



ÇÖP DEPOLAMA ALANINDA SIZINTI SUYUNUN DEVİRDAİM EDİLMESİ



TARİH; MAYIS-2021

İçindekiler

1. GİRİŞ	3
2. YATAK HENDEKLER.....	5

Şekiller Listesi

Şekil 2-1. Sızıntı suyu Geri Besleme Yatay Hendekleri.....	5
Şekil 2-2. Yatay Hendekler Arasındaki Mesafe.....	5
Şekil 2-3. Paletli Ekskavatörle Yatay Hendek Açılması	6
Şekil 2-4. Yatay Hendek Açılması	7
Şekil 2-5. Yatay Hendekler	7
Şekil 2-6. Sızıntı Suyu Resirkülasyon Usulü	8
Şekil 2-7. Sızıntı Suyu Devridaim Edilmesi	8
Şekil 2-8. Kapama Safhasına Gelmiş Çöp Depolama Alanında Yatay Hendek Derinliği.....	9
Şekil 2-9. Çalışmakta Olan Çöp Depolama Alanında Yatay Hendekler.....	10
Şekil 2-10 . Sızıntı Suyu Devridaimi	10
Şekil 2-11. Sızıntı Suyu Devridaimi	11
Şekil 2-12. Yataklama Malzemesi Olarak Kullanılan Cam Kırıkları	12
Şekil 2-13. Sızıntı Suyunun Yatay resirkülasyon Boru Yerleştirme Kesiti.....	12
Şekil 2-14. Sızıntı Sularının Çöplerin Sıkıştırılmasına Bağlı Çöp İçinde Dağılımı	13
Şekil 2-15. Sızıntı Suyunun Yatay Dağılımını Etkileyen Faktörler	15

Tablolar Listesi

Tablo 2-1. Çöp İçindeki Nem Oranına Bağlı Olarak İlave Edilmesi Gerekli Sızıntı Suyu Miktarı.....	14
---	----

1. GİRİŞ

Ülkemizde çöp depolama alanlarında depolanan çöpler yaklaşık olarak %60-70 oranında biyolojik olarak bozulabilir organik maddeler (mutfak atıkları, yaş sebze ve meyve atıkları gibi) içermektedir.

Biyolojik olarak bozulabilir organik maddelerin çöp depolama alanında anaerobik şartlar altında kısa süre içinde parçalanabilmesi için çöp içinde yeterli oranda nem olmalıdır. Bunun içinde çöp depolama alanlarında oluşan kirlilik yükü çok yüksek sızıntı sularının çöp içine geri devri yapılmalıdır. Böylece kirlilik yükü çok yüksek sızıntı suları doğru yerden, doğru yere resürküle edilerek hem biyolojik olarak bozulabilir organik maddelerin bozulması hızlandırılır hem de sızıntı sularının ekonomik ve pratik bertarafı sağlanır.

Çöp depolama alanlarında çöp sızıntı suyu oluşmaktadır. Çöp sızıntı suları kirlilik yükleri çok yüksek atıksulardır. Arıtılmadan deniz, göl, akarsu ve yer altı suyu gibi alıcı ortamlara verilen çöp sızıntı suları, temiz su kaynaklarını ciddi şekilde kirletmektedir.

Çöp depolama alanlarında oluşan sızıntı sularını klasik arıtma yöntemleri ile arıtmak için tesis kurmak ve işletmek çok pahalı ve zordur.

Ülkemizde çöp depolama alanlarında oluşan sızıntı sularının çoğu arıtılmadan göl, dere, akarsu ve deniz gibi alıcı ortamlara verilmektedir. Çöp depolama alanlarına yakın bölgelerdeki temiz su kaynakları kirlilik tehdidi altındadır.

Çöp sızıntı sularının kanalizasyon sistemlerine doğrudan verilmesi de teknik olarak çok yanlıştır. Çünkü çöp sızıntı suları içerdikleri ağır metallere, amonyak ve yüksek karbon kirleticilerden dolayı kanalizasyon sistemlerine ve atıksu arıtma tesislerine ciddi zararlar verir. Çöp sızıntı suları ön arıtmaya tabi tutulmadan kanalizasyona verilmesi çok sakıncalı ve yanlıştır.

Sızıntı suyunun depolama alanı içine yeniden dahil edilmesi, depolama sahası yönetiminde önemli bir rol oynayabilir. Su içeriğini yükselterek ve bakteri, besin ve atık ürünleri taşıyarak biyolojik bozunmayı teşvik edebilir. Ayrıca sızıntı suyunun, örneğin bir sızıntı suyu arıtma tesisinde yükteki geçici değişiklikleri en aza indirmeye yardımcı olmak için depolama sahasının gövdesi içinde depolanmasını sağlar. Bir depolama sahası işletmecisinin, depolama sahasının sızıntı suyunu kabul etme oranını (maksimum sızma veya enjeksiyon oranı), düzenli depolama sahasının depolama kapasitesini ve sızıntı suyu tutma süresini tahmin edebilmesi yararlıdır.

Çöp depolama alanlarındaki atık içinde yeterli oranda nem olmadığı zaman, ki klasik çöp depolama alanlarında yok gibi, biyolojik olarak bozulabilir atıkların bozulma süreleri uzun yıllar alıyor. Buda çöp depolama alanlarının kullanım ömürlerini kısaltıyor, birim hacimde daha az çöpün depolanmasına neden oluyor. Birim zamanda daha az biyogaz oluşuyor. Klasik çöp depolama alanlarında birim zamanda biyogaz oluşumu çok uzun zamanda gerçekleşiyor.

Klasik çöp depolama alanlarında nem oranı yaklaşık olarak %15 ila %25 arasında değişir. Çöp depolama alanında %25'nin altındaki nem oranında biyolojik olarak parçalanabilir organik maddelerin bozulması durma noktasına kadar gelebiliyor ve gaz oluşumu minimum seviyeye düşüyor. Bu durumdaki çöp depolama alanları uzun süre tehlikeli ve riskli olmaya devam ediyor.

Çöp depolama alanlarında oluşan kirlilik yükü çok yüksek sızıntı sularının çevreye zarar vermeden depolama içinde bertarafı için çöp içindeki nem oranının %40 ila %70 arasında olması tavsiye edilir. Kirlilik yükü çok yüksek olan çöp sızıntı suları çöp depolama alanı bünyesine verilerek biyolojik olarak parçalanabilir organik maddelerin parçalanması hızlandırılarak kararlı son ürünlere dönüşmesi ve sızıntı sularının ortalama %30 oranında bertarafı sağlanabilir ve birim zamanda biyogaz oluşumu artırılabilir.

Kısaca çöp depolama alanlarını biyoreaktör gibi çalışır hale getirmek gereklidir.

Çöp depolama alanında oluşan biyogaz içinde ortalama metan konsantrasyonu %55-60 oranında değişir.

Çöp depolama alanı içindeki sıcaklık yaklaşık olarak 65 °C civarındadır. Daha yüksek sıcaklık biyolojik reaksiyonu yavaşlatır.

Sızıntı sularının çöp depolama alanlarına devridaim (resirküle) edilmesinde uygulanan iki temel proses var. Bunlar; yatay hendekler ve dikey kuyulardır. Sızıntı suları yatay hendekler ve dikey kuyular ile depolama alanı içine verilir. Böylece çöp depolama alanları biyoreaktör gibi çalıştırılır.

Sızıntı suyunun çöp depolama alanına resirküle edilerek enjeksiyonu ile metan üretimine katkısı enjeksiyon yapılmayan öncesine göre 1,5'ten 2,2 katına çıkabilir.

Çöp depolama alanlarında oluşturulan yatay hendekler ve dikey kuyulara devridaim edilen çöp sızıntı sularıyla, hem çöp içindeki nem miktarı %35'in üzerine çıkartılır hem de kirlilik yükü çok yüksek sızıntı sularının bertarafı sağlanır. İlaveten biyolojik olarak parçalanabilir organik maddelerin biyokimyasal olarak ayrışması hızlandığı için birim zamanda oluşan deponi gazı miktarı artar. Biyoreaktör haline dönüştürülen çöp depolama alanlarında daha fazla çöp depolamak mümkün olur. Halk deyimi ile bir taşla iki kuş vurulur.

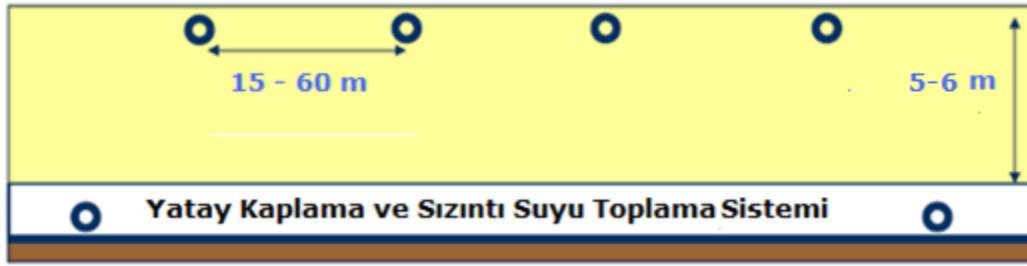
Bu çalışmada çöp depolama alanlarında yatay hendeklerin yapılması, sızıntı sularının oluşturulan yatay hendeklerle bertarafı üzerinde detaylı olarak durulacaktır.

Öncelikli olarak mevcut ve yeni kurulacak çöp depolama alanı incelenmeli. Sızıntı sularının bir havuzda veya tankta toplanması sağlanmalı. Tank içinde depolanacak sızıntı sularından ekonomik olarak biyogaz elde etmek mümkün olabilir. Tank tabanında biriken çökebilir katı maddelerin zaman zaman alınmasında yarar vardır. Havuz veya tank, devridaim sistemine yakın yere inşa edilmeli. Böylece pompa ile basılacak enerji minimize edilebilir.

2. YATAK HENDEKLER

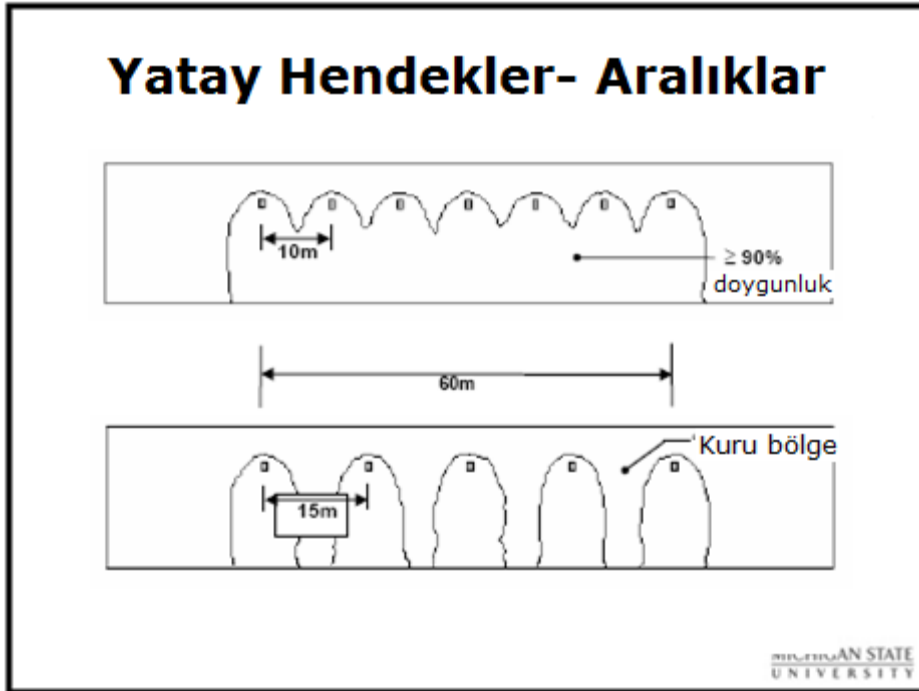
Çöp depolama alanı yeni işletmeye alınmışsa ilk depolanan çöpün kalınlığı 5-6 metreye ulaştıktan sonra yatay hendekler açılır. Çöp depolama alanındaki taban malzemelerinin zarar verilmemesi için ilk depolanan çöpler kompaktörle sıkıştırılmaz, sadece yayılır ve üzeri düzeltilir.

Yatay düzlemde yatay hendeklerin birbirine olan mesafeleri 15 metre ile 60 metre arasında değişir. Yatay düzlemde iki hendek arasındaki mesafe 100 metreden fazla olmamalıdır.



Şekil 2-1. Sızıntı suyu Geri Besleme Yatay Hendekleri

Yatay hendekler arasındaki mesafe arttıkça çöp içinde kuru noktalar artmaya başlar. Depolanan çöp içinde kuru noktaların artması biyokimyasal reaksiyonun yavaşlaması anlamına gelir. Konuyla ilgili detaylar Şekil 2-2’de verilmiştir.



Şekil 2-2. Yatay Hendekler Arasındaki Mesafe

Yatay hendekler paletli ekskavatörlerle açılabilir. Örnek bir uygulama Şekil 2-3’te verilmiştir.



Şekil 2-3. Paletli Ekskavatörle Yatay Hendek Açılması

Depolanan çöp içinde sızıntı sularını homojen dağıtılarak tüm alanlarda yeterli nemli ortamı oluşturmak için depolanan ve en az 10-4 cm/sn permeabiliteyi sağlayacak şekilde sıkıştırılan her 5-6 metre kalınlığındaki çöp üzerine yatay hendekler inşa edilir. İkinci kademe çöplerin depolanması ve sıkıştırması işlemi sonucu açılması gerekli yatay hendekler **Şekil 2-4**'te verilmiştir.



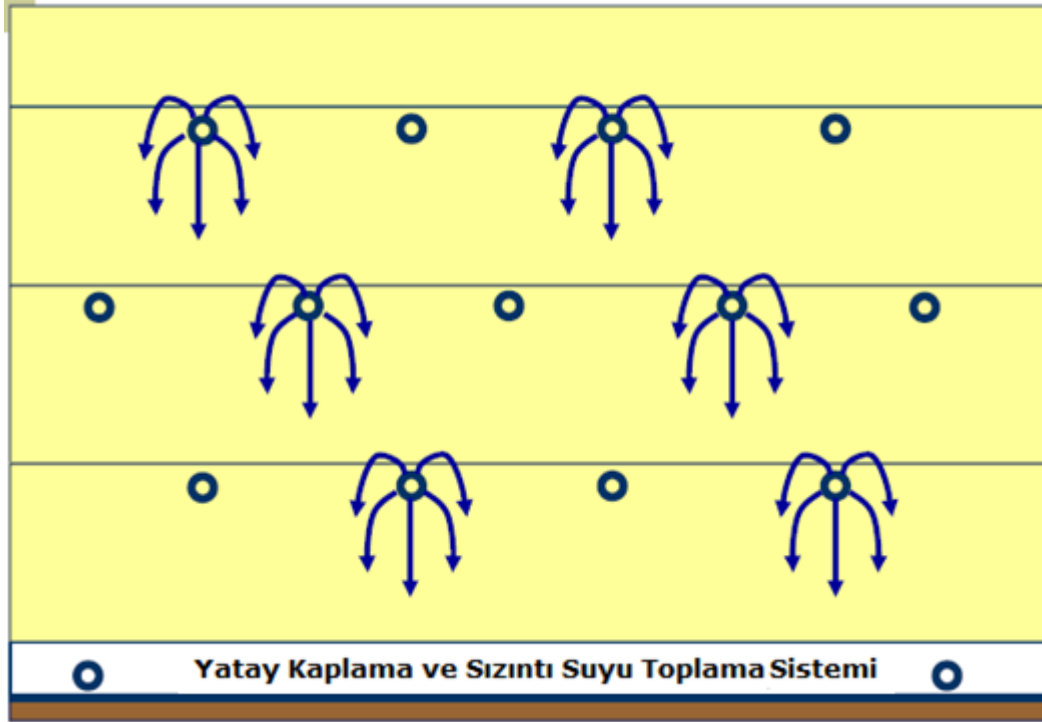
Şekil 2-4. Yatay Hendek Açılması

İkinci kademedeki şaşırtmalı ve sistemli olarak hendekler açılmaktadır. Böylece sızıntı sularının daha geniş alana dağılması sağlanır. Çöp depolama devam ettikçe yatay hendek açılmaya da devam edilir. Devam eden yatay hendek açılma planı ve şekli Şekil 2-5’de verilmiştir.

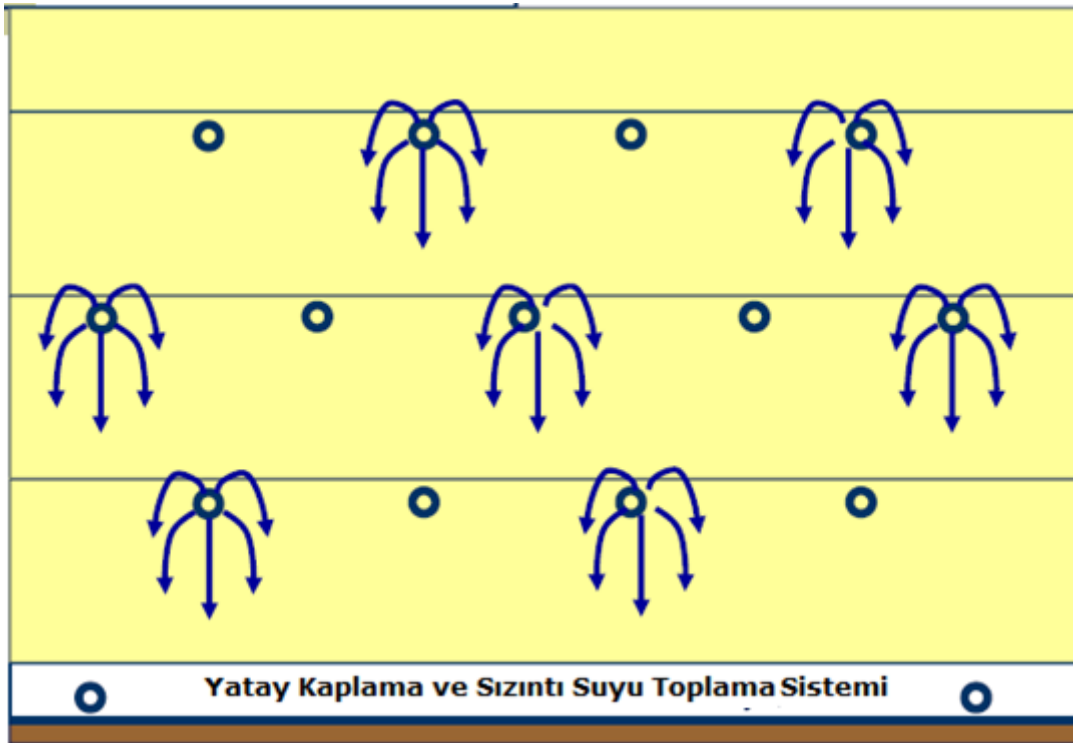


Şekil 2-5. Yatay Hendekler

Yatay hendekler içinde oluşturulan gözenekli HDPE borulara havuzlardan pompalanan sızıntı suları Şekil 2-6 ve Şekil 2-7 da gösterilen teknik usule göre verilir.

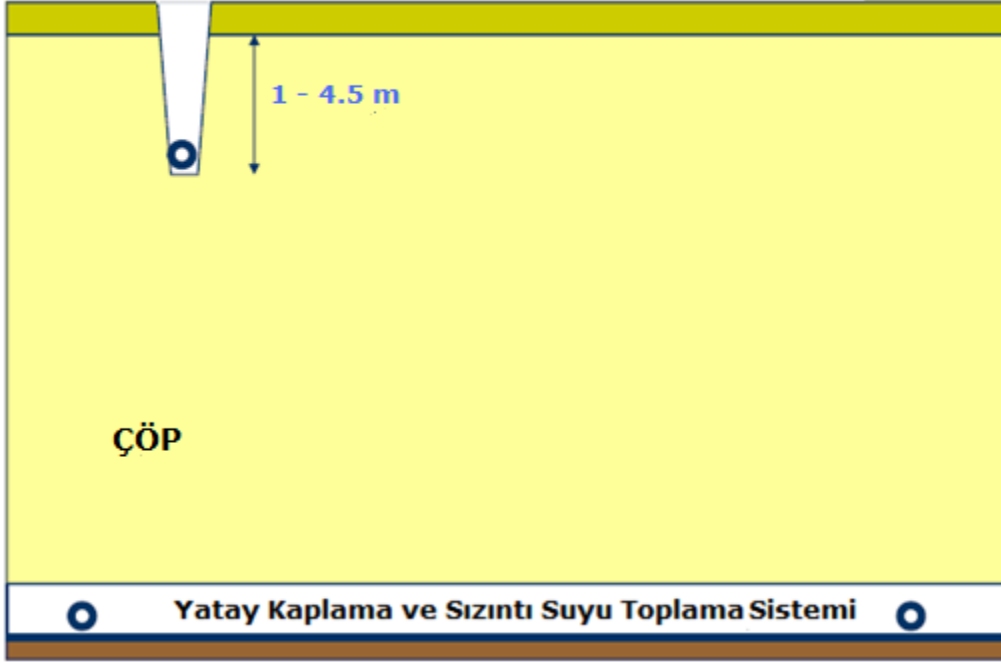


Şekil 2-6. Sızıntı Suyu Resirkülasyon Usulü



Şekil 2-7. Sızıntı Suyu Devridaim Edilmesi

Çöp depolanması sona eren ve sızıntı suyu olan depolama alanlarında sızıntı suyunun devridaim edilmesi için açılacak yatay hendek derinliği ve genişliği **Şekil 2-8**'de verilmiştir. Hendekler daha önce yapılmış yatay hendeklerle uyumlu olmalıdır.



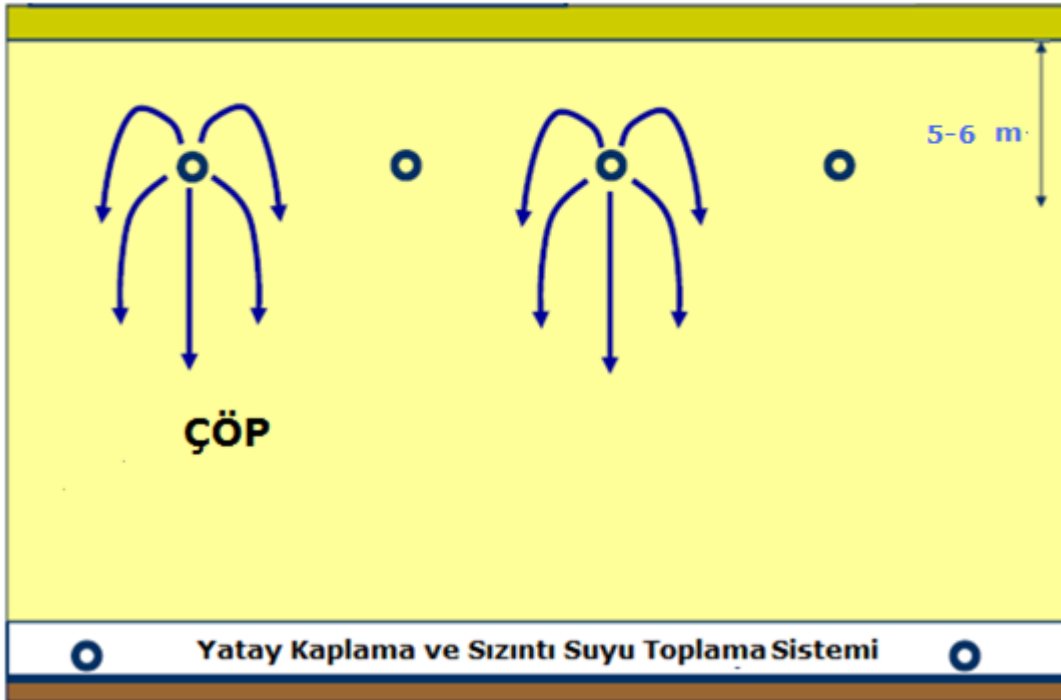
Şekil 2-8. Kapama Safhasına Gelmiş Çöp Depolama Alanında Yatay Hendek Derinliği

İşletilen çöp depolama alanlarında ise yatay hendekler mevcut işletilen seviyeden açılmaya başlatılır. Planlama ve projelendirme çalışmaları buna göre yapılır. Tabandan itibaren yatay hendekleri açmak mümkün olsa da bu işlemin yatırım maliyeti oldukça pahalıdır. Çalışmakta olan bir çöp depolama alanı yatay hendek açılması planı **Şekil 2-9**'de verilmiştir.

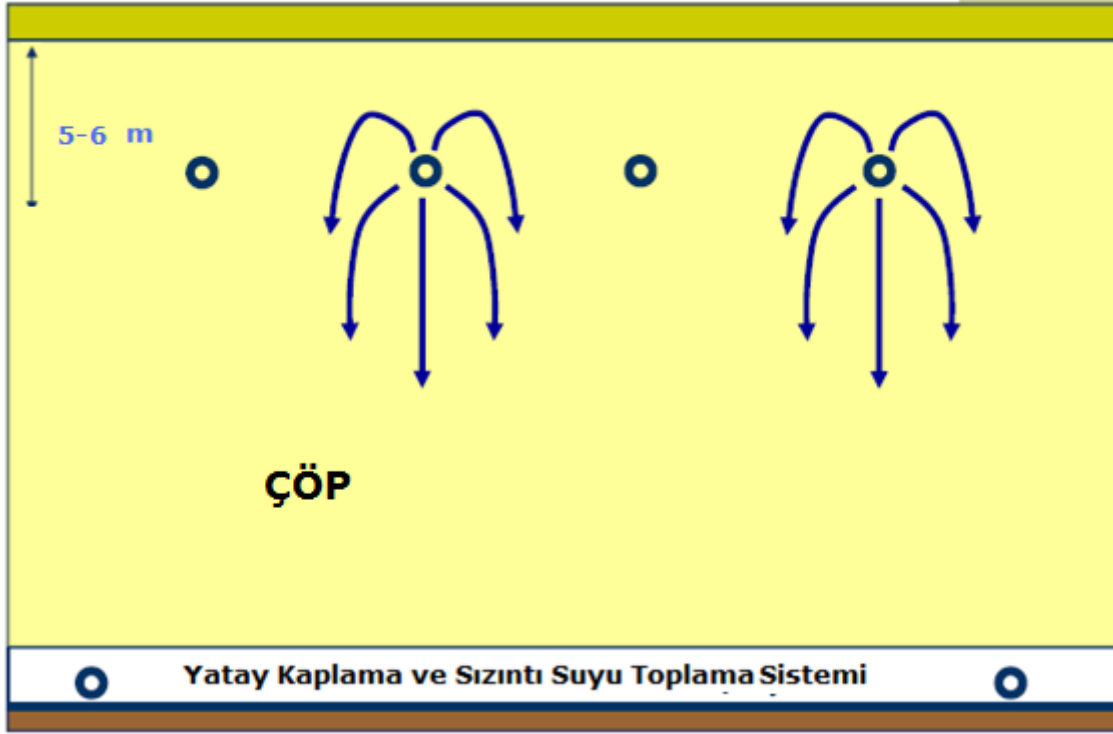


Şekil 2-9. Çalışmakta Olan Çöp Depolama Alanında Yatay Hendekler

Kapatılan veya kapanma notasına gelmiş çöp depolama alanlarında sızıntı suyu devridaimi ve sistemin çalışma prensibi Şekil 2-10 ve Şekil 2-11’de verilmiştir. Şekil 2-10 ve Şekil 2-11’den de anlaşılacağı gibi yatay hendeklerdeki borulara aynı anda sızıntı suyu verilmez. Sızıntı suyu kademeli olarak verilir.



Şekil 2-10 . Sızıntı Suyu Devridaimi



Şekil 2-11. Sızıntı Suyu Devridaimi

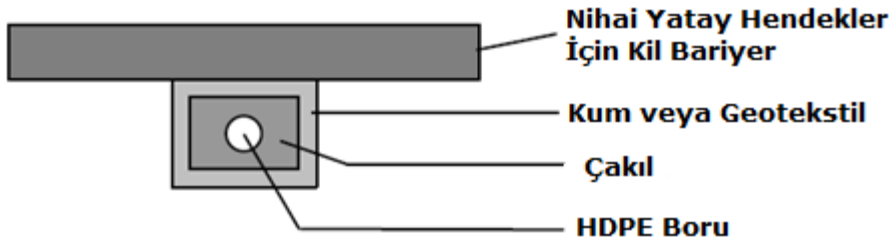
Çöp depolama alanı üzerine açılacak yatay hendeklerin her birinin genişliğinin 0,9 ila 1,2 metre arasında olması yeterlidir. Yatay hendeklerde sızıntı sularının devridaim edilmesi için genel olarak gözenekli (delikli) HDPE borular kullanılır. HDPE boruların çaplarının 3,2 cm ila 15 cm arasında olması tavsiye edilir. HDPE borulardaki delik boyutunun 0,65 cm ila 2 cm arasında olması istenir. Genelde her metreye eşit mesafede iki delik açılır. Özellikle deliklerin tıkanmaması için gerekli önlemler alınır ve örtü malzemeleri ona göre seçilir.

HDPE boru çevresine yerleştirilecek yataklama malzemelerinin, ufalanmış eski lastik parçaları, kireç içermeyen taş ve çakıllar, bitki ve ağaç yongaları ve kırılmış cam parçaları olması tavsiye edilir. HDPE'den gelen sızıntı sularının hendek içinden çöp içine kolay nüfus etmesi için bu tür malzemeler kullanılması tavsiye edilir. Cam kırıklarından yapılan bir yataklama şekli **Şekil 2-12'**da verilmiştir. Genelde yataklama malzemesi olarak ufalanmış araç lastikleri kullanılması tavsiye edilmektedir.



Şekil 2-12. Yataklama Malzemesi Olarak Kullanılan Cam Kırıkları

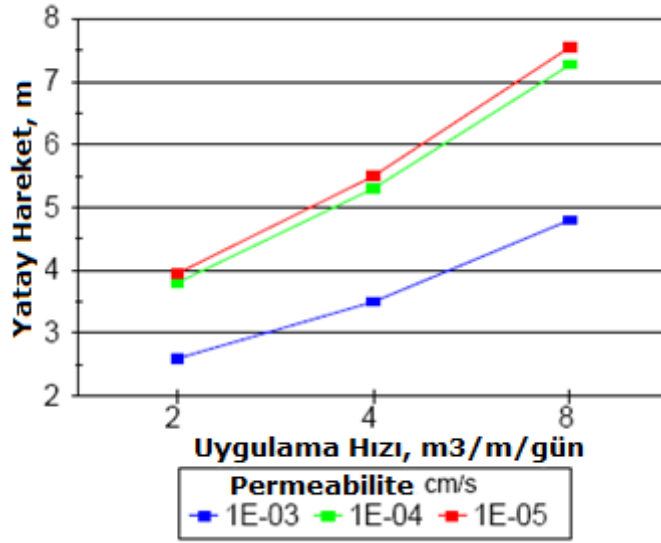
Yatay hendek içine yerleştirilen sızıntı suyu resirkülasyon borusu ve çevresine yerleştirilen malzemelerin kesiti **Şekil 2-13'**de verilmiştir. **Şekil 2-13'**de depolama işleminde sona gelmiş bir çöp depolama tesisinin görüntüsü verilmiştir. Sızıntı suyu borusu yerleştirilmeden önce açılan çukurun tabanına önce kum veya geotekstil malzeme serilir, sonra üzerine çakıl serilir. HDPE boru çakıl içine yerleştirilir ve üzeri çakılla kapatılır ve üzerine belli kalınlıkta kum veya geotekstil malzeme konur. Yine üzeri çukur açarken ortaya çıkan çöple örtülür.



Şekil 2-13. Sızıntı Suyunun Yatay resirkülasyon Boru Yerleştirme Kesiti

Yatay hendek içindeki HDPE boru içinden çöp depolama alanı içine günlük çöp sızıntı suyu resirkülasyon enjeksiyon hızı $0,370 \text{ m}^3/\text{m}/\text{gün}$ ile $5 \text{ m}^3/\text{m} /\text{gün}$ arasında değişir.

Çöp depolama alanına verilen sızıntı sularının çöp içinde yatay olarak dağılımı çöplerin sıkıştırılmasına bağlı olarak değişmektedir. Çöpleri sıkıştırma oranına bağlı olarak sızıntı sularının yatay olarak dağılımı **Şekil 2-14'**de verilmiştir. Çöpler ne kadar fazla sıkıştırılırsa, yani permeabilite 10^{-4} üzerinde olursa sızıntı suyunun çöp içinde yatay dağılımı o oranda fazla olur. Ancak sıkıştırılan çöp, resürküle edilen sızıntı suyunun dağılımı yavaşlatır. Bu da atık tarafından sızıntı suyunun resürkülasyonunu sınırlandırır. Bu yüzden birim zamanda daha az sızıntı suyu çöp içine resürküle edilir.



Şekil 2-14. Sızıntı Sularının Çöplerin Sıkıştırılmasına Bağlı Çöp İçinde Dağılımı

Havuzdan alınan sızıntı suyu çöp depolama alanında oluşturulan yatay hendekler içindeki HDPE borulara **Şekil 2-6** ve **Şekil 2-7**'de gösterilen sıralamalara göre enjekte edilir. Her bir kademe için enjeksiyon süresi günlük yaklaşık olarak 8 saattir.

Pompa ile aşırı enerji tüketmeyecek maksimum şekilde yatay borulara sızıntı suyunun basılması tavsiye edilir. Çünkü bu pompalarla sürekli sızıntı suyu basılacaktır ve enerji tüketimi minimize edilmelidir.

Çöp içindeki nem miktarını %20'den %35'e çıkarmak için bir ton çöp başına 210 litre sızıntı suyu ortama enjekte edilmelidir. Depolama alanında oluşan sızıntı sularının tamamı çöp depolama alanında kullanılabilir. Çöp depolama alan içindeki nem miktarına bağlı olarak biyolojik olarak parçalanabilir organik maddelerin kararlı son ürünlere dönüşebilmesi için ortama ilave edilmesi gerekli sızıntı miktarı **Tablo 2-1**'de verilmiştir. Eğer **Tablo 2-1**'de verilen miktarda sızıntı suyu yoksa dışarıdan başka atıksu ortama ilave edilir. Atıksuyun biyobozulur organik madde içeriğinin yüksek olması tavsiye edilir. Nişasta ve şeker fabrikaları atıksuları gibi. **Tablo 2-1**'de verilen sızıntı suları tekniğine uygun olarak çöp depolama alanına verildiği zaman tekrar oluşan sızıntı suyu kanalizasyona veriliyorsa ayrıca sızıntı suyunu arıtmaya (dengeleme havuzu ve ön çöktürme hariç) gerek olmayabilir.

Tablo 2-1. Çöp İçindeki Nem Oranına Bağlı Olarak İlave Edilmesi Gerekli Sızıntı Suyu Miktarı

Gerekli Sızıntı Suyu Hacmi, lt./ton çöp			
Çöp İçindeki Nem. %	Hedeflenen Nem Oranı (%)		
	30	35	40
15	194,3	278,96	377,62
20	129,65	209,03	302,02
25	64,64	139,5	226,42
30	0	69,55	151,2

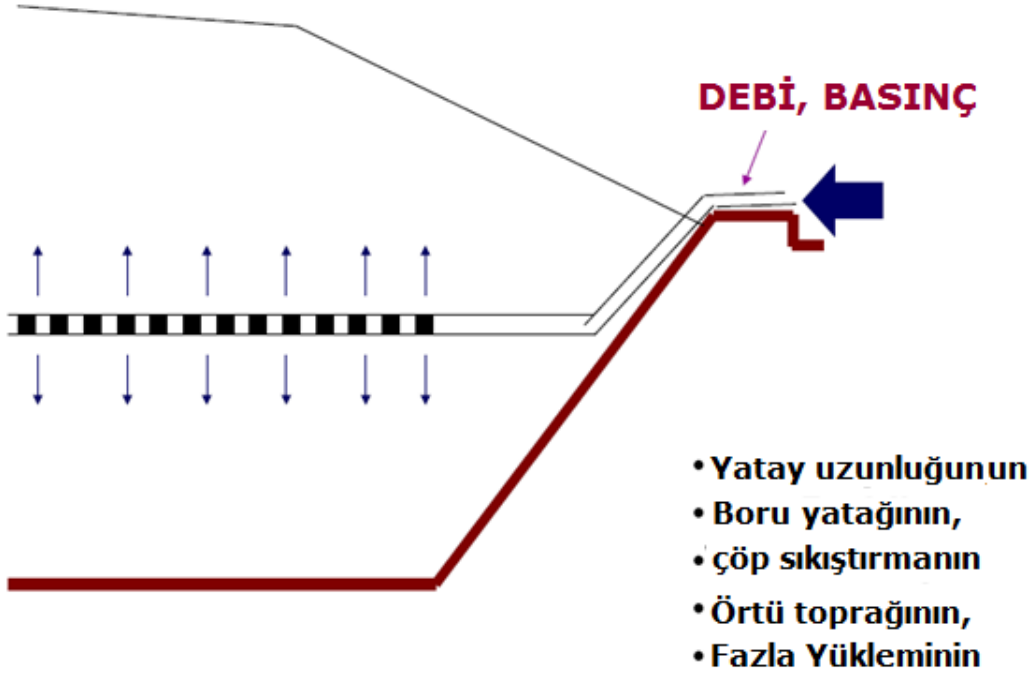
Not: Ağırlıkça yüzde (%),

Pompalarla 1 ft basınç yüksekliği başına her 1 ft yatay hendek veya dikey kuyu içindeki enjeksiyon borularından saatte 1,2 lt sızıntı suyu enjekte edilir.

Yatay ve dikey borularda sızmaları minimize eden şartlar, sızıntı suyu resürkülasyonunu olumsuz etkiler.

Çöp depolama alanı içindeki nem miktarı %30'un altına düştüğü zaman çöp için yatay borular yardımıyla sızıntı suyu enjekte edilmelidir. Çöp içindeki nem miktarı %50'i aşmamalıdır. Bu yüzden çöp depolama alanına verilen sızıntı suyu miktarı ve depolama alanı içindeki nem oranı izlenerek kontrol edilebilir. Çöp sızıntı suyunun yatay gözenekli HDPE boru içinden çöp içinde dağılımı **Şekil 2-15'**de verilmiştir. Sızıntı sularının çöp içine enjeksiyonu pompalar yardımıyla yapılmaktadır.

SIZINTI SUYUNUN YATAY HENDEKLERDE DAĞILIMI



Şekil 2-15. Sızıntı Suyunun Yatay Dağılımını Etkileyen Faktörler