

Annesley-Bentinck Ocağında TEKPAKXX Dolgusunun Performansı

*A f a i m a n œ of TEKPAKXX at Annesley-Bentick
Colliery Complex*

*Bahtiyar ÜNVER **
*Deniz MAMUREKII***

OZET

İlerletimli olarak çalışılan uzun ayaklarda taban yolları takviye dolgusu 1800' lü yıllardan bu yana kullanılmaktadır. Değişik dolgu yöntemleri arasında monolitik dolgu uygulama ve dayanım özellikleri açısından en avantajlı olanıdır. İlk olarak 1980 yılında İngiltere'de bir monolitik dolgu çeşidi olan Aquapack kullanılmış ve değişik monolitik dolguların kullanımı günümüzde iyice yaygınlaşmıştır. Bu bildiride, bir monolitik dolgu çeşidi olan TekpakXX' nin nasıl yapıldığı anlatılmış ve laboratuvar ve yerinde yapılan çalışmaların sonuçlarına dayanılarak performansı incelenmiştir.

ABSTRACT

Gateside packing has been in use since 1800's. Monolithic packing is the most advantageous technique from the point of application and strength properties among packing techniques. First, Aquapack which is a kind of monolithic packing material was used in 1980 in England and application of monolithic packing has increased since. This paper briefly describes TekpakXX monolithic packing technique as applied in Annesley-Bentinnck Colliery Complex. Performance of TekpakXX has been investigated by means of laboratory testing and in situ measurements.

* Ytd. Doç. Dr., Hacettepe Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Beytepe, Ankara 06532.

** Dr. öğretim Gör., Hacettepe Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Beytepe, Ankara 06532

1. YERALTINDA YAPILAN TAKVİYE DOLGUNUN İŞLEVİ

Taban yollar kenarında inşa edilen takviye dolgunun amacı, göçüğün taban yolu üzerindeki etkisinin en aza indirilmesi ve taban yolu duraylılığının artırılmasıdır. Ayrıca, takviye dolgu kullanımı ile göçüğün içine hava kaçağı önlenmekte ve kömürün kendiliğinden tutuşması sonucu oluşabilecek yangın tehlikesi riski de azaltılmaktadır. Takviye dolgunun çeşitleri, kullanım amaçları ve fonksiyonları literatürde detaylı olarak verilmiştir (1; 2).

2. MONOLİTİK DOLGU TEKNİĞİ VE ÖZELLİKLERİ

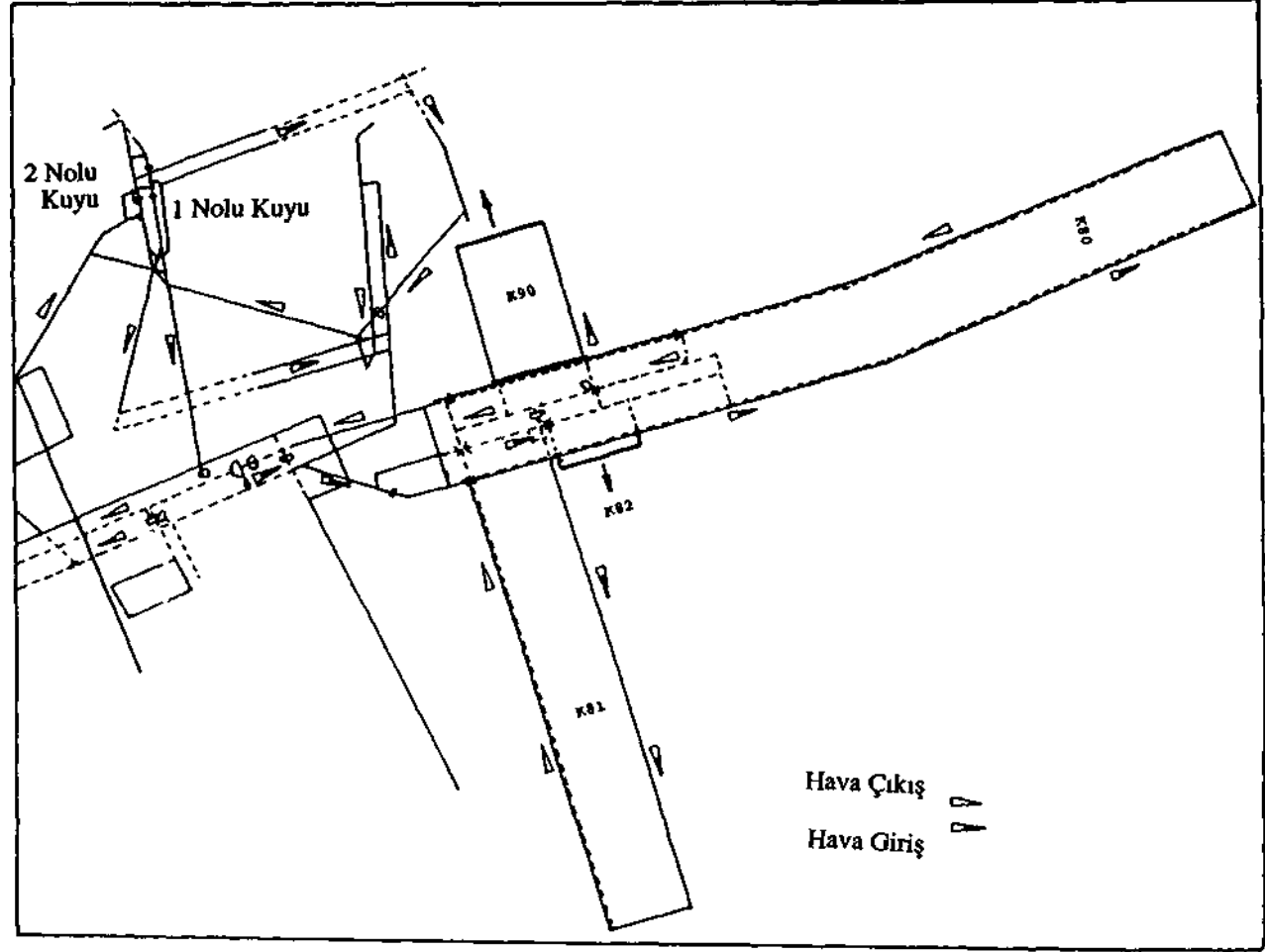
Değişik dolgu yöntemleri karşılaştırılırken, dolgunun yük-deformasyon özellikleri ve dolgu yapılması için gerekli olan süre göz önünde tutulmalıdır.

Monolitik dolgu ile tavana verilebilecek destek en kısa sürede sağlanmakta ve dolgunun sıkışabilme özelliği gereği tavana aşırı bir direnç uygulanmamaktadır. Böylece, monolitik dolgu tavan şartlarının kötüleşmesine engel olmakta ve tavana sürekli olarak destek sağlayabilmektedir. Ayrıca, monolitik dolgu diğer dolgu yöntemlerinde harcanan süreye göre çok daha kısa bir sürede inşa edilebilmektedir.

3. ANNESLEY-BENTINCK OCAĞINDA TEKPAKXX UYGULAMASI

3.1. Ocağın Genel Özellikleri

Annesley-Bentinck Yeraltı İşletmesi Kompleksi İngiliz Kömür İşletmeleri'ne bağlı bir yeraltı ocağı olup Mansfield yakınlarında yer almaktadır. **Ocağın genel** yeraltı planı Şekil 1'de verilmiştir. Black Shale-Yardı kömür damanında çalışmakta olan K90 ve K82 ile ilgili uzun ayak panoları taban yollarında TekpakXX malzemesi ile yapılan monolitik dolgu uygulaması ve dolgunun dayanımsal özellikleri incelenmiştir.



Şekil 1. Annesley-Bentinck Ocağı, Black Shale-Yard Kömür Damam'nda yapılan çalışmaların plan görünüşü.

Çizelge 1'de K90 ve K82 uzun ayak panolar ve taban yollarına ait tasarım parametreleri verilmiştir.

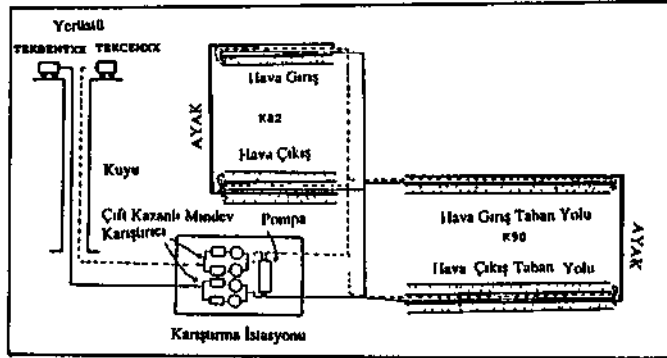
3.2. Annesley-Bentinck Ocağında Uygulanan Monolitik Dolgu Yönteminin Tanıtımı

Ocakta kullanılan dolgu yöntemi şematik olarak Şekil 2'de verilmiştir. TekpakXX monolitik dolgu yöntemi, TekcemXX ve TekbentXX olmak üzere iki değişik malzemenin karıştırılması sonucunda yapılmaktadır. 1 m³ TekpakXX dolgusu elde etmek için 182 kg TekcemXX ve 182 kg da TekbentXX kullanılmaktadır. 1 m³ TekpakXX monolitik dolgusunun içindeki su oranı, ağırlık olarak, % 71.4 olmaktadır. TekcemXX ve TekbentXX karışımı yaklaşık yarım saatlik bir sürede katılarak yük taşıyacak mukavemete erişmektedir. TekbentXX'nin pompalanabilme süresinin sınırsız olmasına rağmen, TekcemXX'nin yaklaşık 24 saatlik bir pompalanabilme süresi vardır.

Annesley-Bentinck Ocağında TekcemXX ve TekbentXX malzemeleri yerüstündeki istasyondan 25 kg'lık torbalar halinde tonluk vagonlara yüklenerek ocak içine nakledilmektedir. Kuyu dibine yakın bir yerde konuşlandırılan karıştırma istasyonunda bulunan Mindev marka çift kazanlı bir karıştırıcı kullanılarak, aynı kazanlarda 8'er torba TekcemXX ve TekbentXX, 120'şer galon su (yaklaşık 545 lt) ile karıştırılmaktadır.

TekcemXX-su ve TekbentXX-su karışımın 4 dakika süre ile dönüş hızı 50-60 rpm arasında olan ve 65 HP gücündeki bir motorla tahrik edilen bir karıştırıcıda karıştırılmaktadır. Hazırlanan karışımlar maksimum 100 bar kapasiteli ve çift etkili bir pompa marifetiyle 1.5 inç çapındaki çelik borular içinde kullanım yerine pompalanmaktadır. Sistemin normal çalışma basıncı yaklaşık 30-40 bar arasında gerçekleşmektedir. Ancak, ihtiyaç hissedildiğinde çalışma basıncı 80 bar'a kadar yükseltilebilmektedir.

Tmnw ririHtife d	K90UIMArakPaiw>M	KM)U M - Ayak 1MM -	
Ayak Uml-fta (m)	2M	201	
Çilimi DwWtjl (m)	670	70	
DaawUwli (m)	2.15	X1)	
	İla-eOlria	İlanÇrkr	İbvaOMf
	İlan Çıkt		
T M M TOW Afma T M n M	KİftvaMjraMI	Kn'mirml	Ayakla Mriikla
İlk YMtUik(M)	3.-	xn	M0
İHOntattttm)	4.M	m	4 7C
Tahkİmai ÇcaMI	sraapiBai	>r>pkh	3Par(alıBa
Tahkimat Prefİtt KcataK—)	1)2al27	U21127	131127
Ba Arah (m)	M	QJ	0.1
M p T M	TckpakXX	TckpakXX	TckpakXX
OÖçlk TaraA M f - M (m)	2.1)	11)	2.13
Tam* Tarafı M ga - (m)	—	2.1)	—
P H M Ya + T + m * 0oı 9j (m)	Hakir	Baktc	Bakir
Tahkimata Daralma ÖMIM 1	Eve*	Him	İlatar
T 1 M 4 Afın Mak-Oatma PaL	ThdA1-Mik.	T 1 M 1 AÇ. Mak.	T M Ac Mak
			Tlacl Ac Mak



Şekil 2. Aenesley-Bentınck Ocağında TekpakXX nıvanlık dolgu yñetımının uygulanışı.

Dolgu işlemleri üç vardiyaya boyunca, her vardiyada bütün ocak için 4 işçi tertip etmek suretiyle, sürekli olarak yapılmaktadır. Ayrıca her vardiyaya taban yolu tamir ekibinden 1 işçi aynı zamanda dolgu işlemine de yardım etmektedir.

Karıştırma istasyonunda karışım suyunun sıcaklığı yaklaşık 17°C olup TekcemXX ve TekbentXX su karışımlarının dolgu yerindeki sıcaklıkları yaklaşık 23°C kadardır.

Aynı borulardan gelen TekcemXX-su ve TekbentXX-su karışımları 2.5x2.15x2.15 m boyutlarındaki tavana halatla asılı ve yanları tel hasır ile desteklenmiş olan dolgu çuvalının içine doldurulmaktadır. Yukarıda boyutları verilen bir dolgu çuvalının dolması yaklaşık 30-35 dakika almaktadır.

4. TEKPAKXX DOLGUSUNUN LABORATUVAR VE YERİNDE DAYANIMLARI

4.1. TekpakXX Dolgusunun Laboratuvar Dayanımı

Dolgu dayanımını tespit etmek için yapılan laboratuvar deneyleri 2 ve 24 saatlik ve 7 günlük priz süreleri sonrasında kübik ve silindirik numuneler üzerinde yapılmıştır. Standartlara göre dolgu malzemesi dayanımı kübik numuneler kullanılarak bulunmak zorundadır. Ancak, yeraltında kübik numune elde etmek oldukça zordur. Bu nedenle, laboratuvar deney sonuçlarının yerinde yapılan deney sonuçlarıyla karşılaştırılabilmesinin sağlanması açısından, laboratuvar deneyleri hem kübik hem de silindirik numuneler kullanılmasıyla yapılarak silindirik ve kübik numunelerin dayanımları arasındaki ilişki bulunmuştur.

Silindirik ve kübik numuneler, yapılan ön çalışmanın sonuçları değerlendirilerek 3 değişik boyutta seçilmiştir. 50, 65 ve 100 mm kenar uzunluğunda küpler ve 50, 65 ve 100 mm çapında ve uzunluk/çap oranı (L/D) 2.5 olan silindirik numuneler kullanılmıştır.

Laboratuvarda aynı zamanda penetrometre ve taşınabilir nokta yük ölçer düzeneği değiştirilerek elde edilen seyyar press ile de deneyler yapılmıştır.

TekpakXX dolgusu üzerinde yapılan toplam 18 test sonucu aşağıda verilen ortalama dayanım değerleri bulunmuştur:

- Piriz süresi 2saaL.....781 kPa
- Piriz süresi 24 saat2075 kPa
- Piriz süresi 7 gün.....3449 kPa

4.2. TekpakXX Dolgusunun Yerinde Dayanımının Bulunması

TekpakXX dolgusunun yerinde dayanımını bulabilmek için yapılan testler ve test istasyonları Şekil 3'de verilmiştir.

Yeraltında numune alımı için önce küçük bir hidrolik sondaj makinası kullanılmış, ancak daha sonra dolgu yapıldıktan yaklaşık 30 dakika sonra yerleştirilen ve bir PVC borunun üzerine çelik boru geçirilmesi ile elde edilen numune alma düzeneğinin en pratik ve uygulanabilir çözüm olduğuna karar verilmiştir.

Şekil 4'de gösterilen disk yük taşıma deneyi düzeneği tasarlanarak Nottingham Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü Atölyesi'nde imal edilmiştir.

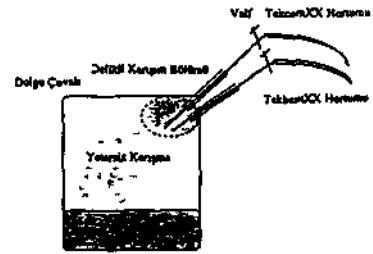
Yerinde yapılan ön ölçümler sonucunda TekcemXX ve TekbentXX karışımlarının dolgu çuvalına dolumu sırasında iyi karışmadığı sonucuna varılmıştır. TekcemXX ve TekbentXX karışımlarının dolgu çuvalına girmeden önce daha etkin bir şekilde karışabilmelerinin sağlanabilmesi amacıyla ocak yönetimine yapılan öneri doğrultusunda Şekil 5'de görülen değişiklik yapıldıktan sonra dolgu dayanımlarında oldukça önemli artışlar kaydedilmiştir,

Laboratuvar deneylerinden elde edilen dayanım değerleri, Şekil 5'de gösterilen değişiklik yapılmadan önce ve sonra elde edilen yerinde dayanım değerleri, önerilen dolgu dayanımı değerleriyle birlikte Çizelge 2'de verilmiştir. Çizelgedeki değerlerden de açıkça görülebildiği gibi yapılan değişiklik dayanım özelliklerini belirgin bir şekilde artırmıştır.

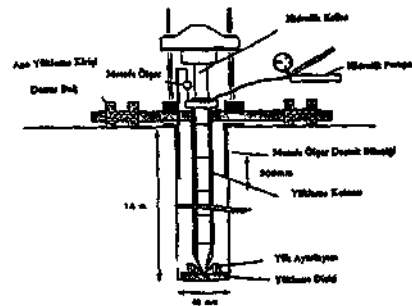
Çizelge 3'de penetrometre ile laboratuvar ve yerinde, değişiklik yapılmadan önce ve sonra, yapılan test sonuçları verilmiştir. Çizelge 3'de ayrıca penetrometre test



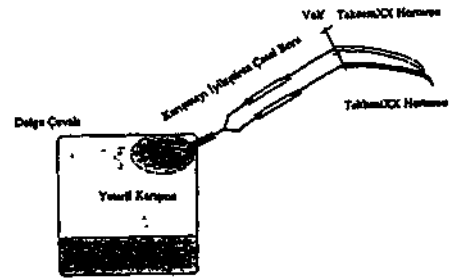
Şekil 3 Anzwey-Bestack Ocak'ta yerdeki yapılar ve test istasyonları.



a) Delme işlemi öncesi durum yansıması



Şekil 4 Nettegum Ölçerinin, Mühür Mühürleri) Bütünleşmiş Anzwey/Bestack test istasyonu için kullanılması için yapılmış test istasyonu.



b) Delme işlemi sonrası durum yansıması

Şekil 5. Beton karışımı uygulanarak delgenin dayanımını önceden ölçülen ortama değiştirilmesi.

sonuçlarından türetilen tek eksenli basma dayanımı değerleri de verilmiştir.

Penetrometre test sonuçları ile tek eksenli dayanım değerleri arasındaki

Çizelge 2. TekpakXX Dolgusunun Laboratuvarda ve Yerinde Ölçülen Dayanım Değerleri.

PİRİZ SÜRESİ (Saat)	Tek Eksenli Basma Dayanımı (MPa)			
	Dolum yöntemi değişmeden önce	Dolum yöntemi değiştikten sonra	Laboratuvar dayanımı	Dolgunun istenilen dayanımı
1	—	—	—	0.1
2	0.312	0.734	0.781	0.4-0.5
24	0.962	2.547	2.075	1.0-1.4
168 (7Gün)	1.818	2.722	3.449	—
Son	—	...	—	6.0-10.3

Çizelge 3. Laboratuvar ve Yerinde Elde Edilen Penetrometre Testi Sonuçları.

Piriz Süresi (Saat)	Yerinde Ölçümler				Laboratuvar Deneyleri	
	Değişiklikten önce		Değişiklikten sonra		Penetrasyon Endeksi	Tek Eksenli Basma Day. (MPa)
	Penetrasyon Endeksi	Tek Eksenli Basma Day. (MPa)	Penetrasyon Endeksi	Tek Eksenli Basma Day. (MPa)		
2	38	1.07	32	0.98	36	1.04
24	47	1.23	56	1.41	86	2.22
168	71	1.77	76	1.91	125	4.02

korelasyon laboratuvarda yapılan bir seri deney sonucunda bulunmuştur. Dolum yöntemi değişmeden önce ve sonraki değerler arasında belirgin bir fark görülmemektedir. Ancak, değişiklik yapılmadan önce elde edilen dolguda TekcemXX ve TekbentXX karışımları iyice karışmadığı için, bağlayıcı özelliği olan TekcemXX'nin yoğun olduğu yerlerin sağlam, ancak bentonit ağırlıklı olan TekbentXX'nin yoğun olduğu yerlerin el ile ufulanabilecek kadar zayıf olduğu gözlenmiştir. Penetrometre testleri sadece sağlam olan bölümlerde yapılabilmektedir. TekbentXX'nin yoğun olduğu bölümlerde penetrometre ölçümü yapılamamıştır. Şekil 5'de

gösterilen değişiklik yapıldıktan sonra dolgu içindeki dayanım dağılımının çok düzenli olduğu görölmüştür.

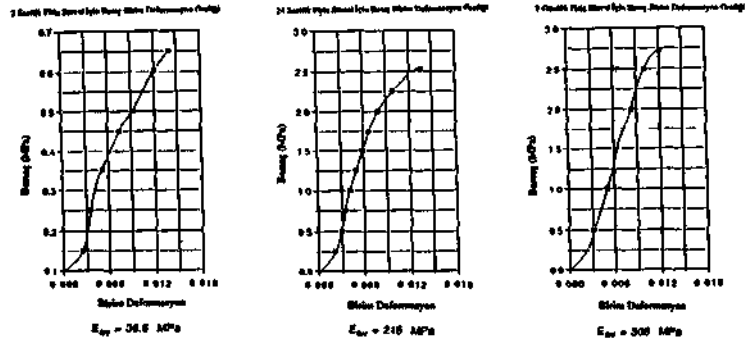
Nokta yük deneyi aletinde yapılan değişikliklerle elde edilen taşınabilir tek eksenli basınç ölçme düzeneği üzerine yerleştiren bir deformasyon ölçer sayesinde, tek eksenli basma dayanımları bulunurken değişik yüklere karşılık gelen deformasyonlar da ölçölmüştür. Şekil 6'da 2 saat, 24 saat ve 7 gün sonrasında yerinde yapılmış olan test sonuçları ve ortalama deformasyon katsayıları verilmiştir. 2 saat, 24 saat ve 7 günlük sürelerle karşılık gelen deformasyon katsayıları sırasıyla 36.6, 215, 308 MPa olarak bulunmuştur.

Disk basma deneyleri Şekil 4'de görölen deney düzeneği ile yapılmıştır. Ancak, elde edilen değerlerin geçerli olabilmesi için deformasyon ölçerin konumunun yeniden tasarlanması gerektiği anlaşılmıştır. Değişiklik yapılmış, ancak bu bildirinin yazarının projeden ayrılması sonrasında deneyler yapılmıştır. Bu nedenle disk basma deneyi sonuçları bu bildiriye dahil edilmemiştir.

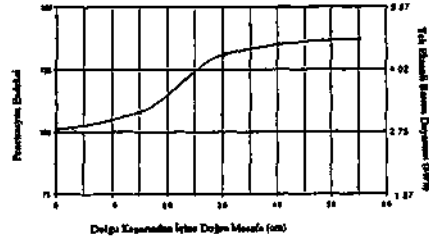
Dolgu dayanımının dolgu kenarından ortasına doğru değişimini bulmak amacıyla değişik derinliklerden alınan numuneler üzerinde penetrometri ve tek eksenli basma deneyleri yapılmıştır. Şekil 7'de penetrometre, Şekil 8'de de tek eksenli basma deneyi sonuçlarının dolgu kenarından içine doğru değişimi verilmiştir. Dolgu dayanımının dolgu kenarından ortasına doğru arttığı bulunmuştur. Bu durumun nedeni ise dolgu kenarındaki ısı kaybı ile açıklanabilir. Pirizlenme esnasında meydana gelen kimyasal tepkimeler sonucunda ısı açığa çıkmaktadır ve bu ısı tepkimenin hızlanmasına, dolayısıyla dayanım artımının daha hızlı olmasına neden olmaktadır. İçinde PVC bir boru bulunan çelik borunun numune almak için dışarı çıkarıldığında el ile tutulamayacak derecede sıcak olduğu gözlenmiştir.

5. SONUÇ

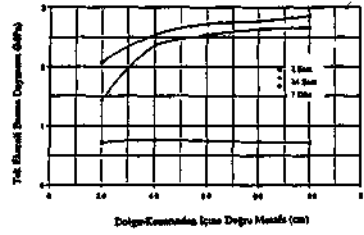
Zayıf tavan ve taban koşullarının var olduğu Annesley-Bentinck Ocağı'nda, TekpakXX monolitik dolgusu performansının istenilen seviyede olduğu görölmüştür. Önceden değişik dolgu yöntemlerinin de kullanıldığı ocakta monolitik dolgu



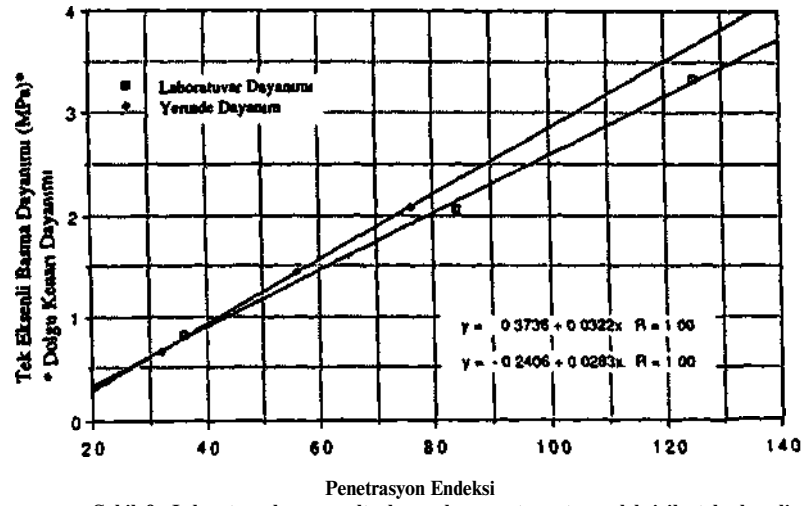
Şekil 6 Tutarabilir tek eksenli basınç dayanımı sınıfı ile ilgili deney sonuçları ve deformasyonu kısımları (Grafiklerdeki her eksenin 5 ayrı deney ortalaması ortalamasıdır)



Şekil 7 Doğru kuvvetinden içeriye doğru penetrasyon verilerinin değişimi (Piriz Sınıfı 16 G6n).



Şekil 8 Doğru kuvvetinden içeriye doğru tek eksenli basınç dayanımının değişimi



Şekil 9. Laboratuvar ve yeraltında yapılan penetrometre endeksi ile tek eksenli basma dayanımı değerleri arasındaki ilişki.

kullanımı ile taban yolları durayazhk problemleri kısmen çözülmüştür. Ocakta bulunan bütün taban yollarında yapılan daralma ölçümleri sonucunda, TekpakXX dolgusunun kullanıldığı taban yollarında yaklaşık %25 oranında daha az dikey ve yatay daralma meydana geldiği gözlenmiştir (1).

Dolgu dayanımının yeraltında, güvenilirlik şuuruları içinde, pratik olarak belirienebilmesinin sadece penetrometre kullanılarak mümkün olabileceği kanısına varılmıştır. Şekil 9'da laboratuvar ve yeraltında yapılan penetrometre testleri Ue tek eksenli basma dayanımı deneyi sonuçları arasındaki ilişki verilmiştir. TekpakXX dolgusunun kullanıldığı ve kullanılmadığı taban yollarının duraylıklarının karşılaştırılması sonucunda TekpakXX monolitik dolgusunun bir takviye dolgu için istenen özelliklere sahip olduğu kanısına varılmıştır.

KAYNAKLAR

1. Ünver, B., Closure Around Longwall Access Roadways, Doktora Tezi. Notanırım Üniversitesi, İnşaat, 1988.
2. Ünver, B., Monolitik Dolgu Tekniği ve Malzeme Mekanik özelliklerinin Bulunması. Türkiye Madencilik ve Teknik 10. Kongresi. 13-16 Mayıs, Ankara, 1991, pp. 359-375.