

MONOLİTİK DOLGU SİSTEMLERİNİN İNGİLTERE'DEKİ UYGULAMALARI VE GELİŞMESİ

Ş. Tuğyan AH1SKA (*)

ÖZET

Bildiride, Monolitik Dolgu Sistemleri'nin İngiltere'de gelişmesi anlatılmakta ve çeşitli yeraltı uygulamalarından örnekler verilmektedir. Yaygın yöntemlerin genel ilkeleri şekillerle açıklanmaktadır. Oldukça yeni bir teknik olan «Suyla Dolgu Sistemi» nin performansı ve taban yollarının korunmasında oynadığı rol, Ellistown Ocağı'nda uygulanmış olan bir araştırmadan elde edilen sonuçlara dayanılarak tartışılmaktadır.

ABSTRACT

This paper discusses the development of Monolithic Packing Systems in the UK and gives a brief account of various underground applications. General principles of the common methods are outlined. The results of an underground investigation into the performance of a relatively new technique, Aquapak, are presented and its effects on the stability of roadways is discussed with special reference to Ellistown Colliery, NCB, South Midlands Area.

(*) Maden Yüksek Mühendisi, GLİ Tunçbük Bölgesi, KÜTAHYA

1. GİRİŞ-İLK UYGULAMA

Su ile harçlandırılıp, katılaştıktan sonra monolitik (tek parça) özellik gösterebilecek bir dolgu şeklinin yeraltı madenciliğinde yararlı olabileceği düşüncesi ilk kez B. Almanya'da ortaya atılmıştır. «Blitzdammer» denilen ve çabuk katılan bir tür çimento ya da anhidrit'in ana dolgu maddesi olarak kullanılabilmesi düşünlüğüden sonra, ilk anhidrit dolgu uygulaması 1964 yılında Holland ocağında yapıldı. Sistemden elde edilen yararlar şu şekilde özetlenebilir :

- önceden dolgu malzemesi taşımacılığına harcanmakta olan emek ve zamandan tasarruf; dolayısıyla ayağa gerekli diğer malzemelerin taşınmasında büyük rahatlama ve böylece artan ayak ilerleme randımanı.
- Göçüğe hava kaçağının önlenmesi sonucu, ayak içerisinde daha iyi bir hava dolaşımı.
- Göçükteki kömürün kendiliğinden yanma (spontaneous combustion) olanağının azaltılması.

Bu avantajlarından dolayı sistem, Saar ve Ruhr kömür havzalarında yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Anhidrit dolgunun aynı zamanda, taban yollarının korunmasına da önemli ölçüde katkıda bulunduğunu gözleyen İngiltere madencilik sektörü, ilk yerüstü denemelerini Dawdon ocağında başlattı. Anhidrit dolgunun ilk uygulaması 1974'te Easington ocağı ve daha sonra Parkside ocağında sürdürüldü. Her iki denemede de yukarıda belirtilen avantajlarının yanısıra yöntem, taban yollarının aşırı deformasyonunun önlenmesinde büyük rol oynamış ve Parkside ocağında Nottingham üniversitesi'nce yapılan ölçümlere göre yollarda düşey kapanma, % ile V_z arasında indirgenmiştir. Monolitik dolgunun dışındaki yöntemlerde %30-40 arasında gözlemlenen dolgu kapanması, bu uygulamalarda % 15 -19 olarak ölçülmüştür.

Bu gelişmelerden önce, Thyssen (GB) Ltd. Şirketi tarafından dizayn edilen ve dolgu maddesi olarak ayna artığı (kömür tozu ve pasa) kullanılan bir tür hidrolik dolgu sistemi, ilk kez 1973 yılında, Güney Galler'de bulunan Brynlliw ocağında uygulanmıştır. Thyssen sistemiyle, taban yollarında kapanma öncekine oranla % e kadar düşürüldü, ayrıca tavan taramasına duyulan gerek tamamıyla ortadan kalkmıştır (2). Yöntem Newdigate ocağında uy-

gulanmıştır. Bu ocakta iki dilim halinde kesilen 7 m kalınlığındaki Warwickshire-Thick damarı kömürü, kendiliğinden yanmaya son derece uygun olması ile tanınmakta idi; geçmişte birçok malzeme ve önemli ölçüde rezerv terkedilmek zorunda kalmıştı. Aynı zamanda taban yollarının stabilizasyonu da büyük sorunlar göstermekteydi. Thyssen yönteminin uygulanması ile bu sorunlar tamamen ortadan kalkmış ve sistem özellikle geri dönümlü olarak alman damar kesiminde, önceki çalışmanın neden olduğu boşlukların doldurulmasında etkinlik göstermiştir. Daha sonra Daw Mill ve daha birçok ocakta uygulanan sistemin özellikle arazi kontrolünde başarılı olduğu çeşitli yayınlarda dile getirilmiştir (3,4,5).

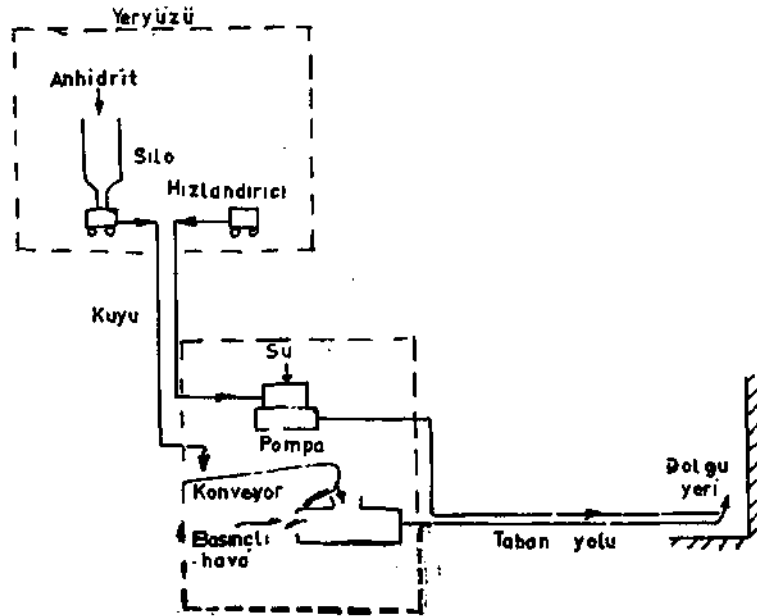
Thyssen sisteminin bir takım eksik ve sakıncalı yanları, Warbret sistemi diye bilinen ve Coventry ocağındaki pilot denemelerden sonra (1976), kesin biçim kazanan yöntemle ortadan kaldırılmıştır. Daha etkin bir yöntem olan Warbret, adını Warwickshire damarı ile sistemi geliştiren Bretby Araştırma Enstitüsünden almış olup, 1976-1980 yılları arasında dört ayrı ocakta (Wolstanton, Desford, Warsop, Taff Merthyr) başarı ile uygulanmıştır.

Bunların dışında, kısa mesafeden uygulanan pompalama (hidrolik) dolgu yöntemleri vardır ki, 1973 yılındaki Kinneil/Walleyfield ocağında yapılan denemesinde çok kırılmalı dolgu elde edilmesinden sonra fazla yaygınlık kazanmamıştır. Bununla birlikte son zamanlarda Madencilik Araştırma Geliştirme Enstitüsü (MRDE) tarafından sürdürülen yerüstü denemeleri ümitli görülmektedir. (6). (Şekil 4 Mindev Sistemi).

2 ANHİDRİT DOLGU SİSTEMİ

Anhidrit (CaSO_4) suyla karıştırıldığında kuvvetli ve sert bir madde olan dihidrat ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)'a dönüşür; ancak bu dönüşüm, dolgunun gerektirdiği çabuklukta olmadığı için, anhidrit dolgunun bir an önce katılaşması, ortama tepkimeyi hızlandırıcı bir madde eklenmesi ile sağlanır. Bu amaçla kullanılan 1/1,8 oranındaki potasyum sülfat (K_2SO_4)/demir sülfat ($\text{Fe}_2\text{SO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) karışımı istenilen sonucu vermiştir. İdeal su/anhidrit oranı ise, deneyimler sonucu 1/1 olarak saptanmıştır (7). Yöntemin uygulanmasında, ana taban yoluna yakın bir yerde, ana yol üzerinde önce bir depo yapılarak vagonlarla kuyu dibinden taşınan anhidrit burada depolanır. Tercihan 7mm'den küçük taneler halindeki anhidrit, komp

resör aracılığı ile en az 100 mm çaplı boru hattından dolgu yerine püskürtülür; su ve hızlandırıcı karışım, taban yolu dibine yerleştirilen bir tankta muamele edilerek 25 mm çaplı ayrı bir boru hattından dolguya pompalanır. Dolguya başlamadan önce dolgu cebi, branda bez germek suretiyle üç yandan çevrelenir. Cebin yol tarafı çelik bağlar arasına kamalar yerleştirilerek perdelenir. Bu şekildeki bir cebin hazırlanması ve tüm dolgu işlemi, iki işçi tarafından 4-5 saatte tamamlanabilir. Yöntemin sakıncalı yanları, büyük hacımdaki dolgu malzemesinin yerüstünden taşınmasının zorluğu ve anhidritin aşındırıcı özelliğinden dolayı, pompalandığı boruların uzun ömürlü olmaları için özel olarak astarlanmış olmasının gerekliliğidir. (Sistem, Şekil 1. de şematik olarak gösterilmiştir).

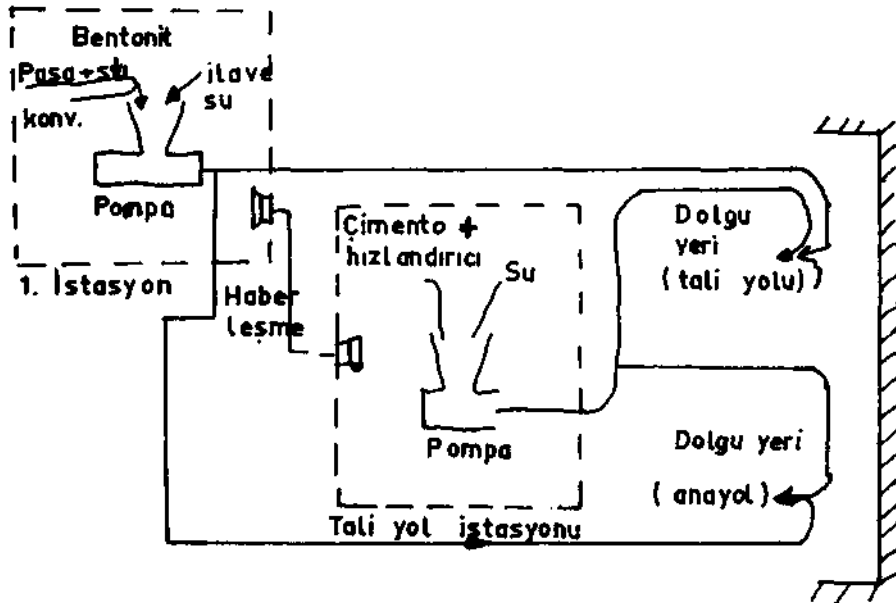


Şekil 1. Anhidrit dolgu.

3. THYSSEN SİSTEMİ

Monolitik dolgu yöntemlerinin İngiltere'de ilk olarak tanınması ve en çok uygulananı olan Thyssen Sistemi'nde dolgu maddesi olarak -19 mm lik pasa tozu kullanılır. Pompalama sırasında

akışkanlığı temin etmek için kullanılan bentonit, pasa ve suyla ana yol üzerinde kurulan bir istasyonda karıştırılarak, minimum 100 mm çaplı boru hattından dolgu yerine taşınır. Tali taban yolu içindeki ikinci bir istasyonda, çabuk katılaşabilen bir çimento (Packbind), suyla karıştırılarak ayrı bir battan (25-50mm çaplı boru ya da hortum hattı), dolgu yerine yakın bir yerde ana boru hattına katılarak, tüm dolgu harcı tek kanaldan dolguya beslenir. Thyssen Sistemi'nin ilk uygulamalarında, hidrolik sarmalarla birlikte ilerletilebilen mekanik dolgu çerçevelerinin kullanılması denenmişse de, pratik bulunmayarak terkedilmiş ve branda bezi ile çerçeveleme yöntemi amaca daha uygun bulunmuştur. Buna neden, sistemin en sakıncalı yönü olan ve çimento harcı ile pasa harcının ayrı kanallardan taşınması, dolayısıyla ideal su/para/çimento karışımının saptanamaması halinde gerek borularda, gerekse dolgu yerinde serbest kalan suyun gevşek dolguya neden olması ve mekanik çerçeve ilerletilirken dolgunun bazı bölümlerinin birlikte sürüklenmiş olmasıdır. Sistemin diğer bir sakıncası ise, elle tatbik edilen Packbind çimento maddesinin cildi tahriş edici özelliğidir (Şekil 2'de Thyssen Sistemi akım şeması verilmiştir).



Şekil 2. Thyssen sistemi.

4. WARBRET SİSTEMİ

Thyssen Sistemi'nde görülen sakıncaların giderilmesi amacıyla geliştirilen bu yöntemde, bentonit önce suyla karıştırıldıktan sonra paşaya eklenir. Böylece, bentonit jelleşmesi boru hattına verilmeden önce sağlandığından daha iyi bir karışım elde edilir ve boru tıkanma olanağı azaltılmış olur. Ayrıca yöntemde, çimentolaşmayı (donmayı) hızlandırıcı özel bir madde pasa ile karıştırılarak dolguya gönderilir. MRDE tarafından geliştirilmiş olan bu madde TEA51 olarak bilinir ve jel haline getirilmiş olan bentonitle tepkime göstermez. Oysa ortamdaki adi hızlandırıcılar bentonite karışarak pompalamayı zorlaştırır. Şekil 3de gösterilen Warbret Sisteminde kullanılan maddelerin en ideal karışım oranları ve dolgudaki yüzde miktarları, denemeler sonucunda aşağıdaki şekilde saptanmıştır :

Pasa/Bentonit harcı	= 2,5/1
Su/Bentonit	= 15/1
Pasa/Çimento	= 2,5/1
Çimento/Su	= 1,6/1
Çimento/Hızlandırıcı	= 10/1

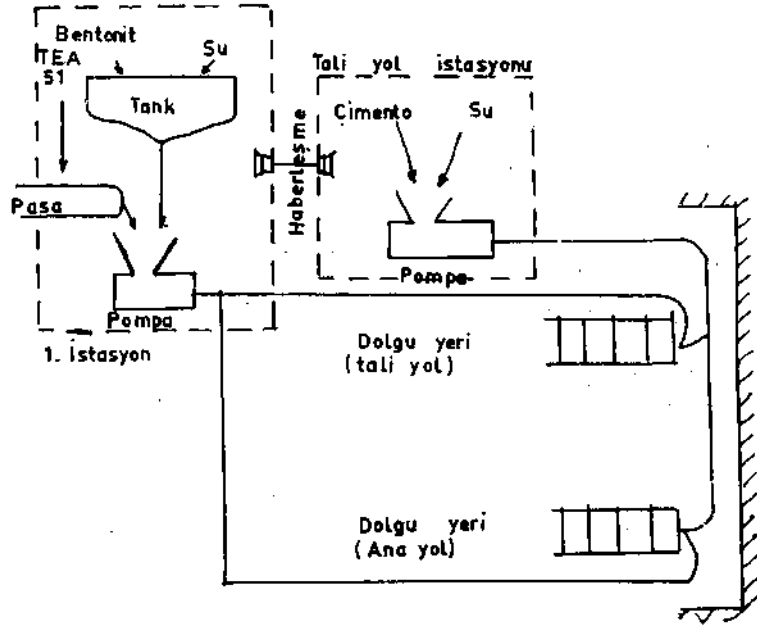
Kacımsal olarak dolgunun bileşimi :

Pasa	= % 48,0
Su	= % 29,6
Çimento	= % 19,2
Hızlandırıcı	= % 1,9
Bentonit	= % 1,2

Warbret Sistemi'nde Packbind çimentosu yerine Portland çimentosu kullanılabilir. Bentonitin önceden jelleştirilmesi sayesinde, yeterli ve gerekli ölçüde çimento kullanımı da sağlanmış olur ki, böylelikle gereksiz çimento sarfiyatı önlenir.

5. KISA MESAFEDEN POMPALAMA SİSTEMLERİ

Bu tür yöntemlerde tüm dolgu maddeleri aynı istasyonda toptan karıştırılarak pompalanır. Bu suretle uzun boru şebekesine gerek kalmaz; istasyon ayna ile birlikte ilerletilir. Taşımada akışkanlığı sağlayan bentonite de gereksinim göstermeyen bu yöntemler avantajlı gibi gözükürse de, zaten aşırı derecede kalabalık olan



Şekil 3. Warbret sistemi

taban yollarında üretimin büyük ölçüde aksamasına neden olabilir. Bu nedenle fazla yaygınlaşmamış olan sistemlerin basitleştirilmesi yolunda çalışmalar sürmekte ve Mindev Sistemi diye adlandırılan bir teknik geliştirilmektedir (Şekil 4).

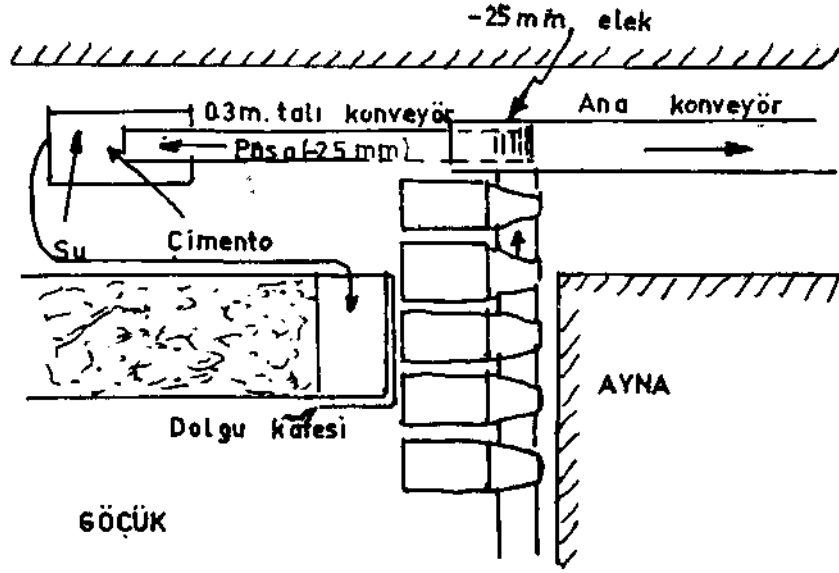
6. SUYLA DOLGU

Adından da anlaşılacağı üzere, yöntemde ana dolgu maddesi olarak su kullanılmakta ve suya karşı duyarlılığı çok fazla olan bir cins çimento ile karıştırılarak solid dolgu elde edilmektedir. Bu amaç için «İngiltere Madencilik Araştırma Geliştirme Enstitüsü» tarafından geliştirilmiş olan özel çimento 'monopak' diye anılmakta olup, şu maddeleri içermektedir :

- Portland çimentosu
- Zengin alüminali çimento
- Kalsiyum sülfat

ve az miktarda :

- Sodyum karbonat
- Sitrik asit

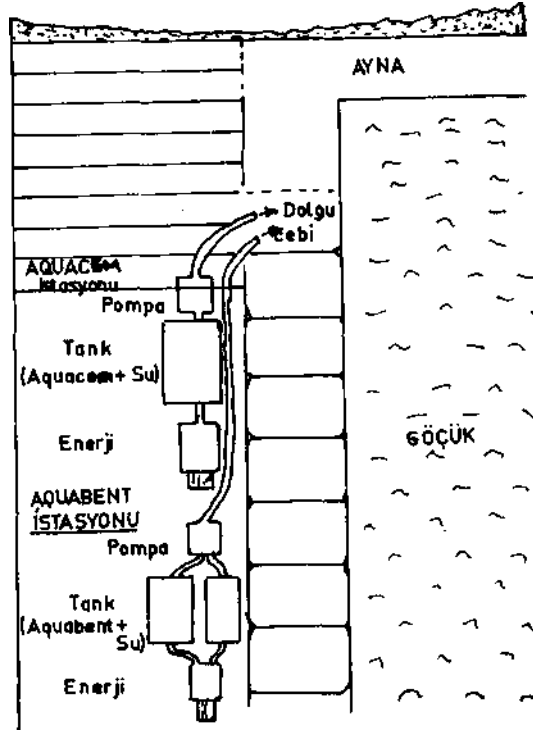


Şekil 4. Mindev kısa mesafe pompalama sistemi.

Sodyum karbonat ilk önce bünyeye, suyla hızlı tepkimeyi sağlamak amacıyla katılmış, ancak, denemeler sırasında, erken tepkime sonucu pompalama hattında tıkanmalara neden olduğu gözlenerek, daha sonra bünyeden çıkarılmıştır. Böylece, (monopak - sodyum karbonat) «Aquacem» diye anılmakta ve 25 kg lık torbalar halinde imal edilmektedir. Dolgu yerinde çimento harcından suyun ayrışmasını önlemek amacıyla, ortama ayrıca koloidal bentonit eklenmesi düşünülmüş ve tepkimeyi hızlandırıcı sodyum karbonat maddesinin de bu madde ile birlikte, aynı aşamada tatbiki uygun görülerek «Aquabent» denilen ve yine 25 kg. lık torbalar halinde imal edilmekte olan (bentonit + sodyum karbonat) tan oluşan madde ortaya çıkmıştır.

Dolgu işlemi için böylece, iki ayrı istasyona gerek vardır. Aquacem ve Aquabent istasyonlarının her birinde, dolguya gerekli toplam su miktarının yarısı bu maddelerle karıştırılarak, iki ayrı kanaldan dolgu yerine pompalanır, ideal bir dolgu; hacımsal olarak, % 85 su, % 14 Aquacem ve % 1 Aquabent içerir. Aquabent'te bentonit/sodyum karbonat oranı 1/1 dir.

Aşağıda araştırma sonuçları anlatılan Ellistown ocağındaki uygulamada, Aquacem istasyonunda dakikada, 2,5 torba (62,5 kg.) Aquacem, 50 litre ile su karıştırılarak; Aquabent istasyonunda ise 1000 er litre kapasiteli iki tankta 2000 litre suya 7 torba (175 kg.) Aquabent katılarak her iki karışım, 32 mm çaplı hortum hatlarından, her biri dakikada 72 litre basacak şekilde dolguya pompalanmıştır (Şekil 5). Yine bu örnekte 3 m yükseklik; 3 m genişlik; 1 m uzunluğunda dolgu cepleri kullanılmıştır. Dalguya başlamadan önce cebin dört yanına ve tavan kısmına çelik kafesler yerleştirilir ve bunların üzerine, özel olarak branda bezinden yapılmış bir dolgu torbası çengellerle asılır. Dolgu maddeleri torbanın açık olan üst kısmından, torba doluncaya kadar akıtılır. Bu boyutlardaki bir cebin hazırlığı ve tüm dolgu işlemi Jki işçi ile dört saatte tamamlanabilir.



Şekil 5. Suyla dolgu sistemi (örnek : Ellistown Ocağı).

Gl. Suyla Dolgunun Taban Yollarının Kapanmasına Etkisi

Yöntemin performansı ve taban yollarının korunmasındaki rolünü incelemek amacıyla, Ellistown Ocağı - 61 no.lu panoda ayrıntılı bir araştırma programı uygulanmış olup elde edilen sonuçlar aşağıda kısaca sunulmaktadır :

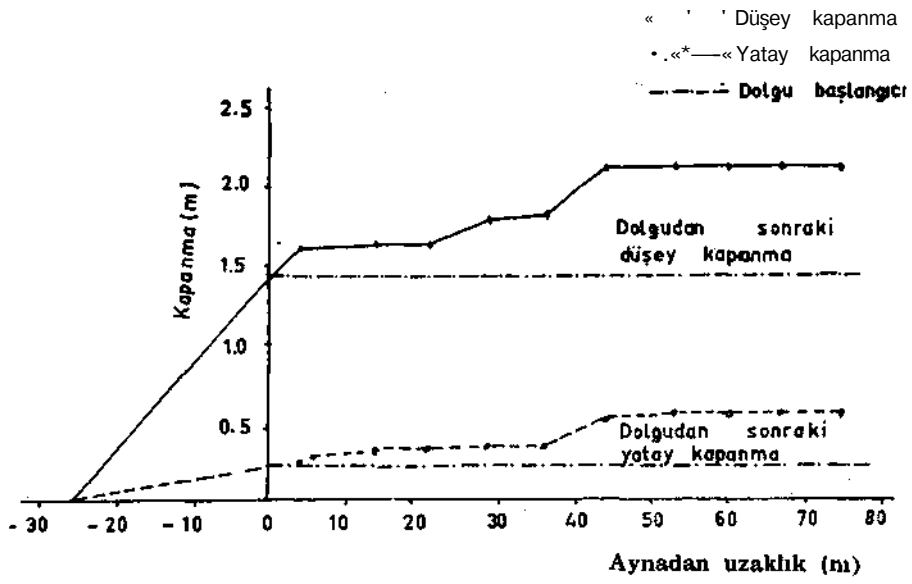
— Yeryüzünden 180 m. derinlikte yeralan 61 panosunun aynası 95 m uzunluğunda olup ilerletimli uzunayak yöntemi ile çalışılmıştır. Kesilen «Five Feet/Splent» damarının kalınlığı 3,25 m., eğimi ise ayna ilerleme doğrultusunda 1: 20 dir. Yıllık ilerleme yaklaşık 300 m. olarak kaydedilmiştir.

— Ana taban yolu aynanın 25-30 m. ilerisinde oluşturulmakta ve 0,7 m. aralıklarla yerleştirilen 114 x 114 mm kesitli, üç parça «H» profillerle tahkim edilmekte idi. Yüksekliği 3,66 m. ve genişliği 4,28 m. olan yol boyunca, kalınlığı 30 m. den 150 m. ye kadar çıkan bir topuk bırakılmıştır. 3 m. atımlı oldukça büyük bir fay, ayak başlangıcından itibaren 100 m. ötede ortaya çıkmış ve yola paralel olarak süregelmiştir.

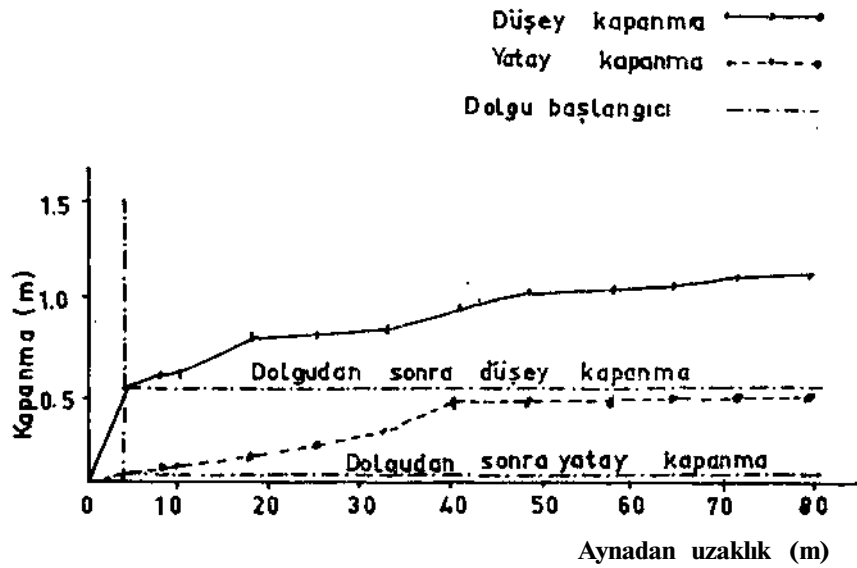
— Tali taban yolu kömür aynası ile aynı hatta ilerletilmekte olup, kazıcı makinanın ulaşamadığı 0,25 m. lik tavan yay profili patlayıcı madde ile şekillendirilmiştir. Yol tahkimat s'temi ve boyutlar ana taban yolundakilerin aynısıdır.

— Her' iki yolun dolgusu da başlangıçta, göçük tarafında üç 5)ra domuzdamından (0,4 x 0,4 m) oluşturulmuş, ancak; yolların aşırı deformasyona uğraması sonucu, ilkin tali yolda, daha sonra da ana yolda suyla dolgunun uygulanmasına karar verilmiştir. Aşağıda sonuçları verilen araştırma, yöntemin tali yolda uygulanmaya başlamasından hemen sonra başlatılmış ve ana taban yolundaki uygulamasından kısa bir süre sonra durdurulmuştur.

Şekil 6 ve 7 de ölçü istasyonlarında (ana yolda ayağın hemen gerisinde, tali yolda ise ayağın 4 m. gerisinde oluşturulmuştur) yolların düşey ve yatay kapanma değerleri gösterilmektedir. Ana yolda kaydedilen maksimum düşey kapanmanın 66 sı ayağın ilerisindeki yüksek basınç zonunda ve dolgudan önce yer almıştı;r. Geriye kalan % 34 lük kapanma (0,71 m.) ayağın 45 m. lik ilerlemesinden sonra durmuştur. Benzer şekilde, enine kapanma da bu uzaklıktan itibaren kesilmiştir. Maksimum enine kapanma 0,55 m. olup, bunun % 42 si dolgudan önce oluşmuştur. Suyla dolgunun



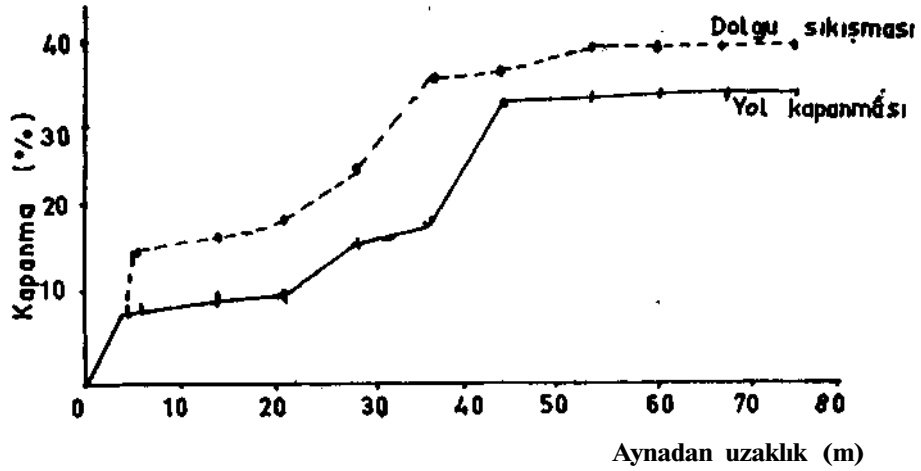
Şekil 6. Ana taban yolda kapanma.



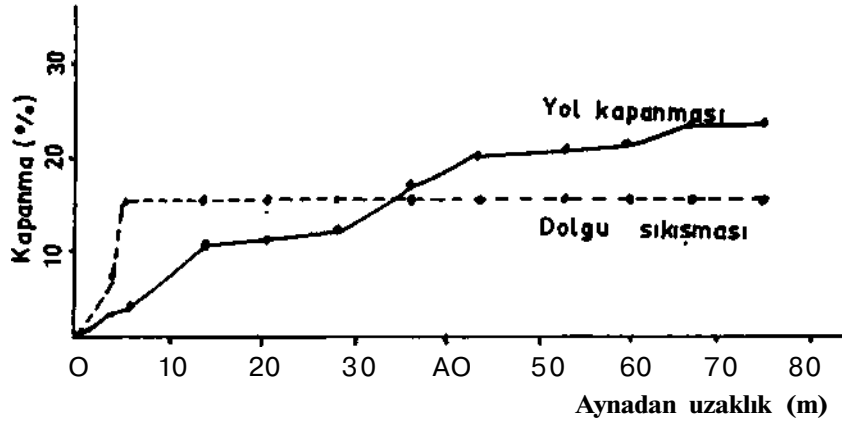
Şekil 7. Tali taban yolda kapanma.

uygulandığı tali yolda da her iki doğrultudaki kapanma aynanın 40-50 m. gerisinden itibaren pratik olarak durmuştur. Dolgulu kesimdeki 0,6 m. lik düşey kapanmaya karşın enine kapanma miktarı 0,40 m. dir.

Yüzde cinsinden dolgu kapanmaları, yolların düşey kapanma değeri ile birlikte Şekil 8 ve 9'da görölmektedir. Bu değeri hesaplanmasında dolguların uygulandığı noktalardaki yol ve orjinal dolgu yükseklikleri baz olarak alınmıştır. Ana taban yolunda domuzdamlarının sıkışması, aşamalı olarak dolgu kapanmasına yol açarken, yolun düşey kapanması da buna bağlı olarak yavaş yavaş artmaktadır. Bununla birlikte, gözlem istasyonunun gerilerinde, yolun çeşitli kesimlerinde domuzdamlarının kısmen ya da tamamen çökmesi sonucu aşırı derecede yol deformasyonu ve tahkimat bozulmaları gözlenmiştir. Tali yolda ise durum tamamen farklıdır. Dolgu sıkışması (konsolidasyon) ani ve kesin olup, % 15'lik maksimum değere yalnız 6 m. lik ayna ilerlemesinden sonra ulaşmıştır. Bu noktadan sonra yolda tavan basması durmuş, fakat suyla dolgunun sertleşmeden sonraki solid özelliği nedeniyle tabana batma başlamış, bu da taban kabarmasına yol açmıştır. Şekilde görölen ve ayak arkasında 70 m. ye kadar devam eden düşey kapanmanın hemen hemen tamamı taban kabarmasının sonucudur. Şekillerden, her iki dolgu sisteminin yolların kapanmasına



Şekil 8. Ana taban yolda dolgu ve yol kapanmaları.



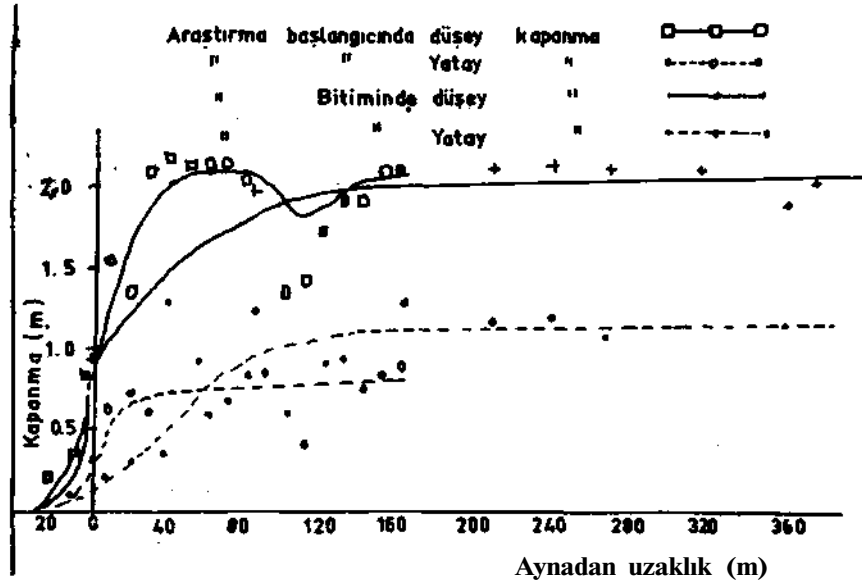
Şekil 9. Tali taban yolda dolgu ve yol kapanmaları.

etkisi özetlenecek olursa; domuzdamlarının % 35'lik kapanması yolda % 30'luk kapanmaya yol açmış, suyla dolgunun % 15'lik sıkışması sonucu yolda %23,5'luk kapanma meydana gelmiştir.

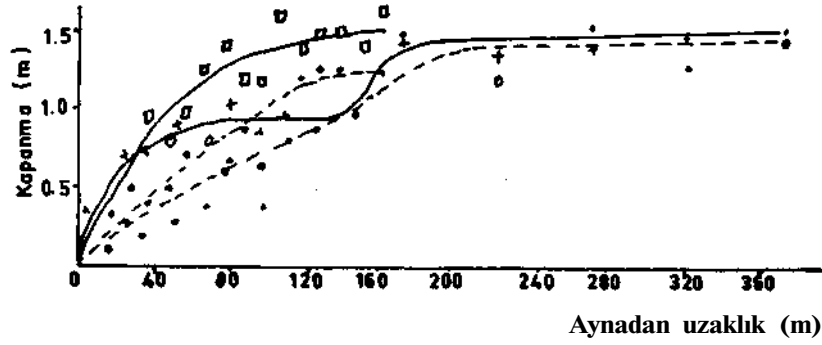
Şekil 10 ve 11 de araştırma başlangıç ve bitiminde her iki yol boyunca yapılan sistematik ölçümlerden elde edilen enine ve boyuna kapanma değerleri verilmiştir. Gözlendiği gibi, tali yolda suyla dolgunun tatbikinden sonra, ayak gerisindeki eşit uzunluk-taki yol kesiminde (120 m. lik uzunluk) $\frac{1}{2}$ oranında daha az kapanma meydana gelmiştir. Oysa bu genel gözlemden edinilen kanıya göre, ana taban yolunda suyla dolgu fazla etkili olamamıştır. Ayağın ilerisinde sürülmekte olan bu yola etki eden aşırı tabaka basıncına karşı, etkin dolgu yönteminden öte, takviye tahkimat sistemine gerek duyulmaktadır. Sonuç olarak; suyla dolgunun, uygulandığı yolların korunmasındaki önemli katkısının yanısıra, aşırı deformasyona yatkın taban yolları için de mutlak çare olamayacağı muhakkaktır.

Suyla Dolgu Sistemi'nin, diğer monolitik yöntemlerden sağlanan yararlarla ek olarak şu avantajları da vardır :

- Uygulaması daha kolaydır,
- üretime bağımlı değildir (ayna artığı kullanılmadığı için)
- Daha düşük ilk yatırım gerektirir,
- Yüksek randımanlı ayna ilerlemesine ayak uydurabilir.



Şekil 10. Ana yol boyunca def ormasyon



Şekil 11. Tali yol boyunca deformasyon

7. SONUÇ

Monolitik Dolgu Sistemleri genel olarak, uzunayak kömür işletmeciliğinde çalışma randımanını büyük ölçüde artırır. Yararlarının başında, tabaka basıncına karşı kuvvetli dayanım göstererek taban yollarının korunmasında oynadığı etkin rol gelir. Ayrıca, yol kenarında ayak arkası göçük boyunca tam bir izolasyon

sağlayarak, hava kaçaklarını engeller ve böylelikle hem ayak içinde bol havalandırma ortamı yaratır, hem de göçüğe karışan kömürün kendiliğinden tutuşma olanağını azaltmakla emniyeti artırır. Suyla dolgu, diğerlerine oranla hem daha etkin, hem de ilk yatırım olarak 4-5 misli daha az masraf gerektirdiğinden, ileride çok daha yaygın olarak kullanılacaktır. Yeryüzünde biriken ocal* artıklarının ekonomik olarak yeraltına taşınması ve dolguda kullanılması yolunda aşama kaydedilmediği sürece (örneğin, basınçlı hava ile paşanın dolguya gönderilmesi) pasa kullanan pompalama sistemlerinin yavaş yavaş yerlerini suyla dolguya ya da daha gelişmiş yöntemlere bırakacağı bir gerçektir.

TEŞEKKÜR

Bildirinin yazarı, yeraltı araştırmasına olanak sağlayan «National Coal Board» yetkililerine, Ellistown Ocağı Müdürü Mr. D. (. Cox ve işletme elemanlarına gösterdikleri ilgi ve yardım için, ayrıca NCB, MRDE yetkililerine bu bildiriye kullanılan bazı bilgi ve kaynakları temin ettikleri için teşekkür eder.

KAYNAKLAR

1. BUDDERY, P.S., AHİSKA. Ş.T. «Evaluation of Monolithic Packing Systems in the United Kingdom», Symp. on Mechanics of Mining Grounds, Benaras Hindu Univ-, Varanasi, India, Feb- 19-23, 1982, p. 18-
2. COVELL, M.J., «The Development of the Pumped Pack System in South Wales, 1970-1979», Diploma Thesis, The Polytechnic of Wales-
3. MCCHARTY, K., ROBINSON, A., «Pump Packing Experiences at Newdigate and Daw Mill Collieries», Min. Eng., May 1981, Vol. 140, No. 236, pp. 831-838.
4. NIXON, D. W., MILLS. P. S., «Pump Pucking Colliery Developments at Hem Heath Colliery, Min. Eng., March 1981, Vol 140, No. 234, pp. 645-652.
5. CHAMBERS, W.R., «Monolithic Packing», Coventry Colliery, 14 April 1980.
6. NCB, MRDE, Mining Machinery Testing Branch «Surface Trials of the Mindev Pump Packing System», Technical Memorandum No. TG/TM 15-
7. WHITTAKER, B.N., SINGH, R.N., WHITTAKER, P.E., «Anhydrite Packing in European Coalfields», Mining Magazine, Nottingham University, 1980. Vol. No. 32, pp. 59 - 73.

