

GEÇİRİMSİZ ALT TABAKA KİLLERİNİN TUZ VE METAL KİRLİLİĞİ KARŞISINDA GEOTEKNİK DAVRANIŞLARI

Yücel GÜNEY
Y. Doç.
Anadolu Üniversitesi
Eskişehir, Türkiye

Hakan KOYUNCU
Dr. Y. Doç. Dr.
Anadolu Üniversitesi
Eskişehir, Türkiye

ÖZET

Atık depolama alanlarında geçirimsiz alt tabakanın dizayn edilmesi önemlidir. Çünkü atıktan gelen sızıntıların miktarına veya muhtevasına bağlı olarak bu alt tabaka malzemelerinin davranışı değişebilir. Uzun yıllar bu kirli sıvılar ile temas edecek olan alt tabakaların geoteknik ve fiziksel özellikleri değişecektir. Bunun sonucu olarak da başlangıç şartlarına göre dizayn edilmiş geçirimsiz alt tabakaların servis ömrü kısalabilir, taşıma güçleri azalabilir, oluşabilecek çatlak veya büzülmeler ile depolama bölgesinde çeşitli problemler ortaya çıkabilir veya geçirgenliğin artmasıyla yer altı suları için bir tehlike oluşabilir. Bu tehlikelerin önlenmesi için, alt tabakaların kirleticilerle etkileşimi sonrasındaki davranışının bilinmesi gereklidir. Yukarıda belirtilen nedenlerden dolayı, bu çalışmada alt tabaka malzemesi olarak, doğal killeri temsil edebilmesi için kaolin kili kullanılmıştır. Kaolin tuz ve metal içeren çeşitli kimyasallar ile kirlenilmiş, daha sonra geoteknik ve bazı kimyasal özellikler belirlenmiştir. Bu şekilde depolama alanlarının alt tabakalarında meydana gelebilecek fiziksel, mekanik ve kimyasal davranışlar belirlenmeye çalışılmıştır.

GİRİŞ

Günümüzde atıkların depolanması oldukça problemsiz ve çok ucuz olarak görülmektedir. Bunun da nedeni genelde bilgi eksikliği ve ekonomik gelişmişlik seviyesidir. Çünkü, sızıntı sularıyla yer altı sularının kirlenmesi veya izolasyonun tam olarak yapılamaması, çevre ve halk sağlığı açısından potansiyel bir tehlike oluşturmaktadır. Evsel ve endüstriyel atıklardan sızan sızıntı suları, çok çeşitli kimyasal, organik ve inorganik maddeleri içermektedir. Ayrıca birçok kimyasal

madde ile çalışan fabrika atıkları, asidik ve bazik özellikte çözeltiler olmasına rağmen doğrudan zemine veya depolama çukurlarına verilebilmektedir. Bu atıklar içerisinde ağır metaller, tuzlar, yağlar ve organik bileşikler bulunmaktadır. Bu atıklar zemin içerisinde bir çok kimyasal, fiziksel etkileşimler meydana getirerek zemin özelliklerini değiştirmektedir.

Depolama sistemlerinde atık-sıvı-zemin etkileşimi önemli olmaktadır. Çünkü üç fazlı etkileşim ile malzemelerin kimyasal, fiziksel veya geoteknik özellikleri değişebilmektedir. Bunun da en önemli nedeni, atık ve sıvı içerisindeki kimyasal ve biyolojik parametrelerin zemin üzerindeki olumsuz etkileridir. Yapılacak depolama sistemleri, atık malzemelerin özelliklerine göre tasarlanmalıdır. Tasarım için gerekli olan kriterler, depolama sırasında ve sonrasında atık malzemenin davranışına ve içerdiği zararlı maddelere bağlıdır (1). Dolgu alanlarının tasarımında, dizayn ve yapım arazi seçiminden sonra gelir. Dizayndaki ilke, alanın çevresel geoteknolojisi ve yapılabilişidir. Bunu depolama alanının mukavemeti, stabilitesi ve geçirimsizliği izlemektedir (2).

1991 yılında yapılan 900.000 m²'lik İzmir-Harmandalı katı atık depolama sahası tabanında hakim kırık ve çatlak sistemler belirlenmiştir. Yapılan çalışmalarda bir çok sondaj kuyusu açılmıştır. Daha sonra çöp depolama alanındaki katı atıkların, yeraltı suyuna olabilecek etkisini araştırmak için, derinlikleri 30 metreyi bulan gözlem kuyuları açılmıştır. Gözlem kuyularından ve çeşitli su örneklerinden yararlanılarak elde edilen verilere göre, tüm gözlem noktalarında yeraltı sularının kirliliğe maruz kaldığı belirlenmiştir.

New Jersey'deki endüstriyel atıklar 5 büyük depolama alanına atılmaktadır. Tabii kil zeminden ya da kil ile minerallerinin karışımından ibaret olan bu tabakalar 0,60-6,10 m kalınlığındadır. Kil tabakaları, tabaka boyunca atık kirliliğini aşağıya çekecek özellikte inşa edilmiştir. Bu depolama tabanında bulunan kildeki geniş çatlak veya boşluklardan yüksek permeabilite oluşmakta ve tabaka gerilmesi kil tabakası ağırlığından dolayı azalmaktadır. Ayrıca bu çalışmada, organik kimyasallar ve güçlü asitlerle kil tabakalarının etkileşimlerine bakılmıştır. Organik kimyasallar ile etkileşime maruz kalındığında permeabilitenin arttığı görülmüştür.

Wisconsin eyaletinde, geçirimsiz tabakaların yapımı için de kil alt tabakaları kullanılmıştır. 200 no'lu elekten geçen kil malzemenin %50'sinden daha azı, %30 veya daha fazla plastisite indisi içermektedir. Bu kilin maksimum laboratuvar hidrolik iletkenliği 1×10^{-7} cm/sn'dir. Kil tabakası 20.3-30.5 cm kalınlığındadır. %90'dan az modifiye proktor veya %95 standart proktor sıklığında hazırlanmıştır. Tabaka

sızıntıya maruz kaldığında toplayıcı sistem kullanılacak şekilde dizayn edilerek, bu alt tabaka ile teması önlenmiştir (3).

1940 yılından sonra Hooker Kimya Şirketi'nin atıklarıyla dolan New York Love Kanalı tehlikeli kimyasal atıklarla dikkati çekmiştir. Depolama ünitesi en az 3 metre sıkıştırılmış kil tabakası ve 50 cm yükseklikte üst kaplamadan oluşmaktadır. Tehlikeli atık bileşimli dolgularda kullanılan düşük permeabiliteli kil tabakaları, aktif kimyasalların etkisi ile kilin permeabilitesini artırmıştır. Tehlikenin artması ile Love Kanalı'nda iyileştirme çalışmaları başlamıştır. Dolgunun stabilitesini arttırmak için çok tabaka oluşturacak şekilde içten bölünmüş ve daha fazla sentetik tabaka ile kaplanmıştır. Depolanan atıklar karıştırılarak bu problemler ortadan kaldırılmaya çalışılmıştır.

Kullanılan Malzemeler ve Kimyasallar

Kaolin

Bu çalışmada alt tabaka malzemesi olarak kullanılacak doğal killer yerine kaolin kili kullanılmıştır. Çünkü bölgemizdeki doğal killerin içerisinde bir hayli yüksek oranda kaolinit bulunmaktadır. Kaolinler, esas olarak saf kaolin veya çeşitli kil minarellerinden oluşan doğal olarak veya beyazlaştıktan sonra kullanılabilen, beyaz veya beyaza yakın renkte bir kil çeşididir. Kaolin, abrasif özellikler göstermesi, ısı ve elektrik bakımından düşük bir iletken olması, benzeri malzemelerden daha ucuza mal olması ve çok iyi kaplama niteliği nedeniyle çok önemli bir endüstriyel hammaddedir. Özgül yüzey alanı düşük ($10-20 \text{ m}^2/\text{gr}$) ve katyon değiştirme kapasitesi $5-15 \text{ meq}/100 \text{ g}$ 'dır. Ancak kireç veya kalsiyum bileşenleri ile reaksiyona girdiklerinde Kalsiyum Silikatlar (CS) oluştururken, yüksek Alüminyum içeriklerinden de Kalsiyum Alüminat (CA) bileşenlerini oluştururlar. Kaolin plakalarının tabakaları arasındaki mesafe çok azdır. Bu nedenle su alıp şişmezler. Bu çalışmada kullanılan kil, Eczacıbaşı Karo Seramik A.Ş. Bozüyük fabrikası tarafından sağlanmıştır ve fabrikada bu kilin ismi K-322 olarak geçmektedir. Kaolin üzerinde yapılan X ışını floresans (XRF) analizlerinin sonuçları Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Kullanılan ilave malzemelerin X ışını floresans (XRF) analizi sonuçları (%)

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	P ₂ O ₃	K ₂ O	Na ₂ O	SO ₃	Cl	CO ₂
Kaolin	51.52	28.79	3.13	0.82	1.23	0.07	2.51	0.09	0.02	0.004	1.03

Kirletici Olarak Tuzlar ve Metaller

Tuz fabrikaları, gübre fabrikaları, kimyasal sanayi tesisleri, bazı gıda endüstrileri gibi endüstriyel tesislerin atıklarında yoğun miktarda tuzlar ve ağır metaller bulunabilmektedir. Bu atıklar çoğu zaman direk zemine veya açılan çukurlara boşaltılmaktadır. Hem depolama tesislerinden zemine veya alt tabakalara sızabilecek bu kirleticilerin, hem de zeminin bunlar karşısında davranışının belirlenebilmesi mühendislik geotekniği açısından önemlidir. Bu nedenle, yapılan çalışmada tuz ve bazı ağır metaller seçilerek bu kirlilik temsil edilmeye çalışılmıştır. Tuz olarak 0.5 N sodyum klorür (NaCl), 0.5 N potasyum klorür (KCl), 0.5 N magnezyum klorür (MgCl₂), 0.5 N kalsiyum klorür (CaCl₂), 0.5 N demir klorür (FeCl₃) çözeltileri kullanılmıştır. Metal olarak, 5000 ppm çinko klorür (ZnCl₂), 5000 ppm bakır klorür (CuCl₂), 5000 ppm krom klorür (CrCl₃), 2000 ppm kurşun klorür (PbCl₂) ve 2000 ppm nikel klorür (NiCl₂) kullanılmıştır. Ayrıca bunların birkaçından oluşan iki karışım yapılmıştır. Birincisi 0.5 N NaCl, 0.5 N KCl, 0.5 N MgCl₂, 0.5 N CaCl₂ karışımlarından, ikincisi 2000 ppm CrCl₃, 2000 ppm NiCl₂, 2000 ppm PbCl₂ 0.5 N FeCl₃ karışımlarından oluşmaktadır.

Deney Yöntemi

Deneyde kullanılan Eczacıbaşı kaolin kili, 16 nolu elekten elenerek 105 °C'lik etüvde kurutulmuştur. Kaolin kilinin saf su ile optimum su muhtevası %27.25 olarak bulunmuştur. Daha sonra bu optimum su muhtevası baz alınarak, tuz ve metal çözeltilerle optimum su muhtevası olan %27.25 oranında kimyasal çözelti ile elde karıştırılmıştır. Daha sonra standart proktor deney aletinde sıkıştırılarak serbest basınç, konsolidasyon ve permeabilite deneyleri yapılmıştır.

Kaolin kili, optimum su muhtevasında kimyasal çözeltiler ile karıştırılmış, bir gün beklenmiş ve etüve konulmuştur. Daha sonra dane özgül ağırlığı ve hidrometre deneyi ile dane çapı belirlenmiştir (4). Dane çapı deney sonuçları Tablo 2'de gösterilmiştir.

Tablo 2. Kaolin Kili ve Kimyasal Çözelti Karışımlarının Dane Çapı Deney Sonuçları

	Özgül Ağırlık	Dane Çapı Dağılımı(%)	
		Silt	Kil
Kaolin + distile su	2.56	22	78
Kaolin + 0,5N NaCl	2.70	24	76
Kaolin + 0,5N KCl	2.70	23	77
Kaolin + 0,5N MgCl ₂	2.68	25	75
Kaolin + 0,5N CaCl ₂	2.62	26	74
Kaolin + 0,5N FeCl ₃	2.67	32	68
Kaolin + Karışım-1*	2.61	30	70
Kaolin + 2000 ppm CuCl ₂	2,70	25	75
Kaolin + 2000 ppm ZnCl ₂	2,58	24	76
Kaolin + 2000 ppm NiCl ₂	2,57	22	78
Kaolin + 2000 ppm Pb Cl ₂	2,59	25	75
Kaolin + 2000 ppm Cr Cl ₂	2,62	25	75
Kaolin+Karışım-2**	2,71	27	73

*Karışım-1; 0.5 N(NaCl+KCl+MgCl₂+CaCl₂), **Karışım-2; 2000 ppm (CrCl₂+NiCl₂+ PbCl₂)+0.5 N FeCl₃

Atterberg kıvam limitleri için kaolin kili, optimum su muhtevasında kimyasal çözeltiler ile karıştırılmış, bir gün beklenmiş ve etüve konulmuştur. Daha sonra likit limit ve plastik limit deneyleri yapılmıştır(4). Deney sonuçları Tablo 3'de gösterilmiştir.

Tablo 3. Kimyasal Çözeltiler İle Islatma/Kurutma Sonrasında Kaolin Kilinin İndeks Özellikleri

	Kıvam Limitleri (%)		
	Likit Limit (LL)	Plastik Limit (PL)	Plastisite Indisi (PI)
Kaolin + distile su	53	35	18
Kaolin + 0,5N NaCl	48	33	15
Kaolin + 0,5N KCl	44	32	12
Kaolin + 0,5N MgCl ₂	45	29	16
Kaolin + 0,5N CaCl ₂	46	29	17
Kaolin + 0,5N FeCl ₃	50	30	20
Kaolin + Karışım-1	45	29	16
Kaolin + 2000 ppm CuCl ₂	48	33	15
Kaolin + 2000 ppm ZnCl ₂	47	32	15
Kaolin + 2000 ppm NiCl ₂	49	27	22
Kaolin + 2000 ppm Pb Cl ₂	48	27	21
Kaolin + 2000 ppm Cr Cl ₂	50	30	20
Kaolin+Karışım-2**	48	29	19

Karışım-1; 0.5 N(NaCl+KCl+MgCl₂+CaCl₂), Karışım-2; 2000 ppm (CrCl₂+NiCl₂+ PbCl₂)+0.5 N FeCl₃

Konsolidasyon (odömetre) deneyi (4) için numune optimum su muhtevasında

kimyasal çözelti ile sıkıştırılmış ve konsolidasyon hücresi içerisine de aynı çözelti konarak deneyler yapılmıştır. Konsolidasyon deneyi sonuçları Tablo 4'de gösterilmiştir.

Tablo 4. Kaolin Kili ve Kimyasal Çözelti Karışımlarının Konsolidasyon Deneyi Sonuçları

	Konsolidasyon Deneyi		
	e_0	C_c	C_s
Kaolin + distile su	0.660	0.156	0.024
Kaolin + 0,5N NaCl	0.741	0.193	0.034
Kaolin + 0,5N KCl	0.715	0.173	0.067
Kaolin + 0,5N MgCl ₂	0.723	0.178	0.093
Kaolin + 0,5N CaCl ₂	0.730	0.174	0.115
Kaolin + 0,5N FeCl ₃	0.680	0.185	0.063
Kaolin + Karışım-1*	0.672	0.178	0.061
Kaolin + 2000 ppm CuCl ₂	0.675	0.161	0.035
Kaolin + 2000 ppm ZnCl ₂	0.724	0.170	0.045
Kaolin + 2000 ppm NiCl ₂	0.710	0.165	0.053
Kaolin + 2000 ppm Pb Cl ₂	0.695	0.169	0.038
Kaolin + 2000 ppm Cr Cl ₂	0.683	0.172	0.026
Kaolin+Karışım-2**	0.636	0.180	0.048

*Karışım-1; 0.5 N(NaCl+KCl+MgCl₂+CaCl₂), **Karışım-2; 2000 ppm (CrCl₂+NiCl₂+ PbCl₂)+0.5 N FeCl₃

Karışımların serbest basınç dirençleri (4) belirtilen metoda uygun olarak belirlenmiştir. Serbest basınç deneylerine ait sonuçlar Tablo 5'de gösterilmiştir.

Tablo 5. Kaolin Kili ve Kimyasal Çözelti Karışımlarının Serbest Basınç Dirençleri.

	Serbest Basınç Deneyi (kg/cm ²)	
	q_u	c
Kaolin + distile su	2.85	1.425
Kaolin + 0,5N NaCl	2.01	1.005
Kaolin + 0,5N KCl	2.07	1.035
Kaolin + 0,5N MgCl ₂	2.69	1.345
Kaolin + 0,5N CaCl ₂	2.49	1.245
Kaolin + 0,5N FeCl ₃	3.08	1.545
Kaolin + Karışım-1*	2.76	1.385
Kaolin + 2000 ppm CuCl ₂	2.15	1.075
Kaolin + 2000 ppm ZnCl ₂	2.52	1.260
Kaolin + 2000 ppm NiCl ₂	2.33	1.165
Kaolin + 2000 ppm Pb Cl ₂	2.76	1.380
Kaolin + 2000 ppm Cr Cl ₂	3.71	1.855
Kaolin+Karışım-2**	2.30	1.150

*Karışım-1; 0.5 N(NaCl+KCl+MgCl₂+CaCl₂), **Karışım-2; 2000 ppm (CrCl₂+NiCl₂+ PbCl₂)+0.5 N FeCl₃

Laboratuvarında yapılan permeabilite deneyleri, üç eksenli deney sisteminde sabit hücre basıncında yapılmıştır. Bu deney sisteminde, farklı basınçlarda, numunenin üstünden ve altından, kimyasal çözelti gönderilmiştir. Numune içerisine giren ve çıkan suların/sıvıların eşit bir seviyeye ulaştığı anda numuneler tamamen doymun hale gelmiş ve daha sonra permeabilite katsayıları belirlenmiştir (5). Permeabilite deneylerine ait sonuçlar Tablo 6'da gösterilmiştir.

Tablo 6. Kaolin Kili ve Kimyasal Çözelti Karışımlarının Permeabilite Değerleri.

	Permeabilite Katsayısı
	(cm/sn)
Kaolin + distile su	1.60×10^{-8}
Kaolin + 0,5N NaCl	6.72×10^{-8}
Kaolin + 0,5N KCl	3.92×10^{-8}
Kaolin + 0,5N $MgCl_2$	2.93×10^{-8}
Kaolin + 0,5N $CaCl_2$	2.89×10^{-8}
Kaolin + 0,5N $FeCl_3$	7.39×10^{-8}
Kaolin + Karışım-1*	1.44×10^{-8}
Kaolin + 2000 ppm $CuCl_2$	2.15×10^{-8}
Kaolin + 2000 ppm $ZnCl_2$	1.85×10^{-8}
Kaolin + 2000 ppm $NiCl_2$	2.65×10^{-8}
Kaolin + 2000 ppm $PbCl_2$	2.10×10^{-8}
Kaolin + 2000 ppm $CrCl_2$	3.87×10^{-8}
Kaolin + Karışım-2**	3.22×10^{-8}

*Karışım-1; 0.5 N(NaCl+KCl+ $MgCl_2$ + $CaCl_2$), **Karışım-2; 2000 ppm ($CrCl_2$ + $NiCl_2$ + $PbCl_2$)+0.5 N $FeCl_3$

pH deneyleri için, kaolin ile kimyasal çözeltiler karıştırıldıktan bir gün sonra laboratuvarında oda sıcaklığında (18-21°C) kurumaya bırakıldı. 2 gün sonra hava kurusu normuna (yani %3-5 su muhtevasına) ulaştıktan sonra 40 nolu (0.425 mm) elekten elenerek 20 gr alındı ve 50 ml saf su ile bir beher içinde zaman 30 dakika karıştırıldı (U.S. EPA Method 9045, 1986). Karıştırılan karışımların üzeri kapatılarak 1 saat sonra pH değerleri ölçüldü (6).

Elektriksel iletkenlik deneyleri için, hava kurusuna ulaşan numuneler ezilerek 16 nolu (1.31 mm) elekten elendi. Daha sonra bu numunelerden 150-250 gr arasında alınarak bir beher içinde doymun hale getirilinceye kadar saf su ilave edildi. Sonra çamurun üzeri kapatılarak 1 gün bekletildi. Elektriksel iletkenlik aleti ile bu karışımın elektriksel iletkenliği belirlendi (7). pH ve elektriksel iletkenlik deneylerine ait sonuçlar Tablo 7'de gösterilmiştir.

Tablo 7. Kaolin Kili ve Kimyasal Çözelti Karışımlarının pH ve Elektriksel İletkenlik Değerleri.

	pH	Elektiriksel İletkenlik (mS/cm)
Kaolin+distile su	4.86	0.15
Kaolin + 0,5N NaCl	7.81	3.95
Kaolin + 0,5N KCl	6.73	3.44
Kaolin + 0,5N MgCl ₂	6.11	3.51
Kaolin + 0,5N CaCl ₂	7.05	3.60
Kaolin + 0,5N FeCl ₃	9.61	3.47
Kaolin + Karışım-1*	7.77	3.45
Kaolin + 2000 ppm CuCl ₂	5.21	1,88
Kaolin + 2000 ppm ZnCl ₂	4.95	0.91
Kaolin + 2000 ppm NiCl ₂	5.58	0.45
Kaolin + 2000 ppm Pb Cl ₂	4.89	1.47
Kaolin + 2000 ppm Cr Cl ₂	3.82	0.86
Kaolin+Karışım-2**	5.65	1.78

*Karışım-1; 0.5 N(NaCl+KCl+MgCl₂+CaCl₂), **Karışım-2; 2000 ppm (CrCl₂+NiCl₂+ PbCl₂)+0.5 N FeCl₃

SONUÇLAR

Bu çalışmada atık depolama alanları alt tabakalarına sızıntı suyu yolu ile gelecek kirliliklerin etkisi veya kaolin içeren killerde tuz veya metal içerikli kirleticiler etkisinin ne olacağı araştırılmıştır. Bu amaçla kaolin kili yapay olarak kirlenilmiş ve fiziksel, kimyasal ve geoteknik etkilerinin belirlenebilmesi için laboratuvarında bir seri deney yapılmıştır. Yapılan deneyler sonucunda şu sonuçlar elde edilmiştir.

Kimyasal kirleticilerle kirlenen kaolinin dane özgül ağırlıkları artmıştır. Kaolinin kirlenmesi sonucunda dane çapında az da olsa bir artış görülmüştür. Kaolin kili içerisindeki değişebilir iyonlar ile ortama verilen sodyum, potasyum gibi iyonlar ile yer değiştirmiştir. Bunun sonucu olarak da kaolinin likit limitlerinde bir azalma gözlenmiştir. Konsolidasyon deneyinde kullanılan kimyasallar, kil yapısında değişikliğe neden olmakta ve oturma miktarında artış meydana getirmektedir. Bu deneyde, tuz ve metal içerikli çözeltilerle kirlenilmiş kaolinitin, başlangıç boşluk oranının (e_0), yükleme katsayısının (C_c) arttığı görülmüştür. Permeabilite deneylerinden de, kaolinin tuz ve metallerle kirlenmesi sonucunda geçirimsizliğin arttığı görülmüştür. Buna karşın taşıma kapasitesi (q_u) azalmıştır. Kaolindeki

sodyum, potasyum, kalsiyum ve magnezyum gibi ion konsantrasyonlarının artması ile basınç dayanımları azalmaktadır. Metaller krom hariç pH değeri açısından kaolin kiline fazla bir etkide bulunmazken, tuzlar pH değerini arttırmıştır. Kaolin kilinin elektriksel iletkenlik değerinin artışı metallerde az olurken tuzlarda fazla olmaktadır.

Sonuçta, kimyasal kirlenmeler sonucunda kaolin kilinde, kuvvetli ionların yüzeye adsorbe olmasına rağmen basınç dayanımlarını %30 kadar azaltmaktadır. Ayrıca kilin boşluk oranı, sıkışabilirliği ve geçirgenliği artarak daha az güvenli hale gelmiştir. Bu olumsuz değişimlerin kil ile yapılacak geçirimsiz alt tabaka veya benzer astar tabaka tasarımlarında göz önüne alınması, olası çatlama, kırılma veya sızdırmaları azaltacaktır.

KAYNAKLAR

1. Das, M. B., 1984, Principles of Foundation Engineering, Monterey, California, 473-477 p.
2. Hassini, S., 1992, Some Aspects of Landfill Design Environmental Science and Engineering, Environmental Geotechnology, 137-143 p.
3. Gordon, M.E., Huebner, P.M., Miazga, T.J., 1989, Hydraulic Conductivity of Three Landfill Clay Liners, J.of Getech. Eng., Vol.115, No.8, 1148-1159 p.
4. ASTM, 1985, ASTM standards, Natural building stones; soil and rock. (1985). Vol. 04.08, ASTM, Philadelphia, Pa.
5. U.S. EPA Method 9100, 1986, Physical/chemical methods., saturated hydraulic conductivity, saturated leachate conductivity, and instinsic permeability, triaxial-cell method with back Pressure, Test Methods for Evaluating Solid Waste, (SW-846), Vol's. IA, IB, IC and II., Third Edition, Doc. Control No:955-001-00000-1, Office of Solid Waste and Emergency Response, Washington, DC. 20460, Environmental Protection Agency, pp. 9100-20-24, September, 1986.
6. U.S. EPA Method 9045, 1986, Physical/chemical methods, soil pH, test methods for evaluating solid waste, (SW-846), Vol's. IA, IB, IC and II., Third Edition, Doc. Control No:955-001-00000-1, Office of Solid Waste and Emergency Response, Washington, DC. 20460, Environmental Protection Agency, pp. 9045-1-6, September, 1986.
7. Karakouzian, M. Pitchford., A., Leonard.M. and Johnson.B., 1996, Measurement of soluble salt content of soils from Arid and Semi-Arid Regions, Geotechnical Testing Journal, GTJODJ, Vol. 19, No. 4, December 1996, pp.364-372.

GEOTECHNIC BEHAVIOUR OF IMPERMEABLE BOTTOM LINER CLAYS AGAINST SALT AND METAL POLLUTION

Yücel GÜNEY
Assist. Prof. Dr.
Anadolu University
Eskişehir, Turkey

Hakan KOYUNCU
Assist. Prof. Dr.
Anadolu University
Eskişehir, Turkey

ABSTRACT

It is important that impermeable bottom liner is designed in waste storages. Because, the behaviour of bottom liner materials can change according to amounts of leachate or including of leachate. The geotechnic and physical properties of bottom liner that will contact with these polluted liquids will change. As a result, service life of impermeable bottom liner designed according to beginning conditions can become shorter, its carrying resistance can diminish, various problems can exist in storage region because of composable cracks or shrinks, and there might be risks for groundwater if permeability increases. The behaviour of bottom liner after interaction with pollutants should be known, in order to prevent these risks. Because of the reasons above, in this study, kaolinite clay was used to represent natural clays as bottom liner. Kaolinite was polluted with various chemicals including salt and metal, after Geotechnic and some chemical properties were determined. Therefore, physical, mechanical and chemical behaviour that can exist in landfill bottom liners was tried to be determined.

