tavan tabakaları yapılanma ve davranış özelliklerine göre ana ve yalancı tavan olmak üzere iki grupta incelenebilir. Yalancı tavan, uzunayağın hemen üzerinde yer alan, tahkimat tarafından desteklenen ilk tavan tabakasıdır. Yalancı tavanın en belirgin özelliği, yalancı tavanı oluşturan blokların yatay yöndeki yükleri komşu bloklara iletememesidir. Mekanik özellikler açısından kendi arasında üç farklı grup oluştururlar (Peng and Chiang, 1984).

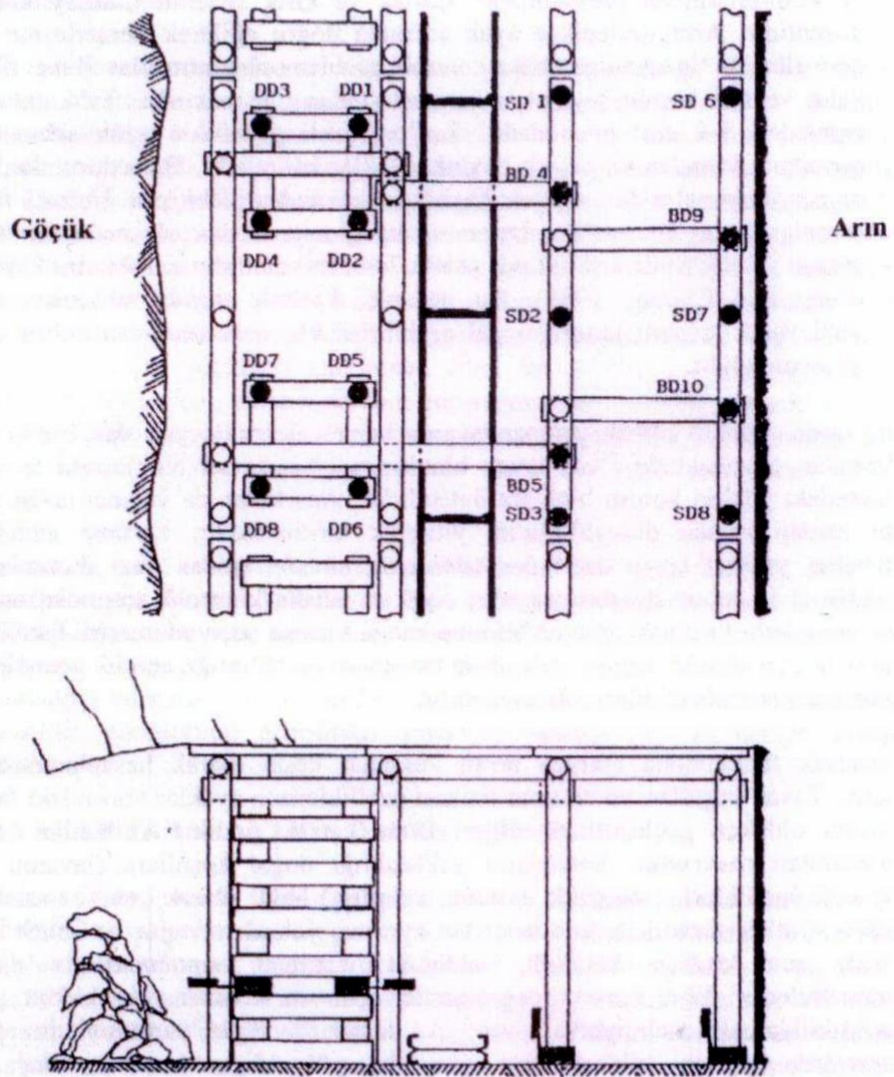
1. Duraysız yalancı tavanlar: Kırılğan veya yumuşak karbonlu şeyller, iyi çatlaklanmış kumlu şeyller bu grubun tipik kayaçlarıdır. Tahkimatsız durma süreleri (stand-up time) yaklaşık 5-10 dakikadır. Ufalanmalar küçük boyutlarda olduğundan sık tahkimat gerektirirler.
2. Yarı duraylı yalancı tavanlar: Sert kumlu şeyller ve kırılğan kumtaşları bu grup tavanların tipik kayaçlarıdır. Sürekli çatlaklar içermemekle birlikte ayrışma ve ufalanmalar küçük boyutlarda meydana gelmektedir. Yenilme, tahkimatın ilerletildiği anlarda iri parçaların tavandan ayrılıp ayak arkasına düşmesiyle tamamlanır.
3. Duraylı yalancı tavanlar: Üç farklı yapıdadırlar. Birinci tip tavanlar, sert kireçtaşları ve kumtaşlarından oluşmaktadır. Çatlak ve kırık sistemleri düşey konumlu ve düzenlidir. Arın ilerledikçe ayak arkasına doğru eğilerek kemerleşme meydana getirirler. Bu tip tavanlar tabaka kontrolü problemi oluşturmazlar. İkinci tip tavanlar kalın ve sert kumlu şeyl veya kumtaşlarından oluşmaktadır. Tahkimatsız durma zamanları 5-8 saat arasındadır. Kırılma şekli genellikle ayak arkasındaki son sarmanın dibinden ve büyük boyutlu bloklar halindedir. Bazı durumlarda kırılma anında tahkimatın duraylılığını kaybetmesine neden olabilirler. Üçüncü tip yalancı tavanlar, kalın ve sert kumtaşları ve konglomeralardan oluşmaktadır. Çok uzun sürede ve çok geniş açıklıklarda (6500-7440 m²) dahi duraylılıklarını kaybetmezler (Peng and Chiang, 1984). Bu nedenle, kırılma anında tahkimata aşırı yük yükleyerek şiddetli hasarlara yol açabilirler. Bu nedenle tavan belirli aralıklarla göçertilmelidir.

Ana tavan, konum olarak yalancı tavanın hemen üzerinde yer alan bir veya birkaç tabakadan oluşmaktadır. Ana tavan blokları yalancı tavan bloklarının tersine yatay konumdaki yükleri komşu bloklara iletebilirler. Ana tavan da yalancı tavan tabakaları gibi zaman zaman duraylılıklarını yitirerek kırılmaktadır. Kırılma anında oluşan kuvvetler yalancı tavan üzerinden tahkimata transfer olarak bazı durumlarda ciddi boyutlarda hasar oluşturabilmektedir. Ayakiçi tabaka kontrolü açısından ana tavanın kısa aralıklarla kırılması arzu edilmesine karşın kırılma periyodu çeşitli faktörlere bağlı olarak değişmektedir. Bunlar, ana tavan tabakalarının kalınlığı, açıklık genişliği, yalancı tavanın dayanım özellikleri v.b. sayılabilir.

Uzunayak tahkimatına etkiyen tavan yükünün kesin olarak hesaplanması oldukça güçtür. Tavan koşulları ve ortamın fiziksel özelliklerinin ayaklar arasındaki farklılıkları çözümü oldukça güçleştirmektedirler. Buna karşın, pratikte kullanılan çeşitli yük yaklaşımları mevcuttur. Sonuçların yaklaşıklıkla doğal koşullara (tavanın litolojisi, mekanik özellikleri, çatlaklılık durumu, kalınlığı) bağlı olarak geniş sınırlar arasında değişir. Çatlak sistemi ile ana tavandan ayrılmış yalancı tavanın ve belirli aralıklarla kırılan ana tavanın kalınlığı, tahkimat yükünün saptanmasında en önemli parametrelerdir. Eğer mevcut doğal şartlar için söz konusu yükseklikler yeterli bir yaklaşıklıkla belirlenebiliyorsa, tavan yükü de basit modeller yardımıyla hesaplanabilir. Literatürde verilen yaklaşımların esası bu yüksekliğin hesabına dayanmaktadır (Whittaker, 1974a; Whittaker, 1974b, Peng and Chiang, 1984). Mevcut yaklaşımlara

örnek olarak ayak arkasının doğal dolgusu şartına dayanan yük yaklaşımı bu konuda kabul gören en önemli bir örnektir.

Uzunayak tahkimatına etkiyen yüklerin yaklaşık olarak belirlenmesi, tahkimat yüklerinin üretim sırasında sistematik olarak ölçülmesiyle mümkündür. Mekanize ayaklarda yürüyen tahkimata etkiyen yükleri sürekli ve bilgisayar kayıtlı olarak ölçmek mümkünken, ahşap tahkimatlı klasik ayaklarda bu işlem yük ölçerlerin direk diplerine ve domuzdamlarına koyulması ile mümkün olabilmektedir (Şekil 1). Ayakıçi konverjans ölçümlerine paralel olarak yürütülen yük ölçümlerinden elde edilen sonuçlarla, ayaktaki ortalama yük yoğunlukları hesaplanarak daha etkin bir tahkimat tasarımı oluşturmak mümkün olabilmektedir (Ünlü, 1989).



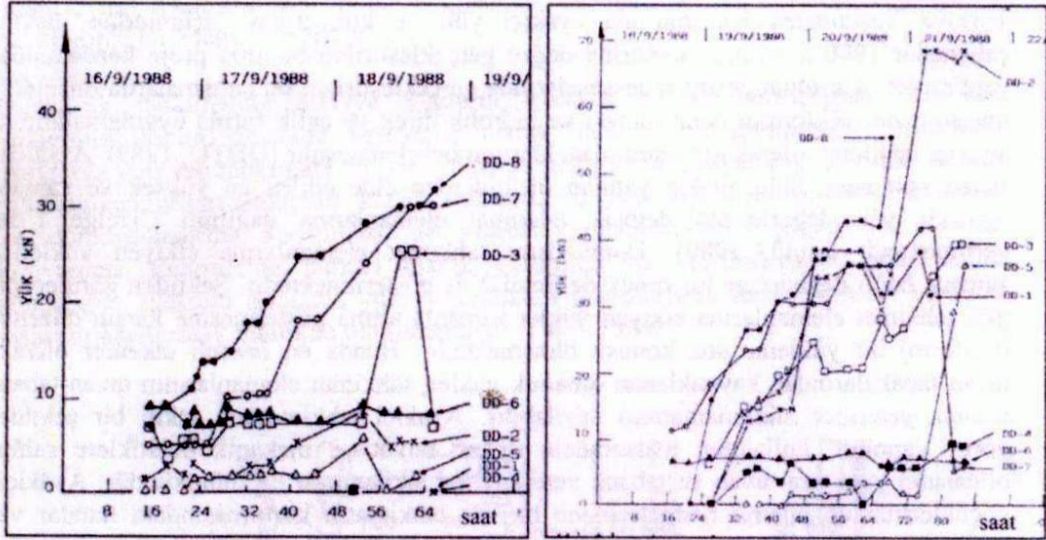
Şekil 1. Ahşap tahkimatlı uzunayaklarda yük ölçme sistemi (Ünlü, 1989).

Türkiye Taşkömürü Kurumu'nda ayakiçi yük ve konverjans ölçümlerine ilişkin çalışmalar 1980'li yılların sonlarına doğru gerçekleştirilen bir dizi proje kapsamında yapılmıştır. Kurumun çeşitli müesseselerinde gerçekleştirilen bu çalışmalarda öncelikli husus, tavan yüklerinin belirlenmesi ve hidrolik direk ve çelik sarma uygulamalarının ayakiçi tahkimatı olarak kullanım olanaklarının belirlenmesidir (ODTÜ, 1989). Aşağıda Asma İşletmesi, Sulu ayakta yapılan ölçümlerden elde edilen en yüksek ve zaman ağırlıklı yük değerlerinin değişik tahkimat elemanlarına dağılımı Çizelge 1'de verilmektedir (Ünlü, 1989). Domuzdamı tahkimat elemanlarına etkiyen yüklerin zamana bağlı değişimine bir örnek de Şekil 2'de gösterilmektedir. Şekilden görüleceği gibi tahkimat elemanlarına etkiyen yükler zamanla artma göstermesine karşın düzenli (üniform) bir yükleme söz konusu olmamaktadır. Bunda en önemli etkenler olarak tavan tabakalarından kaynaklanan dinamik yükler, tahkimat elemanlarının tavan-taban arasına yeterince sıkılanamaması sayılabilir. Ayakiçi tahkimatının etkin bir şekilde görev yapması, kullanılan malzemenin uygun boyut ve mekanik özelliklere sahip olmasının yanı sıra tavan ve tabana yeterince iyi sıkılanması ile mümkündür. Ayakiçi göçüklerinin en önemli nedenlerinden biri de tahkimatın kurulmasındaki hatalar ve kullanılan malzemede var olan yapısal kusurlardır.

Çizelge 1. Uzunayakta yük ölçümleri sonunda elde edilen en yüksek yük değerlerinin değişik tahkimat elemanlarına dağılımı (Ünlü, 1989).

Ölçüm Serisi	Domuzdamı (kN)	Sarma (kN)	Çatal (kN)
I. Seri ölçümlerde elde edilen en yüksek yük değerleri	70.52	205.54	172.65
II. Seri ölçümlerde elde edilen en yüksek yük değerleri	147.3	89.47	54.04
I. ve II. seri ölçümlerde elde edilen en yüksek yük değerlerinin zaman ağırlıklı ortalamaları	116.44	177.28	143.78

Domuzdamları ahşap tahkimatlı uzunayakların başlıca tahkimat elemanlarındanıdır. Yük taşıma kapasiteleri çatal direklere göre oldukça fazla olan bu elemanların ayakiçi tahkimatı olarak işlevleri oldukça fazladır. Ünlü ve Gerçek (2000), domuzdamları türleri ve çalışma prensiplerine ilişkin detaylı bir çalışma yapmışlar, domuzdamlarının seçimi ve kurulmasının ayakiçi tahkimatı etkinliğinin artmasındaki önemini vurgulamışlardır. Uzunayak üzerinde yer alan yalancı tavan tabakaları arın önünde kömür damarı ve arkada domuzdamı üzerinde mesnetlenerek bir çeşit çift mesnetli basit taşıyıcı kiriş oluşturmaktadır. Domuzdamı tavan ve taban arasına yeterli sıklıkta kurulmadığı durumlarda, bu kiriş sadece arın önünde desteklenen ankastre kiriş gibi davranacaktır. Bu tür yüklemeler özellikle tavan tabakalarının zayıf olduğu durumlarda sorun oluşturabilmektedir. Tavan tabakalarının arın önünde kesilmesi ile birlikte ayak tahkimatının aşırı yüklemesi veya arın önü göçükleri beklenen olası problemlerden olacaktır.



Şekil 2. Domuzdamı tahkimat elemanlarına etkiyen yüklerin zamana bağlı değişimi (Ünlü, 1989)

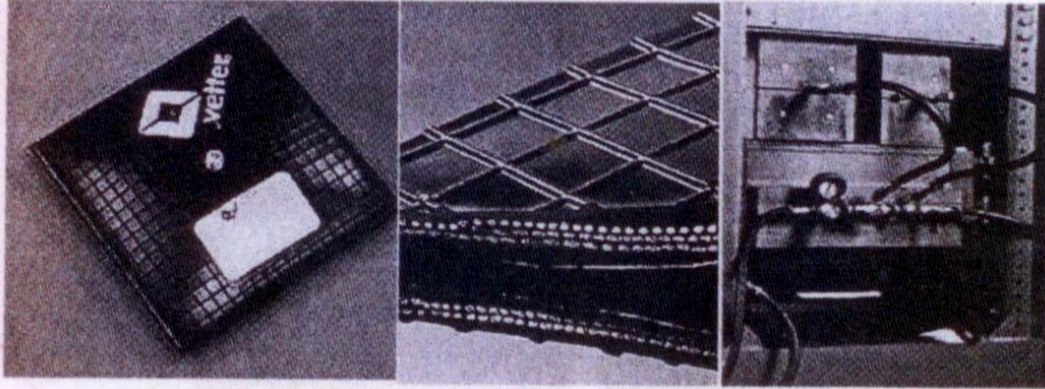
3. DOMUZDAMI TAHKİMATININ ETKİNLİĞİNİN ARTIRILMASI

Zonguldak kömür havzasındaki ahşap tahkimatlı uzunayaklarda, ayakiçi tahkimat sistemlerinin iyileştirilmesi amacıyla yürütülen çalışmalardan bir tanesi de domuzdamı tahkimatlarının çalışma performansını etkinleştirmektir. Böylece:

- i. Domuzdamları tavan ve tabana daha iyi sıkılarak yalancı tavana arın gerisinde sağlam bir mesnet noktası oluşturulacaktır. Böylece ayak içinde daha güvenli bir çalışma ortamı sağlanabilecektir (Uncu, 2006).
- ii. Tavana aktif yük verilerek yalancı tavanın domuzdamı havesinin gerisinde düzgün bir hat boyunca kırılmasına yardımcı olunarak ayakiçi tahkimatına etkiyen yük azaltılabilecektir.
- iii. Aktif yük uygulaması ile tavan sarkması en az düzeyde tutularak olası kırılmalar, arın kesmeleri ve dolayısı ile göçük tehditleri azaltılabilecektir.
- iv. Damların kurulma ve sökülmeleri kolaylaştırılarak zaman, işçilik ve malzeme tasarrufu sağlanabilecektir. Diğer bir ifade ile damların sökülmeleri sırasındaki kırılmalar önlenerek sökülme süresi azalacaktır (Öztürk, 2006).

Yukarıda belirtilen hususların karşılanabilmesi için herşeyden önce domuzdamı oluşturulmasında kullanılacak olan ahşap malzeme teknik özelliklerinin uygun olması gerekmektedir. Diğer bir deyişle, domuzdamları meşe veya kayın türü katı ve dayanıklı ağaçtan özel olarak kesilerek boyutlandırılmış ve yapısal kusurlar içermeyen bir yapıda olmalıdır. Klasik yöntemde ahşap kamalarla yapılan sıkırma işleminde yapılacak düzenlemeyle de tavana aktif tahkimat yükü uygulanabilmelidir.

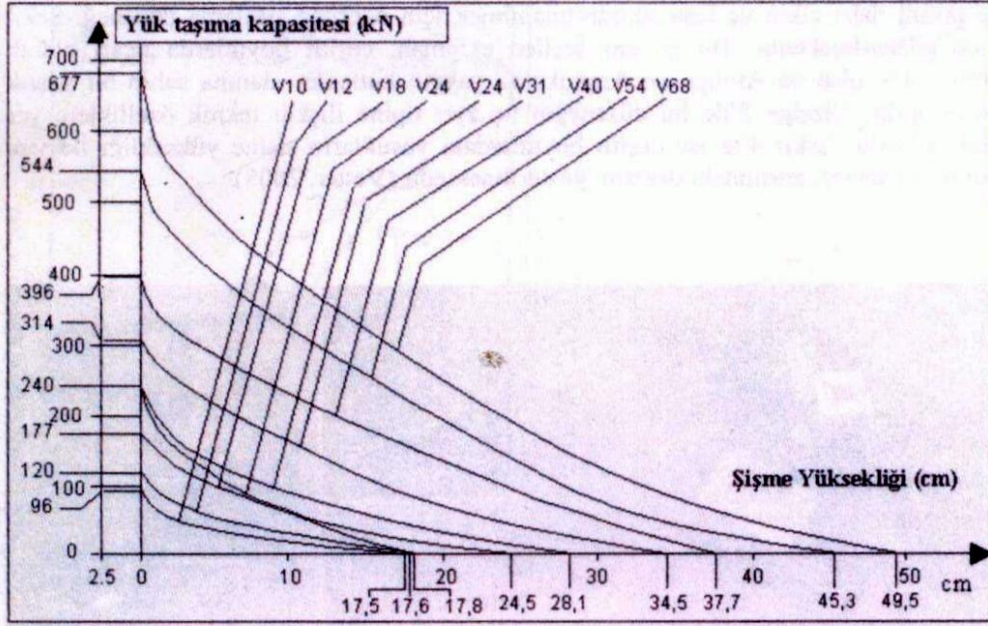
Uzunayaklarda uygulanan domuzdamı tahkimatının çalışma performansını artırabilmek ve tavanı daha etkin ve kısa sürede tutabilmek için önerilen sıkılama düzeneği Şekil 3'de gösterilmektedir. Bu iş için seçilen ekipman, çeşitli boyutlarda ticari olarak üretilmekte olan ve Avrupa ve Amerika'da yaygın kullanım alanına sahip bir yastık düzeneğidir. Çizelge 2'de bu düzeneğin üç ayrı tipine ilişkin teknik özelliklere yer verilmektedir. Şekil 4'te ise çeşitli boyutlardaki yastıkların şişme yüksekliği ile yük taşıma kapasitesi arasındaki değişim gösterilmektedir (Vetter, 2005).



Şekil 3. Domuzdamlarının sıkılmasında kullanılan yastık (Vetter, 2005).

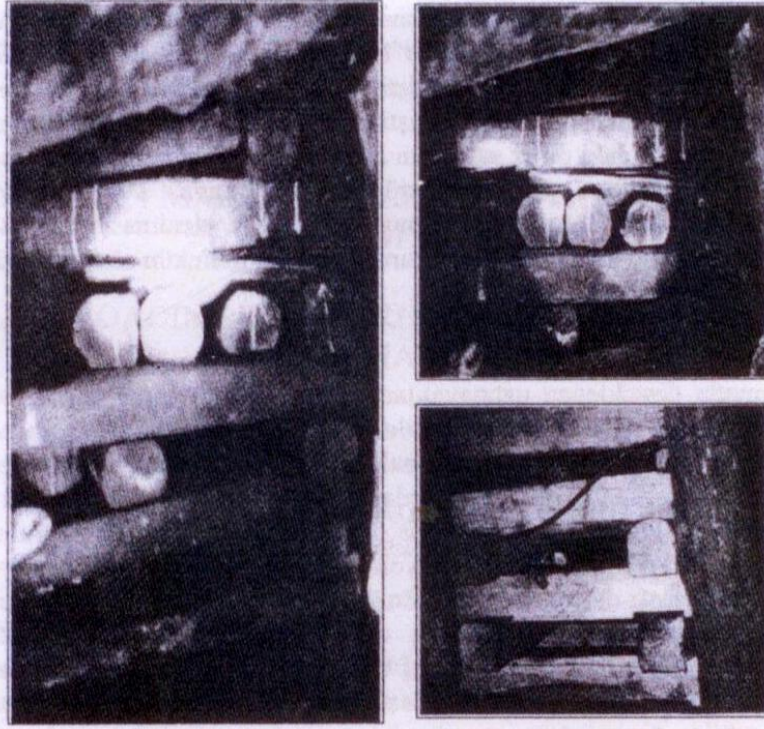
Çizelge 2. Domuzdamı sıkılama yastığının teknik özellikleri.

Tip		V40	V54	V68
Teknik Özellikler				
Kaldırma gücü (maksimum)	kN	396	544	677
	kg	39600	54400	67700
Kaldırma yüksekliği	cm	40.2	47.8	52.0
Boyutlar	cm	78 x 69	86 x 86	95 x 95
Kahnlık	cm	2.5	2.5	2.5
Hava kapasitesi	dm ³	75.0	124.2	161.9
Hava gereksinimi (8 bar)	dm ³	675.0	1117.8	1457.1
Çalışma basıncı(maks.)	kPa	800	800	800
Test basıncı (maks.)	kPa	1200	1200	1200
Patlama basıncı	MPa	3,80	3,6	3,25
Şişme zamanı	s	31.1	51.9	66.3
Ağırlık	kg	11.2	17.0	21.9

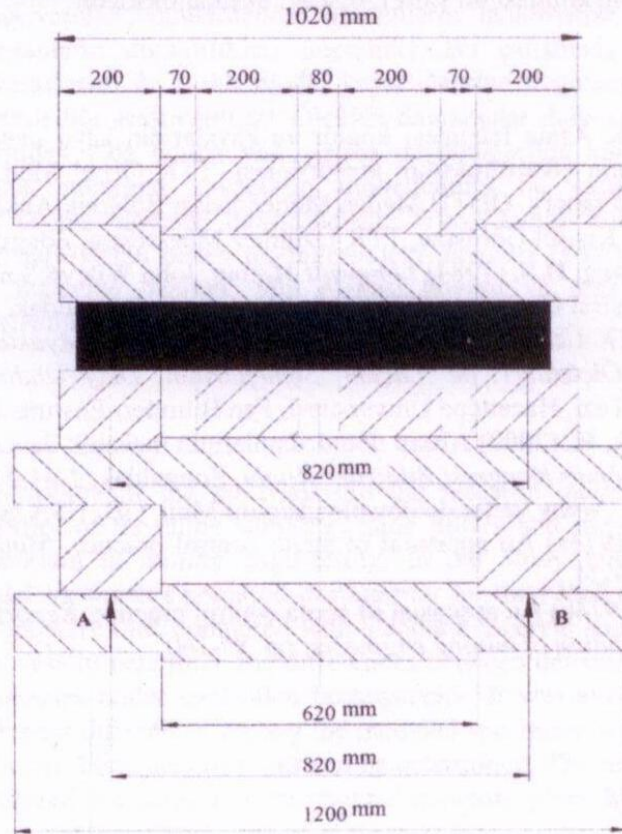


Şekil 4. Sıkılama yastıklarının şişme yüksekliği ve yük taşıma kapasitesi ilişkisi (Vetter, 2005).

Basıncı hava ile şişirilerek kullanılan sıkılama yastığının bağlantı elemanlarında yapılan değişikliklerle, düzeneğin yeraltında domuzdamlarının tavan-taban arasında sıkılanmasında kullanılabilmesi mümkün olmuştur. Sistemin çalışma performansının belirlenmesi amacı ile TTK Karadon, Kozlu ve Üzülmüş Müesseselerinde bir dizi deneme yapılmıştır (Şekil 5). Ahşap domuzdamlarının tavanına yakın bir yükseklikte yerleştirilen yastıklar ile sıkılan domuzdamlarının kurulmadaki ilk sıkılama yükleri ve kazı çalışmaları sırasındaki performansı gözlenerek sisteme uygun direk istif düzeni ve klasik düzende yapılması gereken değişiklikler belirlenmiştir. Denemeler sonucunda önerilen sisteme ilişkin dam direklerinin boyutları ve yerleşim düzeni Şekil 6'da verilmektedir. İlk kurulma sırasında 1.4-3.3 bar (330 kPa) basınç arasında değişen değerlerle domuzdamları tavan ve taban arasına sıkılanmıştır. Damların sökülüp bir öndeki haveye ilerletilmesine kadar geçen süre içerisinde bu basınç 6.5 bar (650 kPa) değerine ulaşmıştır. Diğer bir ifade ile domuzdamları yaklaşık olarak 43.7 ton yük almıştır. Bu değer domuzdamının ayakıçi tahkimatı olarak etkin bir şekilde çalıştığını vurgulamaktadır.



Şekil 5. Domuzdamı sıkılama yastıklarının ayak içinde uygulanmasına örnekler.



Şekil 6. Hava yastıklı sıkırma düzeneekli domuzdamının görünüşü.

Ayrıca, söz konusu yükleme şartlarında domuzdamı direklerinde oluşabilecek maksimum kesme ve eğilme momentleri hesaplanarak yeni sistemin güvenlik şartını karşılayıp karşılayamayacağı belirlenmiştir. Yapılan hesaplamalar sistemin taşıma kapasitesinin yeterli olacağını göstermiştir. Tavanın aşırı yüklemesinin beklendiği durumlarda ise her sıradaki direk sayısının artırılarak domuzdamı yük taşıma kapasitesi artırılabilir. Mevcut sıkılama düzeneğinin hava valfinde yapılabilecek düzenlemeyle de, aşırı yükte sistemin otomatik olarak alçalması (hava tahliyesi) ve yükü çevre direklere ve komşu damlara transfer etmesi mümkün olabilecektir.

4. SONUÇLAR

Ahşap tahkimatla desteklenen uzunayaklarda tavan kontrolünün sağlanması öncelikle uygun malzeme ve işçilik kullanımı ile mümkündür. Her yıl yaşanan ayak içi göçüklerinin en temel nedeni de uygun malzeme kullanılmaması ve tahkimat işçiliğine yeterince önem verilmemesidir. Ayaklarda tavan kontrolünün daha etkin bir şekilde sağlanabilmesi için önemli olan diğer bir husus da aktif tahkimat (kurulma sırasında tavana yük uygulayan) kullanımına yönelmektir. Hidrolik direkler ve yürüyen tahkimatın kullanılması durumunda bu mümkün olmasına karşın ahşap tahkimatta (pasif tahkimat) bu tür destekleme mümkün olmamaktadır. Ancak, domuzdamları için önerilen sıkıtma düzeneği ile, tavan aktif bir şekilde desteklenmekte ve daha etkin bir tavan kontrolü sağlanabilmektedir. Yapılan çalışmalar da önerilen düzeneğten oldukça iyi verim alınabileceğini göstermiştir. Sonuçta, çalışmanın havza çapında yaygınlaşması için gerekli adımların atılmasının yararlı olacağı düşünülmektedir.

5. KAYNAKLAR

- ODTÜ (1989) TTK Asma İşletmesi kömür ve kayalarının kaya mekaniği ve dizayn parametrelerinin çıkartılmasının araştırılması, TTK Genel Müd. için hazırlanan projenin 3. ara raporu. ODTÜ Maden Mühendisliği Bölümü, Ankara.
- Öztürk, N. (2006), Kişisel Görüşme, TTK Üzülmüş Müessesesi, Zonguldak.
- Peng S.S. and Chiang, H.S. (1984) *Longwall Mining*, John Wiley&Sons, USA, 707 p.
- Uncu, F. (2006) Kişisel Görüşme, TTK Kozlu Müessesesi, Zonguldak.
- Ünlü, T. (1989) *TTK Üzülmüş Müessesesi Asma İşletmesi Sulu Ayakta Yapılan Yük ve Konverjans Ölçümleri ile Ölçüm Sonuçlarının Değerlendirilmesi*, Yüksek Mühendislik Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 129 s.
- Ünlü, T. ve Gerçek, H. (2000) Ahşap domuzdamlarının mekanik davranışı ve tasarımı, *Türkiye 12. Kömür Kongresi Bildiriler Kitabı*, Zonguldak. s. 41-55.
- Vetter, (2005) http://www.vetter.de/downloads/mini/Mini_GB_USA.pdf
- Whittaker, B.N. (1974a) An appraisal of strata control practice, *Mining Engineering*, Vol. 134, pp.9-24.
- Whittaker, B.N. (1974b) An appraisal of strata control practice, *Report of joint meeting with the institution of mining engineers*, pp. 85-160.