

HİDROLİK DOLGULAMANIN FİZİKSEL BİR MODELİ VE ARMUTÇUK UYGULAMASINA UYARLAMA

4 *PHYSICAL MODEL OF HYDRAULIC BACKFILLING AND ITS ADAPTATION TO ARMUTÇUK APPLICATION*

*Bülent HANER**

ÖZET

Fiziksel model uygulamaları araştırmacıya, her türlü şartın küçük ölçeklerde bir laboratuarda denenmesi olanağını sağlamaktadır. Endüstriyel uygulamalarda bir yöntemin arazi koşullarında denenmesi için önce pilot çalışma yapılmaktadır. Pilot çalışma olumlu bir netice verirse o yöntem uygulanmaktadır. Model üzerinde çalışma ise, sonuca ekonomik ve hızlı bir şekilde gidilmesini sağlamaktadır. Bu çalışmada, Armutçuk İşletmesi'ndeki hidrolik dolgu uygulamasına ait fiziksel modele boşaltılan dolgu malzemesinin davranışı incelenmektedir. Sonuçta, model yardımıyla yöntem için en uygun malzeme belirlenmeye çalışılmaktadır.

ABSTRACT

Physical model applications provide the researcher a possibility for testing various conditions in a small scale in a laboratory. In industrial applications, first, a pilot study is carried out in order to test a method in field conditions. Then the method is applied if the pilot study is successful. Working on a model provides a quick and economical approach for obtaining results. In this study, the behaviour of fill material discharged into the physical model of hydraulic backfilling at Armutçuk Colliery has been studied. At the end, optimum fill material for the method is determined by the aid of the model.

(*) Yrd.Doç.Dr., Maden Yük.Müh., Z.K.Ü. Z.M.Yüksekokulu, ZONGULDAK

1. MODEL GEREKSİNİMİNİN NEDENLERİ

Model uygulaması araştırmacıya, hertlrlU şartın klıçUk ölçeklerde olmak Üzere bir laboratuarda denenmesi olanağını sağlamaktadır. Böylelikle uygulama hakkında daha ucuzlaştırıcı ve iyileştirici önlemler önceden alınabilir. Ancak daha sonra pilot çalışma gerçekteştirilebilir. Hidrolik dolgu yönteminde malzeme seçimi önemli bir yer tutar. Deneyler sayesinde malzemelerin bazı özellikleri ayrı ayrı belirlenebilmektedir. Ancak malzemenin, sistemin başından sonuna kadarki hareketinde geçirmiş olduğu aşamalar, bilhassa su ile olan ilişkisi belirlenmemektedir. Oysa önceden yapılan sulu ve kuru eleme boyut analizi sonuçları suyun etkisini açıkça göstermektedir (1). İkinci önemli özellik, malzemenin istiflendiği yerde nemini kaybetme özelliğinin zamansal değişimidir. Ayrıca sızan katı parçacıklarının ayak arkasına yllklenen dolgu kitlesinin ne kadarını teşkil ettiğinin de bulunması gerekmektedir. Bunun yanısıra model Üzerinde uygulanan filtre malzemelerinin performansını da belirlemek tin kiin olmaktadır. Yani model sayesinde uygun yaklaşıklıkta çözümler üretilmekte ve kıyaslamalar yapılabilmektedir.

2. MODELLE İLGİLİ TEMEL KURALLAR

Doğaldır ki bir model aslını olduğu gibi yansıtamaz; zaten bu da modelcilik anlayışına uygun düşmez. Model yapımı, en uygun yaklaşımı belirlemek ve yapılan büyük yatırımların güvencesini sağlamak için araştırma safhasında uygulanacak en son aşamadır. Bir model uygulama ile kıyaslandığında ne kadar daha az parametreyi kapsıyor ve ne kadar statik bir yapıda ise okadar başarısız olacaktır. Aksi durumda endüstriyel uygulamalar için uygunluğu artacaktır. Burada önemli iki kural vardır. Bunlardan ilki, modelle uygulanması düşünülen prototip arasında nokta-nokta bir uyuma sağlanmasıdır. Bu noktalara "homolog noktalar" denilmektedir (2). Homolog iki noktadaki fiziksel byklilikler arasında sabit birer oran olacaktır. İkinci önemli kural ise, fiziksel boyutlar arasında belli bir oranın bulunması, diğer özellikler arasında "bire-birlik" bir oran olmasını etkilememektedir.

3. HİDROLİK DOLGU MODELİNDE KISIMLAR

Hidrolik dolgu modelinde kısımlar denince, sisteme uyan ana akış a-ğının birbiriyle alakalı iki önemli kısmı akla gelmektedir. Bu kısımlar izleyen şekilde olduğu gibidir:

- İlk aşama, ön işlemden geçirilmiş malzemenin(kırma, eleme vbg.) su ile belirlenen konsantrasyonlarda karıştırılarak borular vasıtasıyla ayak arkasına taşınması,
- İkinci aşama ise bu karışımın ayak arkasına boşaltılması ve süzülmesi.

İlk aşamada su ile malzemenin belirlenen konsantrasyonlarda karıştırılmasından bahsedildi. Böylelikle konsantrasyonun istenen değerlerde alınmasının yanısıra, karıştırma nedeniyle malzeme ile suyun etkileşimi sağlanmaktadır. Ayrıca karıştırma olayında suyun malzemeyle karıştırılma süresi de önem kazanmaktadır. Yine doğal olarak suya, kritik bir çökelme hızının üstünde döndürme hızının verilmesi ve bu hızın üst sınırının ise dolgu süresi ile uyumlu olması gerekmektedir. Diğer bir husus da karıştırma tankı ve ayak arkası modelinin kapasiteleri .nedeniyle taşma olmaması için bazı hal-lerde tek bir boşaltmanın yeterli olmayacağıdır. Karıştırma tankında da akış için geçerli olan kanunların aynen uygulandığı görülmektedir. Borular^da olduğu gibi karıştırma kabında da laminar, sınır tabaka ayrılması ve türbülanslı rejimler sözkonusu olacaktır. "Malzeme+su"yun belirlenen süre ve hızda karıştırılmasının tamamlanmasından sonra elde edilen karışım ayak arkası modeline aktarılacaktır.

İkinci aşama, karışımın ayak arkasına boşaltılması ve süzülmesi olup, bu süreçteki olaylar, oluşturulan ayak arkası modeline yapılacak yüklemelerden sonra incelenecektir. Bu aşamada, ayak arkası şartlarının, belli bir oranda küçültmenin yanısıra gerçeğe yakın bir şekilde sağlanması oranında elde edilecek sonuçların tatminkar olması beklenebilir. Buna göre oluşturulan model aşağıdaki kısımlardan meydana gelmektedir:

- Karıştırma aygıtı,
- Hidrolik dolgu ayak arkası modeli.

4. HİDROLİK DOLGU AYAK ARKASI MODELİ

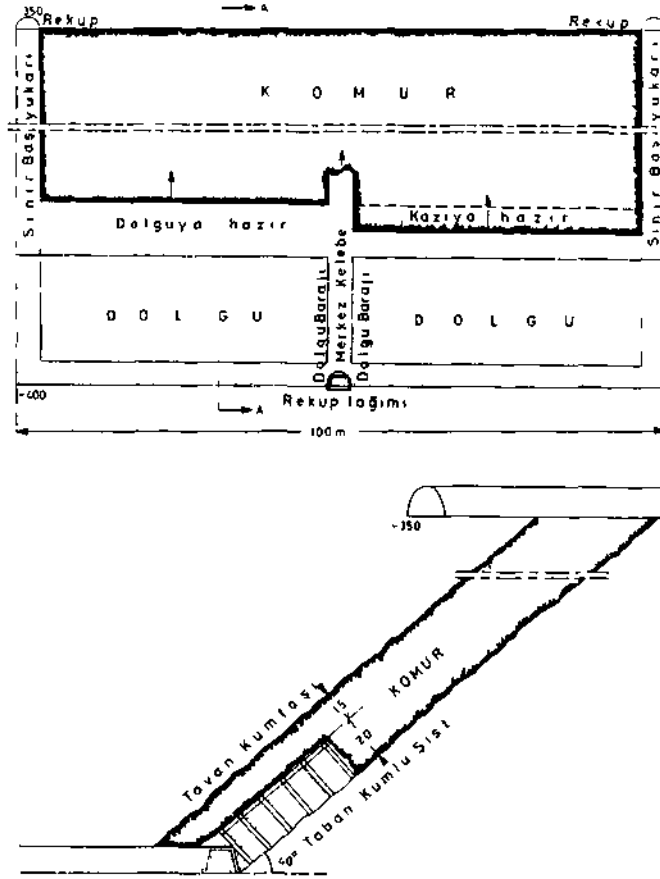
Hidrolik dolgu yönteminde dolgu malzemesinin ayak arkasındaki davranışı, malzeme seçimini belirleyici olması nedeniyle önem arz etmektedir. Malzemenin ayak arkasına istiflenmesi, bir karıştırıcıdan gelen belirli konsantrasyonlardaki "su+malzeme" karışımının boşaltılması yoluyla olmaktadır. Bu amaçla yapılan ayak arkası modelinin etkin olabilmesi için yeraltı koşullarına mümkün mertebede uyması gerekir. Bu koşullardan ilki, geometrik boyutlara bağlı olarak geometrik benzerliğin sağlanmasıdır. Modeldeki damar kalınlığı d_m , have boyu b_m ve ayak uzunluğu L_m , prototipteki damar kalınlığı d_p , have boyu b_p ve ayak uzunluğu L_p alınırsa, modelde ve prototipteki geometrik benzerlik için orantılar ve seçilen ölçek:

$$\frac{d_m}{d_p} = \frac{b_m}{b_p} = \frac{L_m}{L_p} = \frac{1}{25} \quad [4]$$

Bu ölçeğe göre 50 m'lik batı ayağı, modelde 2 m'lik bir Uzunluk olarak gösterilmelidir. Yine have boyu buna göre 1,25 m'e karşı olmak üzere 5 cm'dir. Damar kalınlığı ilk dilim için 2 m alınmış olup modelde buna karşılık gelen değeri ise 8 cm'dir. Modelin dinamik bir karaktere sahip olması nedeniyle damar kalınlığını 5 m'lik bir değer karşılığı olan 20 cm'e kadar arttırmak mümkün olmaktadır. Bu, aynı zamanda yeraltında kullanılan en büyük direk boyuna da karşılık gelmektedir. Have boyu ekseriya 1,25 m değerinde alınmaktadır. Ancak değişik değerlere uyum sağlanabilmektedir.

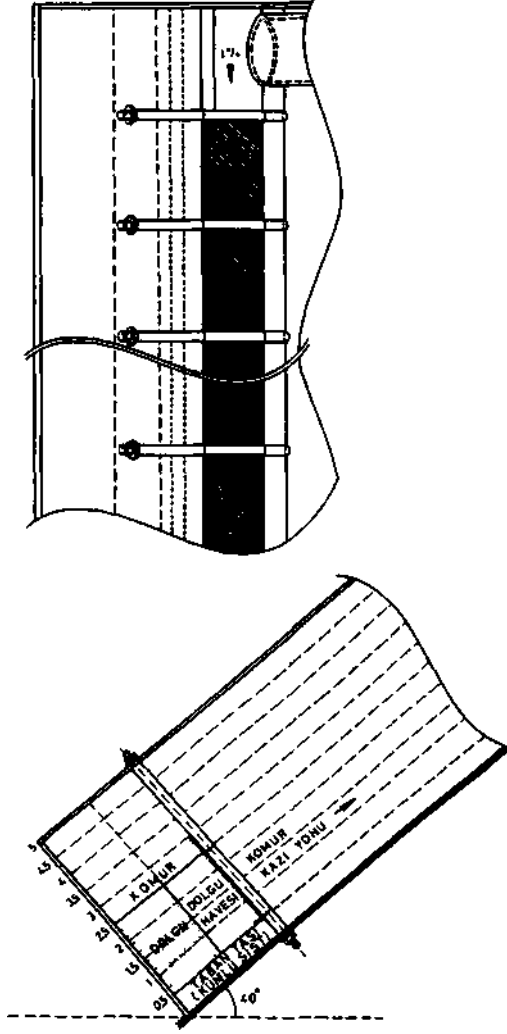
İkinci önemli benzerlik ise her uç boyuttaki açıların eşitliği şartıdır. Bunun için modelde damar eğimi, istenilen açı ne ise ayarlanabilir. Keza doğrultu boyunca eğim ve diyagonal eğimlerin ayarlanması da mümkün olabilmektedir. Yani bu model, damar eğimi ot'nın, doğrultu boyunca eğim y0'nın ve diğer açıların ayarlanabileceği dinamik bir karakter taşımaktadır.

Yapılacak model, Armutçuk İşletmesindeki Büyük Damar'da çalışılan Hidrolik Dolgulu Ayak (Şekil 1) örnek alınarak oluşturulmuştur. Bu örneğe uygun temel benzerlikler Şekil 2'de görülmektedir. Bu benzeşimi elde



Şekil 1 T.T.K. Armutçuk İşletmesi'nde Büyük Damar'da Çalışılan Yeraltı Hidrolik Dolgulu Ayak Uygulamasından Plan (Üstte) ve Aynı Plandan A-A' Kesitleri (Altta).

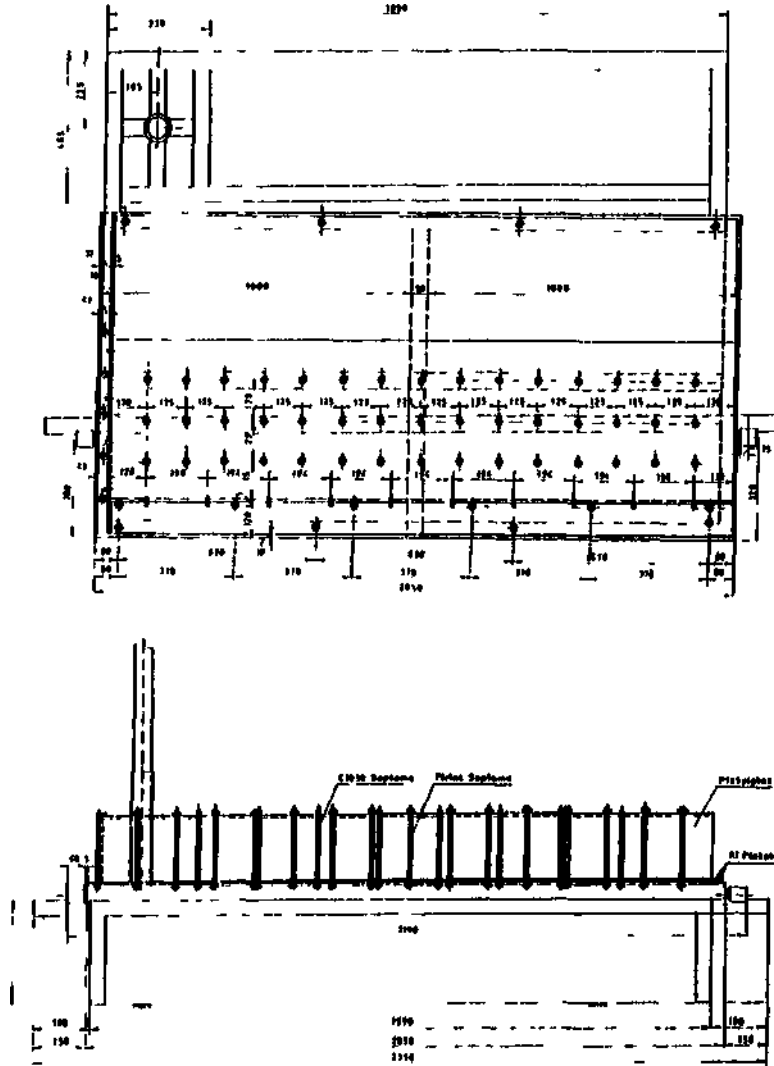
etmek gayesiyle oluşturulan sistemin teknik olarak boyutlandırılmış hali ise üstten ve önden olmak üzere Şekil 3'te görülmektedir. Gerekli düzenlemeler bu iskelet üzerinde yapılmakta ve hangi koşullar örnek alınıyorsa buna uyan bir şekil ortaya çıkarılmaktadır. Hernekadar olayların seyirini izlemek için modelin üst ve yan tarafı pleksiglas ile takviye edilmiş olsa da (Şekil 4), arını, taban ve tavanı, yerinden alınan ilgili malzemelerin Şekil 2'de tasarımı olduğu gibi biçimlendirerek yerlerine yerleştirmek suretiyle ve ayak arkasındaki ilk dolgu havasını tamamen doldurduktan sonra deneylere başlamak mümkün olacaktır. Yine bu şekilde görüldüğü gibi 2 m'lik taban diliminin alındığı varsayılırsa, tavan kömür



Şekil 2 Armutçuk İşletmesi'nde Büyük Damar'da Çalışılan Yeraltı Hidrolik Dolgulu Ayak Uygulamasına Benzer Ayak Arkası Modeli Tasarımı (i).

taban taşı kumlu şist olacaktır. Doğal olarak değişen formasyonlara bağlı olarak özel şekilde biçimlendirilmiş plakaların kaldırılarak yerlerine ilgili formasyona ait olanlarını koymak modelin dinamik karakterine uymaktadır.

Ayak arkası modelinde ilginç bir benzerlik de drenaj konusunda görülmektedir. Eğimlerin aynı olmasının bu konuda ilk şart olduğu açıktır; bu şart sağlanmıştı. Diğer bir husus ise drenajla ilgili malzemelerin



Şekil 3 Hidrolik Dolgu Ayak Arkası Modeli İskeletinin Boyutlandırılmış Olarak Üstten ve Önden Teknik Detayları (1).

yerlerine takılması durumudur. Doğal olarak yeraltında drenaj amacıyla kullanılan çuval kanaveçe ve dolgu teli gibi filtrasyon malzemelerinin aynen kullanılması kaçınılmazdır. Bu malzemeler modelde şekilde görüldüğü gibi hem ayak içine, hem de merkez kelebe tarafına takılmıştır (Şekil 4). Ayrıca, suyun buharlaşmasını ve uzaklaşmasını, ya da yüzeylerde dönüşüme uğramasını saptamak için ise, ısı, basınç ve neme doygunluğun belirlenmesini sağlayan bir termometre, barometre ve higrometre seti kullanılmaktadır.



Şekil 4 Modele Takılan Filtrasyon Malzemelerinin Görünüşü.

5. MALZEMELERİN HİDROLİK DOLGU AYAK ARKASI MODELİ ÜZERİNDE DENENMESİ

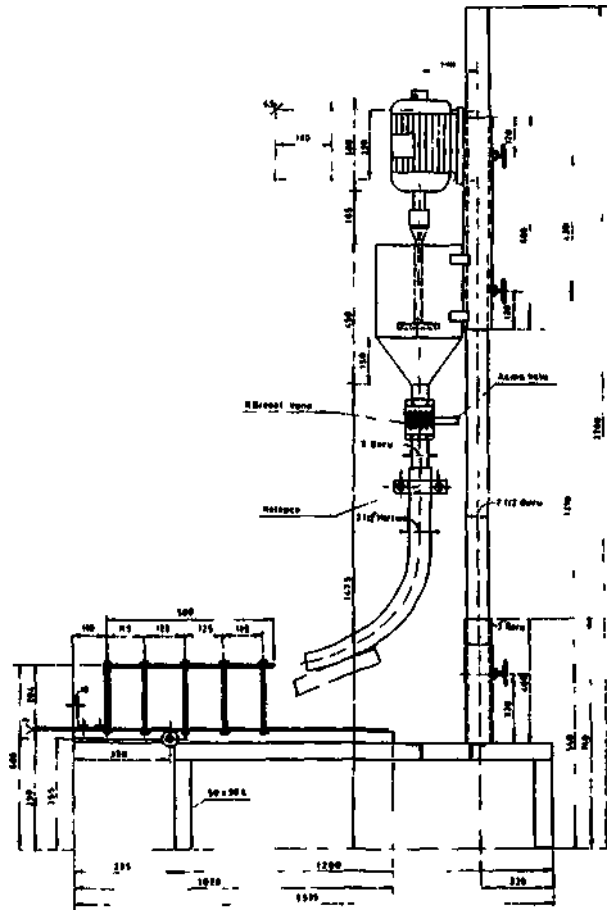
Malzemelerin denenmesi için geliştirilen karıştırıcı ve ayak arkası modeli Şekil 5'te görülmektedir. Bilindiği gibi, malzemelerin model Üzerinde denenmesi için *önce* belirli konsantrasyonlarda su ile karıştırılmaları gerekmektedir. Çizelge 1 ve 2, örnek olarak alınan 1. ve 2. tabaka Velibey kuvars kumlarına ait malzemelerin, 1 ve 5 m arasındaki damar kalınlıklarına göre modele yiklenmesi gereken miktarları göstermektedir. Bu miktarlar deneysel olarak saptanmış boşluk oranlarına, yani $e = \frac{V_v}{V_t}$ göre, dane birim hacim ağırlığı j^* ve modelde yüklenen kısmın boyutları da gözönüne alınarak hacim ve ağırlık cinsinden olmak üzere iki şekilde su ve katı kısımları ayrı ayrı olmak üzere belirtilmiştir. Ayrıca "adet olarak" hazırlanan ayak arkası modeline kaç defa boşaltma yapılacağı da belirtilmiştir. Çünkü karıştırıcının belli bir kapasitesi vardır. Bu veriler, " malzeme ve su verileri " ismi altında toplanmıştır. Bu veriler içinden, Şekil 1 gözönünde bulundurularak ve gerçeğine uygun olarak, uygulanan dilimli çalışmadaki 2 m'lik damar kalınlığı ve 1,25 m have boyu esas alınmıştır. Ayrıca damar meyli 40° , Uzunlamasına ayak eğimi $\% 1$ olduğuna göre düzenleme yapılmıştır. Bu değerlerden damar $0-90^\circ$ ler

Çizelge 1 1. Tabaka Veibey Kuvars Rumlarıyla Model Üzerinde Yapılan Deney İçin Damar-İşletme Verilerine Karşılık Gelen Malzeme ve Su Verileri.

d (m)	Damar Açılırları		b (m)	Malzeme ve Su Verileri										
	α (°)	β (%)		K_v (%)	e_d (-)	γ_s (g/cm ³)	M_v (cm ³)	V_s (cm ³)	V_w (cm ³)	$V+V_w$ (cm ³)	W_s (g)	W_w (g)	$W+W_w$ (g)	n_a (adet)
1	40	1	1,25	10	0,78	2,62	4000	3120	28080	31200	8174	28080	36254	2
				20					12480	15600		12480	20654	1
				30					7280	10400		7280	15454	1
				40					4680	7800		4680	12854	1
				50					3120	6240		3120	11294	1
2	40	1	1,25	10	0,78	2,62	8000	6240	56160	62400	6349	56160	72509	4
				20					24960	31200		24960	41309	2
				30					14560	20800		14560	30909	2
				40					9360	15600		9360	25709	1
				50					6240	12480		6240	22589	1
3	40	1	1,25	10	0,78	2,62	12000	9360	84240	93600	24523	84240	108763	6
				20					37440	46800		37440	61963	3
				30					21840	31200		21840	46363	2
				40					14040	23400		14040	38563	2
				50					9360	18720		9360	33663	2
4	40	1	1,25	10	0,78	2,62	16000	12480	112320	124800	26971	112320	145017	8
				20					48960	52400		48960	62617	4
				30					29120	31200		29120	41817	3
				40					18720	20800		18720	32417	2
				50					12480	15600		12480	25117	2
5	40	1	1,25	10	0,78	2,62	20000	15600	140400	156000	40872	140400	181272	10
				20					52400	78000		52400	103272	5
				30					35600	52000		35600	72172	4
				40					23400	35000		23400	48272	3
				50					15600	23200		15600	32472	2

Çizelge 2 2. Tabaka Veibey Kuvars Kumlarıyla Model Üzerinde Yapılan Deney İçin Damar-İşletme Verilerine Karşılık Gelen Malzeme ve Su Verileri.

d (m)	Damar Açılırları		b (m)	Malzeme ve Su Verileri										
	α (°)	β (%)		K_v (%)	e_d (-)	γ_s (g/cm ³)	M_v (cm ³)	V_s (cm ³)	V_w (cm ³)	$V+V_w$ (cm ³)	W_s (g)	W_w (g)	$W+W_w$ (g)	n_a (adet)
1	40	1	1,25	10	0,70	2,63	4000	2800	25200	28000	7364	25200	32564	2
				20					11200	14000		11200	18564	1
				30					6553	9333		6553	13897	1
				40					4200	7000		4200	11564	1
				50					2800	5600		2800	10164	1
2	40	1	1,25	10	0,70	2,63	8000	5600	50400	56000	14728	50400	65128	4
				20					22400	28000		22400	37128	2
				30					13066	18666		13066	27794	2
				40					8400	14000		8400	23128	1
				50					5600	11200		5600	20328	1
3	40	1	1,25	10	0,70	2,63	12000	8400	75600	84000	22092	75600	97692	5
				20					33600	42000		33600	55692	3
				30					19600	28000		19600	41692	2
				40					12800	21000		12800	34692	2
				50					8400	16800		8400	30492	2
4	40	1	1,25	10	0,70	2,63	16000	11200	100800	112000	29456	100800	130256	7
				20					44800	56000		44800	74256	4
				30					26133	37333		26133	55329	3
				40					16800	28000		16800	46256	2
				50					11200	22400		11200	40656	2
5	40	1	1,25	10	0,70	2,63	20000	14000	126000	140000	36820	126000	162820	9
				20					50000	70000		50000	92820	5
				30					32666	46666		32666	69486	3
				40					21000	35000		21000	57820	3
				50					14000	28000		14000	50820	2



Şekil 5 Karıştırıcı ve Ayak Arkası Modelinin Teknik Detayları (1).

arasında, uzunlamasına ayak meyli ise % 1-5 arasında olmak üzere düzenlenebilmektedir. Ayrıca filtrasyon malzemeleri ilgili yerlere takılmıştır.

Akış verilerine uyum amacıyla ise, 1 saatlik dolgu vuruş sliresine göre belirlenmiş olan değerler Çizelge 3 ve 4'de gösterilmiştir. Dolgu malzemesinin yerüstünden ilgili ayağa kadar olan mesafesi 3656 m'dir. Karışımın yoğunluğu γ , çeşitli hacimsel konsantrasyon değerlerine göre belirlenmiştir. Ortalama karışım hızı olan V , ise, kritik karışım hızından az ka

olmamak üzere borulardaki karışımın ortalama hızına karşılık gelen bir değerdir. Bu hızı, karışım dUzeneğindeki pervanenin kanat uçlarında elde etmek mümkün olmaktadır. Bu hıza erişmek için gereken çark devir hızı D o-
 çak
 larak kabın çevresel uzunluğu ile ilintili olarak hesaplanmıştır. V ,
 ka

hızı ile yolu alma süresi, ya da kabdaki karıştırma süresi t simgesi ile gösterilmiştir.

Çizelge 5 ve 6'da ise, deneyler esnasındaki ortam ve su verileri belirtilmektedir. Buna göre deney başlangıcında ortam ısısı T_o , atmosferik basınç A_o , neme doymunluk N_o ve su ısısı T_w olarak, deney sonunda okunan ortam ısısı T , atmosferik basınç A , neme doymunluk N ve su ısısı T olarak belirtilmiş ve deneyler esnasında ölçülmüştür.

Bu şartlar altında gerçekleştirilen deneyler sonucunda Çizelge 7 ve 8 de belirtilen çıkış verileri elde edilmiştir. Buna göre hazırlanan K hacimsel konsantrasyonlarındaki karışımlar ayak arkası modeline yüklendikten sonra 15., 30., 60., 120., 240. ve 480. dakikalarda numuneler alınmıştır. Ayak arkası modeline boşaltılan dolgu malzemelerinin öncelikle nem içeriklerini belirlemek amacıyla, merkez başyukarı, sınır başyukarı ve ayak arkasından alınan numunelerin nem içerikleri w , su miktarı W , katı kısmın ağırlığı W_s ve tüm ağırlık W olmak üzere aşağıdaki formül kullanılmıştır:

$$w = \frac{W_w}{W_s} \cdot 100 = \frac{W - W_s}{W_s} \cdot 100 \text{ (Boyutsuz, \%)} \quad [2]$$

Daha sonra bunların ortalama nem içerikleri olan w , bu üç değer aritmetik ortalaması alınarak hesaplanmıştır. Yine aynı zaman dilimleri içinde ayak arkası modelinden çıkan su miktarı yüzdesi olan w 'nin, modelden çıkan su miktarı $W_{\text{ç}}$ 'nin, modele aktarılan su miktarı olan W_w 'e oranı olup, izleyen şekildedir:

$$w_{\text{ç}} = \frac{W_{\text{ç}}}{W_w} \cdot 100 \text{ (Boyutsuz, \%)} \quad [3]$$

Modelden çıkan katı parçacıklı suyun, katı ve sıvı kısımlarının miktarı ölçülmektedir. Daha sonra, ayak arkası modelinde kalan su ve katı miktarı, boşaltılan su ve katı miktarından çıkan su ve katı miktarını çıkartmak suretiyle bulunmaktadır. Burda buharlaşarak uzaklaşan su miktarında hesaba

Çizelge 3 2 m'lik Damara Karşılık Gelen 1.Tabaka Velibey Kuvars Kumu ile Yapılan Deney Esnasındaki Ortam ve Su Verileri.

K_v (%)	S (m)	γ_{ka} (g/cm ³)	\bar{v}_{ka} (m/s)	D_{ca} (d/dak)	t_{cs} (s)
10	3856	1,162	37,82	2576	97
20		1,324	17,56	1203	207
30		1,486	10,94	745	334
40		1,648	7,58	517	482
50		1,810	5,56	379	657

Çizelge 4 2 m'lik Damara Karşılık Gelen 2.Tabaka Velibey Kuvars Kumu ile Yapılan Deney Esnasındaki Ortam ve Su Verileri.

K_v (%)	S (m)	γ_{ka} (g/cm ³)	\bar{v}_{ka} (m/s)	D_{ca} (d/dak)	t_{cs} (s)
10	3656	1,163	34,03	2320	107
20		1,325	15,96	1066	229
30		1,487	9,96	674	370
40		1,649	6,67	469	531
50		1,811	5,00	341	731

Çizelge 5 1.Tabaka Velibey Kuvars Kumlarında İ Saatlik Dolgu Vuruş Süresi için 2 m'lik Damara Karşılık Gelen Akış Verileri.

K_v (%)	Deney Başlangıcı				Deney Sonu			
	T_p (°C)	A_p (hPa)	H_p (%)	T_w (°C)	T_p (°C)	A_p (hPa)	H_p (%)	T_{w1} (°C)
10	28	1019	80	22,5	28	1017	83	24
20	28	1017,5	80	23	28	1016	82	25
30	27	1018,5	81	23,5	27	1017,5	84	25
40	26	1018	80	22	26	1015	84	23
50	27	1020	81	23	27	1020	85	24

Çizelge 6 2.Tabaka Velibey Kuvars Kumlarında 1 Saatlik Dolgu Vuruş Süresi için 2 m'lik Damara Karşılık Gelen Akış Verileri.

K_v (%)	Deney Başlangıcı				Deney Sonu			
	T_p (°C)	A_p (hPa)	H_p (%)	T_w (°C)	T_p (°C)	A_p (hPa)	H_p (%)	T_{w1} (°C)
10	25	1018,5	78	22	25	1018	80	23
20	26	1019	79	23	26	1019	80	23
30	25	1020	80	21	25	1020	84	22
40	27	1018	79	22	26	1019	81	22
50	26	1020	80	22	27	1020	83	23

katılması dUşuncesiyle bu yeterli görülmemiş, ayrıca ayak arkası modelinden belli zaman aralıklarıyla alınan numunelerin yukarıda belirtilen nem içeriklerinin de saptanması yoluna gidilmiştir. Sızan katı daneciklerin miktarı w 'nin, toplam katı miktarı w 'e oranı ise, sızan katı danecik oranı olan m 'i vermektedir:

Çizelge 7 2 m'lik Damara Karşılık Gelen 1.Tabaka Velibey Kuvars Kumu İle Yapılan Deneylerde Elde Edilen Çıkış Verileri.

K _V (X)	'da (dak)	w (X)	Su Oranları		Sızan Malzeme Verileri		
			w _Ç (X)	"k (X)	D _{sm} (mm)	W ₈₈ (g)	m _s (X)
10	15.	67,21	80,78	19,22	0,100	837	5,12
	30.	58,73	83,66	16,34	0,060	923	5,65
	60.	57,14	84,09	15,91	.	935	5,72
	120.	56,27	84,38	15,62	—	940	5,75
	210.	55,88	84,52	15,48	—	941	5,76
	480.	55,79	84,58	15,42	—	941	5,76
20	15.	41,75	73,23	26,77	0,085	706	4,32
	30.	39,25	75,35	24,65	0,050	796	4,87
	60.	35,92	77,12	22,88	—	814	4,98
	120.	35,17	77,74	22,26	—	819	5,01
	240.	34,96	77,85	22,15	—	822	5,03
	460.	34,92	77,85	22,15	—	622	5,03
30	15.	34,27	62,35	37,65	0,070	515	3,15
	30.	32,75	64,23	35,77	0,035	575	3,51
	60.	31,87	65,04	34,96	—	680	4,16
	120.	31,75	65,33	34,67	—	685	4,19
	240.	31,05	66,45	33,55	—	687	4,20
	480.	30,97	66,50	33,50	—	687	4,20
40	15.	33,22	42,12	57,88	0,080	248	1,52
	30.	31,85	45,37	54,63	0,045	377	2,31
	60.	31,34	46,24	53,76	—	428	2,62
	120.	30,93	46,88	53,12	—	449	2,75
	240.	30,27	47,35	52,65	.	449	2,75
	480.	30,08	47,92	52,08	—	449	2,75
50	15.	32,25	16,23	83,77	0,090	265	1,62
	30.	31,72	17,67	82,17	0,045	283	1,73
	60.	31,53	18,13	81,87	—	283	1,73
	120.	31,50	18,25	81,75	—	283	1,73
	240.	31,41	18,22	81,48	—	283	1,73
	480.	31,29	19,03	80,97	—	283	1,73

$$m_s = \frac{w_{88}}{w_s} \cdot 100 \text{ (Boyutsuz, \%)}$$

[4]

"sm ile gösterilen "sızan en büyük boyut" ise, çıkan ince danecikli su içindeki katının ayrılması ve daha sonra bu katının incelenmesi sonucu belirlenmektedir. Çıkış verileri çizelgelerindeki w , ayak arkası modelinde giren suya göre kalan su miktarının oranını göstermektedir. Bu bağıntılara göre istenen veriler deneyler sonucunda elde edilmektedir.

Çizelge 8 2 m'lik Damara Karşılık Gelen 2.Tabaka Velibey Kuvars Kumu ile Yapılan Deneylerde Elde Edilen Çıkış Verileri.

K V (X)	fca. (dmk)	D (%)	Su Oranları		Sızan Malierm» Verileri		
			w S <*	"k (X)	D an (mm)	w ss (g)	m s (x)
10	15.	35,97	89,48	10,52	0,090	165	1,12
	30.	30,25	91,52	8,48	-	171	1,16
	60.	29,85	91,66	8,34	-	172	1,16
	120.	27,62	92,20	7,80	-	173	1,17
	240.	27,33	92,2,5	7,75	-	173	1,17
	480.	26,22	92,65	7,35	-	173	1,17
20	15.	33,71	79,26	20,74	0,076	140	0,95
	30.	30,73	80,91	19,09	»	150	1,01
	60.	23,72	82,07	17,93	-	154	1,04
	120.	26,35	83,36	18,64	-	154	1,04
	240.	26,30	83,55	16,45	-	154	1,04
	480.	25,93	83,87	16,13	-	154	1,04
30	15.	29,37	68,04	31,96	0,065	122	0,83
	30.	29,03	69,21	30,79	-	133	0,90
	60.	26,27	70,18	29,82	-	134	0,91
	120.	26,40	70,35	29,65	-	136	0,92
	240.	26,25	71,22	28,78	-	138	0,94
	480.	24,40	72,48	27,52	-	138	0,94
40	15.	30,25	48,71	51,29	0,085	68	0,46
	30.	28,25	51,25	48,75	-	73	0,49
	60.	28,10	51,45	48,55	-	75	0,51
	120.	26,75	54,68	45,32	-	75	0,51
	240.	26,32	55,77	44,23	-	75	0,51
	480.	25,85	56,25	43,75	-	75	0,51
50	15.	32,54	12,50	87,50	0,100	30	0,20
	30.	29,85	22,67	77,33	-	33	0,22
	60.	28,93	24,59	75,41	-	33	0,22
	120.	28,75	24,85	75,15	-	33	0,22
	240.	26,38	31,17	68,83	-	33	0,22
	480.	35,73	32,46	67,54	-	33	0,22

tik olarak 1.tabaka Velibey kuvars kumlarıyla yapılan deneylerin çıkış verileri Çizelge 7'de toplu olarak verilmiştir. Çizelge incelendiğinde her konsantrasyon için deneylerin tamamlandığı görülmektedir. Yapısında killi madde ve ince malzemeler olması nedeniyle uzun süre çökmeyen bir özellik göstermektedir. Hatta bu ince kısımdan meydana gelen süspansiyon, filtrasyon malzemelerinin deliklerinden bile geçmeyen bir karakter taşımaktadır. İnce malzemelerin çuval kanaveçeyi tıkaması sonucu ayak arkası



Şekil 6 % 40'luk Hacimsel Konsantrasyonda 2. Tabaka Velibey Kuvars Kumu ile Yapılan Deneyde, Çöken Malzemenin Suyu Süzöldükten Sonra Ayak Arkası Modelinde Almış Olduğu Dolgu Eğimi.

modelinde malzemenin önemli bir kısmının çökerek dengeli bir yayılım göstermesine rağmen, ince malzeme ve killi kısımdan meydana gelen süspansiyon çöken daha kaba malzemenin üzerinde uzun müddet süzölmeden durarak dolgunun stabil bir yapı göstermesine engel olmaktadır. Buna göre daha iyi bir filtrasyon ve dolayısıyla suyun drenajı için ince kısmın malzemedan ayrılması gerekmektedir. İnce dane dağılımlı olan ve içinde kaba danelerin olmadığı bu malzeme, sınır başyukarı tarafında çukur meydana getirmekte, daha sonra çok düşük bir eğimle merkez başyukarıya doğru yayılım göstermektedir.

Çizelge 2, 4 ve 6'daki şartlara göre, 2. tabaka Velibey kuvars kumlarıyla yapılan deneylerin çıkış verileri ise Çizelge 8'de görölmektedir. 1. tabakada olduğu gibi tüm konsantrasyonlar için deneyler tamamlanmıştır. Bünyesinde tuttuğu suyun oranı 8 saatlik bir süre sonunda en az % 24,4 olmak üzere % 30'luk hacimsel konsantrasyonda elde edilmektedir. Diğer yandan, ele alınan malzemeler arasında sızan danecik bakımından en düşük oranları vermesi nedeniyle de uygunluk göstermektedir. Dolgunun almış olduğu eğimlerde ise, her konsantrasyon için ufak değişimler görölmektedir

Hacimsel konsantrasyon % 10 iken teisine eğim oluşmakta ve değeri $-0,7'$ ile $-0,5'$ arasında oluyor. % 30'luk konsantrasyonda ise $0'$ ile $0,5'$ arasında, % 40'lukta $2,5'$ ve % 50'lik konsantrasyonda ise dolgu eğimi $3'$ ile $3,5'$ arasında olmaktadır. Şekil 6'da % 40'lik konsantrasyonda dolgunun almış olduğu eğim görülmektedir. Bu derere düşük dolgu eğimleriyle malzeme tartışılmaz bir uygunluk göstermektedir.

SONUÇ

Hidrolik dolgu yönteminde incelenen şey malzeme ise, bununla ilgili bazı parametreler laboratuarda bulunduktan sonra uygunluğu hakkında bir karar verilmektedir. Ancak malzemeye ait öyle özellikler vardır ki, bu özelliklerin belirlenmesi ancak bir fiziksel model sayesinde gerçekleştirilir. Uu amaçla, Velibey kuvars kumlarına ait iki farklı tabakadan alınan numunelerle model üzerinde yapılan deneyler sonucunda, 2.tabaka Velibey kuvars kumlarının uygun olduğu görülmektedir. Alacağzı civarındaki Büyükyonga Tepesi'nin altında bulunan 2.tabaka Velibey kuvars kumundan alınan bu malzemenin, su geçirimsizliğinin uygunluğu evvelce irdelenmiş ve literatürdeki uygun geçirimsizlik değerinin üstünde olduğu belirlenmişti (3). Model üzerinde yapılan deneylerde ise malzemenin, süzülme hızı, kaçan ince danecik miktarının azlığı, çöktüğü yerde oluşturduğu dolgu eğimi gibi hususlarda uygun olduğu görülmektedir. Bilhassa % 30 hacimsel konsantrasyon en uygun "su+malzeme" karışımını teşkil etmektedir.

KAYNAKLAR:

1. HANER, B., Hidrolik Dolgu Uygulaması için Zonguldak-Armutçuk Çevresi Malzemelerinin İncelenmesi, Doktora Tezi, İ.T.U. Maden Fakültesi, Kasım 1993, 336 s.
2. ÖZGÜR, C, Deneysel Hidromekanik, İ.T.Ü.Makina Fakültesi, Sayı:1166, İ.T.Ü.Matbaası, İstanbul, 1980, 406 s.
3. HANER, B., Hidrolik Dolgu Uygulamaları İçin Velibey Kuvars Kumlarının Geçirimsizlik Vönünden İncelenmesi, TÜrkiye 9. Kömür Kongresi, 2-5.Mayıs.1994, Zonguldak, s.253-268.