

Hidrolik Dolgu Uygulamaları İçin Velibey Kuvars Kumlarının Geçirimsizlik Yönünden İncelenmesi

An investigation of the Permeability of Velibey Quartz Sands for the Hydraulic Filling Applications

Bülent HANER*

ÖZET

Hidrolik dolgu işlemlerinde kullanılması düşünülen malzemelerde aranan en önemli özelliklerden biri de geçirimsizliktir. Bu çalışmada, Zonguldak havzasında yaygın bir dağılım gösteren Velibey kuvars kumlarının geçirimsizlik özellikleri ele alınmıştır. Yapılan deneyler sonucunda elde edilen boyut parametreleri ile geçirimsizlik değerleri ilişkilendirilmiştir. Ayrıca işletmeciyi ilgilendiren boyut ve hacim-ağırlık değerleri ile belli boyutların altı atılmış malzemelerin geçirimsizlik değerleri de verilmiştir. Sonuçta ise, yöntem için geçirimsizlik bakımından uygun olan ve olmayan malzemeler irdelenmiş ve yerleri belirtilmiştir.

ABSTRACT

Permeability is one of the major characteristics of the materials, which are considered to be used for the hydraulic filling. In this study, the permeability of Velibey quartz sand, which are widely distributed in the Zonguldak basin, have been investigated. The size parameter results obtained from the experiments have been compared with the permeability values. The values of the size and the volume-weight with the permeability values of some materials, which the management is interested in, have also been given. In conclusion, the permeability of the materials which is appropriate or not for the method has been discussed and their locations have been determined.

(*) Öğr.Gör.Dr., Maden YÜk.Müh., Z.K.Ü. Z.M.Yüksekokula, ZONGULDAK

1. GİRİŞ

Geçirimsizlik, hidrolik dolgu işlemlerinde kullanılacak malzemelerin nitelik kontrolü bakımından incelenilen en önemli özelliklerindedir. Yeraltında üretim faaliyetleri sonucu oluşturulan cevher ya da kömürü alınmış ayak arkası boşluklara doldurulan dolgu malzemesi, üstünde çalışacak personeli, üzerine konacak mekanize ve konvansiyonel alet ve malzemeyi taşıyabilecek özelliği kısa zamanda kazanması, hidrolik nakil işlemini sağlayan suyu bünyesinden belli bir yüzdeye kadar uzaklaştırması ile mümkündür. Bu yüzde, muhtemel en uygun oturmayı sağlayacak değerde olursa dolgu malzemesi tercihi uygun yapılmış olacaktır. Malzeme belli bir miktarın üzerindeki suyu gereğinden fazla tutarsa bir çökme-yen malzeme-su karışımı ve çamur oluşumu nedeniyle çok düşük bir yüzey batması beklemek olağandır. Bu gerçekten hareket ederek, Zonguldak taş-kömürü havzasındaki yaygın çevre malzemelerinden biri olan Velibey kuvars kumlarının su geçirimsizliğinin hangi yörelerde ve tabakalarda uygun değerler gösterdiğini belirlemek amacıyla alınan numuneler üzerinde incelemelerde bulunulmuştur.

2. VELİBEY KUVARS KUMLARININ HAVZADAKİ DAĞILIMI

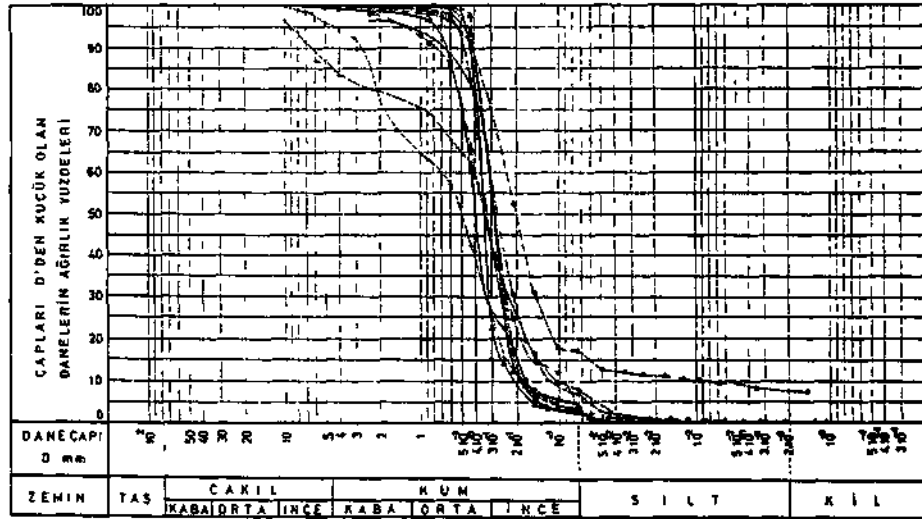
Havzada farklı zamanlara ait kumtaşları ve kuvars kumları bulunmaktadır. Bunları gençten yaşlıya doğru şu şekilde sıralamak mümkündür:

- Kretase devrine ait Albien yaşlı glokonili kumtaşları,
- Kretase devrine ait Apsien yaşlı Velibey kumtaşları ve kuvars kumları ,
- Karbonifer devrine ait Westfalien-A yaşlı kumtaşları,

Bunlardan konumuzu ilgilendiren Apsien yaşlı Velibey kumtaşları ve kuvars kumları havzada çok yaygın bir malzemedir. Şekil 1, bu malzemenin havzadaki dağılımı hakkında bir fikir vermektedir. M.T.A.'nın havzadaki geniş kapsamlı araştırmalarına göre genel olarak bu kumtaşlarının yarısı gevşek çimentolu kuvars kumu, % 25'i ise orta sertlikte elle ufalana-bilen, % 25'ini ise orta-sıkı tutturulmuş kumtaşı karakterindedir. Genel olarak bu formasyonların havzadaki kalınlıkları 30-150 m arasında

Çizelge 1 Alıcaağzı, Sırattepe Altı, Sırattepe Patikası, Gavurormanı Tepesi Altından Alınan Velibay Kuvars Kumu Numunelerinin Dane Boyut Analizi Verilerinin Toplu Sonuçları.

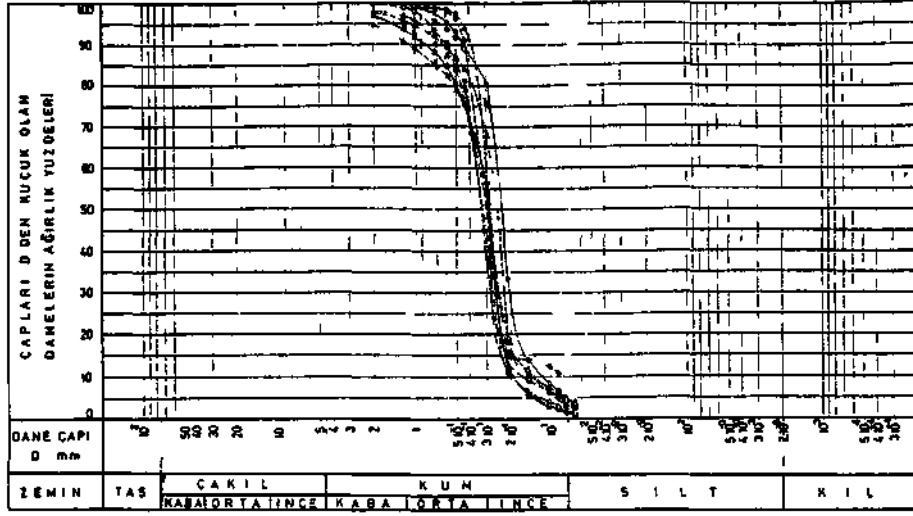
Numune no.	Analizin Cinsi	Özelliği	Tarihi	Sembolu	Çakıl %	Kum %	Silt %	Kil %	D ₁₀	D ₃₀	D ₅₀	D ₆₀	C _u	C _c
KÇVK-1	Kuru Eleme	Alıcaağzı'ndan	15.11.1985	---	0,60	96,87	2,53	-	0,170	0,330	0,40	0,42	2,47	1,52
KÇVK-1.1	İslek Analiz	Hidroetre	29.11.1985	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
KÇVK-2	Sulu Eleme	Alıcaağzı'ndan	11.3.1986	---	83,00	9,47	7,53	0,009	0,190	0,20	0,23	25,5	10,8	
KÇVK-2.2	İslek Analiz	Hidroetre	24-31.3.1986	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
KÇVK-3	Kuru Eleme	Alıcaağzı'ndan	26.7.1986	---	92,15	7,85	-	0,108	0,211	0,28	0,30	2,78	1,37	
KÇVK-4	Kuru Eleme	Alıcaağzı'ndan	13.6.1986	---	97,17	2,56	0,27	0,170	0,263	0,38	0,36	2,11	1,13	
KÇVK-4.1	İslek Analiz	Hidroetre	20-21.8.1986	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
KÇVK-5	Sulu Eleme	Alıcaağzı'ndan	25.11.1986	---	96,65	3,35	-	0,090	0,230	0,33	0,39	4,33	1,90	
SVK-1	Kuru Eleme	Alıcaağzı'ndan	15.11.1985	---	97,76	2,25	-	0,211	0,310	0,34	0,36	1,70	1,26	
SVK-1.1	İslek Analiz	Hidroetre	29.11.1985	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
SVK-2	Sulu Eleme	Alıcaağzı'ndan	18.3.1986	---	95,56	4,44	-	0,180	0,245	0,29	0,31	1,72	1,07	
SVK-2.1	İslek Analiz	Hidroetre	24-25.3.1986	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
SVK-3	Kuru Eleme	Alıcaağzı'ndan	25.8.1986	---	96,98	3,02	-	0,180	0,237	0,28	0,31	1,72	1,00	
SVK-3.1	İslek Analiz	Hidroetre	26-27.8.1986	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
GVK-60-1	Kuru Eleme	Sırattepe Altı	8.11.1985	---	97,12	2,88	-	0,192	0,253	0,29	0,31	1,61	1,07	
GVK-60-1.1	İslek Analiz	Hidroetre	29.11.1985	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
23VK-B-1	Kuru Eleme	Sırattepe Pat.	6.11.1985	---	14,32	78,84	6,84	-	0,120	0,233	0,34	0,40	3,33	1,03
23VK-B-1.1	İslek Analiz	Hidroetre	29.11.1985	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
SVK-57-1	Kuru Eleme	Gavurormanı T.	8.11.1985	---	3,55	91,51	4,94	-	0,175	0,350	0,50	0,70	4,00	0,69
SVK-57-1.1	İslek Analiz	Hidroetre	29.11.1985	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---



Şekil 2 Alıcaağzı, Sırattepe Altı, Sırattepe Patikası, Gavurormanı Tepesi Altından Alınan Numunelerin Dane Boyut Analizinden Yararlanarak Çizilen Eğrileri.

Çizelge 2 Sapça, Değirmenağzı, Kırat ve Hayatköy Civarından Alınan Velibay Kuvars Kumu Numunelerinin Dane Boyut Analizi Verilerinin Toplu Sonuçları.

Numune no	Analizin Cinsi	Özelliği	Tarihi	Sembolu	Çakıl %	Kum %	Silt %	Kil %	D ₁₀	D ₃₀	D ₅₀	D ₆₀	C _u	C _c
ZS 147	Sulu Eleme	Sapça'dan	1985	---	94,99	5,01	-	0,115	0,204	0,235	0,251	2,10	1,44	
ZH 129	Sulu Eleme	Hayatköy'den	1985	---	97,22	2,78	-	0,086	0,285	0,328	0,360	4,18	2,62	
ZS 135	Sulu Eleme	Sapça'dan	1985	---	97,77	2,23	-	0,185	0,283	0,293	0,300	1,53	1,37	
ZS 127	Sulu Eleme	Sapça'dan	1985	---	95,56	4,44	-	0,180	0,250	0,286	0,315	1,97	1,34	
ZH 128	Sulu Eleme	Hayatköy'den	1985	---	98,68	1,32	-	0,200	0,278	0,323	0,360	1,80	1,05	
ZS 149	Sulu Eleme	Sapça'dan	1985	---	97,23	2,77	-	0,140	0,227	0,240	0,255	1,82	1,44	
ZD 134	Sulu Eleme	Değirmenağzı	1985	---	98,52	1,48	-	0,190	0,258	0,286	0,320	1,68	1,09	
ZD 130	Sulu Eleme	Değirmenağzı	1985	---	96,39	3,61	-	0,135	0,227	0,245	0,275	2,03	1,30	
ZD 131	Sulu Eleme	Değirmenağzı	1985	---	95,11	4,89	-	0,145	0,262	0,300	0,340	2,34	1,39	
ZK 132	Sulu Eleme	Kırat'tan	1985	---	96,30	3,70	-	0,155	0,248	0,293	0,320	2,08	1,24	



Sakıl 3 Sapça, Deginnaenagzı, Kırat ve Hayatköy dan Alınan Velibey Kuvars Kumu Numunelerinin Dane Boyut Analizlerinden Yararlanarak Çizilen Eğrileri

Çizelge 3 İncelenen Malzemelerde \bar{D} , \bar{U}_A ve \bar{D}_C değerleri

Malzeme	\bar{D}	\bar{U}_A	\bar{D}_C
KÇVK-1	0,447	0,450	0,444
KÇVK-2	0,266	0,251	0,280
KÇVK-3	0,286	0,291	0,281
KÇVK-4	0,336	0,345	0,327
KÇVK-5	0,426	0,427	0,424
SVK-1	0,339	0,339	0,339
SVK-2	0,292	0,295	0,290
SVK-3	0,297	0,302	0,293
ZH 129	0,375	0,372	0,377
ZS 147	0,271	0,264	0,278
ZD 130	0,345	0,349	0,341
ZS 149	0,299	0,295	0,303
ZD 132	0,378	0,369	0,386
ZK 131	0,399	0,392	0,406
ZS 127	0,305	0,303	0,307
ZD 134	0,404	0,399	0,409
ZS 135	0,300	0,299	0,302
ZH 128	0,368	0,370	0,367
ZS VK-B-1	1,475	1,501	1,450
SVK-57-1	1,301	1,313	1,289
GVK-50-1	0,387	0,383	0,392

2.1.2. Hacim-Ağırlık Değerleri

Burada 8 öznumune üzerinde yoğunlaştırılan ve Alacaağzı yöresinden alınan numunelerin üzerinde, özellikle nem içeriği (w), yerinde boşluk oranı (e), dane birim hacim ağırlığı (Y), nemli birim hacim ağırlık (Y_n) ve kuru birim hacim ağırlık (Y_k) değerleri, 6'şar numune üzerinde yapılan deneylere göre ortalamalarının bulunması suretiyle ve neticede ortalamalarının ortalaması alınması şeklinde tek bir değer elde edilmiştir (Çizelge 4 ve Çizelge 5). Ayrıca Çizelge 6'da tüm numunelerin toplu olarak dane birim hacim ağırlıkları 6'şar deney sonunda bulunmuş ve yine ortalamalarının ortalaması alınarak havzaya özgü en son değerler bulunmuştur.

Çizelge 4 1.Seri Velibey Kumtaşlarında Ölçülen w, e, \bar{Y}_n 'e Göre \bar{Y}_k ve \bar{Y}_k Değerleri.

Numune No	w_1 (e_1) ₁	w_2 (e_1) ₂	w_3 (e_1) ₃	w_4 (e_1) ₄	w_5 (e_1) ₅	w_6 (e_1) ₆	\bar{w} \bar{e}_1	\bar{Y}_n (KN m^{-3})	\bar{Y}_n (KN m^{-3})	\bar{Y}_k (KN m^{-3})
KÇVK-1	5,25 0,538	5,10 0,539	5,28 0,522	5,19 0,542	5,09 0,522	5,12 0,510	5,17 0,528	25,76	17,73	16,86
KÇVK-2	5,57 0,572	5,75 0,515	5,65 0,535	5,52 0,545	5,80 0,575	5,65 0,553	5,62 0,549	25,52	17,40	16,47
KÇVK-3	4,75 0,533	4,80 0,542	4,35 0,538	5,05 0,514	4,38 0,517	4,70 0,508	4,67 0,525	25,82	17,72	16,93
KÇVK-4	5,45 0,557	5,32 0,573	5,80 0,565	5,75 0,548	5,57 0,566	5,48 0,552	5,53 0,560	25,72	17,40	16,49
KÇVK-5	4,88 0,550	5,05 0,545	4,68 0,557	4,85 0,538	5,12 0,556	5,07 0,565	4,94 0,552	25,74	17,40	16,58
Ortalamaların Ortalaması :							5,19 0,543	25,71	17,53	16,67

Çizelge 5 2.Seri Velibey Kumtaşlarında Ölçülen w, e, \bar{Y}_n 'e Göre \bar{Y}_k ve \bar{Y}_k Değerleri.

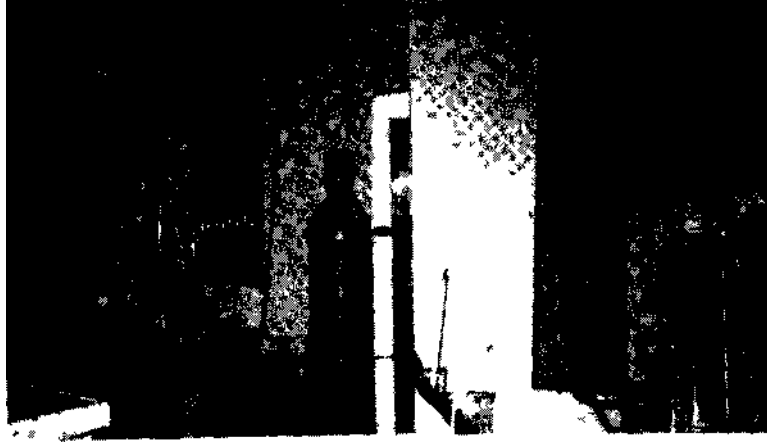
Numune No	w_1 (e_1) ₁	w_2 (e_1) ₂	w_3 (e_1) ₃	w_4 (e_1) ₄	w_5 (e_1) ₅	w_6 (e_1) ₆	\bar{w} \bar{e}_1	\bar{Y}_n (KN m^{-3})	\bar{Y}_n (KN m^{-3})	\bar{Y}_k (KN m^{-3})
SVK-1	0,34 0,155	0,22 0,183	0,28 0,168	0,25 0,147	0,18 0,151	0,16 0,157	0,24 0,160	25,76	22,26	19,19
SVK-2	0,52 0,175	0,47 0,153	0,52 0,168	0,43 0,148	0,51 0,186	0,48 0,190	0,49 0,170	25,82	22,18	18,96
SVK-3	0,75 0,185	0,52 0,178	0,90 0,157	0,59 0,170	0,44 0,159	0,58 0,185	0,63 0,172	25,80	22,15	18,90
Ortalamaların Ortalaması :							0,45 0,167	25,79	22,20	19,02

Çizelge 6 Velibey Kumullarının Dane Birim Hacim Ağırlıkları.

Sıra No	Numane No	γ_s Dane Birim Hacim Ağırlığı (KN m ⁻³)							
		1	2	3	4	5	6	$\bar{\gamma}_s$	σ
1	KÇVK-1	25,84	25,50	25,96	25,89	25,69	25,66	25,76	0,15
2	KÇVK-2	25,75	25,39	25,34	25,44	25,51	25,67	25,52	0,15
3	KÇVK-3	25,89	25,79	25,69	25,84	25,76	25,94	25,82	0,08
4	KÇVK-4	25,59	25,74	25,79	25,69	25,84	25,64	25,72	0,09
5	KÇVK-5	25,87	25,78	25,45	25,57	25,81	25,96	25,74	0,18
6	SVK-1	25,91	25,89	25,94	25,62	25,60	25,59	25,76	0,16
7	SVK-2	25,97	25,84	25,87	25,92	25,64	25,69	25,82	0,12
8	SVK-3	25,79	25,86	25,90	25,67	25,76	25,84	25,80	0,08
9	GVK-50-1	25,94	26,07	25,97	25,99	25,89	25,91	25,96	0,06
10	23VK-B-1	24,63	25,35	25,55	25,69	25,25	25,59	25,34	0,22
11	SVK-57-1	25,14	25,54	25,35	25,59	25,57	25,25	25,41	0,17
12	ZS 147	25,52	25,60	25,40	25,35	25,71	25,64	25,54	0,13
13	ZH 129	25,74	25,84	25,79	25,89	25,94	25,60	25,80	0,27
14	ZS 135	25,84	25,89	25,87	25,94	25,92	25,81	25,88	0,04
15	ZS 127	25,89	25,84	25,94	25,99	25,91	25,94	25,92	0,05
16	ZH 128	25,74	25,79	25,81	25,86	25,89	25,87	25,83	0,05
17	ZS 149	25,35	25,10	25,54	25,60	25,74	25,69	25,50	0,22
18	ZD 134	25,79	25,94	25,87	26,03	26,28	25,89	25,97	0,16
19	ZD 130	25,84	26,08	25,94	25,74	25,82	25,83	25,88	0,11
20	ZD 131	25,76	25,81	25,91	25,85	25,97	25,69	25,83	0,09
21	ZK 132	25,89	25,84	26,00	26,08	25,79	25,87	25,91	0,10
Ortalamaaların Ortalaması :							$\bar{\gamma}_s = 25,75$		

3. GEÇİRİMLİLİK DENEYLERİ

Geçirimsizlik deneyleri I.T.Ü. Maden Fakültesi Hidrojeoloji Laboratuvarında, burda bulunan değişmez ve düşen düzeyli geçirimsizlik ölçme deney aletlerinden ve diğer olanaklardan yararlanarak yapılmıştır. Şekil 4'te değişmez düzeyli bir geçirimsizlik ölçme hücresine yüklenmiş bir malzeme ile deneyler esnasındaki görünümeler yansıtılmaktadır.



Şekil 4 Değişmez Düzeyli Geçirimsizlik Ölçme Deney Düzeni ve Yapılan Ölçme Çalışmaları

Malzemelerin, deneyler sonucunda elde edilen geçirimsizlik değerlerinin yorumunun yapılabilmesi amacıyla, önce kendi parametrelerinin gerçek geçirimsizlik K ile kıyaslaması yapılmıştır. Bunun için K gerçek geçirimsizliği bağımlı değişken olarak alınıp, diğer parametrelerle arasında regresyon analizi yapılmıştır. Bağlantıları ve korelasyon katsayıları bulunmuştur. Anlamlı bir ilişki kurulabilen parametrelerle daha çok değişkenli bağlantılara gidilmiştir. Çılgelerle ilişkiler somut olarak gösterilmeye çalışılmıştır.

Deneyler sonunda verilecek çizelgeler ile ayrıca bir irdeleme yapılabilmesi amacıyla literatürde yaygın olarak belirlenmiş olan geçirimsizlik değeri ile, bulunan değerler kıyaslanmıştır.

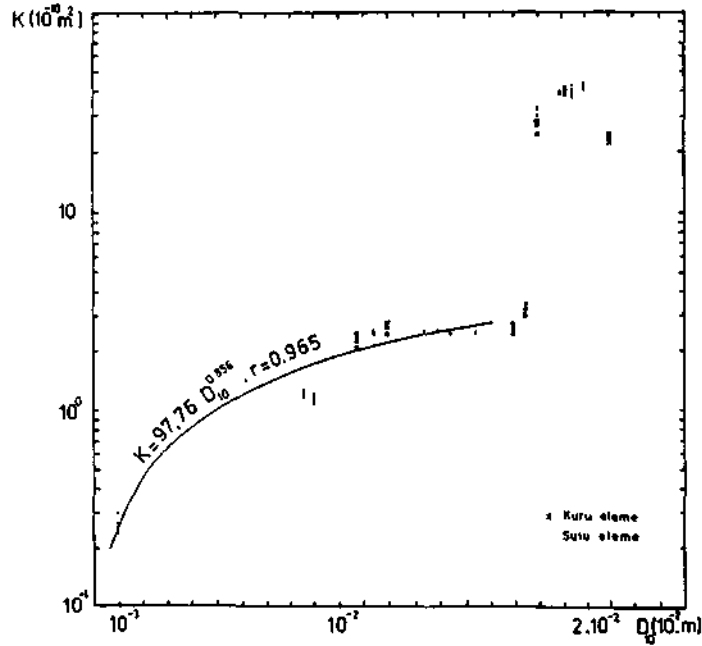
Yapılan 105 deneyin sonucunda bulunan değerlere göre önce gerçek geçirimsizlik K ve efektif çap D arasında bir bağlantı olup olmadığı araş-

10

tırılmış, bunun için bir el bilgisayarından yararlanılmıştır. Bu araştırma yapılırken sulu eleme ve kuru eleme yapılmış malzemelerden hangisinin tercih edileceğinin bilinmesi gerekmektedir. Sulu elemanın malzemenin gerçek boyut kimliğini ortaya çıkarmada daha etkin olduğu görülmektedir, incelenen malzemelerin kuru eleme yapılanları arasında ekseriya

anlamlı bir ilişki gözlenemezken sulu elemeli malzemelerde korelasyon katsayısı yüksek bağıntılar bulunmuştur. Bu bağıntıların bulunmasında ikinci bir sınırın, laminer akış rejiminden türbülanslı akışa geçiş olduğu görülmüştür.

Şekil 5, deney değerlerine göre çizilmiş bir log-lineer çizge olup eğrisi, regresyon sonucu sulu eleme değerlerinden elde edilen ve eğri üzerinde belirtilmiş olan bağıntısından yararlanarak çizilmiştir. Bu eğri iyice incelendiğinde akış rejiminin değişiminin malzemenin hangi boyutunda söz konusu olduğu anlaşılmaktadır. Sulu elenen malzemeler için bu boyut değeri efektif çapın D_{10} "C 160 um olması durumunda laminer bölgede, D_{10} , 160-180 um arasında iken ara bölgede ve $D_{10} > 180$ Um ise türbülanslı bölgede olduğu görülmektedir. $D_{10} = 160$ um'e kadarki bölgede bulunan sulu eleme değerlerinden yararlanarak elde edilmiş olan bağıntı aşağıdaki şekildedir:



Şekil 5 Kuru ve Sulu Elemesi Yapılmış Veli bey Kuvars Kumlarında, TURbUlanslı Akışın Başlama Sınırına Kadarki Sulu Elenmiş Malzemeler İçin Gerçek Geçirimsizlik (K) ile Efektif Çap (D_{10}) basındaki İlişki.

$$K = 97,76 \cdot D_{10}^{0,85} \quad m^2 \quad [1]$$

Bu bağıntının korelasyon katsayısı $r=0,965$ olarak bulunmuştur. Bazı kuru eleme değerlerinin uyumu sürdürür gibi bu sınırın yakınına ancak dışına çıkmasının nedeni, muhtemelen gerçek boyut değerlerinin bu sınırın altında olmasından ötürüdür. Deneysel değerleri arasında ilişki olup olmadığının denemesi amacıyla sulu eleme noktalarının tümünün kullanımıyla elde edilen bağıntının aşağıda da görüldüğü üzere korelasyonu düşük çıkmaktadır:

$$K = 3477,43 \cdot D_{10}^{1,484} ; \quad r = 0,736 \quad [2]$$

Burdaki düşüşün nedeni olarak türbülanslı akış gösteren malzeme değerlerinin kullanımı gösterilebilir. Tüm kuru elemelere göre de bir bağıntı elde edilmesi sonucu aşağıda görüldüğü gibi yine korelasyonu düşük bir bağıntı ile karşılaşılmaktadır:

$$K = 16838758 \cdot D_{10}^{3,59} ; \quad r = 0,653 \quad [3]$$

Yalnızca türbülanslı akış sınırına kadarki kuru elenmiş malzemeler için bağıntı ve korelasyon katsayısı aşağıda görüldüğü şekilde bulunmuştur:

$$K = 6,674 \cdot D_{10}^{0,229} ; \quad r = 0,318 \quad [4]$$

Burada korelasyonun iyice düştüğü görülmektedir. Bu durum ele alınan malzeme cinsi için kuru elemanın bize güvenilir bir boyut vermediğini göstermektedir. Çünkü doğal olarak gerçek geçirimsizlik ile efektif çapın uyumlu bir şekilde artıp azalması beklenir; yani malzemenin boyutu küçüldükçe geçirimsizlik azalacak, büyüdüğü artacaktır. Hidrolik dolgu malzemelerinin fiziksel özelliklerine ve içeriklerine göre borularda çalkalanma ve ufalanmalarla daha ufak boyutlara indiği bilinmektedir. 0 halde sulu elemanın bu değerlere yaklaştığı için tercih edilmesi bir yana, uyumunun yüksek olması bu görüşü güçlendirmektedir. Bazı durumlarda sulu eleme az, ve malzeme fazla değişkenlik göstermeyecek stabil bir yapıda ise kuru eleme sonuçları arasında da aynı şartları taşıdıkları için bir uyum aranabilir. Şekil 5 tekrar incelendiğinde 105 noktaya

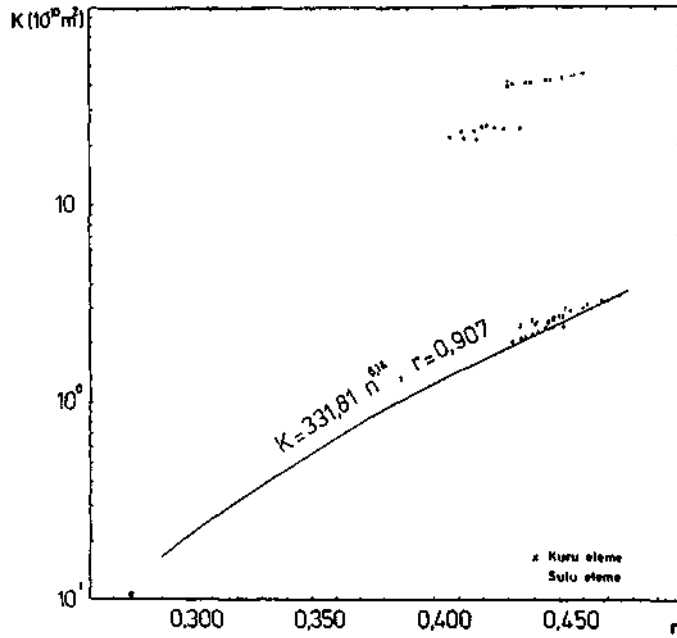
göre çizilen bu çizgede, Velibey kuvars kumlarının bazı bölgelerde ve katmanlarda ince, bazılarında daha kaba bir yapı göstermelerinden dolayı buna göre geçirimsizlik değerlerinin değiştiğini görmek mümkün olmaktadır.

Şekil 6 ise, K geçirimsizliği ile n, yani porozite arasındaki ilişkiyi göstermektedir. Yine laminer bölge için anlamlı bir ilişki ve denklem kurmak mümkündür. Porozite için kuru ve sulu eleme ayrımlaması yapmak gerekmemektedir. Bu duruma göre kurulan ilişkinin anlamlı olması bu görüşü güçlendirmektedir. Bulunan bağıntı ve korelasyon katsayısı aşağıda olduğu gibidir:

$$K = 331,81 \cdot n^{6,14} ; r = 0,907 \quad [5]$$

105 nokta için aynı işlem yapıldığında bulunan değerler aşağıda olduğu gibidir ve sonuçta uyumsuzdur:

$$K = 1266,32 \cdot n^{6,62} ; r = 0,362 \quad [6]$$



Şekil 6 Kuru ve Sulu Eleme Yapılmış Velibey Kuvars Kumlarında, Turbulanslı Akışın Başlama Sınırına Kadarki Malzemeler İçin Gerçek Geçirimsizlik (K) İle Porozite (n) Arasındaki İlişki.

Şekil 7'de de malzemenin türbülanslı akış sınırına kadarki sulu ve kuru eleme deney verileri arasında, K gerçek geçirimsizliği ile süreklilik katsayısı C arasında kurulan ilişki görülmektedir. Bağlantısı ve korelasyon katsayısı aşağıdaki şekilde bulunmuştur:

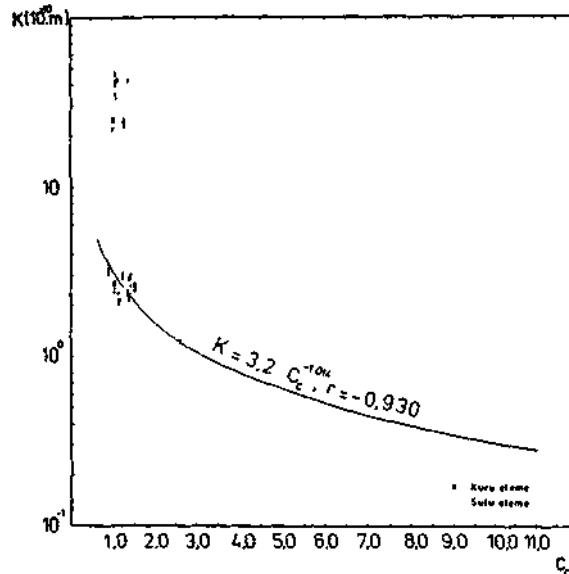
$$K = 3,2 \cdot C_c^{-1,014} ; r = -0,930 \quad [7]$$

105 noktaya göre ise, aşağıdaki bağlantı ve korelasyonda görüldüğü gibi bir uyumdan söz edilememektedir:

$$K = 9,45 \cdot C_c^{-1,73} ; r = -0,603 \quad [8]$$

Daha sonraki aşamada bağlantı geliştirebilmek amacıyla bu üç parametrenin, yani K'a karşılık D_{10} , C ve n'nin arasındaki ilişkiyi araştırmak için bir hazır paket programdan yararlanılmıştır (3). Önce iki bağımsız değişkene, D_{10} ve C_c 'e göre kurulan ilişkiden bulunan bağlantı ve korelasyonu aşağıda olduğu gibi bulunmuştur:

$$K = 6,366 \cdot D_{10}^{0,099} \cdot C_c^{-0,069} ; R^2 = 0,638 \quad [9]$$

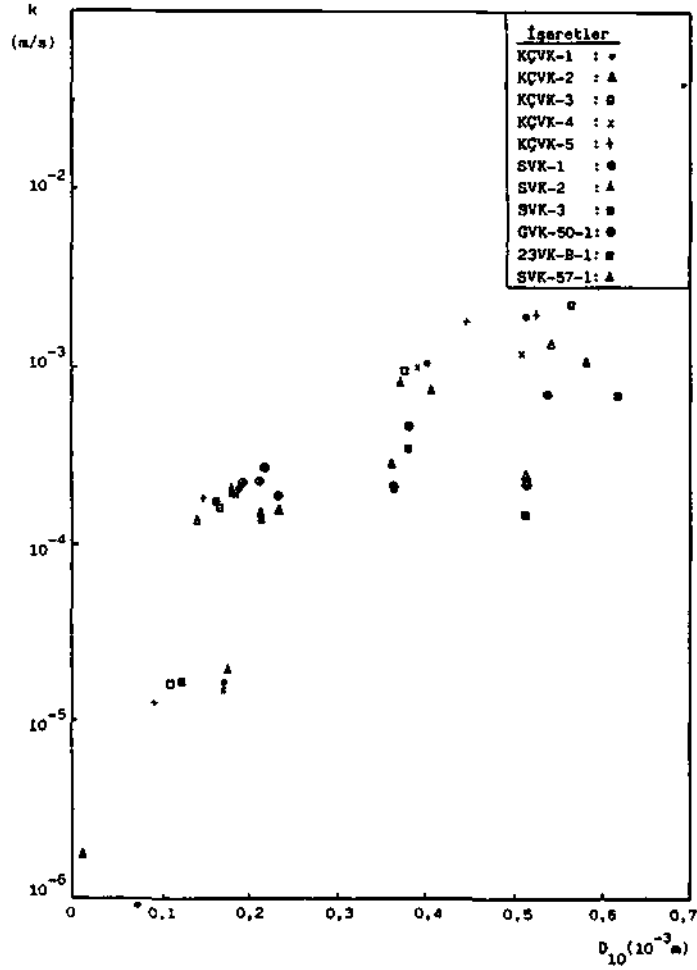


Şekil 7 Kuru ve Sulu Elemesi Yapılmış Velibey Kuvars Kumlarında, Türbülanslı Akışın Başlama Sınırına Kadarki Malzemeler için Gerçek Geçirimsizlik (K) ile Süreklilik Katsayısı (C) Arasındaki İlişki.

Üç bağımsız değişkene göre yapılan ve K'nın D , C ve n'e göre ilişkisinin araştırıldığı durumun çıktısı ve buna göre oluşturulan bağıntı ile korelasyonu aşağıda olduğu gibi elde edilmiştir:

$$K = 3,621 \cdot D_{10}^{2,166} \cdot C_c^{-0,116} \cdot n^{-10,385} ; R^2 = 0,731 \quad [10]$$

Kandilli ve yakın yörelerden alınan ve belirli boyutların altı atılmış Velibey kuvars kumlarının üzerinde yapılan deneyler, geçirimsizliği düşük olanların uygun sınırların üzerine çıkmasına neden olmuştur. Şekil 8'de bu durumu açık bir şekilde görmek mümkün olmaktadır.



Şekil 8 Belirli Boyutların Altı Atılmış Olan Velibey Kuvars Kumlarında +0, +0,076,4-0,354 ve +0,500 mm Durumları için k(Geçirimsizlik) D (Etketif Çap) ilişkisi.

4. DENEY SONUÇLARINA GÖRE UYGUNLUK İRDELEMESİ

Deney sonuçlarına göre her malzeme için ortalama değerler bulunmuş ve bu değerler literatürde yaygın olarak belirlenmiş olan geçirimsizlik değeri ile kıyaslanmıştır (4).

Çizelge 7 ve 8'de, alınan numunelerden elde edilen sonuçlar, alındığı formasyonun cinsi ve yeri belirtilerek topluca verilmiştir. Buna göre, ortalama geçirimsizlik katsayısı k ve ortalama gerçek geçirimsizlik K olmak üzere uygunluk irdelemesi bu değerlere göre yapılmıştır. Buna göre Armutçuk Müessesesine yakınlığı nedeniyle önemli olan SVK-1, SVK-2 ve SVK-3 numuneleri, yani Büyükyonga Tepesi altından alınan numuneler geçirimsizlik yönünden uygun değerlere sahiptirler. Diğer uygun

Çizelge 7 Alındığı Formasyon* ve Yarı Geçirimsizlik "Apsien Yaşlı Velibey Kuntasi v* Kuvars Kuarlarında" Elde Edilen Ortalama Geçirimsizlik Değerlerinin, Literatürdeki Uygun Geçirimsizlik Değeri Olan $k = 2,82 \cdot 10^{-3} \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$ İle Kıyaslanması.

Numune No.	Alındığı Formasyon* -Yer	k ($\text{cm} \cdot \text{s}^{-1}$)	\bar{k} ($10^{-3} \cdot \text{cm}^2$)	Uygunluk İrdelemesi
KÇVK-2	-Velibey Formasyonu -Büyükyonga Tepesi altı 1. Tabaka	$2,35 \cdot 10^{-3}$	0,27041	Uygun değil
ZH 129	-Velibey Formasyonu -Hayatlıbey civarı	$1,08 \cdot 10^{-3}$	1,23143	Uygun değil
KÇVK-5	-Velibey Formasyonu -Büyükyonga Tepesi altı 1. Tabaka	$1,01 \cdot 10^{-3}$	1,16323	Uygun değil
KÇVK-3	-Velibey Formasyonu -Büyükyonga Tepesi altı 1. Tabaka	$2,01 \cdot 10^{-3}$	2,27041	Uygun değil
ZS 147	-Velibey Formasyonu -Sapça civarı	$2,06 \cdot 10^{-3}$	2,49972	Uygun değil
ZSVK-B-1	-Velibey Formasyonu -Sırattepe Patikası	$2,23 \cdot 10^{-3}$	2,89004	Uygun değil
ZD 130	-Velibey Formasyonu -Büyükyonga Tepesi altı 1. Tabaka	$2,29 \cdot 10^{-3}$	2,79972	Uygun değil
ZS 149	-Velibey Formasyonu -Sapça civarı	$2,35 \cdot 10^{-3}$	2,70224	Uygun değil

Çizolge a Alındığı Formasyona ve yare bure "ApsAen işaşı vulibey Kuataei ve Kuvara Kumlarında" Uda tdllen Ortalama Mçl-rlmlilik Değerlerinin, Literatürdeki Uygun Geçirirnililik Dođerli Olan k. 2,82 . 10³ cm a⁻¹ ile Kıyeealanması(Devamı)

Numane No.	Alındığı: -Formasyon -Yer	\bar{k} (cm a ⁻¹)	\bar{k} (10 ⁻⁴ . cm ²)	Uygunluk İrdelenmesi
ZD 131	-Velibey Formasyonu -Deđirneđađ- rı civarı	2,90.10 ⁻³	2,70224	Uygun değil
ZK 132	-Velibey Formasyonu -Kırat cıva- rı	2,25.10 ⁻³	2,79730	Uygun değil
ZS 127	-Velibey Formasyonu -Sepça cıva- rı	2,35.10 ⁻³	3,08221	Uygun değil
KÇVK-1	-Velibey Formasyonu -Büyükyonga Tepesi altı 1. Tabaka	2,15.10 ⁻³	2,57187	Uygun değil
KÇVK-4	-Velibey Formasyonu -Büyükyonga Tepesi altı 1. Tabaka	1,85.10 ⁻³	2,14889	Uygun değil
SVK-57-1	-Velibey Formasyonu -Gavurormeni Tepesi altı	2,85.10 ⁻³	3,21617	Uygun
SVK-3	-Velibey Formasyonu -Büyükyonga Tepesi altı 2. Tabaka	2,08.10 ⁻³	23,60218	Uygun
SVK-2	-Velibey Formasyonu -Büyükyonga Tepesi altı 2. Tabaka	3,02.10 ⁻³	33,97965	Uygun
ZD 134	-Velibey Formasyonu -Deđirneđađ- rı civarı	3,65.10 ⁻³	42,67416	Uygun
GVK-50-1	-Velibey Formasyonu -Sırattepe altı	3,45.10 ⁻³	41,26638	Uygun
ZS 135	-Velibey Formasyonu -Sepça cıva- rı	3,81.10 ⁻³	43,20252	Uygun
ZH 126	-Velibey Formasyonu -Hayatlıy civarı	3,95.10 ⁻³	45,87754	Uygun
SVK-1	-Velibey Formasyonu -Büyükyonga Tepesi altı 2. Tabaka	2,02.10 ⁻³	24,04041	Uygun

malzemeler, Hayatköy, Sapça, Degirmenağzı civarlarından, Sırattepe ve Gavurormanı Tepesi altından elde edilmiştir.

KAYNAKLAR:

1. ÜZER, N., Zonguldak İli Cam ve Döküm Kumu Olanakları, Türkiye Jeoloji Kurultayı, TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası, Ankara, 1985.
2. HANER, B., Hidrolik Dolgu Uygulaması İçin Zonguldak-Armutçuk Çevresi Malzemelerinin İncelenmesi, Doktora Tezi, İ.T.Ü. Maden Fakültesi, Kasım 1993, 336 s.
3. BOWLES, J.E., Engineering Properties of Soils and Their Measurement, Mc Graw-Hill Book Company, Bradley University, U.S.A., 1970.
4. ÖZENSOY, E., Teknolojik ve Bilimsel Araştırmalarda Modern Deney Tasarımcılığı ve Optimizasyon Yöntemleri, M.T.A. Yayını, No: 24, Ankara 1982.