

Düzenli depolama alanlarının taban sızdırmazlığında gerekli olan kil kalınlığının tespiti

M. Hayrullah AKYILDIZ*

Dicle Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Diyarbakır

Makale Gönderme Tarihi: 13.02.2017

Makale Kabul Tarihi: 21.02.2017

Oz

Dünya ülkelerinin nüfus artışı ve teknolojik gelişmelere bağlı olarak katı atık oranı sürekli olarak değişmekte ve yükselmektedir. Sürekli üreten toplumların meydana getirdiği katı atıklar doğal çevreyi olumsuz yönde etkilemektedir. Oluşan katı atıklar mutlaka muhafaza edilmeli ve çevreye yönelik oluşturduğu tehditler asgariye indirilmelidir.

Günümüzde bu kirlenme sorununa çözüm olarak "düzenli atık depolama yöntemi" bütün gelişmiş ülkelerde bir zorunluluk haline gelmiştir. Düzenli atık depolama yöntemi ile atıkların çevreye zarar vermesi engellenmekte ve insanların yaşam alanlarına olan negatif etkiler bertaraf edilmektedir. Bu çalışmada düzenli depolama alanlarının inşasında kullanılan kil kalınlığı tespit edilmeye çalışılmış ve elde edilen sonuçlar sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Katı atık; Kil kalınlığı; Düzenli depolama; Çevre.

Giriş

Düzenli depolama sahalarının inşa edilmesindeki amaç; yer altı sularının ve yüzey sularının kalitesinin korunması, hava kalitesinin korunması, gaz toplama amaçlı sistemler ile enerji geri kazanımı, depolama sona erdiğinde sahanın değerlendirilmesi, depo sahasının etkili ve uzun süreli kullanımıdır (İstaç, 2001).

Geçirimsizliği iyi sağlanmamış bir sahada atıklardan sızan sular, yer altı ve yüzey sularının kirlenmesine ve dolayısıyla insan sağlığına olduğu kadar, bitki örtüsü ve köklerine de zarar vererek, doğal çevreyi olumsuz yönde etkilemektedir (T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, 2010).

Bu çalışmanın amacı; katı atık düzenli depolama alanlarında taban geçirimsizliğine etki eden parametrelerin araştırılması ve taban geçirimsizliğine etki eden parametrelerden en önemli olan kilin atık depolama sahalarındaki en uygun tabaka kalınlığının tespit edilmesidir.

Katı atık düzenli depolama alanlarında taban geçirimsizliğini sağlamak amacıyla kullanılan kil için gerekli olan en uygun tabaka kalınlığının tespiti amacıyla laboratuvar deneyleri yapılmıştır. Bu deneylerde CH sınıfı yüksek plastisiteli killer kullanılmış ve en kötü şartlar dikkate alınarak kilin en uygun tabaka kalınlığı tespit edilmiştir.

CH sınıfı yüksek plastisiteli kil ile SC sınıfı düşük plastisiteli (killi-Kum) malzemeler üzerinde permeabilite deneyleri yapılmış ve söz konusu geçirimsiz malzemelerin farklı sıvılara (saf su, katı atık sızıntı suyu) maruz kaldıklarında ve farklı sıkıştırma durumunda göstermiş oldukları geçirimsizlik tespit edilmiştir (Goncaoğlu ve diğerleri., 2001; Yılmaz, 2007; Sarıkavaklı, 2003; Akbulut, 2002; Güler ve Avcı, 1993; Yılmaz, 2001; Işık, 1996).

Düzenli depolama hiç kimsenin gönüllü olarak tercih etmediği, ancak herkesin ihtiyacı olduğu bir atık yönetim seçeneğidir. Hiçbir entegre atık yönetim seçeneği düzenli depolamasız düşünülemez.

Gelişmiş ülkelerde tüm şehirlerde, kasaba ve köylerde katı atık düzenli depolama sistemleri bulunmaktadır. Çevre bilincinin önemini

kavrayan bu ülkeler; katı atıkların gerek zararlarından korunmak, gerekse bu atıkların bazı yönlerinden faydalanmak için hiçbir yatırımdan kaçmamıştır. En gelişmiş teknolojik sistemleri ve makineleri kullanarak gerekli olan tesisleri kurmuşlardır. Örneğin; tüm şehirlerde, kentlerde, kasabalarda ve hatta bazı köylerde katı atık düzenli depolama alanlarının yanı sıra; geri dönüşüm tesisleri, kompost tesisleri, gaz toplama tesisleri, katı atığı yakıtı dönüştürme tesisleri, katı atığı elektrik enerjisine dönüştürme tesisleri vb. kurulmuştur (Sarıkavaklı, 2003).

Tipik katı atık düzenli depolama alanlarında taban geçirimsizliğinin sağlanması amacı ile kurulan düzenli depolama alanı sahasının tabanında 30'ar cm'lik iki tabakadan oluşan sıkıştırılmış kilin üzerinde, 1.5 mm. HDPE membran ve onun üstünde de, 4.5 cm kalınlığında geotekstil malzeme yerleştirilmelidir (İstaç, 2001, Wasti vd., 1995).

Bu tabakaların en üstüne de sızıntı suyunu toplayan bir drenaj boru sistemi yapıp, filtre malzemesi olarak 30 cm çakıl örtü kullanılır. Ayrıca sahanın en alt seviyesinde, yer altı sularının toplanması için döşenen drenaj boru sistemi kurulur. Bu düzenek ile katmanlardan sızan katı atık sızıntı suyunun toplanması için kaçak kontrol sistemi oluşturulmalıdır (İstaç, 2001).

Katı atıklar depolandıktan sonra üstü örtülerek, yağmur sularının depolanan katı atıklar ile bulaşması engellenmelidir. Katı atıklardan sızan katı atık sızıntı sularının oluşmaması için 60 cm'lik geçirimsiz tabaka oluşturulmalıdır. Depolama sahasının üzerine düşen yağmurun kısa sürede sahayı terk edebilmesi için en üstte bulunan toprak tabakasının eğimine dikkat edilerek bu eğimin, minimum %3 civarında oluşturulması gerekmektedir (İstaç, 2001).

Kilden Geçirimsiz Taban Tabakası Oluşturulması

Depolama alanlarından kaynaklanan sızıntı sularının sistemli bir şekilde kontrol altına alınması gerekmektedir. Bu önlemler için depolama tabanının sızdırmazlığı geoteknik yönden dizayn edilerek geçirimsizlik sağlanma-

Düzenli depolama alanlarının taban sızdırmazlığında gerekli olan kil kalınlığının tespiti

İdr. Killi toprakların kolayca bulunması geçirimsizlik tabakası uygulamasının yaygın hale getirilmesinde en önemli yöntemlerden birisidir. Killi toprak kullanılarak taban geçirimsizliğinin sağlanmasında, sıkıştırma metodu, sıkıştırma enerjisi, kilin nem içeriği, kilin toprak büyüklüğü, içerdiği materyaller ve toprak katmanları arasında bir bağ oluşturulmalıdır (Sarıkavaklı, 2003). Depolanan katı atıkların, türlerine göre tabaka kalınlıkları Tablo 1.'de verilmiştir.

Tablo 1. Depolanan katı atık türlerine göre tabaka kalınlıkları (Wasti vd., 1995)

Depolanan katı atık Türü	Kil sızdırmazlık kalınlığı	Hdpe geomembran geçirimsizlik tabakası kalınlığı
I. Sınıf Düzenli Depolama Tesisi	≥ 5 m veya eşdeğeri	2 mm
II. Sınıf Düzenli Depolama Tesisi	≥ 1 m veya eşdeğeri	2.5 mm
III. Sınıf Düzenli Depolama Tesisi	≥ 1 m veya eşdeğeri	2.5 mm

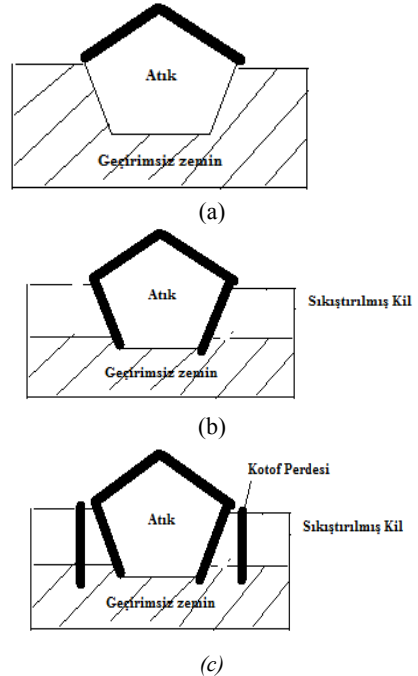
Olası çatlakların kendi kendine kapatmasında killi toprakların önemi büyüktür. Çünkü killi toprağın oluşan çatlakları kendi kendine kapatma gibi bir özelliği vardır. Taban örtüsünün tüm kalınlığı, delinmenin de zor olmasına fayda sağlar. Kil taban örtüsünün avantajı bu yönde kullanılmaktadır. Geçirimsizlik tabakası 30 cm kalınlığında aşamalı olarak iki kademeli şekilde sıkıştırılmalıdır. Serilen ilk 30 cm'lik kil tabakası ardından gelen 30 cm'lik kil tabakası ile birleştirilmelidir. Ezici ve çığneyiciler kullanılarak sızıntı suyu yolları oluşumu bu şekilde engellenmelidir. Taban zemini vibratörlü silindirler yardımıyla sıkıştırılarak, olası oturmalar minimize edilmelidir (Şekil 1).



Şekil 1. Kil geçirimsizlik tabakasının sıkıştırılması işlemi

Geçirimsiz Zeminde Depolama

Depolama sahasında yapılan geoteknik etüdlere sonucunda, temel zeminin tamamen veya belli bir derinlikten sonra geçirimsiz olduğu durumlar için tipik kesitler Şekil 2'de gösterilmiştir.

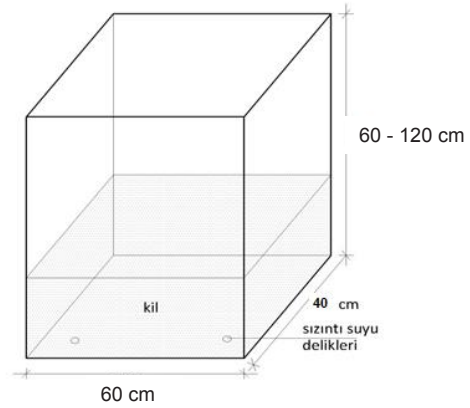


Şekil 2. Geçirimsiz Zeminde Depolama [7]
(a) aşama 1 (b) aşama 2 (c) aşama 3

Genel olarak, permeabilite katsayısı 10^{-8} - 10^{-10} cm/sn olan zemin veya kayalar pratik olarak geçirimsiz olarak kabul edilir.

Materyal ve Metod

Katı atık düzenli depolama alanlarında depolanan atıkların yeraltı suyu kirlenmesine neden olan sızıntı suyu geçişinin farklı kalınlıktaki kil tabakaları ile modellenmesi amacı ile gerçekleştirilen laboratuvar ölçekli bu çalışmada; permeabilitesi 1×10^{-7} cm/sn veya daha küçük olarak sağlanan kil malzemesinin, daha önce hazırlanıp laboratuvar ortamına getirilen deney düzeneklerine çeşitli kalınlıklarda (20 cm, 40 cm, 60 cm, 80 cm) yerleştirilip, sıkıştırıldıktan sonra üzerine katı atık sızıntı suyu boşaltılmıştır.



Şekil 3. Hazırlanan deney düzenekleri

Deneyisel çalışma sırasında meydana gelebilecek değişimleri gözlemleyebilmek ve gerekli ölçümleri yapabilmek için, bu çalışmada kullanılan minyatür saha düzeneği 8 cm kalınlığında camdan yapılmış olup ebatları 40x60 cm ve derinlikleri 60-80-100-120 cm olarak hazırlanmıştır (Şekil 3). 4 farklı kalınlıktaki kil tabakası deneye tabi tutulduğundan 4 adet ayrı deney düzeneği hazırlanmıştır. Her deney düzeneğinin tabanında kil tabakasının tamamen ıslanması durumunda sızabilecek katı atık sızıntı suyunu drene edebilecek sızıntı suyu delikleri açılmıştır (Şekil 3). Deney düzeneklerine yerleştirilen farklı kalınlıktaki kilin permeabilitesi 1×10^{-7} cm/sn olup bu çalışma için uygun bir malzemedir.

Hazırlanan deney düzenekleri 9 ay boyunca izlenerek; gerçekleşen değişimler, oluşan sızmalar ve/veya ıslanmalar günlük, haftalık ve aylık tablolar halinde düzenli olarak kayıt altına alınmıştır. Böylece düzenli depolama alanlarında geçirimsiz tabaka oluşturulmasında kullanılan kilin en uygun kalınlığı tespit edilmeye çalışılmıştır.

Deneysel Çalışma

Günümüze kadar yapılmış bilimsel çalışmalarda ve uygulamalarda permeabilitesi 1×10^{-7} cm/sn veya daha küçük kilin düzenli depolama alanı teşkilinde geçirimsiz tabaka malzemesi olarak kullanılabilmesi tespit edilmiştir (İstaç, 2001; Goncaoğlu ve diğerleri., 2001; Yılmaz, 2007; Sarıkavaklı, 2003; Akbulut, 2002; Güler ve Avcı, 1993; Yılmaz, 2001; Işık, 1996). Ancak her ne kadar katı atık düzenli depolama alanlarında 30'ar cm lik 2 tabakadan oluşan 60 cm kil kullanılsa da bu kalınlığın neden 60 cm olduğu veya gerekli olan kil tabaka kalınlığının ne kadar olması gerektiği tam olarak belirtilmemektedir.

Bu çalışmanın amacı; yapay minyatür deponi sahaları (deney düzenekleri) oluşturup, katı atık depolama alanlarında geçirimsizliğe etki eden önemli taban parametrelerinden biri olan killer üzerinde (çeşitli kalınlıklardaki) gerekli permeabilite (geçirimsizlik) deneyleri yaparak katı atık düzenli depolama alanlarında kullanılması gereken en uygun kil tabaka kalınlığının belirlenmesidir.



Şekil 4. Katı atık sızıntı suyunun deney düzeneklerindeki minyatür sahalarla dikkatlice boşaltılması

9 ay boyunca 4 tüp üzerinde yapılan deney sonunda yapılan gözlemler şunlardır:

- 1- 20 cm kalınlığında kil tabakası sıkıştırılarak hazırlanan minyatür saha deney düzeneğindeki kil, üzerine dökülen 20 cm lik katı atık sızıntı suyunun etkisiyle 7 ay sonra tamamiyle ıslanmıştır.
- 2- 40 cm kalınlığında kil tabakası sıkıştırılarak hazırlanan minyatür saha deney düzeneğinde ise; üzerine gelen 20 cm lik katı atık sızıntı suyunun etkisiyle 9 aylık deney sonunda, 40 cm kalınlığındaki kil tabakasının sadece 22 cm'si ıslanmıştır. Deney başlangıcında 20 cm olan katı atık sızıntı suyu seviyesinde deney sonunda 16 cm'lik azalma gözlenmiştir. Dolayısıyla deney sonunda minyatür saha deney düzeneğinin içerisindeki kilin üzerinde hala 4 cm katı atık sızıntı suyu kaldığı gözlemlenmiştir.
- 3- 60 cm kalınlığında kil tabakası sıkıştırılarak hazırlanan minyatür saha deney düzeneğinde ise; üzerine gelen 20 cm lik

katı atık sızıntı suyunun etkisiyle 9 aylık deney sonunda, 60 cm kalınlığındaki kil tabakasının sadece 24 cm'si ıslanmıştır. Deney başlangıcında 20 cm olan katı atık sızıntı suyu seviyesinde deney sonunda 17 cm'lik azalma gözlenmiştir. Dolayısıyla deney sonunda minyatür saha deney düzeneğinin içerisindeki kilin üzerinde hala 3 cm katı atık sızıntı suyu kaldığı gözlemlenmiştir.

- 4- 80 cm kalınlığında kil tabakası sıkıştırılarak hazırlanan minyatür saha deney düzeneğinin deneyin 4. ayında kırılması sonucunda istenilen sonuçlar alınamamıştır.

Sonuçlar

40 cm'lik kil tabakasının gerekli geçirimsizliği sağlamada yeterli olduğu görülmüştür. 40 cm'lik kil tabakasının üzerinde 9 aylık deney süreci sonucunda bile deney düzeneğinin içerisindeki kil tabakasının üzerinde hala 4 cm su kaldığı ve kildeki ıslanmanın ise sadece 22 cm olduğu tespit edilmiştir.

Katı atık düzenli depolama alanlarında kil tabakasının üzerine serilecek olan tamamiyle geçirimsiz bir malzeme olan geomembran ve onu koruyan geotekstilleri ve tüm tabakalarda sızıntı suyunun drenaj sistemine sürüklenmesini sağlayacak en az %1'lik eğim de dikkate alındığında katı atık düzenli depolama alanlarında gerekli geçirimsizlik kesinlikle sağlanacaktır.

Kaynaklar

- Akbulut, S., (2002). "Katı Atık Depo Alanlarının Geoteknik Tasarımı" Atatürk Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Erzurum, 42.
- Goncaoğlu, İ., Yıldız, Ş. ve Apaydın, Ö., (2001). Katı Atık Düzenli Depolama Alanlarında Geçirimsiz Tabaka Olarak Kil Bariyer Kullanılması ve İstanbul Depolama Sahalarındaki Uygulamalar, 10. Kil Sempozyomu, 2001, Konya, 176-185.
- Güler, E., Avcı, C.B., (1993). "Kil Tabakalarının Permeabilitesine Kireç Stabilizasyonunun Etkisi". Altıncı Ulusal Kil Sempozyomu, 209-216.

- Işık, İ., (1996). Kil ve Kil Mineralleri tanımı, Aipea ve Cms terminoloji Komitelerinin Ortak Raporları (Çeviri), Seramik Dünyası Dergisi. 15.
- İstanbul Büyükşehir Belediyesi İSTAÇ A.Ş., (2001) Kaynakları Ve Eğitim Semineri Notları
- Sarıkavaklı, A., (2003). 'Bor işletmesi Konsantratörü Atık Suyu Deponi Alanındaki Geçirimlilik Tabakasının Oluşturulması. Yüksek Lisans Tezi. Dumlupınar Üniversitesi, 1-4.
- T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı., (2010). 26.03.2010 Tarih ve 27533 Sayılı Resmi Gazete, Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmelik
- Wasti, Y., Özkan, Y, M. ve Uluatam, S.S., (1995). Geoteknik Açından Düzenli Katı Atık Depolanması, Eğitim Semineri Notları, ODTÜ, Ankara, 144.
- Yılmaz, G., (2007). Katı Atık Depolarında Oluşan Çöp Sızıntı Sularının Kil Şilteleri Geçirimliliğine Etkisi, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, 10.
- Yılmaz, İ., (2001). 'Killerin Mühendislik Jeolojisindeki Önemi ve Yarattığı Sorunlar', 10. Kil Sempozyumu, Konya, 341-345.

Determination of clay thickness required for base impermeability of regular landfills

Extended abstract

Depending population growth and technological developments of world countries, solid waste rate is constantly changing and rising. Solid wastes brought by the continuously producing societies affect the natural environment in the negative direction. Solid wastes generated should be kept absolutely and threats to the environment must be reduced to a minimum.

Nowadays as a solution to this pollution problem "regular waste storage method" has become a necessity in all developed countries. Regular waste storage method prevents the waste from harming the environment and negative effects on people's habitats are eliminated. In this study, the clay thickness used in the landfills of the regular storage areas was tried to be determined.

The 30 cm top layer clay, layer of High Density Polyethylene (HDPE) membrane, geotextile material and finally only 60 cm clay layer is used for loam seal in Turkey and developing countries that transferred to solid waste landfill system lately. However, developed countries that used this system many years ago have been advanced waste storage standards and criteria in parallel with the increasing environmental conscious. Besides compressed clay layers, few layers of geomembrane and geotextile usage; transition layers, intermediate layers, geonet or geocomposite layers and basic layers which were created from recycled materials are used in compliance with these standards. Correspondingly, these layers were increased so as to avoid the excessive leakage created by mixture of rain water with wastes and also to avoid the contact of solid wastes with people, animals and plants. Intermediate layers, gas discharge layers, compressed clay, geomembrane and geotextile layers and drainage layers were started to be used instead of one layer of clay.

Countries that noticed and understood the deficiencies and technical incompetence of this system, after using many years, increased the standards and criteria of the system. The goal of implementing a new system which was analyzed thoroughly and determined the most appropriate system is aimed to consider the conditions such as

ground, topographical pattern, geological and hydrogeological criteria, climate and vegetation of the country.

Storage base sealing is the most important phase geotechnically to control the leakage caused by storage systematically. Common existence of clay soil makes the implementation of impermeability layer widespread. Factors affecting the permeability of clayey soils are compaction method, compaction energy, and moisture content of clay, pellet size of clay, materials included and the degree of link between the soil layers.

In this study, the clay whose permeability is provided 1×10^{-7} m/s or less thorough experiments in laboratory will be placed in different thicknesses (20 cm, 40 cm, 60 cm, and 80 cm) in the artificial storage glass container which is named a miniature field system. Then it was decided to use 8 mm thick glass to avoid breakage of containers. Then the leachate was poured on to the top of clay until completely cover the clay about 20 cm thickness. Each experimental setup was carefully observed for 9 months. Any changes in the leachate level (in cm), possible leakages and wetting in the clay (in cm) were noted down in tables within daily, weekly and monthly bases. Thus, the optimum thickness of clay used in the formation of impermeable layer in regular solid waste storage area was questioned and investigated.

Keywords: *Environment, Clay thickness, Regular landfills, Waste disposal.*

mühendislik dergisi

