

ÇÖP DEPONİ ALANI DİZAYNINDA ENDÜSTRİYEL

ATIKLARIN KULLANILMASI

Ahmet TUNCAN

Prof. Dr.

Anadolu Üniversitesi

Müh. Mim. Fakültesi

İki Eylül Kampüsü

ESKİŞEHİR

Nazile SAKA

Araş. Gör.

Anadolu Üniversitesi

Müh. Mim. Fakültesi

İki Eylül Kampüsü

ESKİŞEHİR

Mustafa TUNCAN

Prof. Dr.

Anadolu Üniversitesi

Müh. Mim. Fakültesi

İki Eylül Kampüsü

ESKİŞEHİR

ÖZET

Bu çalışmada, endüstriyel atıkların çöp deponi alanı dizaynında geçirimsizlik malzemesi olarak değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Atık çamuru ve kalıp kumu gibi endüstriyel atıklar, kireç ve zeolit gibi ilave malzemelerle fiziksel, kimyasal ve mekanik olarak iyileştirilip, çöp depolama alanında geçirimsizlik malzemesi olarak kullanılması önerilmiştir. Stabilizasyon/solidifikasyon yöntemi ile iyileştirilen karışımların, geoteknik ve fiziko-kimyasal özellikleri belirlenmiştir.

Ayrıca, evsel ve evsel nitelikli atıkların düzenli olarak depolanabilmesi amacıyla deponi alanı dizaynı önerilmiştir. Deponi alanı dizaynında, alt, üst ve yan geçirimsizlik tabakalarında kullanılmak üzere laboratuarda hazırlanan Atık Çamuru + Kalıp Kumu (%20) + Zeolit (%10) karışımı önerilmiştir. Laboratuarda yapılan deney sonuçlarına göre Eskişehir İli için çöp deponi alanı dizaynı verilmiştir. Bu çalışmada kullanılan atık çamuru Eczacıbaşı Fabrikasından, kalıp kumu ise Toprak Demir Döküm Fabrikasından temin edilmiştir.

GİRİŞ

Dünyada artan nüfusla beraber, üretimin ve tüketimin artmasıyla fazla miktarda katı atık artışı meydana gelmektedir. Dolayısıyla, canlı yaşam ve ekolojik denge başta olmak üzere ülke ekonomisini ve turizmini olumsuz yönde etkilemektedir. Bu olumsuz etkilerin son yıllarda artış göstermesiyle, bir çözüm bulunması ve yasal sınırlandırmalar getirilmesi gereksinimi ortaya çıkmıştır.

Düzensiz çöp deponi alanlarındaki en önemli sorun, çöp dolgu alanlarından sızan sızıntı suyunun zamanla yer altı suyunu ve toprağı kirletmesidir. Düzensiz bir deponi alanında oluşan metan (CH_4) ve hidrojen sülfür (H_2S) gibi gazların oluşturacağı tehlike de göz ardı edilmemelidir. Ayrıca, düzensiz bir deponi alanı, koku kirliliğı ve görüntü kirliliğı de oluşturmaktadır. Dolayısıyla, atıkların çevreye, yer altı suyuna ve toprağı verecekleri olumsuz etkileri önlemek için düzenli deponi alanları yapılması gereklidir. Düzenli deponi alanı, seçilen zemin içine atıkların düzenli bir mühendislik tasarımı ile yerleştirilmesidir.

Düzenli bir deponi alanı için deponi tabanını, oluşturacak alt ve üst geçirimsizlik tabaka kalınlığı laboratuvar ve arazi çalışmalarıyla belirlenmektedir. Belirlenen alt ve üst geçirimsizlik tabakasının kalınlığı, çöp suyunu yer altı zeminine ve yağmur sularını deponi alanına sızdırmayacak şekilde olmalıdır. Laboratuvarda yapılan deney sonuçlarına göre belirlenen değerler doğrultusunda, sağlıklı ve düzenli bir çöp deponi alanı dizaynı yapılmalıdır. Düzenli bir deponi alanı ile geri kazanılabilir malzemeler de sistemli bir şekilde toplanarak ekonomiye katkısı sağlanmalıdır.

2. ÇÖP DEPONİ ALANI DİZAYNI

2.1. Çöp deponi alanı seçimi

Uygun deponi alanı seçiminde, yerleşim birimlerine uzaklık(en yakın meskun bölgeye olan uzaklık 1km [1],en yakın meskun bölgeye olan uzaklık 3km [2]), havaalanına uzaklık (en yakın havaalanına uzaklık en az 3 km [1], en yakın havaalanına uzaklık en az 5 km [2]), deponi tabanı ile yer altı su seviyesi arası mesafe en az 1 m. olmalıdır, içme, kullanma ve sulama suyu temin edilen yer altı ve yerüstü sularını koruma bölgelerinde inşa edilmemelidir, deprem bölgelerinde fay üzerine inşa edilmemelidir, taşkın, çığ, heyelan ve erozyon riskinin yüksek olduğu yerlerde inşa edilmemelidir, sulak alanlarda hiçbir şekilde inşa edilmemelidir, şehircilik açısından, çöp deponi alanları hakim rüzgar yönünde inşa edilmemelidir, kurulan tesisin konumu imar planında belirtilerek, işletmeye kapatıldıktan itibaren en az 40 yıl yerleşime açılmaması sağlanmalıdır, seçilen alanın jeolojik, geoteknik ve hidrojeolojik yapısı incelenmelidir, deponi alanının işletme maliyeti gibi parametreler dikkate alınmalıdır.

2.2. Çöp Deponi Alanı Tipi

Üreticisi tarafından atılmak istenen ve düzenli bir şekilde bertaraf edilmesi

gereken maddeler atıktır. Hiçbir amaca hizmet etmeyen, tüketen için bir değer taşımayan, gereksiz oldukları için atılan, evsel, ticari ve endüstriyel aktiviteler sonucu oluşan bu maddelere "katı atık" denir [1]. Katı atık deponi alanları olarak, enkaz ve kazı toprağı deponi alanı, evsel ve evsel nitelikli deponi alanı, tehlikeli katı atık deponi alanı, tehlikeli sıvı atık deponi alanı, hastane atıkları deponi alanlarını sayabiliriz.

Bu çalışmada, evsel atıkların, ticari atıkların ve resmi dairelerin atıklarının depolanacağı çöp deponi alanı dizaynı, laboratuvar çalışmalarına göre verilmiştir. Mutfak atıkları, kırtasiye atıkları, tekstil atıkları, plastik atıklar, kül atıkları, cam ve teneke atıkları, marangoz atıkları, pil ve deri atıkları, dükkan ve restaurant atıkları, okul ve hastane gibi resmi dairelerin atıkları evsel ve evsel nitelik taşıyan atık kaynaklarıdır.

2.3. Çöp deponi alanı parametreleri

Çöp deponi alanı dizaynında, geçirimsiz tabaka sistemi, arazi eğimi, sızıntı suyu ve drenajı, gaz drenajı, çöp dolgu kümesinin yüksekliği, geçirimsiz kil tabakasının sıkıştırılması, çöp dolgusunun sıkıştırılması, üst örtü tabakası, çöp deponi alanı ömrü gibi parametrelerin belirlenmesi önemlidir. Bu parametrelerden en önemli olanı geçirimsiz tabaka sisteminin seçimidir.

2.3.1. Geçirimsiz Tabaka Sistemi

Katı atık depolama alanlarında en önemli sorun atık içinde oluşan sızıntı suyudur. Bu sızıntı suyunun yer altı suyunu ve zemini kirlletmemesi için deponi alanı tabanının geçirimsiz olması gerekmektedir. Bu geçirimsiz malzeme için mineral, geosentetik ve kompozit malzemeler kullanılabilir. Bu çalışmada, atıkların iyileştirilip geçirimsiz olmasına çalışılmıştır. Geçirimsiz tabaka sistemini oluşturmak için kullanılan atık çamuru, atık su arıtma tesislerinin ızgaralarında, kum tutucularında ve çökeltme tanklarında biriken atık malzemedir. Kullanılan diğer endüstriyel atık ise inşaat kumu ile aynı granülometri eğrisine sahip, döküm tesislerinde radyatör yapımı sırasında meydana gelen kalıp kumudur. Tablo 1' de atık çamuruna ve kalıp kumuna ait özellikler verilmiştir. Atıkların kullanılabilirliğini sağlamak için belirli oranlarda kireç ve zeolit ilave edilmiştir. Tablo 2'de ilave malzemelere ve karışımlara ait özellikler verilmiştir. Böylece, hem endüstriyel atıkların tekrar kullanımı sağlanmış olmakta ve hem de ekonomik bir çözüm verilmiş olmaktadır.

Laboratuarda yapılan deneyler, standart kompaksiyon deneyi ile standart proktor kalıbında 2.5 kg ağırlığındaki tokmak ile 25'er kere düşürülerek 3 tabaka halinde sıkıştırılan karışımlar üzerinde yapılmıştır. Karışımlar laboratuarda sıkıştırılarak, taze (0), 7 ve 28 günlük kür için naylon poşetler içinde desikatöre yerleştirilmiştir. Karışımların permeabilite, mukavemet ve sıkışma gibi geoteknik özellikleri ile pH, elektriksel iletkenlik,

katyon değişim kapasitesi ve ağır metal miktarı gibi fiziko-kimyasal özellikleri belirlenmiştir. Tablo 3'de deneylerin sonuçları verilmiştir.

Laboratuarda, Atık Çamuru + Kalıp Kumu (%20), Atık Çamuru + Kalıp Kumu (%20) + Kireç (%10), Atık Çamuru + Kalıp Kumu (%20) + Zeolit (%10) gibi karışımlar üzerinde indeks, mekanik ve fiziko-kimyasal deneyler yapılmıştır. Deneyler sonucunda, en iyi sonucu Atık Çamuru + Kalıp Kumu (%20) + Zeolit (%10) karışımı vermiştir. Kireç ilavesi ile katyon değişim reaksiyonu meydana gelmektedir. Bu reaksiyon sonunda, tane çapı artar ve aglomera bir yapı meydana gelir. Likit limit azalır ve zemin daha az plastik hale gelir. Atığın çalışabilirliği ve yük taşıma kapasitesi artar. Oluşan diğer reaksiyon ise pozolanik veya bağlayıcı (çimentolaşma) reaksiyonudur. Zemin veya atık ile kireç arasında meydana gelen bir reaksiyondur. Bu reaksiyon, kireçteki kalsiyum ile atıktaki alüminyum ve silisyum arasında olan bir reaksiyondur. Reaksiyon sonucunda, kalsiyum alüminat ve kalsiyum silikatlar meydana gelir. Bu çalışmada, Gördes-Balıkesir yöresinden temin edilen zeolit kullanılmıştır. Zeolit, alüminyum silikat mineralidir. Zeolit, katyon değişim kapasitesi yüksektir. Dolayısıyla aglomera yapı daha iyi oluşabilmekte ve ağır metallerin tutulabilmeleri sağlanmaktadır.

Literatürde geçirimsiz malzeme olarak kullanılacak malzemenin permeabilite katsayısı, Katı Atık Yönetmeliğinde 10^{-7} ile 10^{-8} cm/sn arasında [1], EPA'nın verdiği değer ise 10^{-7} cm/sn'dir [2]. Geosentetik malzeme ile mineral malzemenin birlikte kullanılmasıyla permeabilite katsayısı 10^{-10} - 10^{-13} cm/sn arasında olabilmektedir. Çeşitli ülkelerde geçirimsizlik tabakası için verilen permeabilite katsayısı değerleri sırasıyla, Avusturya, Belçika, Macaristan, İtalya, Portekiz ve İsviçre'de permeabilite katsayısı 10^{-7} cm/sn , Fransa'da permeabilite katsayısı 10^{-4} cm/sn ve Almanya'da ise permeabilite katsayısı 10^{-8} cm/sn civarındadır [3]. Geçirimsiz malzeme olarak kil minerali kullanıldığında genellikle literatürde, sıkıştırılmamış kil tabakası kalınlığı 60 cm.- 600 cm. arasında, sıkıştırılmış kil kalınlığı ise 15 cm. -150 cm. arasındadır [1]. İstanbul Büyük Şehir Belediyesi düzenli çöp deponi alanında, tabi zemin üzerine, iki ayrı kademedede serilip sıkıştırılmış permeabilite katsayısı 10^{-8} cm/sn den az olan olan 60 cm. kalınlığında, kil tabakası yapılmıştır. Almanya'da tehlikeli atık deponi alanında, permeabilite katsayısı 10^{-8} cm/sn olan geçirimsizlik kil tabakası, 1,5 m olarak uygulanmıştır. Fransa'da ise permeabilite katsayısı 10^{-7} cm/sn olan geçirimsizlik kil tabakası 5 m olarak uygulanmıştır [3]. Eskişehir İli çöp deponi alanı dizaynında, geçirimsiz tabaka yüksekliği yaklaşık 45 cm olarak alınabilir.

2.3.2. Arazi Eğimi

Raymond Yong'ın Kanada için yaptığı çalışmada arazi eğimi 2:1 olarak almıştır [4]. İzmir-Harmandalı düzenli çöp deponi alanında kamyonun inebileceği %10'luk

kısmen %7'lik eğim esas alınmıştır [5]. İstanbul Büyük şehir Belediyesi düzenli çöp deponi alanında, arazi eğimi %2'den büyük alınmıştır [6]. Eskişehir İli çöp deponi alanı dizaynında arazi eğimi %7 ve %8 olarak alınabilir.

2.3.3. Sızıntı Suyu ve Drenajı

Sızıntı suyu çöp deponi alanlarının önemli bir sorunudur. Sızıntı suyu, depolama sahalarında, yağış sebebiyle katı atık kümelerinin yüzeyinden çeşitli kaynaklardan veya atığın kendisinden gelen sular fiziksel, kimyasal ve biyolojik parametrelerle sızıntı suyunu oluştururlar. Sızıntı suyu miktarı, atıkların kompozisyonu, miktarı, türü ve yağışlara göre değişir. Sızıntı suyu içindeki ağır metaller kil tabakasının katyon değişim kapasitesi özelliğiyle tutulmaya çalışılır.

Deponi alanında oluşan sızıntı suları, depo sahası tabanında bulunan geçirimsiz tabaka üzerine döşenen bir dren sistemi ile depo tabanından uzaklaştırılır. Dren sisteminde kullanılan dren borularının minimum çapı 100 mm ve minimum eğimi %1 olmalıdır. Bu borular, basınca dayanıklı yüksek yoğunluklu polietilen (HDPE) delikli borulardır. Bu boruların et kalınlığı 10 veya 16 Atü iç basınca dayanacak şekilde olmalıdır. İstanbul Büyük şehir Belediyesi düzenli çöp deponi alanında kullanılan dren boruları HDPE olup özel et kalınlığına (ovalleşme tahkikine uygun) sahiptir [6]. Eskişehir İli çöp deponi dizaynında dren buru çapı Ø100 ve Ø150, taban eğimi %2 olarak alınabilir.

2.3.4 Gaz Drenajı

Katı atıklar içindeki organik bileşenlerin oksijensiz ortamda parçalanması sonucunda çöp gazları oluşmaktadır. Depolama sahasında çöp gazlarını toplamak için uygun bir alt yapı bulunmadığı takdirde bu gazlar tehlike yaratabilir. Gaz çıkışı ilk 2 yılda artış göstermekte ve daha sonra azalarak 25 yıl görülmektedir. Gaz miktarı, çöp niteliğine göre değişir. Mesela 1 ton çöp için 60-180 m³ gaz çıkışı olmaktadır. Genellikle, çöp deponi alanında metan gazı (%55-%60), karbondioksit (%35-%40), hidrojen (%2-%3), sülfür (%1), karbon monoksit ve azot gazları oluşmaktadır [1]. Metan ve karbondioksit gaz karışımının havadaki oranı %5-15 arasında olursa patlayıcı karışım oluşturmaktadır. Çöp deponi dizaynında, her 50 m. de bir havalandırma bacası yerleştirilmelidir. Çöp gazlarının çıkışı delikli borularla yapılır. Delikli-sert PVC borular min. 150 - 200 mm.'lik çapta ve

3 m. uzunluğunda seçilir. Eskişehir İli çöp deponi alanı dizaynında, her 50 m. de bir, 150 mm.'lik delikli borular önerilmiştir.

2.3.5. Çöp Dolgu Kümesinin Yüksekliği

Çöp dolgu kümesinin stabil olmayan durumunda, kil tabakasında çatlaklar kolaylıkla meydana gelmektedir. Zararlardan kaçınmak için atık kümesinin stabilitesi gerektiği şekilde dizayn edilmelidir. Atık yığınlarının aralarındaki boşlukların doldurulması ile mümkün olduğunca tabaka etkilerinden kaçınılmış olur. Atığın permeabilitesi sıkışma derecesine göre 10^{-1} – 10^{-5} cm/sn arasında değişmektedir. Literatürde 30 metrenin üzerinde yapılmış depolama alanları mevcuttur. Katı atık yönetmeliğinde sıkıştırılmış çöp tabakasının 2 m.yi aşmaması öngörülmektedir. İzmir Harmandalı katı atık düzenli depolama alanında ortalama dolgu yüksekliği 38 m.'dir [5]. Raymond Yong'un Kanada için yaptığı çalışmada dolgu yüksekliği 20 m.'dir [4].

Dolgu çalışmaları sırasında, şev stabilitesini ve araçlarla makinelerin kolayca manevra yapabilmelerini sağlamak için atığın oluşturduğu eğim 1/3 olacak şekilde yapılır. Atığı getiren araçların geçişi, drenaj sistemine zarar vermeyecek şekilde planlanmalıdır. İstanbul Büyük şehir Belediyesi çöp depolama alanında, sahaya getirilen çöpler dozerlerle 1/3 eğimde teşkil edilen yüzeye serilerek kompaktörle sıkıştırılmaktadır [6].

Çöp deponi dizaynında, çöp dolgu yüksekliği, kullanılacak malzemenin taşıma gücüne ve sıkıştırılan çöp yoğunluğuna göre değişmektedir. Optimum çöp dolgu yüksekliği, zeminin taşıma kapasitesinin çöp yoğunluğuna oranlanmasıyla bulunabilir. Eskişehir İli çöp deponi alanı dizaynında, çöp dolgu kümesinin yüksekliği 20-30 arasında alınabilir.

2.3.6. Geçirimsiz Kil Tabakasının Sıkıştırılması

Kompaksiyon geçirimsiz tabakanın stabilitesi için genel bir uygulamadır. Atık depolama yerlerinin tam olarak stabilize olduğunun söylenmesi için, depolama alanının sıkışmasının tamamlanmış olması gerekmektedir. Geçirimsiz kil tabakası, 30 cm'lik gevşek olarak seçilmeli ve kompaksiyon yapılmadan 1-3 gün beklenilmelidir. Sıkıştırılmış tabaka kalınlığı yaklaşık 15 cm olacak şekilde (sıkıştırmadan önce kalınlık yaklaşık 25-30 cm) sıkıştırma yapılmalıdır. Bu çalışmada, 5 tonluk silindirin 30 cm'lik Atık Çamuru + Kalıp Kumu (%20) + Zeolit (%10) karışımı üzerinden geçiş sayısı 8 olarak önerilmiştir [7].

2.3.7. Çöp Dolgusunun Sıkıştırılması

Çöp yığını arasında ne kadar az boşluk olursa tabaka etkilerinden o kadar kaçınılmış olur. Katı Atık Yönetmeliğine sıkıştırılacak çöp dolgu yüksekliğinin 2 m.'yi geçmemesi gerekmektedir. Her 2m.' de bir atık üzerine %5 kireç ilavesi ile konut ve

fabrikaların kül, cüruf ve molozları ara katman olarak kullanılabilir. Böylece inert atıklar da bu depolama sistemine dahil edilebilir. Kullanılan kirecin fonksiyonu, üst tabakadan gelen sızıntı suyunu absorbe etmesidir. Depolanan çöplerin sıkıştırılmasındaki amaç aşağıda verilmiştir. Eskişehir İli çöp deponi alanı dizaynında çöp dolgusun sıkıştırılması 2 m. olarak verilmiştir.

2.3.8. Üst Örtü Tabakası

Deponi alanı dolgu işlemi tamamlandıktan sonra, dolgu üst deponi gövdesi yüzeysel su girmeyecek şekilde sızdırmaz hale getirilmelidir. Depolanan atığın, yağmur suyu ve çevredeki sulardan korumak için üst örtü tabakası kilden veya geosentetik malzemelerden yapılabilir. Alman Teknik Şartnamesinde 5 permeabilite katsayısı 5×10^{-5} m/sn'den az olmak üzere tabaka kalınlığı 50 cm olması istenmektedir. Literatürde üst örtü olarak kullanılan kil tabakasının permeabilite katsayısı 10^{-1} – 10^{-2} cm/sn değerlerde olduğu görülmüştür. Ancak yağmur suyunun sızıntı suyu oluşturabileceği göz önüne alındığında permeabilite katsayısının 10^{-6} cm/sn olması tercih edilir. Yong Kanada için yaptığı çalışmada bu kalınlığı 60 cm. ve kaplama eğiminin %2 olarak vermiştir [4]. Katı Atık Yönetmeliği'nde ise tabaka eğiminin %3 'den büyük olmaması istenmektedir [1]. Eskişehir İli çöp deponi alanı dizaynında üst örtü tabakasının eğimi %3, üst örtü tabakasının kalınlığı 30 cm. olarak alınabilir.

2.3.9. Çöp Deponi Alanı Ömrü

Evsel ve evsel katı atık özelliğindeki endüstriyel atıklar ile bunların atıksu arıtma çamurlarını depolamak üzere inşa edilen depo tesislerinin asgari kapasiteleri, nüfusu 100.000'den küçük olan yerleşim bölgelerinde 10 yıllık depolama ihtiyacını karşılayacak şekilde, nüfusu 100.000'den büyük olan yerlerde 500.000 m³ olarak planlanır [1]. Eskişehir İli çöp deponi alanı dizaynında, çöp alanı boyutları 3.600.000 m³ katı atık için dizayn edilmiştir.

3. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, kireç ve zeolit gibi ilave malzemeler ile stabilize (iyileştirilmiş) edilmiş atık çamuru ve kalıp kumu gibi endüstriyel atıkların geoteknik ve fiziko-kimyasal özellikleri belirlenmiş ve stabilize edilmiş karışımların çöp deponi alanında geçirimsizlik malzemesi olarak kullanılıp kullanılmayacağı araştırılmıştır.

3.1. Laboratuvar Deney Sonuçları

Laboratuarda yapılan stabilizasyon çalışmaları sonucunda, en iyi mukavemet

değerini Atık Çamuru + Kalıp Kumu (%20) + Kireç (%10) karışımı vermesine rağmen karışım ağır metal miktarlarından çinko metal miktarı limit değerleri üstündedir. Atık Çamuru + Kalıp Kumu (%20) + Zeolit (%10) karışımı en düşük permeabilite değerine sahip olup, metal miktarı limit değerleri civarındadır. Yapılan deneyler sonucunda, Atık Çamuru + Kalıp Kumu (%20) + Zeolit (%10) karışımının en iyi sonucu verdiği saptanmıştır. Dolayısıyla, çöp deponi alanı için Atık Çamuru + Kalıp Kumu (%20) + Zeolit (%10) karışımı geçirimsiz alt, üst ve yan tabaka dizaynında kullanılabilir. Önerilen karışımın, permeabilite katsayısı $8,8 \times 10^{-8}$ cm/sn olup literatür değerleri içindedir. Serbest basınç deneyinden elde edilen drenajsız kohezyon değerinden ve deponi taban alanından karışımın mukavemeti 3 kg/cm² olarak belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre çöp deponi tabanına serilecek karışımın, üzerine gelecek çöp ağırlığını taşıyabilecek kapasite olup olmadığı belirlenir.

3.2. Eskişehir İli İçin Çöp Deponi Alanı Dizayn Önerisi

Eskişehir ilinin çöpleri düzensiz olarak atılmaktadır. Atıklar elle, sağlık ve hijyen koşullarına uyulmaksızın işçiler tarafından toplanıp, ayrıklanmaktadır. Eskişehir İli nüfusu 450.300 olup, çöp deponi alanı dizaynı hesabında, atık miktarı 2001 yılı itibarı ile yaklaşık 200.000 ton/yıl olarak alınmıştır. Bu çalışmada, geçirimsizlik alt tabaka kalınlığı 45 cm., üst tabaka kalınlığı 30 cm., yan tabaka kalınlığı 30 cm. ve çöp dolgu kümesinin yüksekliği 30 m. olarak önerilmiştir.

PARAMETRELER	ESKİŞEHİR İLİ İÇİN ÖNERİLEN ÇÖP DEPONİ ALANI DİZAYN BOYUTLARI	LİTERATÜR
1. Deponi Alanı Boyutları		
- Temel Genişliği (B)	120 m.	10 m. -
Deponi Yüksekliği (H)	30 m.	15 - 40 m.
Deponi Genişliği (L)	200 m.	
2. Temel Eğimi	%2	%2.5 - %4
Geçirimsiz Alt Tabaka Kalınlığı (Sıkıştırılmış)	45 cm.	15 - 75 cm.
4. Arazi Eğimi	%9	%7 - %10
5. Deponi Yan Yüzey Kalınlığı (Sıkıştırılmış)	30 cm.	20 - 50 cm.
6. Sızıntı Drenaj Boruları	Ø150	Ø100 - 250
7. Kum - Çakıl Drenaj Tabakası Kalınlığı	25 cm.	15 - 30 cm.

8. Gaz Havalandırma Bacaları	Ø200 L: 3 m.	Ø150- 200 L: 3 m.
9. Max. Atık Tabakası Kalınlığı (Sıkıştırılmış)	2 m.	2 m.
10. Atık Tabakası Üzerine Serilecek Toprak + Kireç Kalınlığı (Sıkıştırılmış)	10 cm.	10 cm.
11. Kaplama Eğimi	%3	%3 - %8
12. Üst Kaplama Tabakası Kalınlığı (Sıkıştırılmış)	30 cm.	25 – 60 cm.
13. Geçirimsiz Kil Tabakasının Sıkıştırılması için Gerekli Geçiş Sayısı	8	3 6
14. Karşımın Permeabilite Katsayısı (cm/sn)	8.8×10^{-8}	$10^{-7} - 10^{-8}$

KAYNAKLAR

1. Resmi Gazete, Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği, Sayı: 20814, 14 Mart 1991, 52 sayfa.
2. Environmental Protection Agency (EPA) 1990, Handbook on in situ treatment of hazardous waste-contaminated soils, Risk Reduction Engineering Laboratory Office of Research and Development, U.S. Environmental Agency, Cincinnati, Ohio, EPA 540/2 - 90/002.
3. Report of the ISSMFE Technical Committee TC5 on Environmental Geotechnics, Ruhr-Universität, 1997, Bochum, pp.77-85.
4. Evcimen Y., Eskişehir ili için çöp deponi alanı dizaynı, Anadolu Üniversitesi, Çevre Müh. bölümü, Lisans bitirme tezi, Haziran 1998, 109 sayfa.
5. Türker Şakrak, Osmangazi Üniversitesi, İnşaat Müh. Bölümü, Lisans bitirme tezi, Eskişehir 1993, 510 sayfa.

6. İstanbul Büyükşehir Belediyesi internet WEB sayfası,
<http://www.istac.com.tr/faaliyetler/katitak/istkatikgel.htm>,
23.08.2000.
7. Saka, N., Endüstriyel Atıkların Çöp Depolama Alanı Dizaynında Geçirimsizlik
8. Malzemesi Olarak Değerlendirilmesi, Anadolu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Temmuz 2001, 133 sayfa.

Tablo 1. Endüstriyel atıkların ve ilave malzemelerin özellikleri

Malzeme	pH	KDK (mg/100g)	El (mS/cm)	Ca (%)	OMM (%)	Ağır metal miktarları (mg/lt)					Tane Çapı Dağılımı (%)		
						Pb	Cr	Zn	Ni	Cu	Kum	Silt	Kil
Atık Çamuru	7,86	21	0,48	2,20	1	122	61	12100	125	13	4	56	40
Kireç		16,43	6,29	100	1	-	-	-	-	-	5	75	20
Zeolit	8,23	165	0,44	2,94	0,25	30	0,9	25	3	5		100 nolu elek altı	
Kalıp Kumuru	9	43,48	1,02	0,7	1,50	72	19	44	60	12	97	3	-
Çöp Suyu	7,36	-	1,29	-	-	0,02	1,92	0,42	0,02	0,03	-	-	-
Distile Su	7	-	0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

KDK:Katyon Değişim Kapasitesi, El:Elektriksel İletkenlik, Ca: Kalsiyum miktarı, OMM:Organik Madde Miktarı.

Tablo 2. Karışımlara ait özellikler

Karışımlar	pH	KDK (meq/100g)	El (mS/cm)	OMM (%)	Ca (%)	Ağır metal miktarı (mg/kg)				
						Pb	Cr	Zn	Ni	Cu
AÇ+KK(%20)	8,05	32,61	1,34	0,83	4,42	152	69	4.200	720	24
AÇ+KK(%20)+K(%10)	10,10	15,22	1,12	0,72	14,76	167	60	3.700	801	26
AÇ+KK(%20)+Z(%10)	7,99	34,78	0,59	0,69	5,88	146	58	3.300	104	19

AÇ: Atık çamuru, KK: Kalıp kumu, K: Kireç, Z: Zeolit, Ca:Kalsiyum miktarı,

El:Elektriksel iletkenlik, KDK:Katyon değişim kapasitesi, OMM:Organik madde miktarı.

Tablo 3. Karışımların serbest basınç ve permeabilite katsayısı değerleri

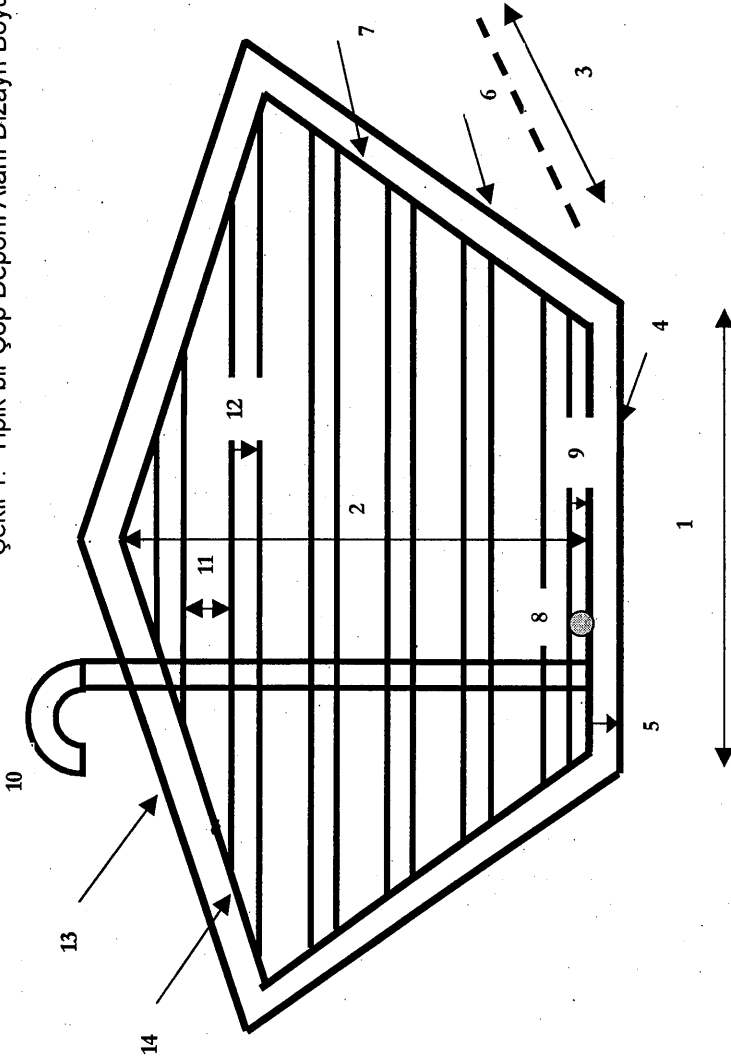
Karışımlar	Taze numuneler				7 günlük numuneler				28 günlük numuneler			
	q_u^1 (kg/cm ²)	q_u^2 (kg/cm ²)	q_u^3 (kg/cm ²)	k (cm/sn) $\times 10^{-7}$	q_u^1 (kg/cm ²)	q_u^2 (kg/cm ²)	q_u^3 (kg/cm ²)	k (cm/sn) $\times 10^{-7}$	q_u^1 (kg/cm ²)	q_u^2 (kg/cm ²)	q_u^3 (kg/cm ²)	k (cm/sn) $\times 10^{-8}$
AÇ+KK(%20)	2,14	0,66	0,31	2,60	2,44	0,78	1,76	5	3,30	1,35	1,13	5
AÇ+KK(%20)+K(%10)	3,98	0,85	0,70	1,19	4,06	0,95	1,10	2	4,20	1,09	2,00	2,1
AÇ+KK(%20)+Z(%10)	2,30	0,55	0,44	3,90	2,36	0,59	0,62	0,42	3,00	0,68	0,65	8,8

q_u^1 : Serbest basınç deney sonucu, q_u^2 : Permeabilite sonrası serbest basınç deney sonucu,

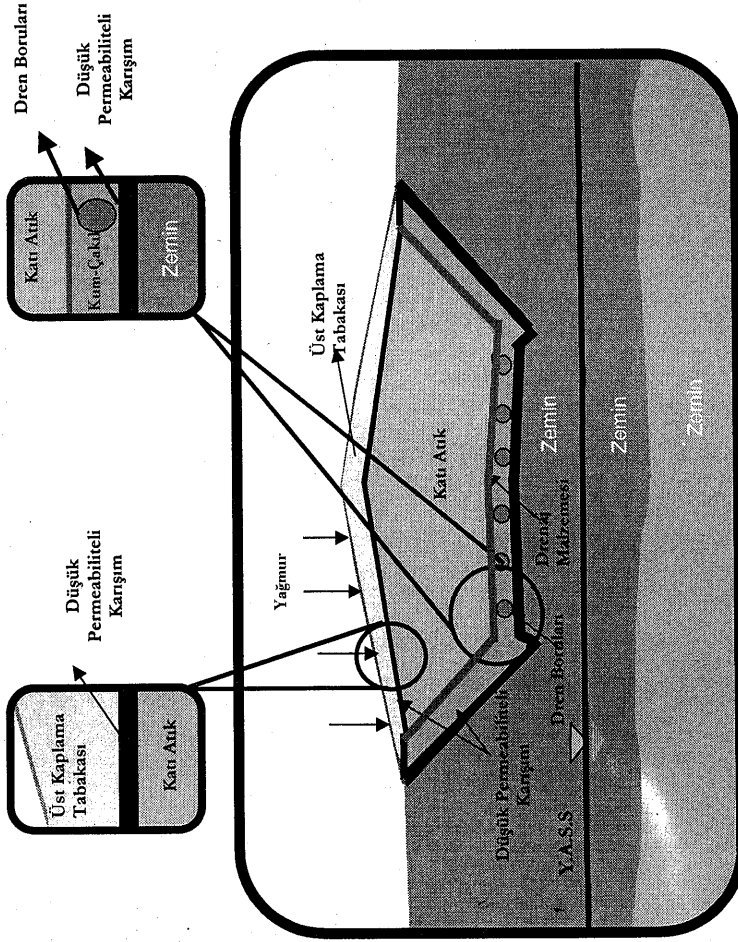
q_u^3 : Sızıntı sonrası serbest basınç deney sonucu, k: permeabilite katsayısı,

AÇ: Atık çamuru, KK: Kalıp kumu, K: Kireç, Z: Zeolit.

Şekil 1. Tipik bir Çöp Deponi Alanı Dizayn Boyutları



1. Deponi Temel Genişliği,
2. Deponi Yüksekliği,
3. Deponi Genişliği,
4. Temel eğimi,
5. Geçirimsiz alt tabaka kalınlığı,
6. Arazi eğimi,
7. Deponi duvarı kil kalınlığı,
8. Sızıntı drenaj boruları,
9. Kum-Çakıl drenaj tabakası kalınlığı,
10. Gaz havalandırma bacaları,
11. Sıkıştırılacak max. Atık tabakası kalınlığı,
12. Atık tabakası üzerine serilecek toprak+kireç kalınlığı,
13. Kaplama eğimi,
14. Üst kaplama tabakası kalınlığı,



Şekil 2. Geçirimsiz Mineral Tabakalı Tipik Çöp Deponi Alanı Kesiti

ASSESSMENT OF INDUSTRIAL WASTES FOR THE SANITARY LANDFILL DESIGN

ABSTRACT

In this study, industrial wastes are used as an impermeable material for the sanitary landfill design. Industrial wastes are improved physically, chemically and mechanically by stabilization/solidification technique. It has been suggested that industrial wastes such as waste sludge and molded sand were improved by additives such as lime and zeolite and then used as an impermeable material for the sanitary landfill. Geotechnical and physico-chemical properties of mixtures are determined before and after stabilization.

Sanitary landfill design is suggested. Laboratory prepared mixtures are used for the impermeable bottom, top and side slope liners in the sanitary landfill design. Waste sludge + molded sand (%20) + zeolite (%10) mixture can be suggested as an impermeable layer in the sanitary landfill for the city of Eskişehir according to laboratory experimental results. Waste sludge and molded sand are obtained from the Factory of Eczacıbaşı and the Factory of Toprak Demir Döküm, respectively.