

KATI ATIK ALANLARDA GEOMEMBRANE KULLANILARAK KİMYASAL SULARIN İÇME SUYUNA KARIŞMASININ ÖNLENMESİ

Mustafa EFTELİOĞLU

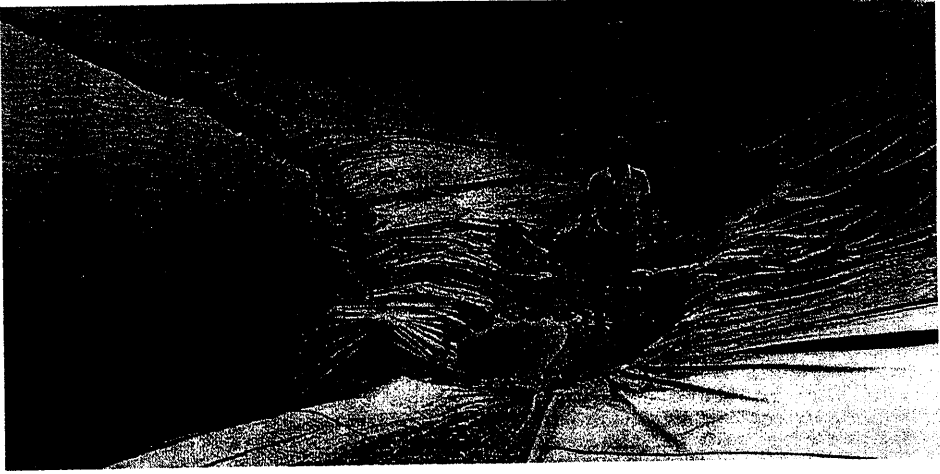
Dokuz Eylül Üniversitesi
Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Enstitüsü
Bakü Bulvarı 35340 İnciraltı - İZMİR

ÖZET

Evsel ve endüstriyel katı atıklar yerleşim merkezlerinden uzakta yeralan boş atık alanlara dökülmektedirler. Genelde, bu alanların en üst tabakalarında geçirgenliği çok düşük olan sıkılaştırılmış kil tabakası yer almaktadır. Bu tabaka çok az da olsa yine de geçirgen özelliğine sahiptir. Öte yandan, atık alanında yığınlar halinde bulunan katı atıklar yağmur sularının etkisiyle kimyasal reaksiyonlar oluşturmakta ve zamanla sızarak yeraltı su tabakasına ulaşarak içme suyuna karışmakta ve insan sağlığı açısından son derece tehlikeli problemler ortaya çıkarmaktadırlar. Bu sızmaları önlemek amacıyla özellikle Amerika Birleşik Devletleri'nde katı atık sahalarına endüstriyel veya evsel atıklar konulmadan önce en üstte yeralan sıkılaştırılmış kil tabakası üzerine geomembrane, geotextile, geonet, geogrid ve geomat vb. materyallerin yerleştirilmesinin zorunluluğu vardır. Atık sahalarına fabrikalardan rulolar halinde getirilen bu malzemeler yüksek ısı yardımıyla birbirleriyle birleştirilmekte ve bir bütün haline getirilerek sıkılaştırılmış kil tabakası üzerine serilmektedirler. Ayrıca bu malzemelerin kalitesi, kalınlığı, dizaynı, geçirgensizliliği son derece önemlidir. Bununla birlikte bu malzemelerin atık sahalarda serilerek hazır hale getirilmesi sırasında çeşitli nedenlerle malzeme üzerinde çatlaklar, yarıklar veya çeşitli boyutlarda ve şekillerde delikler oluşmaktadır. Hasarlı geomembrane'nin üzerine evsel ve endüstriyel atıklar konulduğunda yağmur suyu ile atıklar kimyasal reaksiyona girmekte ve çok çok az miktarda da olsa sızmalar oluşabilmekte ve bu tehlikeli kimyasal su uzun yıllar sonra yeraltı su seviyesine ulaşmakta ve sağlık açısından tehlike oluşturmaktadır. Bu nedenle, geomembrane'de oluşan bu yırtık, çatlak veya deliklerin miktarları atıklar konulmadan saptanmalı ve kimyasal suyun yeraltı su seviyesine ulaşması zamanı bu konuda hazırlanan bilgisayar programı vasıtasıyla belirlenmelidir.

1. GİRİŞ

Geomembrane permeabilite katsayısı çok düşük olan ve geoteknik mühendisliğinde, çeşitli projelerde, değişik yapılarda veya sistemlerde likitin migrasyonunu engellemek veya kontrol altına almak amacıyla kullanılmaktadır. Düşük permeabiliteli zemin üzerine döşenmiş geomembrane içeren kompozit tabaka yalnızca geomembrane veya yalnızca zemin tabakası ile mukayese edildiğinde aşağıya doğru süzülen likiti daha da azaldığı görülmektedir. Geomembrane son zamanlarda bilhassa Amerika Birleşik Devletlerinde kullanılan kirletici tesislerde ortaya çıkan çeşitli kimyasal malzemeleri, maden cevherlerini ve katı atıkların depolanması açısından çok kullanılır hale gelmiştir. Bugün bilhassa çoğu gelişmiş ülkelerde geomembrane kullanımı iyice yaygınlaşmış ve tehlikeli atıkların terkedildiği sahalarda veya kirletici tesislerin atıklarında bir astar tabaka olarak kullanılması zorunlu kılınarak kimyasal madde içerikli likitin geomembrane üzerinde alikonularak aşağıya doğru sızmasını önlenmeye çalışılmaktadır. Belediyeler katı atıklarının azalması (yerleştirilmesi, geri döngüsü, yakılması) gibi işlemlerle %50 den fazla küçültülmüştür. Geomembrane diğer astar tabaka olarak kullanılan materyallere nazaran oldukça yenidir (Şekil 1).



Şekil 1 Geomembrane'nin yerleştirildiği alandan bir görüntü.

2. ATIK SAHALARDA KULLANILAN TABAKA SİSTEMLERİ

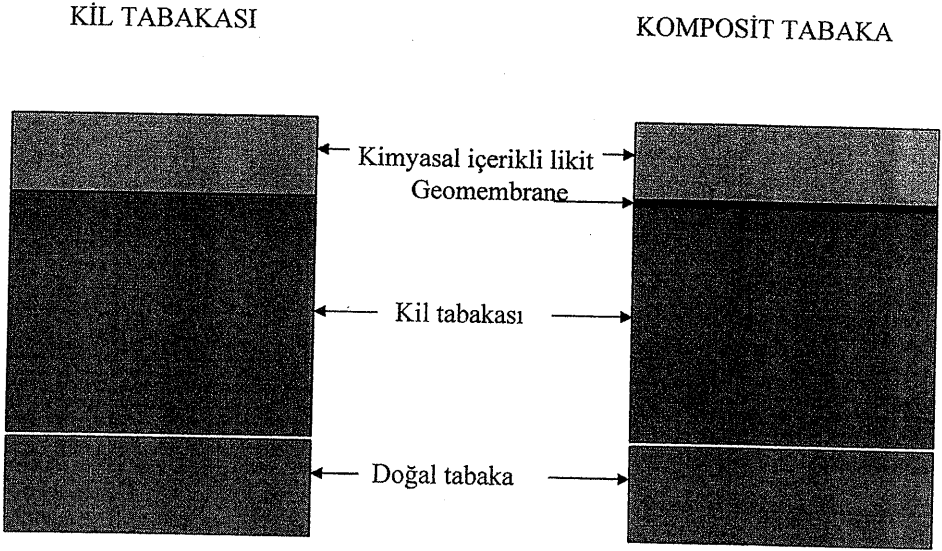
Tabaka; üzerinde yeralan likit veya gazın aşağıya doğru sızmasına engel olan düşük geçirgenlik katsayısına sahip olan bir engel olarak tanımlanabilir. İnşaat mühendisliğinde kullanılan kaplama materyalleri;

Düşük geçirgenli zemin: Kil, siltli kil, killi kum, siltli kum,

Geomembrane, beton ve asfaltik betondur. Bunlardan geomembrane ince ve flexible özelliklerine sahiptir.

Eğer geomembrane yalnız başına kullanılıyorsa “geomembrane tabakası” adını alır. Düşük geçirgenlik katsayısına sahip olan zemin yalnız başına kullanılıyorsa buna “Kil tabakası” adı verilmektedir. İki tabaka içeren çift tabaka sisteminde drenaj tabakası sızıntıları ortaya çıkarmak, toplamak ve likiti iki tabakanın arasından uzaklaştırmak için kullanılır (Şekil 2).

Kompozit tabaka; İki veya daha fazla düşük-geçirgenli ve farklı materyal içeren ve birbirleriyle devamlı olarak temas halde bulunan bileşkenlerden ibarettir.



Şekil 2 Kil Tabakası ile Kompozit tabakanın birbirleriyle mukayesesi.

Örneğin, bir geomembrane ve bir düşük geçirgenli zemin tabakası birbirleriyle temas halindedir. Kompozit tabaka, geomembrane ve zemin gibi farklı hidrolik, fiziksel ve dayanıklı özelliklere sahiptir. Geomembrane’de çeşitli nedenlerle hasarlar ve delikler olabilir ve eğer aynı zamanda geomembrane geçirgen bir tabakaya yerleştirilmiş ise çok miktarda suyun sızmasına neden olur. Kompozit tabaka geomembrane’den süzülen likit oranını birkaç boyutta küçültebilir. Geomembrane’den likitin sızması çok büyük zaman almaktadır. Çok ince yapıdaki geomembrane’de süzülme çok az olmasına karşın, kalın geomembrane eğer delik veya çatlak gibi hasarlar yoksa kimyasal malzeme içeren likitin aşağıya doğru sızması ve yeraltı içme suyuna karışması çok uzun zaman almaktadır.

3. GEOMEMBRANE

Geomembrane çok düşük permeabilite katsayısına sahip materyallerden fabrikasyon halinde üretilmişlerdir. Geomembrane, rulolar halinde 1.5 m ile 10 m arasında genişlikte imal edilmektedir. Geniş ve ağır geomembrane'ler rulolar halinde katı atık sahalara nakilleri yapıldıktan sonra çeşitli yöntemlerle orada birbirleriyle birleştirilirler. Buna karşın, dar ve hafif geomembrane'ler ilk önce dikilecekleri fabrikaya getirilirler ve orada genelde genişlikleri 2000 m² nin altında olan büyük bir battaniye haline getirilirler.

Geomembrane'nin genel olarak;

- 1) Katı atık işletmeciliği tesislerinde: Tehlikeli maddeler içeren karasal atık alanlarında veya belediye katı atıklarında, yüzey kapanlardaki atık kümelerinde,
- 2) Endüstriyel havuz, rezervuar, atık sahaları suyun kimyasal maddelerle reaksiyonunu önlemek amacıyla,
- 3) Su rezervuarı, baraj ve kanal yapıları gibi hidrolik yapılarda kullanılmaktadır.

Geomembrane, barajlarda ve kimyasal madde içeren kapanlarda olduğu gibi madencilikle ilgili tesislerde elektrik gücü, tarım, eğlence endüstrisi ve çevre yeşillendirilmesi gibi amaçlarda likitin migrasyonunu kontrol amacıyla da kullanılmaktadır

3.1. Geomembrane'nin Kompozisyonu

Çok düşük permeabilite materyalleri, çok düşük hidrolik geçirgenlik katsayısına sahiptir (10^{-12} den 10^{-12} cm/s). Bunlara örnek olarak asfalt ve polimeri verebiliriz.

Asfalt; tabii depositlerden veya petrolün damıtılmasından elde edilir. Polimer, yüksek molekül ağırlıklı kimyasal bileşenlerdir.

En genel çeşitleri;

- | | | |
|---------------|---|---|
| 1) PVC | : | Termoplastik Polivinil Chlorür |
| 2) LDPE, HDPE | : | Kristalin termoplastik
Düşük yoğunluklu polietilen
Yüksek yoğunluklu polietilen |
| 3) CPE | : | Termoplastik Elastomer |
| 4) IIR | : | İzobütülen |

Geomembrane olarak kullanılan bileşiğe çeşitli malzemeler ilave edilerek sağlamlıkları ve esneklikleri sağlanmaktadır. Bunlar tipik olarak dolgu, fiber ve elastomerlerdir. Dolgu, küçük mineral parçacıklarından tipik olarak 1-200 mikron kullanılır. Asfaltik bileşenin fiyatını düşürmek için ve çok düşük permeabilite katsayısını düşürmeden sertliği artırılır. Dolguya örnek olarak kireçtaşı, kalsiyum

karbonat, arduvaz tozu, kaoline kili, pudra, mika, ucucu kül, grafit verebiliriz. Fiber, asbestos veya cam fiber asfalta gücü arttırmak için kullanılır. Rendelenmiş fiber, geomembrane deliklerinden çok küçük delikleri kapatmak için kullanılır. Ayrıca geomembrane'nin esnekliği arttırmak için de çeşitli tipte plastik materyaller kullanılır. Güneşin yarattığı ısının geomembrane'i bozmaması için sıcak iklimli ülkelerde düşük siyah karbon içerikli açık renkli geomembrane kullanılmaktadır.

Fabrik geomembrane ile birlikte kullanılır. Bu nedenle;

- 1) Fabrikadaki yapım aşamasında asfalt, hypalon kullanılır.
- 2) Sıcaklık gibi fiziksel koşullarda büzülmeyi ve genişlemeyi sağlar.
- 3) Geomembrane'nin dayanıklılığını artırır.
- 4) Basınç altındayken geomembrane'nin modülünü artırır.

En çok kullanılan fabrikler dokunmuş ve dokunmamış olanlarıdır.

3.2. Geomembrane'nin Seçilmesi

Geomembrane atık sahalardaki yerleştirildiği zemin ile ve üzerine konan atıkların yağın yağmur sularıyla zamanla reaksiyona girip kimyasal madde içeren likit ile devamlı olarak temas halinde bulunmaktadır. Bu nedenle Sivri uçlu taşlara ve ani darbelere karşı zemin yapısıyla fiziksel ve mekanik özellikler açısından uyumlu olmalıdır. Kimyasal maddeler içeren su yeraltına doğru sızar. Eğer zemin yapısı kireçtaşı gibi bir yapıya sahipse buralarda zamanla çeşitli boyutlarda oyuklar oluşur. Bu sızan kimyasal madde içeren sular sinkhole oluncaya kadar zemini oyma işlemini sürdürür.

Geomembrane döşenmesinden sonra desteksiz olduğunda, eğer üzerinde hızla hareket eden akarsu bulunursa ve ayrıca sinkhole etrafında erozyon olursa geomembrane'de çatlama ve deformasyonlar oluşur İlk önce bölgede jeolojik araştırmalar yapılmalı ve sinkholün potansiyeli olup olmadığı araştırılmalıdır. Daha bir çift tabaka sistemi dizaynı yapılmalıdır. Likiti içeren ana tabaka ve süzülen likitin yeraltına sızmasından önce toplanan sıvıyı çıkış yerine taşıyacak taşıma sistemlerine gelmesini sağlar. Bu da atık materyalin atık sahasındaki hidrolojik ve geoteknik koşullar kapsamında gerçekleşir. Eğer temel problem yeraltı suyunun kirlenmesi ise bunun en iyi çözüm yolu çift tabakalama sistemidir. Fakat eğer ana problem yeraltı suyunun kirlenmesi ise bunun en iyi çözüm yolu ya çift tabakalama veya su yolunun ve zeminin erozyon kontrolüdür.

Su yolu ile beton arasında eğer differansiyel oturma olduğu takdirde çekme gerilmesi oluşmaktadır. Uygun bir şekilde detaylandırılmış dizayn yer yapısındaki oturmayı en aza indirger. Yani yapının kendisi geomembrane'a zarar vermemeli ve dreneja sebep olmamalıdır. Problemlerin çoğunu içine alan şey geomembrane'nin ince olmasıdır. Bu nedenle rüzgar ve likit basıncı altında bulunduğu gaz geomembrane'ni kaldırabilir. Ayrıca, geomembrane mekanik olarak da zarar görebilir. Buna darbe, engelleme ve taşlarla temas yerinin yırtılması, geomembrane'e düşen materyaller, katı atıklar, yüzen molozlar ve bitki örtüsü örnek olarak verebiliriz.

3.3. Geomembrane' nin Sınıflandırılması

1) Arazide yapılan, desteksiz geomembrane

Geomembrane sıcak veya soğuk viskosite materyal üzerine doğrudan döşenir.

Desteksiz

Tipik materyalleri temel olarak : Asfalt
Asfalt-elastomer bileşen
Poliüretan

Tipik arzu edilen kalınlığı : 3 ve 7.5 mm dir.

Yayıma işleminden ötürü kolay kontrol edilemez.

2) Arazide yapılan-destekli

Eğer geomembrane fabrik veya geotextile üzerine döşendiyse desteklidir

Tipik materyal : Aynı
Tipik fabrik : İğne delikli örülmemiş
Tipik arzu edilen kalınlığı : 3 ve 7.5 mm

3) Fabrika yapımı, desteksiz

Fabrikada çıkarma ya da perdahlamayla yapılırılar

Polimerik bileşen, fabrik desteksiz

Tipik olarak kalınlığı : 0.25 - 4 mm arasındadır.

Tipik olarak rulo kalınlığı : 1.5 - 10 m

4) Fabrika yapımı, destekli

Fabrikada üretilir

Örerek ya da örmeden üretilbilir

Her iki tarafıda polimerik asfalt ile emdirilmiş veya kaplanmışır.

Asfaltik kaplama : 3 - 10 mm

Polymerik kaplama : 0.75 - 1.5 mm dir

Polymerik kaplama : 0,75 - 1.5 mm dir

5) Fabrika yapımı, fabrik ile lamina edilmiş geomembrane.

3.4. Geomembrane' lerin Dikiş Metodları

Polymeric geomembrane' ler için

- 1) Isıyla (elektronik birleştirme) : Dielektrik
Sıcak hava birleşmesi
Sıcak uç (bıçak) birleştirme
- 2) Sıcak temel ürünü
Çıkarma kaynak (erime)
- 3) Çözücü veya çimento
- 4) Kükürtle sertleştirilecek

Geomembrane arazide yayılarak veya alt yüzeyde sıcak veya soğuk materyal yoksa döşenirler.

Temel yayılma gücü genel olarak : Asfalt

Asfalt elastomer	: Asfalt-lateks Asfalt-bütadin
Polimer	: Poliüretan' dan oluşmaktadır.

Geomembrane mevcut yüzeye (toprak veya beton) döşendiğinde desteksiz olduğu, buna karşın eğer fabrik veya geotextile üzerine yerleştirildiğinde destekli olduğu anlamına gelmektedir.

3.5. Geomembrane ile İlgili Olan Problemler

Geomembrane ile ilgili olan problemleri 3 grupta çözebiliriz;

- 1) Geomembrane'nin üzerine konacak bir örtü tabakası geomembrane'nin zeminde yukarıya kaldırılmasını koruyarak geomembrane'i mekanik zararlardan korur
- 2) Drenaj likit ve gaz basıncı nedeniyle geomembrane'nin yukarıya kaldırılmasını önler
- 3) Geomembrane'nin altına yerleştirilen bir kum tabakası veya geotextile geomembrane'i mekaniksel sızmadan korur ve drenaj çözümüne katkıda bulunur.

Bir geomembrane yalnızca temas ettiği katıklar ile kimyasal uygunluğu açısından değil de aynı zamanda zemin yapılarının beklenen davranışlarının mekaniksel uygunluğunu temel almalıdır. Üzerine atık materyaller bırakıldığında ve çeşitli hava koşullarına geomembrane'nin fizikokimyasal özellikleri dayanıklı olmalıdır. Dizayn yapan çoğu mühendisler daha kuvvetli dizaynın daima daha iyi olduğunu düşünürler. Bazı uygulamada yüksek çekme gerilmesine ihtiyaç duyulurken bazen de geniş uzanımına ihtiyaç duyulur. Birinci kategori dik yamaçlarda veya gazın yukarı doğru kaldırılmasında yüksek basınç beklendiğinde kullanılır. İkinci kategoride differansiyel oturmaları veya bölgesel çöküntülerde yüksek deformasyon sorunlarında kullanılır.

Proje dizaynının mevcut geomembrane'nin özellikleri açısından yeterli geniş bir bilgiye sahip olması gerekir. Örneğin, bazı hassas projelerde, geomembrane üretimi yapan fabrikaların geomembrane'nin mekanik özellikleri açısından sağladığı datalar yetersiz olabilir. Bu nedenle daha kapsamlı bilgi elde edilmesi amacıyla dizaynırlar tarafından bazı uygun özel testler gerçekleştirilmelidir.

Geomembrane sisteminin seçimindeki kararlılığının öneminin yanısıra geomembrane uygun bir şekilde atık sahalara döşenmelidir. Geomembrane'nin yerleştirilmesi esnasında kabul edilemeyecek büyüklükte veya keskinlikteki taşların bulunmaması gerekmektedir. Döşenmeden önce geomembrane'nin fabrikadan atık sahalarına nakli esnasında zarar görmemelidir. Geomembrane uygun gevşeklikte ileri düzeydeki drenaja yer sağlayacak şekilde yerleştirilmelidir.

Arazide geomembrane'i birbirine dikecek personelin yetenekli olması ve bu konuda çok iyi bir eğitimden geçmiş olması gerekmektedir. Ayrıca çalışma ve hava durumu da bu iş için uygun olmalıdır. Dikişin kalitesi kabul edilebilir olması gerekir ve bunun kontrolüde el ile yapılan hava mızrağı gibi alet yardımıyla gerçekleştirilmelidir.

Geomembrane'nin borular üzerine uygun bir şekilde döşenmelidir ve bütün projelerde aynı hassasiyetin gösterilmesi gerekir.

4. GEOSENTETİK

Geomembrane'nin yanısıra geomembrane-döşemeli tesisler geotextile, geonet, geogrid, geomat vb. gibi çeşitli geosentetik materyaller kullanılırlar.

4.1. Geotextile

Geotextile taneli zemin veya geonet gibi filtre olarak drenaj materyali olarak ve atık veya kil tabakası, zeminin örtülmesi veya yerin desteklenmesi gibi çalışmalarda kullanılır. Geotextile aynı zamanda geomembrane ile temas kurduğu materyal arasına çakıl, alt tabaka veya taş ile zemin örtüsü, sivri uçlu beton yapılarda direk teması önlemek amacıyla kullanılır. Kalın geotextile'lar geonet gibi geçişim ortamı olarak barajlarda ve kanallarda geotextile geomembrane ve beton arasında arayüzey olarak kullanılırlar.

4.2. Geonet

Tipik olarak drenaj ortamı olarak kullanılır. Suyun veya sıvının aktığı yerde ortam hazırlar. Geomembrane-döşemeli tesislerde kimyasal madde içerikli likiti toplama, süzülen likiti araştırma/toplama, yersuyu sızması, gaz toplanması ve havalandırmada geçişim tabakası olarak kullanılır.

4.3. Geogrid

Döşeme sistemine zarar verecek olan aşırı deformasyonu engellemek üzere zemin stabilitesini korumak ve kuvvetlendirmek için kullanılır. Geogrid aynı zamanda kil tabakasını güçlendirmek için veya yamaçlardaki zemin kaplamasını korumak için kullanılır.

4.4. Geomat

Tipik olarak kara doldurmalarında en üst tabaka olarak ve zemin barajlarında, aşağı eğimli yamaçlarda eğimi erozyondan korumak amacıyla kullanılır.

4.5. Döşeme Sistemi

Tehlikeli atık tesislerinde çift tabaka olarak kullanılır. Bu gibi tesislerin yer aldığı kara doldurmalarında döşeme sistemi üstten alta doğru; Koruyucu tabaka olarak, sıkıştırılmış zemin veya seçilmiş atıklarda, Temel filtreli kimyasal madde içeren sıvıyı toplama sisteminde ve geçiş zonu olarak (geonet ve kalın geotextile veya çakıl kum gibi taneli zemin), Geomembrane'den oluşan kompozit tabakadan oluşan temel tabakada,

Geonet veya kalın geotextile gibi ikincil kimyasal madde içeren sıvıyı toplama sisteminde veya çakıl ve kum gibi taneli zeminde, Geomembrane ve kil kompozit tabakadan oluşan sistemde ikincil tabaka olarak kullanılmaktadır.

5. SONUÇLAR

Zemin yapılarında geomembrane den faydalanmak göz önüne alınması gereken en önemli zemin yapısının davranışına göre geomembrane'nin seçimi ve kaliteli döşenmesidir. Çoğu mühendisler kil tabakasını sentetik tabakalara tercih ederler ve de bunun olumsuz olduğunu düşünürler. Eğer kil tabakası yalnızca tabii çevre koşullarında kalırsa bu görüş doğrudur ama katı atık tesisleri tabii değildir. Son on yılda katı atıklar ile karşı karşıya kalan geomembrane'nin dayanıklılığı hakkında bilgi ve tecrübe sahibi olunuldu. Bazı geomembrane'ler üzerinde katı atıkların yarattığı kimyasal maddelere kil tabakasından daha dayanıklı olduğu ortaya çıkmıştır. Geomembrane'ler çeşitli testlerden geçen fabrikasyon yapımı olduğu için kimyasal maddelerle temas halinde olduklarında her türlü davranışlarında kilden daha iyi tahmin yürütülebilmektedir. Tahmin yürütme atık yönetiminde çok önemli bir yer tutmaktadır. Geomembrane' ler yapı malzemesidir ve profesyonelle uygulanmalıdırlar. Uygun bir dizayn ve çok iyi kalite kontrolü geomembrane' ler için çok parlak bir gelecek tahmin edilebilir.

6. KAYNAKLAR

Brown, K.W., Thomas, J.C., Lyhon, R.L., Jawawickrama, P. and Bahrt, S., (1982), Quantification of leakage rates through holes in landfill liners, U.S. EP Report CR810940, Cincinnati, p.147.

Giroud, J. P., Goldstein, J.S. (1982), Geomembrane liner design, Waste Age, p. 27-30,

Giroud, J. P., (1984), Geotextiles and Geomembranes, Definitions, Properties and Design, I.F.A.I. Publisher, St Paul, MN, 325 pp.

Giroud, J. P., (1982), Design of geotextiles associated with geomembranes, In Proceedings of the Second International Conference on Geotextile, Vol.1, Las Vegas, pp. 37-42USA.

Giroud, J. P., Bonaparte, R., (1989a), Leakage through liners constructed with geomembranes-Part I, Geotextiles and Geomembranes, Vol.8, pp.27-67.

Giroud, J. P., Bonaparte, R. (1989b), Leakage through liners constructed with geomembranes-Part I, Geotextiles and Geomembranes, Vol.8, pp.71-111.

Giroud, J. P., Fluet, J.E. (1986), Quality Assurance of Geosynthetic Lining System, Geotextiles and Geomembranes, Vol.3, pp.249-287.

PROTECTION OF THE DRINKING WATER CONTAMINATION BY USING GEOMEMBRANE AT THE DISPOSAL AREA

ABSTRACT

A composite liner is a liner comprised of two or more low-permeability components made of different materials in contact with each other. Geomembranes are becoming the most commonly used material for the lining of containment facilities used to store water, chemicals, ore, and waste. The use of geomembranes is mandatory in some countries for the lining of certain types of waste containment facilities, e.g. hazardous waste landfills and liquid impoundments. All hazardous waste landfills in the United States and an increasing number of municipal solid waste landfills are constructed with double liner systems. The lining systems of these landfills include the following four elements, from top to bottom: a leachate collection layer; a primary liner; a leakage detection and collection layer; and a secondary liner. The primary or secondary liner can be a geomembrane or a composite liner.