

**TOKAT- GÜZELCE SULAMA BARAJI GÖVDESİ KİL ÇEKİRDEK
DOLGUSUYLA, KAPAMA SEDDESİ HOMOJEN DOLGUSUNUN VE
REZERVUAR ALANI ZEMİNLERİNİN MİNERALOJİK YAPILARININ
MÜHENDİSLİK DAVRANIŞLARINA ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI**

Bahattin ÖZTOPRAK

G.O.Ü.Tokat Meslek Yüksekokulu Öğr.Gör.-TOKAT

Alper DURAK

G.O.Ü.Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü Doç.Dr.- TOKAT

ÖZET

Bu çalışmada, Güzelce Barajı kil çekirdek ve kapama seddesi dolgusunda kullanılacak materyaller ile, rezervuar alanı materyallerinin mineralojik yapılarının mühendislik davranışlarına etkisi araştırılmıştır.

Mineralojik analizler sonucunda hakim kil mineralleri sırasıyla montmorillonit, kaolinit ve klorit olarak bulunmuştur. Birleştirilmiş zemin sınıfları SC, SC-CL, CL, SM, GC, tekstürü SL, SCL, LS, L, CL'dir. Kil fraksiyonunun düşük olmasına rağmen materyallerin; orta plastik özellik göstermesini, aktivitenin yüksek çıkmasını, şişme potansiyelinin düşük ve orta değerlerde olmasını hakim kil minerali olan montmorillonit etkilemiştir. Zemin bileşimi, materyallerin fiziksel ve mühendislik özelliklerini önemli ölçüde etkilemiştir.

Materyaller kil çekirdek ve kapama seddesi dolgusunda güvenle kullanılabilir. Rezervuar alanı yeri; geçirimsizlik, yeterli toprak-yeterli su seviyesi derinliği ve yüzey eğimi açısından uygundur.

ABSTRACT

THE RESEARCH OF THE EFFECTS OF MINERALOGICAL STRUCTURES OF TOKAT GÜZELCE WATERING DAM CLAY CORE EMBANKMENT, CLOSING EMBANKMENT AND RESERVOIR AREA SOILS ON ENGINEERING BEHAVIOURS

In this study the effects of mineralogical structures of materials which will be used in the Güzelce Dam clay core and closing embankment and of reservoir area on engineering behaviours were investigated.

From the results of the mineralogical analyses, it has been determined that dominant clay minerals are montmorillonite, kaolinite and chlorite respectively. Unified soil classes are SC, SC-CL, CL, SM, GC, are texture are SL, SCL, LS, L, CL. In spite of the low fraction of clay, the montmorillonite which is the dominant clay mineral effects the medium plastic properties of materials, height of activity and being low and medium values of swelling potential. Soil composition significantly effected on physical and engineering properties of the materials.

The materials can be used safely in clay core and closing embankment. The reservoir area is appropriate in terms of permeability, sufficient soil, sufficient water level, depth and surface slope.

1. GİRİŞ

Toprak barajlar; malzemesinin ucuz ve kolay temin edilmesinden, kolay işlenmesinden, her türlü temel üzerine inşaa edilebilmesinden, deformasyon sarsıntı ve düzensiz oturmalarından az etkilenmesinden, aşırı yüklemeye karşı daha emniyetli olmasından ve benzeri nedenlerle günümüzde çok yaygın olarak kullanılmaktadırlar (1). Toprak dolgu barajlarda kullanılan toprağın ve çeşitli mühendislik uygulamalarında kullanılan her zeminin kendine has özellikleri vardır. Çünkü her zeminin; yapısı, bileşimi, oluşumu, mineralojik ve kimyasal özellikleri farklıdır. İnce daneli zeminlerin mühendislik özelliklerini kontrol eden faktörlerin başında kil oranı dolayısıyla kil mineralleri gelmektedir. Özellikle inorganik zeminlerde mineralojik yapı birçok

özellikleri büyük ölçüde etkilemektedir (2). Bundan dolayı büyük önem arzeden gölet, baraj gibi mühendislik yapılarda materyal olarak kullanılan zeminlerin mühendislik özellikleri yanında, mühendislik davranışlarına etki eden mineralojik özelliklerin de bilinmesi gerekmektedir.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Materyal

2.1.1. Coğrafi Konum

Araştırma alanı, Tokat merkez Çamlıbel kasabasına bağlı Güzelce Köyü'nün 2,5 km güney-doğusunda, Finize deresi üzerinde, Sivritepe eteğindeki vadide yer almaktadır. Tokat merkeze 30 km asfalt, 5 km stabilize, 2,5 km köy yolu ile toplam 37,5 km mesafededir. Araştırma alanının denizden ortalama yüksekliği 1200 m, enlemi $40^{\circ} 37'$, boylamı $36^{\circ} 40'$ 'dir. Baraj ve rezervuar alanı çevresi engebeli ve dağlık olup, yer yer tahrip edilmiş orman örtüsüne rastlanmaktadır. Kuzey ve güney'de ortalama kodu 1150m olan sulanabilir 4737 ha Çamlıbel ovası bulunmaktadır (3).

2.1.2. İklim

Araştırma alanı, Tokat bölgesi iklimini yansıtmakta olup, Karadeniz ikliminden İç Anadolu iklimine geçiş bölgesinde yer almaktadır. Yazları sıcak, kışları soğuk ve yağışlıdır. En çok yağış ilkbahar mevsiminde görülür. Yağışlar genellikle depresyonik karakterlidir. Yaz aylarında konvektif yağışlar görülür. Tokat DMİ, Çamlıbel DMİ (1948-1976) ve Çırçır DMİ istasyonlarında yapılan 23 yıllık yağış, 5 yıllık sıcaklık gözlemlerine göre, yıllık ortalama yağış 384,7 mm'dir. En yağışlı ay "Mayıs" ortalaması 58,7mm, en kurak ay "Ağustos" ortalaması 4,3 mm'dir. En soğuk ocak ayı (ortalama $-3,15^{\circ} C$), en sıcak Ağustos ayı (ortalama $17,85^{\circ} C$)dır. Buharlaşması ise 1298,10 mm'dir (3).

2.1.3. Hidroloji

Araştırma alanı üzerinden geçen Güzelce (büyük) deresi, pek çok yan dereден meydana gelmekte ve Çekerek ırmağının kaynağını oluşturmaktadır. Güzelce deresinin;

baz alınan debisi $1\text{ m}^3/\text{s}$, pH değeri 7,8, elektriksel iletkenliği $EC\ 25^\circ\ C\ 538\ \mu\text{S}/\text{cm}$ dir. Barajın yağış havzası $102.5\ \text{km}^2$ 'dir. Araştırma alanında kayda değer bir taşkın görülmemiştir. Yeraltı su seviyeleri vadi tabanlarındaki alüvyonda 0,61-1,70 m arasında, sağ ve sol yakalarda en fazla 19.0 m kadar yaklaşmaktadır. Yeraltı suyu gerek içme, gerekse kullanma suyu olarak iyi kalitede olup, alkali karakterde ve sulama suyu yönünde C_2S_1 sınıfındadır (3).

2.1.4. Mühendislik Jeolojisi

Güzelce baraj yeri ve civarında oligosen yaşlı kırmızı renkli konglomera ile kuvaternere ait birikinti konisi, yamaç molozu, çakıllı kil ve alüvyon yer almaktadır (3). Kırmızı renkli konglomera birimi içerisinde bazı kısımlarda danecikler halinde jips oluşumu görülmektedir. Konglomera su tutma yönünden güvenlidir (3).

2.1.5. Materyal Sahaları ve Örneklerin Alınması

Geçirimsiz materyal sahası olarak, önceden DSİ tarafından belirlenen A ve B materyal sahasları kullanılmıştır A materyal sahasından, 8 adet araştırma kuyusu açılarak uygun görülen 5 adet, B materyal sahasından da açılan 6 araştırma kuyusundan 5 adet olmak üzere, toplam 10 adet bozulmuş toprak örnekleri alınmıştır. Rezervuar alanından ise, Güzelce deresinin sol kolundaki sahadan açılan 8 araştırma kuyusundan 6 tanesinden, Güzelce deresinin sağ kolundaki sahadan açılan 5 kuyudan 4 tanesinden olmak üzere toplam 20 adet bozulmuş ve bozulmamış örnek alınmıştır. Örnekler; 1,3-1,50 m derinliğinde açılan araştırma kuyularından 40-50 kg arasında bozulmuş, permeabilite multuyla da bozulmamış olarak alınmıştır (4).

2.2. Yöntemler

2.2.1. İndeks Özellikleri

Dane büyüklüğü analizleri elek ve hidrometrik analiz olmak üzere iki aşamada gerçekleştirilmiştir. Elde edilen elek ve hidrometrik analiz (5) sonuçları birleştirilerek dane büyüklüğü dağılımı eğrileri çizilmiştir. Özgül ağırlık piknometre yöntemiyle, doğal

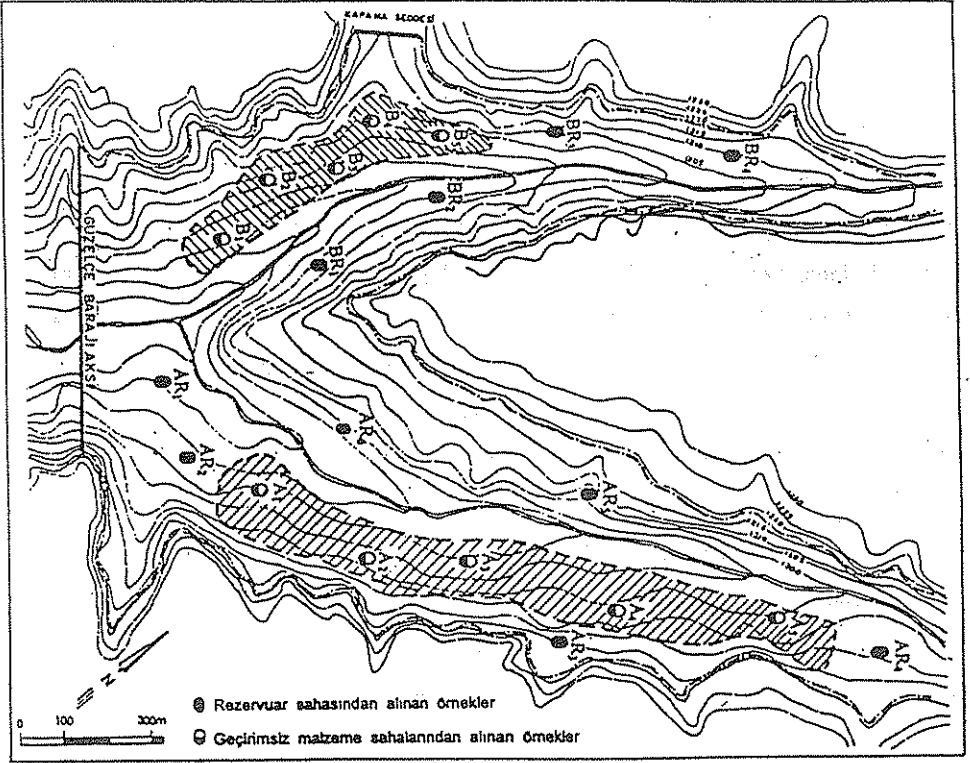
ve kuru birim ağırlık permeabilite metodu kullanılarak bulunmuştur (6). Porozite ve boşluk oranı geçirimsiz dolgu materyallerinde özgül ağırlık ve proctor deneyi ile bulunan maksimum kuru birim ağırlık, rezervuar alanı materyallerinde özgül ağırlık ve kuru birim hacim değerlerinden hesaplanmıştır (7), (8). Doğal su içeriği doğal ve kuru ağırlık değerlerinden bulunmuştur (7). Doygunluk yüzdesi geçirimsiz dolgu materyellerinde; özgül ağırlık, boşluk oranı ve optimum su içeriği değerlerinden rezervuar alanı materyellerinde; özgül ağırlık, boşluk oranı ve doğal su içeriği değerlerinden hesaplanmıştır (7). Kıvam limitleri (likit limit, plastik limit, büzülme limiti) 40 nolu eleğin altın geçen yeterli miktarlardaki hava kurusu örnekler kullanılarak, laboratuvarında bulunmuştur (9). Sıvılık indeksi ve kıvam limiti doğal su içeriği ve Atterberg limitleri değerleri kullanılarak elde edilmiştir (10).

2.2.2. Sınıflandırma Özellikleri

Birleştirilmiş zeminin sınıflanması, dane büyüklüğü dağılımı ve Atterberg limitleri değerlerinden yapılmıştır (11). Toprak bünye sınıflaması, dane dağılımı değerlerinden hesaplanarak bulunmuştur (12).

2.2.3. Minerolojik Özellikler

X- ışını difraktogramlarının çekimi havada kurutulup, öğütülen 200 nolu elekten (0,074 mm)geçen örnekler kullanılarak Jeol PW 1370/00 difraktometresinde, normal difraktomlar 6° - 47° arasında, diğer iki difraktomlar etilen glikolle (2 saat 60° sıcaklıkta etüvde etilen glikol buharı ile doyrulmuş) muamele edilerek 4° - 16° arasında yapılan çekimlerle elde edilmiştir (13). Elektron mikroskobu, hazırlanan örneklerin üzeri 250-300 angstrom altın buharı ile kaplandıktan sonra Jeol JSM-6400 tarama elektron mikroskobunda fotoğraf çekilmesiyle gerçekleştirilmiştir (14). Kimyasal element tayini jeol JSM-6400 tarama elektron mikroskop yardımıyla EDAX aletinde yapılmıştır.



Şekil 1. Materyal Sahaları Haritası

2.2.4. Mühendislik Özellikler

Kompaksiyon, alınan zemin örneklerinin havada kurutulup, 4 nolu elekten elendikten sonra, standart proctor silindir deneyi ile (14) maksimum kuru birim ağırlıkları, optimum su içerikleri elde edilmiştir (5). Permeabilite değeri bozulmuş örneklerde, örneklerin 4 nolu elekten elenip, optimum su içeriğinde maksimum kuru birim ağırlığa kadar sıkıştırıldıktan sonra düşen seviyeli permeametre ile (8) rezervuar alanından özel permeabilite moluyla alınan bozulmamış örneklerde, sabit seviyeli permeametre ile bulunmuştur (15). Kayma dayanımı 4 nolu elekten elenmiş, optimum su içeriğinde, maksimum kuru birim ağırlığa kadar sıkıştırılan örnekler kullanarak,

konsolidasyonsuz-drenajsız üç eksenli çabuk kesme deneyi uygulanarak C ve ϕ değerleri belirlenmiştir (16). Konsolidasyon deneyi 4 nolu elekten elenmiş, optimum su içeriğinde, maksimum kuru birim ağırlığa kadar sıkıştırılan örnekler kullanılarak yapılmıştır. Elde edilen değerlerden basınç-boşluk oranı ve log zaman-deformasyon eğrileri çizilmiştir (17).

2.2.5. Şişme ve Dispersiyon

Şişme potansiyeli nicel ve nitel olarak belirlenmiştir. Nicel belirleme, materyallerin şişme yüzdesinin direkt olarak ölçülmesiyle elde edilen değerlerden tayin edilmiştir(18),(19). Şişme potansiyelinin nitel belirlemesi ise, indis özelliklerinden, aktiviteden, mineralojik analizlerden yararlanılarak yapılmıştır (17), (18), (19). Şişme yüzdesi örnekler, optimum su içeriğinde max. kuru birim ağırlığa kadar sıkıştırıldıktan sonra, klasik tek eksenli konsolidasyon aletine konulup, $0,07 \text{ kg/cm}^2$ (1.psi) basınç altında saf suya boğularak 48 saat veya şişmesi tamamlanuncaya kadar beklenildikten sonra hesaplanmıştır (20). Aktivite plastisite indisi kullanılarak belirlenmiştir (21). Çifte hidrometre deneyinde 200 nolu elekten elenen ve havada kurutulan örnekler kullanılmıştır. Hidrometre deneyi, örneklerde önce dispersiyon verici madde kullanılarak, sonra dispersiyon verici madde kullanılmayarak yapıp dane dağılım eğrileri çizilmiştir (22). Dane dağılım eğrisi değerleri yardımıyla dispersiyon yüzdesi bulunmuştur. İğne deliği deneyi optimum su içeriğinde maksimum kuru birim ağırlığa kadar sıkıştırılıp 38 mm uzunluğunda olan ve ortasına 1,0 mm'lik delik açılarak hazırlanan silindirik numuneler kullanılarak belirlenmiştir (23). Dağılım deneyi doğal su içeriğinde, $15 \times 15 \times 15$ cm ebatında, küp şeklinde hazırlanan örnekler üzerinde yapılmıştır (24). Katyon değişim kapasitesi (CEC). 2 mm'lik elekten elenmiş hava kurusu topraklarda sodyum asetat metodu ile alev fotometresinde saptanmıştır (7). Değişebilir Katyonlar 2 mm'lik elekten elenmiş hava kurusu topraklarda amonyum asetatla ekstre edilerek alev fotomotresinde elde edilmiştir (7). Değişebilir sodyum yüzdesi elde edilen katyon değişim kapasitesi (CEC) ve değişebilir katyon değerlerinden sodyum kullanılarak formül yardımıyla bulunmuştur. Sodyum adsorbsiyon oranı 2 mm'lik

elekten elenmiş hava kurusu topraklarda saturasyon çamurundan elde edilen ekstrakta, Na ve K flamefotometrik olarak, Ca+Mg EDTA (versanat) metodu ile bulunan değerlerden sodyum yüzdesi SAR için bulunan Na, K, Ca+Mg değerleri kullanılarak hesaplanmıştır (7).

2.2.6. Kimyasal Özellikler

Organik madde, modifiye edilmiş, Walkley-Black yöntemine göre yapılmıştır (25). Serbest karbonat, Sheibler kalsimetresi kullanılarak belirlenmiştir. Toprak reaksiyonu (pH) örnek saf su ile 1:2,5 oranında sulandırılmış olup, süspansiyon cam bagetle ara sıra karıştırılarak 30 dakika bekletildikten sonra cam elektrotlu pH metre ile bulunmuştur. Elektriksel iletkenlik, toprak örneği 1:25 oranında sulandırılarak conductivitymeter ile tayin edilmiştir. Çözünen tuz, elektriksel geçirgenlik direncine göre elde edilmiştir (7).

3. BULGULAR ve TARTIŞMA

3. 1. Baraj Gövdesi Kil Çekirdek Dolgusu

Araştırma alanından alınan 10 adet örselenmiş örnekler üzerinde yapılan; fiziksel mineralojik, kimyasal, mühendislik analiz ve deney sonuçları Çizelge 1'de verilmiştir.

3.1.1. Sınıflandırma Özellikleri

Elek ve hidrometrik analiz sonuçlarına göre çizilen dane büyüklüğü dağılım eğrilerinden iki örneğin (A₂, B₅) % 50'den fazlası 200 nolu elekten geçtiği için ince daneli zemin, diğerlerinin iri daneli zemin sınıfına girdiği belirlenmiştir (11). Materyaller ortalama olarak %23 çakıl, %45 kum, %20 Silt ve %12 kil içermektedirler. Plastisite kartındaki dağılıma bakıldığında, materyallerin A hattının üzerinde, A hattına paralel dağılım gösterdikleri görülür ki, bu da söz konusu materyallerin PI/PL oranlarının birbirine çok yakın olduğunu göstermektedir. Örneklerdeki kil oranının artması ile likit limit değerlerinde büyük oranda, plastik limit değerlerinde küçük oranda, dolayısı ile plastisite indisinde de küçük oranda artışlar olduğu görülmektedir (9), (26). İri dane

miktarı arttıkça kıvam limitleri düşmektedir. Materyallerin, plastisite indisi değerlerinden ortaya yakın ve orta plastik özellik taşıdığı belirlenmiştir (9). Kil kapsamının %15'den az olmasına rağmen bir çok örneğin orta plastik bir özellik göstermesinin nedeni; yapılan mineralojik analizler sonucu belirlenen hakim kil mineralinin montmorillonit olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir (18), (26), (27). Örneklerden A_2 ve B_5 'in likit limit değerleri ideal değerlerin içerisinde, diğerleri biraz altındadır. A_2 ve B_5 'in plastik limit değerleri ideal değerlerden biraz yüksek, diğerleri ideal değerler içerisinde (28). Sıvılık indisi değerlerinden zeminin katı ile katı ve plastik sınırında olduğu görülmektedir. Sıvılık indisi abağından materyallerin aşırı konsolide killeri grubunda olduğu belirlenmiştir (29).

Doğal su içeriği ile plastik limit değerlerinin birbirlerine yakın çıkması materyallerin doğal halde konsolidasyonunu tamamladığını göstermektedir. Sıvılık indisi $I_L=0$ düzeyine yakın olduğu için, zeminler kazı esnasında, kazılan boşluğa doğru etkin bir şekilde deforme olma özelliği gösterebilir (30). Birleştirilmiş zemin sınıflamasına göre, örneklerin zemin sınıfları; SC, CL ve SC-CL olarak bulunmuştur. Elde edilen zemin sınıfları, DSI'nin bulunduğu zemin sınıfları (SC, SC - CH, SC,CL) ile uyumludur (3). Materyaller, orta plastik killi kum ve inorganik killerden oluşmaktadır (11). Zemin sınıflarından SC'nin işlenebilirlik derecesi

Çizelge 1. Kil Çekirdek-Kapama Seddesi Materyallerinin; Fiziksel, Mineralojik, Kimyasal ve Mühendislik Özellikleri

Özellik	Birim	SINIFLANDIRMA																Değişebilir katyonlar					
		DAĞILIM BOYUTLARI (µm)								ATFERİNEZ LÖSÜMLER								Ca	Mg	K	Na+K		
		Ca	Y	U	U	L	M	F	B	Ca	Mg	F	B	Ca	Mg	F	B						
A ₁	0,35-1,40	30	34	11	5	31	18	23	14,6	0,27	0,23	SC	SL	M-K F-L	0,60	5,8	0,048	2700	7,19	22,65	0,267	0,028	12,443
A ₂	0,30-1,40	7	28	47	18	45	24	21	15,1	0,09	0,009	CL	L	M-K F-L	0,46	6,3	0,050	2000	7,56	18,44	0,173	0,022	16,228
A ₃	0,35-1,45	16	49	16	9	35	19	16	13,2	0,41	0,19	SC	SL	M-K F-L	0,52	1,8	0,042	1940	7,43	14,75	0,155	0,028	14,567
A ₄	0,30-1,30	17	31	18	14	35	21	14	12,5	0,38	0,01	SC	CL	M-K F-L	0,48	3,7	0,050	1320	7,48	17,44	0,174	0,051	17,213
A ₅	0,30-1,40	18	43	23	16	24	19	17	14,7	1,04	-0,04	SC	SCL	M-K F-L	1,14	4,7	0,043	1830	7,57	17,79	0,223	0,049	17,516
B ₁	0,35-1,40	23	33	14	8	25	19	16	21,1	0,33	0,17	SC	SL	M-K F-L	0,58	5,8	0,048	2270	7,63	19,24	0,3750	0,047	18,933
B ₂	0,30-1,50	33	47	9	9	35	20	15	13,2	1,16	-0,16	SC	SL	M-K F-L	0,48	5,2	0,032	2440	7,97	17,50	0,2175	0,190	17,093
B ₃	0,20-1,40	34	47	11	4	34	20	14	17,9	1,03	-0,03	SC	SL	M-K F-L	1,00	4,8	0,047	1610	7,28	18,31	0,1550	0,047	18,111
B ₄	0,30-1,45	22	36	14	8	32	19	13	11,3	1,5	-0,1	SC	SL	M-K F-L	0,44	4,2	0,048	1943	7,83	18,92	0,0277	0,041	18,847
B ₅	0,30-1,45	14	30	38	17	41	24	19	14,4	1,03	-0,03	CL	L	M-K F-L	1,08	6,3	0,038	2920	7,73	20,21	0,2200	0,192	18,504

Özellik	Birim	Düzensizlik (%)		KONGREKSİYON		Düzensizlik oranı (%)		Permeabilite (cm/s)		OC FİLMİMLİ KESİMLER		Bakımın belirli (C/S)		Siyene direnci		Cama mikrometre		İyon içeriği		Sodyum yüzdesi		TDS
		Y	Q	Y	Q	Y	Q	Y	Q	C	Q	Y	Q	Y	Q	Y	Q	Y	Q	Y	Q	
A ₁	0,35-1,40	2,86	2,005	13,1	21,0	30	43	87,3	1,620 10 ⁻³	0,90	25	5,6	2,40	2,79	Doğak	37	ND ₁	DD	0,013	0,013	3,80	6,00
A ₂	0,30-1,40	2,79	1,644	13,6	24,2	41	70	62,3	1,04 10 ⁻³	1,80	15,5	25,3	1,14	11,33	Orta	45	ND ₁	DD	0,010	0,019	4,46	4,178
A ₃	0,35-1,45	2,43	1,848	15,0	22,1	35	53	60,1	1,12 10 ⁻³	1,10	23	19,1	1,77	3,21	Doğak	39	-	DD	0,011	0,144	7,62	5,114
A ₄	0,30-1,30	2,77	1,735	16,5	21,2	37	58	74,4	5,43 10 ⁻⁴	1,20	19	21,2	1,00	9,16	Doğak Orta	22	ND ₁	DD	0,010	-	-	-
A ₅	0,30-1,40	2,42	1,892	16,2	18,3	33	50	91,4	4,714 10 ⁻⁴	1,60	20	21,7	1,06	9,18	Doğak Orta	44	ND ₁	DD	0,013	0,076	3,64	7,417
B ₁	0,35-1,40	2,41	1,901	13,9	21,7	32	48	93,1	1,834 10 ⁻³	1,35	20	17,9	2,00	3,43	Doğak	33	-	DD	0,019	0,722	24,39	8,343
B ₂	0,30-1,50	2,77	1,878	15,3	17,6	32	47	90,2	0,951 10 ⁻³	1,30	18	18,2	1,66	3,92	Doğak	31	ND ₁	DD	0,008	0,102	4,81	6,837
B ₃	0,20-1,40	2,77	1,702	18,4	19,2	34	55	92,7	0,845 10 ⁻⁴	1,25	21	14,1	2,23	1,3	Doğak	23	ND ₁	-	0,008	0,184	8,30	9,640
B ₄	0,30-1,45	2,40	1,889	13,8	17,7	33	49	78,9	1,242 10 ⁻³	1,40	19	22,0	1,43	2,10	Doğak	35	ND ₁	DD	0,002	0,113	3,26	7,410
B ₅	0,30-1,45	2,75	1,800	22,8	23,4	41	69	96,7	0,936 10 ⁻³	1,20	13,5	24,3	1,12	10,4	Orta	38	ND ₁	DD	0,008	0,183	22,38	12,717

iyi, borulanmaya karşı direnci ve deformasyonla çatlamaya karşı hassasiyeti orta, toprak barajların çekirdek dolgusunda kullanma derecesi 2, CL'nin işlenebilme derecesi iyi ile orta, borulanmaya karşı direnci ve deformasyonla çatlamaya karşı hassasiyeti yüksek, çekirdekte kullanma değeri 3'dür. Araştırma alanı zeminlerinin tekstürü; SL, L ve SCL

olarak bulunmuştur. Tekstür sınıfı ile birleştirilmiş zemin sınıflama sembolleri FAO Soils Bulletin'in verdiği değerlerle uyum sağlamaktadır. Elde edilen sonuçlara göre materyaller kil çekirdek dolgusunda güvenle kullanılabilir.

3.1.2. Mineralojik Özellikleri

Örnekler üzerinde yapılan x- ışını difraksiyonu analizlerinden, kil olmayan mineral olarak; feldspar, kalsit, kuvars, amfibol, albit, dolomit, ve talk, kil minerali olarak da; montmorillonit, kaolinit ve klorit görülmektedir. Tüm örneklerin x- ışını kırınımları benzerlik göstermektedir. x-ışını kırınımlarından, elektron fotomikrograflerinden ve kimyasal element graffisinden hakim kil minerallerinin, montmorillonit, kaolinit ve klorit olduğu belirlenmiştir.

3.1.3. Yapısal Özellikler

Örneklerden, elektron mikroskobu ile elde edilen mikrografler incelendiğinde; materyallerin fisürlü olduğu, fisürlerin sürekli ve birbiriyle bağlantılı olduğu anlaşılmaktadır. Büyük fisürlerin etrafında ince fisürlerde görülmektedir. Büyük fisürler dayanım açısından zeminin kütle yapısı içerisinde zayıf bir düzlem yapısı göstermektedir. Zemin örneklerinin genel doku yapısını yansıtan hakim daneciklerin kil ve siltten meydana geldiği, rastgele bir dağılımın var olduğu gözlenmektedir.

3.1.4. Kimyasal Özellikler

Materyallerin organik madde yüzdeleri % 0,48- 1,14 arasında değişmektedir. Zeminlerin organik madde oranının çok düşük (31) ve Türkiye toprakları ortalaması (kumlu-tınlı topraklarda %1) civarında olduğu görülmektedir (32). Mühendislik açıdan istenmeyen organik madde oranının çok düşük olması, zemine sağlayacağı olumsuz katkının çok az olacağının göstergesidir. Serbest kireç oranı % 3,7-6,7 arasında değişmektedir. Araştırma alanı materyallerinin gerek çözünmüş tuz, gerekse elektriksel iletkenlik değerlerinden tuzsuz olduğu anlaşılmaktadır (15). Her iki sahanın reaksiyonu

hafif alkalidir. Örneklerin kil oranı artışına bağlı olarak katyon değişim kapasitesinin de arttığı görülmektedir (33).

3.1.5. Bileşim ve Yapıya Bağlı Mühendislik Özellikleri

Dane dağılımı kabadan inceye doğru giderken ve boşluk oranı artarken maksimum kuru birim ağırlık değerleri azalmaktadır (26). Maksimum kuru birim ağırlık değerlerine göre, CL sınıfı örneklerini çekirdek dolguda kullanılma derecesi zayıf, SC ve SC-CL örneklerinin çekirdek dolguda kullanılma dereceleri orta ve iyidir (28). Örneklerin ortalama optimum su içeriği % 16,26'dır. Örneklerdeki ince materyalin artması, dolayısıyla maksimum kuru birim ağırlığın azalmasına paralel olarak optimum su içeriğinin arttığı görülmektedir (26). Porozite ve boşluk oranının, iri danelerin azalmasına veya ince danelerin artmasına paralel olarak artış göstermektedir (26). Optimum su içeriği ile maksimum kuru birim ağırlık arasındaki ilişkiyi gösteren doygunluk derecesi optimum su içeriğinin artması ve boşluk oranının azalmasına bağlı olarak yükselmektedir. Bulunan permeabilite değerleri geçirimsiz ve çok düşük geçirimlidir (26). Dane dağılımında benzerlik gösteren materyallerin boşluk oranındaki azalma ile birlikte geçirgenliğin de azaldığı gözlenmektedir. Derinlere inildikçe değişen ki, kil+silt oranı ve sıkışmanın artmasına bağlı olarak permeabilitenin azaldığı görülmektedir (34). Materyallerin konsolidasyonsuz drenajsız üç eksenli çabuk kesme deneyi ile bulunan kesme dayanımı; CL sınıfı örneklerde $C=1,80$, $\phi=13,5^{\circ}-15,5^{\circ}$ arasında, SC sınıfı örneklerde $C=0,90-1,40$, $\phi=18^{\circ}-25^{\circ}$ aralıklarında, SC-CL sınıfı örneklerde $C=1,20-1,60$, $\phi=19^{\circ}-20^{\circ}$ aralıklarında bulunmuştur. Bulunan değerler kayma dayanımı açısından sorun oluşturmamaktadır. Materyallerin M_v , C_v , C_c değerleri basınç boşluk oranı, log-zaman deformasyon eğrileri kullanılarak oturma miktarı dolgu yüksekliğinin % 2'si civarı olacağı hesaplanmıştır. Materyaller, normal aktif ve aktif zeminler sınıfındadır (21). Örneklerin kil yüzdelерinin genellikle düşük olmasına rağmen aktivite değerlerinin yüksek çıkmasının nedeni, hakim kil mineralinin aktivitesi çok yüksek olan montmorillonit olmasıdır (18), (21). Materyallerin şişme dereceleri dönüştürülmüş Van Der Merve kartına göre düşük ve orta değerler arasında (35), kil ve

aktivite değerlerine göre önerilen şişme potansiyeli abağında düşükten ortaya doğru yaklaşmaktadır (18). Şişme değerlerinden, şişme potansiyelinin düşük, düşük-orta ve orta olduğu görülmektedir (18), (19). Araştırma alanı materyallerinin çifte hidrometri deney sonuçlarına göre iki örnek dispersif değil, beş örnek ara zemin, üç örnek dispersiftir. Sekiz örnek üzerinde yapılan iğne deliği deneyine göre altı örnek dispersif değil iki örnek ara zemin olarak bulunmuştur. 9 örnek üzerinde yapılan dağılma deneyi sonuçlarına göre bütün örnekler dispersif değil çıkmıştır. Yapılan kimyasal deney sonuçlarından (SAR, ESP, pH, elektriksel iletgenlik) materyallerin dispersif özellik taşımadığı görülmektedir. Yapılan deney ve analiz sonuçlarına göre; iğne deliği, dağılma ve kimyasal değerler sonuçlarının uyumlu, çifte hidrometri deney sonuçlarının diğer deney sonuçlarıyla uyumlu olmadığı belirlenmiştir.

3.1.6 Araştırma Alanı Materyallerinin Kil Fraksiyonu ve Minerolojisinin Mühendislik Davranışlara Etkisi

Araştırma sununda artan kil minareline bağlı olarak; likit limit, plastik limit, plastisite indisi, doğal su içeriği, katyon değişim kapasitesi, porozite ve boşluk oranlarında artışlar görülmektedir. Kil miktarının artmasına paralel olarak permeabilite ve kayma dayanımı azalmaktadır (9), (27). Materyallerdeki hakim kil minerali olan montmorillonit, kil oranının düşük olmasına rağmen likit limit değerlerinin % 30'un üzerinde, dolayısıyla plastikliğin orta derecede olmasını sağlamıştır (8). Hakim kil minarelinin ikincisi olan kaolinit, büzülme limiti değerlerinin %11,3-18,4 arasında olmasını büyük oranda etkilemiştir (8). Hakim kil minareli olan montmorillonit, kil oranının düşük olmasına rağmen materyallerinin aktivitelerinin 1,00-2,60 gibi yüksek değerler arasında olmasına ve dolayısıyla şişme potansiyelinin düşükten ortaya doğru yaklaşmasına neden olmuştur (17), (18). Yüksek özgül yüzey alanına, dolayısıyla yüksek katyon değişim kapasitesine sahip montmorillonit kil minerali, materyallerin katyon değişim kapasitesinin 12,65-29,32 değerleri arasında bulunmasını büyük oranda etkilemiştir (8). Montmorillonit kil minarelinde kaynaklanan ve düşükten ortaya doğru giden şişme potansiyeli materyallerin kayma dayanımını olumsuz yönde etkilemektedir

(36). Materyallerin likit limit, plastisite indisi, sıkışma indisi, katyon değişim kapasitesi vb. değerlerinin düşük oranda olmasına, organik madde neden olmuştur (33).

3.2 Kapama Seddesi

Dolguda kullanılacak materyal sahası, kil çekirdek dolguda kullanılacak materyal sahası olan rezervuar alanı içindeki A ve B materyal sahalarıdır. Kapama seddesi dolgusuna yakınlığı, dolgunun azlığı, ekonomik olması nedeniyle B₃,B₄,B₅ nolu (Şekil 1) kuyuların çevresi materyal sahası olarak kullanılması uygundur. Kapama seddesi için ayrı analiz ve deney yapılmamış olup, kil çekirdek dolgusu için yapılan deney ve analizler kapama seddesi için de geçerlidir.

3.3. Rezervuar Alanı

Araştırma alanlarından alınan 10 adet örselenmiş ve örselenmemiş örnekler üzerinde yapılan; fiziksel, mineralojik, kimyasal, mühendislik analiz ve deney sonuçları Çizelge 2'de görülmektedir. Yapılan elek ve hidrometrik analizleri verilerinden elde edilen gradasyon eğrilerine göre materyaller % 30 çakıl, % 44 kum, % 17 silt, % 9 kilden oluşmaktadır. Örneklerden yalnız AR₅ ince daneli zemin, diğerleri iri daneli zemin sınıfına girmektedir (11). Örneklerin dane dağılımları ile, geçirimsiz materyallerin dane dağılımları karşılaştırıldığında, genellikle çakıl yüzdelerinin arttığı, kum yüzdelerinin değişmediği, silt ve kil yüzdelerinin azaldığı, dolayısıyla kohezyonun da değiştiği görülmektedir Birleştirilmiş zemin sınıflandırmasına göre üç örneğin zemin sınıfı, plastik limit deneyi yapılamadığı için SM, iki örneğin SC-CL, bir örneğin SP-SC, bir örneğin SC, bir örneğin CL, iki örneğin zemin sınıfı ise GC olarak bulunmuştur. SM ve GC sınıfı örnekleri hariç, diğer örneklerin zemin sınıfları, geçirimsiz kil çekirdek materyal sahaları örneklerinin zemin sınıflarıyla uyumludur. Materyallerin toprak bünye sınıfları; SL, SCL, LS ve CL olarak bulunmuştur. Örneklerin birleştirilmiş zemin sınıfları ile bünye sınıflarını uyumludur. Aynı zamanda, bulunan bünye sınıfları ile, kil çekirdek materyalleri için bulunan bünye sınıfları uyumluluk göstermektedir. Materyallerin; mineralojik, kimyasal değerleri geçirimsiz materyal sahaları ile uyumludur. Materyallerin

likit limit, kuru birim ağırlık ilişkisine bağlı olarak "Da Nilov Kartı"na göre akan zeminlerin üst sınırı ile normal zeminlerin başlangıç sınırı aralığında bulunmaktadır. Doygunluk derecesi, doğal su içeriğinin artmasına, boşluk oranının azalmasına bağlı olarak artış göstermektedir. Aktivite, şişme özellikleri geçirimsiz materyallerle uyumludur.

Rezervuar alanı topraklarının tekstürü; tınlı kum, kumlu tın, kumlu killi tın ve killi tın olarak tayin edilmiştir. Permeabilite değerleri ise $0,8.10^{-2}$ - $3,6.10^{-5}$ arasında bulunmuştur. Buradan, rezervuar alanının 1,40 m derinliğindeki zonun orta ve az geçirimli olduğu görülmektedir. Silt ve kil oranının artışına bağlı olarak geçirimsizlik azalmaktadır. 1,40m'den ana kayaya kadar olan 3-4 m'lik birikinti konisinden, 5-6 m'lik yamaç molozu katmanlarından ve kırmızı renkli konglomera katmanları üst seviyelerinde yüzeylenen kum taşı, kil taşı birimlerinden derinlere inildikçe sıkışmanın artışından dolayı geçirimsizliğin daha da azalacağı söylenebilir (34). 100-150 m genişliğinde ve 6-8 m kalınlığındaki alüvyon geçirimli ve penetrasyon deneyi sonuçlarına göre orta sıklıktadır. Alüvyondan, birikinti konisinden ve yamaç molozundan sonra ana kaya olan konglomera yer almaktadır. Temel sondajlarında yapılan basınçlı su deney sonuçlarına göre konglomera biriminin su tutma yönünden güvenilir olduğu belirlenmiştir (3). Ancak baraj temelinden alınan kırmızı renkli konglomera birimi içerisinde bazı kısımlarda danecikler halinde jips oluşumuna rastlanması dikkate alınması gereken bir husus olarak görülmelidir. Güzelce barajının bulunduğu Güzelce deresinde sürüntü maddesi ölçümleri yapılmadığından, rüsubat hesapları Japon İnşaat Bakanlığınca geliştirilen ampirik formül yardımıyla hesaplanmıştır. Sürüntü maddeleri ile 50 yılda oluşacak toplam ölü hacim $1,44 \text{ hm}^3$ olarak bulunmuştur (3).

Çizelge 2. Rezervuar Alanı Materyallerinin; Fiziksel, Mineralojik, Kimyasal ve Mühendislik Özellikleri

Örnek no	Derinlik (ft)	SINIFLANDIRMA										L	K	Bileşiminin zemine transferliliği	Talestar	Kil mineralojisi	Organik madde	Kireç	Toplam çözünmüş katı	Elektriksel iletkenlik	pH	KDK	Değişebilir katyonlar								
		DANE BOYUK DAĞILIMI					ATTERBERG KATILIMLARI																Na	K	Ca+Mg						
		CAXL	KUM	SLT	KIL	LL	PL	M	CL	%	%															%	%	%	%	%	%
		%	%	%	%	%	%	%	%																						
A ₁	0,35-1,40	30	54	11	5	31	18	13	14,6	0,77	0,23	SC	SL	M-K KL	0,60	5,6	0,048	2700	7,59	12,65	0,167	0,038	12,445								
A ₂	0,30-1,40	7	28	47	18	45	24	21	15,1	0,99	0,009	CL	L	M-K KL	0,66	6,3	0,090	2080	7,56	18,44	0,1875	0,022	18,228								
A ₃	0,30-1,45	26	49	16	9	35	19	16	13,2	0,81	0,19	SC	SL	M-K KL	0,52	5,6	0,042	1940	7,63	14,75	0,155	0,028	14,567								
A ₄	0,30-1,50	17	51	18	14	35	21	14	12,3	0,98	0,01	SC CL	SCL	M-K KL	0,88	3,7	0,050	2520	7,48	17,44	0,176	0,051	17,213								
A ₅	0,30-1,40	18	43	23	16	36	19	17	14,7	1,04	-0,04	SC CL	SCL	M-K KL	1,14	6,7	0,042	1830	7,57	17,79	0,225	0,049	17,516								
B ₁	0,30-1,40	25	53	14	8	35	19	16	21,1	0,83	0,17	SC	SL	M-K K	0,56	5,8	0,068	2270	7,63	19,38	0,3750	0,047	18,953								
B ₂	0,30-1,50	35	47	9	9	35	20	15	13,2	1,16	-0,16	SC	SL	M-K KL	0,48	5,2	0,052	2460	7,92	17,50	0,2175	0,190	17,093								
B ₃	0,20-1,40	36	47	11	6	34	20	14	17,9	1,05	-0,05	SC	SL	M-K KL	1,00	4,8	0,047	1610	7,80	18,31	0,1550	0,047	18,111								
B ₄	0,20-1,45	22	56	14	8	32	19	13	11,3	1,1	-0,1	SC	SL	M-K KL	0,64	6,2	0,046	1943	7,85	18,93	0,0377	0,041	18,847								
B ₅	0,30-1,45	14	30	38	17	43	24	19	15,4	1,03	-0,03	CL	L	M-K KL	1,08	6,3	0,058	2980	7,73	29,32	0,3200	0,192	28,908								

Örnek no	Derinlik (ft)	Ortal agrega (T ₂)		KOMPAKSIYON		Doğal su içeriği (w)	Pozisite (e min)	İzotak çamur (e min)	Duygulanık yüzdesi (S)	Permeabilite (k)	DC EKSENLERİ KESME		Sivimsi İndisler (CS)	Aktivite	Şişimsi	Şişimsi düşüröl	Çift bideyometre	İyic değliği	Dajilims	ESP	SAR	Soğutun yüzdesi	TDS
		Y _{max}	Wopt	C	Ø																		
		cm ³	%	cm ³	cm ³																		
A ₁	0,35-1,40	2,86	2,025	13,1	21,0	30	43	87,2	1,620 10 ⁻⁷	0,90	25	1,6	2,60	2,79	Dışak	87	ND ₁	DD	0,013	0,013	7,80	6,00	
A ₂	0,30-1,40	2,79	1,646	15,6	24,2	41	70	62,2	1,06 10 ⁻⁷	1,30	15,5	25,5	1,16	11,35	Orta	63	ND ₁	DD	0,010	0,139	6,46	4,378	
A ₃	0,30-1,45	2,83	1,848	15,0	22,1	35	53	80,1	1,12 10 ⁻⁷	1,10	23	19,1	1,77	3,21	Dışak	29	-	DD	0,011	0,166	7,62	5,114	
A ₄	0,30-1,50	2,77	1,753	16,5	21,2	37	58	76,4	5,43 10 ⁻⁸	1,20	19	20,2	1,00	9,16	Dışak Orta	22	ND ₁	DD	0,010	-	-	-	
A ₅	0,30-1,40	2,82	1,822	16,2	18,3	33	50	91,4	4,714 10 ⁻⁸	1,60	20	21,7	1,06	9,78	Dışak Orta	44	ND ₁	DD	0,013	0,076	3,64	7,417	
B ₁	0,35-1,40	2,81	1,901	15,9	21,7	32	48	93,1	1,856 10 ⁻⁷	1,35	20	17,9	2,00	3,65	Dışak	33	-	DD	0,019	0,722	26,39	8,563	
B ₂	0,30-1,50	2,77	1,878	15,3	17,6	32	47	90,2	0,951 10 ⁻⁷	1,30	18	18,2	1,66	2,92	Dışak	32	ND ₁	DD	0,008	0,102	4,81	6,657	
B ₃	0,20-1,40	2,77	1,722	18,4	19,2	36	55	92,7	0,845 10 ⁻⁷	1,25	21	16,1	2,33	1,5	Dışak	25	ND ₁	-	0,008	0,184	8,30	9,640	
B ₄	0,20-1,45	2,80	1,820	13,8	17,7	33	49	78,9	2,342 10 ⁻⁷	1,40	19	23,0	1,63	2,10	Dışak	35	ND ₁	DD	0,002	0,113	5,26	7,410	
B ₅	0,30-1,45	2,75	1,630	22,8	23,4	41	69	90,7	0,936 10 ⁻⁸	1,30	13,5	24,3	1,12	10,4	Orta	58	ND ₁	DD	0,008	0,583	22,38	5,317	

4. SONUÇ ve ÖNERİLER

4.1. Kil Çekirdek Dolgusu

Yapılan mineralojik analiz sonuçlarına göre hakim kil minarellerinin sırası ile montmorillonit; kaolinit ve klorit, primer minerallerin de sırası ile; feldispar, kalsit, kuvars, amfibol, albit, dolomit ve talk olduğu saptanmıştır. Elek ve hidrometrik analiz sonuçlarına göre materyaller; çakıl, kum, silt ve kilden oluşan, genelde kötü derecelenmiş, kil ve silt oranı yüksek olmayan iri daneli zeminlerdir. Atterberg limitleri değerlerine göre kil oranı yüksek olan örneklerin likit limit, ve plastisite indisi değerlerinin de yüksek olduğu görülmüştür. Kil fraksiyonu düşük olduğu halde likit limit değerlerinin % 31-35, plastik limit değerlerinin % 18-20 arasında olması hakim kil minareli olan montmorillonitten kaynaklanmıştır. Materyaller; katı, katı ve plastik limit sınırında olup, aşırı konsolide killer grubundadır. Birleştirilmiş zemin sınıfları; SC, SC-CL, CL, bünye sınıfı SL,SCL ve L olarak bulunmuştur. Aynı zamanda materyaller düşükten orta plastiğe giden inorganik siltli, kumlu, çakıllı, yağsız killer grubundadır. Araştırma alanı materyalleri, az miktarda (% 1) organik madde, düşük oranda (% 5-6) kireç içermektedirler. Materyaller tuzsuz olup reaksiyonları hafif alkalidir. Düşük kil miktarına rağmen katyon değişim kapasitesinin 12,65 - 29,32 meq/ 100 gr arasında bulunmasını, hakim kil minareli olan montmorillonit etkilemiştir. Birleştirilmiş zemin sınıflamasına göre materyallerin kil çekirdekte kullanılma derece SC sınıfı için 2, CL sınıfı için 3' dür. Materyaller geçirimsiz ve çok az geçirimliliğe sahip olup, kil oranı arttıkça maksimum kuru birim ağırlık ve kayma dayanımı azalmaktadır. Maksimum sıklığı sağlamada önemli olan optimum su içeriği % 16,26, doğal su içeriği de % 20,60 bulunmuş olup, değerler birbirlerine yakınlık arz etmektedir. Boşluk oranı ve porozite, iri dane oranının azalması, dolayısıyla ince danelerin artmasıyla artış göstermektedir. Materyallerin düşük kil oranına rağmen, aktivite değerlerinin yüksek çıkmasını, şişme potansiyelinin düşük ve orta değerde olmasını, hakim kil minareli olan montmorillonit etkilemiştir. Materyaller şişme ve dispersif özellik taşımamaktadır. Araştırma alanı zeminleri bileşiminin mühendislik davranışlarına etkisi açısından incelendiğinde, bileşimin mühendislik davranışını büyük ölçüde etkilediği görülmüştür. Dolgu esnasında

materyal sıkıntısı çekilirse, BR₂ örneğinin çevresinde materyal alınabilir. BR₂ örneği üzerinde konsolidasyon deneyi yapılmış olmasına rağmen, yapılan proctor ($\gamma_{max} = 1,690$ t/m³ Wopt= 21,1), permeabilite ($9,6 \cdot 10^{-8}$ cm/sn) ve kayma dayanımı ($C = 1,55$, $\phi = 17,5$) deneyleri sonucu uygun özellik taşıdığı görülmüştür. Materyal sahaları çok homojen bir yapı göstermesine rağmen, yine de kazı çalışması esnasında sürpriz materyallerle karşılaşılabilceği dikkatten uzak tutulmamalıdır.

Devlet Su İşleri genellikle materyal sahalarından aldığı her örnek yerine seçilen birkaç örnek üzerinde permeabilite, kayma ve konsolidasyon deneyleri yapmaktadır. Materyallerin mühendislik özelliklerinin daha güvenilir olması için anılan bu deneylerin her bir örnek üzerinde yapılması faydalı olacaktır. Devlet Su İşleri yaptığı deneylere, materyallerin mühendislik davranışlarıyla çeşitli özelliklerinin belirlenmesinde yeterli güvenirliliğin sağlanması için özellikle kil mineralleri tayini ve dispersibilite deneylerini de ilave etmesi gerekmektedir.

4.2. Kapama Seddesi Dolgusu

Kapama seddesi dolgusunun az olması, seddeye yakınlığı ve ekonomik olmasından dolayı B₃, B₄, B₅ nolu kuyuların çevresi materyal sahası için uygundur (Şekil 1). B₃, B₄ ve B₅ örnekleri, kil çekirdek dolgu materyallerinin tüm deney ve analiz sonuçlarını tipik olarak yansıtmaktadır. Materyallerin zemin sınıflamasına göre, homojen kapama seddesinde kullanma dereceleri SC sınıfı için 3, CL sınıfı için 5' dir. İhtiyaç duyulduğunda, kapama seddesine yakın olan BR₂ nolu kuyu ve civarı materyal sahası olarak kullanılabilir (Şekil 1). BR₂ nin zemin sınıfı SC-CL'dir. Yapılan proctor, kayma ve permeabilite parametrelerine göre kullanılması uygundur.

4.3. Rezervuar Alanı Zeminleri

Materyallerin mineralojik özellikleri kil çekirdek dolgu materyal sahaları ile benzerdir. Elek ve hidrometrik analiz sonuçlarına göre materyaller; çakıl, kum, silt ve kilden oluşan kötü derecelenmiş, kil oranı yer yer yok denecek kadar düşük olan iri daneli zeminlerdir. Kıvam limitlerine göre 3 örnek plastik olmayıp, diğerleri düşük-orta

ve orta plastik olarak bulunmuştur. Birleştirilmiş zemin sınıflarına göre materyallerin sınıfları SM, SC, SC-CL, GC, CL ve SP-SC, bünye sınıfları ise SL, SCL, LS ve CL'dir. Materyaller orta ve az geçirimlidir. Derinlere inildikçe sıkışma artacağından, geçirimliliğin azalacağı düşünülmektedir. Rezervuar alanının; yamaç molozu, birikinti konisi, kumtaşı-kiltaşı ve alüvyonun altında bulunan konglomera su tutma ve duyarlılık yönünden güvenlidir. Gerekli toprak kalınlığı yanında yeraltı su seviyesinde yeterli derinliktedir. Rezervuar yüzey alanının eğimi fazla değildir. Bu veriler ışığında rezervuar yeri, su tutma ve depolama açısından uygundur. Her ne kadar ana kayayı oluşturan kırmızı renkli konglomera su tutma yönünden güvenilir gözükse de, konglomeranın bazı kısımlarında danecikler halinde jips oluşumuna rastlaması su kaçağına neden olabileceğini düşündürmektedir. Rezervuar alanına gelecek sürüntü maddesinin miktarını azaltmak için gereken tedbirler alınmalıdır.

KAYNAKLAR

1. ERKEK, C., AĞIRALIOĞLU, N., 1986. Su Kaynakları Mühendisliği. Matbaa Teknisyenleri Basım evi, 250-270, İstanbul.
2. CAN, H., 1985. Ankara Yıldız İmar Planı Kapsamındaki Zeminlerin Minerolojik Özelliklerinin Mühendislik Davranışlarına Etkisi. A.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Ankara.
3. DSİ, 1991. Güzelce Barajı Planlama Raporu. DSİ VII. Bölge Müdürlüğü, Samsun.
4. TS 1901., 1975. İnşaat Mühendisliğinde Sondaj Yolları İle Örselemiş ve Örselememiş Numune Alma Yöntemleri. TSE, Ankara.
5. ASTM., 1966. Book of ASTM Standards. Part 10, Concrete and Mineral Agregates, C127: Standard Method of Test for Specific Gravity and Absorption of Coarse Agregates, p.50-51
6. U.S. Salinity Laboratory Staff, 1954. Diagnosis Improvement of Saline and Alkali Soils. Agr.Handbook No: 60. U.S.A.
7. RICHARDS, L.A., 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils. U.S. Dept. Agr. Handbook 60

8. LAMBE, T.W., WHITMAN, R.V., 1969. Soil Mechanics: John Wiley and Sons, New York.
9. SOWERS, G.F., 1965. Consistency Methods of Soil Analysis. Part 1. American Society of Agronomy, Madison, pp: 394-397 Winconsin, USA.
10. VICKERS, B., 1984. Laboratory Work in Soil Mechanics Granada Technical Books. Granada Publishing Ltd. And Grafton Street, London.
11. WAGNER, A.A., 1957. The Use of the Unified Soil Classification System by the Bureau of Reclamation. Proc. 4th. Inter. Conf. Soil Mech. Found. Eng. Vol. 1, p. 125, London.
12. Soil Survey Manual
13. WHITTIG, L.D., 1965. X-Ray Diffraction Techniques for Clay Mineral Analysis, Method of Soil Analysis. American Society of Agronomy Pub. No:9 VI.586-602.
14. HAYAT, M. A., 1974. Principles and Techniques of Scanning Electron Microscopy. Von Nortronnd Reinhold Company, New York.
15. TÜZÜNER, A., 1990. Toprak ve Su Analiz El Kitabı. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Yayını. Ankara
16. BISHOP, A.W., HENKEL, D.J., 1962. The Measurement of Soil Properties in the Triaxial Test. Edward Arnold (Publishers) Ltd., London.
17. Peck, R.B., HANSON, W.E., THORBURN, T.H., 1974. Foundation Engineering. John Willey and Sons.
18. SEED, H.B., WOODWARD, J., LUDGEN, R., 1962. Prediction of Swelling Potontial for Compacted Clays. ASCE S. Mech. Journal, 88, 53-87
19. CHEN, F.H., 1988. Foundations on Expansive Soils. Elsevier, P 463, New York.
20. USBR 5705, 1989. Determining the One-Dimensional Expansion Properties of Soil, Earth Manual (Part 2), P:654-671, Denver Colorado.
21. SKEMPTON, A.W., 1953. The Colloidal Activity of Clay. Third International Conf. on Soil Mechanics and Foundation Engineering, 1, 57-61, Switzerland.

22. USBR 5405, 1989. Determining Dispersibility of Calyey Soils by the Double Hydrometer Test Methods. Earth Manual, Vol. 2, p:419-424.
23. DÜZCEER, R., 1984. An Investigation on Internal Erosion Phenomenon in Earth Dams. ODTÜ Fen Bilim. Ens., İnşaat Müh., Yüksek Lisans Tezi Ankara.
24. USBR 5400., 1989. Determining Dispersibility of Clayey Soils by the Crumb Test Method: Earth Manual Vol 2.P:414-418.
25. JACKSON, M.L., 1962. Soil Chemical Analysis. Ed. Prentice Hall, Inc. of Englowood Cliffs, H.J., USA.
26. TERZAGHI, K., PECK, R.B., 1967. Soil Mechanics in Engineering Practice. John Willey and Sons, New York.
27. MITCHELL, J.K., 1976. Fundamentals of Soil Behavior. John Willey and Sons, Inc, New York.
28. ERTAN, Y., ÜLKÜ, S., 1978. Zemin Özellikleri ve Deneyleeri 1. DSİ Gen. Müd. Genel Yayın No:871, Ankara.
29. ROMINGER, J. F., RUTLEDGE, P.C., 1952. Use of Soil Mechanics Data in Correlation and Interpolation of Lake Agassiz Sediments. J.Geol 60(2):4-160-180p.
30. BELL, F.G., 1993. Engineering Geology. Blackwell Scientific Publ., Oxford, P.302
31. BAYRAKLI, F., 1986. Toprak ve Bitki Analizleri. 19 Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Samsun.
32. ERGENE, D., 1972. Toprak Biliminin Esasları. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 12, Ders Kitapları Serisi No:9 Erzurum.
33. AKALIN, İ., ÜNAL, H., 1967. The Organic Matter Contents of Some Typical Soil Grups of Turkey and Their Effects on Cation Exchange Capacity. Yearbook Fac. Agric. Uni., 12-19, Ankara
34. TALSMA, T., FLINT, S.E., 1958. Some Factors Determining the Hydrolic Conductivity of Subsoil with Special Reference to Tail Drainage Problems. Soil Sci. 85, No:4, 198-206.

35. **GROMKO, G.J., 1974.** Review of Expansion Soils. Journal of Geotechnical Engineering Division.
36. **HOLEMAN, N.J., 1965.** Clay Mineralogy. U.S. Department of Agriculture Soil Conservation Service Engineering Division, USA.