



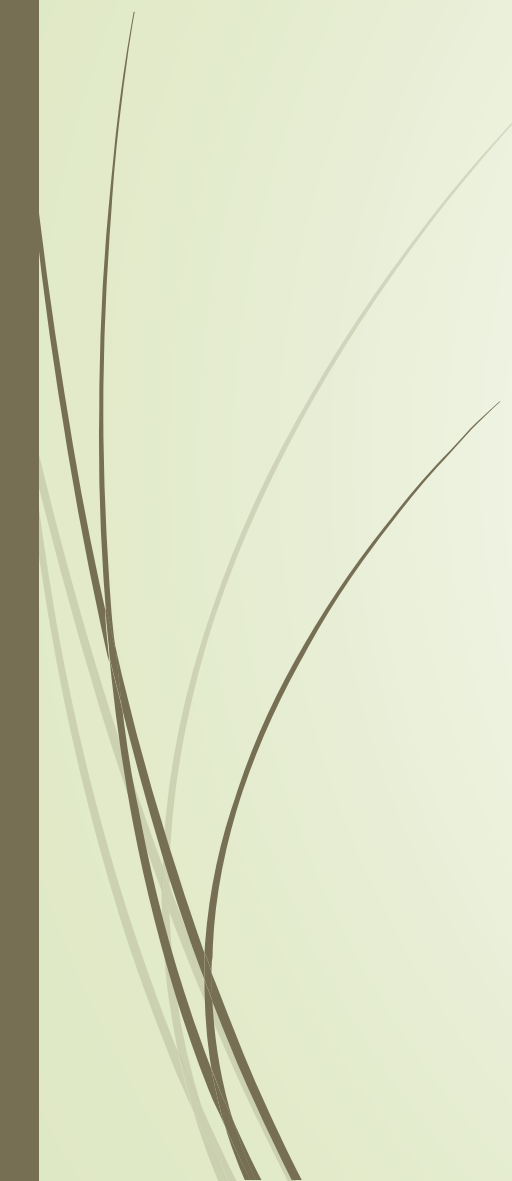
SIZINTI SUYU VE GAZ TOPLAMA SİSTEMİNİN OLUŞTURULMASI

SIZINTI SUYU TOPLAMA VE BİRİKTİRME

- Atık hücresi tabanında biriken sızıntı suyu, geçirimsiz tabaka üzerinde en fazla 30 cm hidrolik yük oluşturmali ve olabildiğince hızlı bir şekilde hücre dışına tahliye edilmelidir.
- Sızıntı suyu cazibeli ve terfili olmak üzere iki şekilde uzaklaştırılabilir.
- Sızıntı suyu toplama sistemi başlıca aşağıdaki bileşenlerden oluşur:
 - * Koruma ve drenaj tabakası
 - * Delikli tali ve ana toplama boruları
 - * Pompa emme ve toplama haznesi
 - * Sızıntı suyu terfi/tahliye pompaları
 - * Pompa otomatik kontrol sistemi
 - * Terfi merkezi binası ve pompa donanımı
 - * Terfili veya cazibeli kanalizasyon hattı

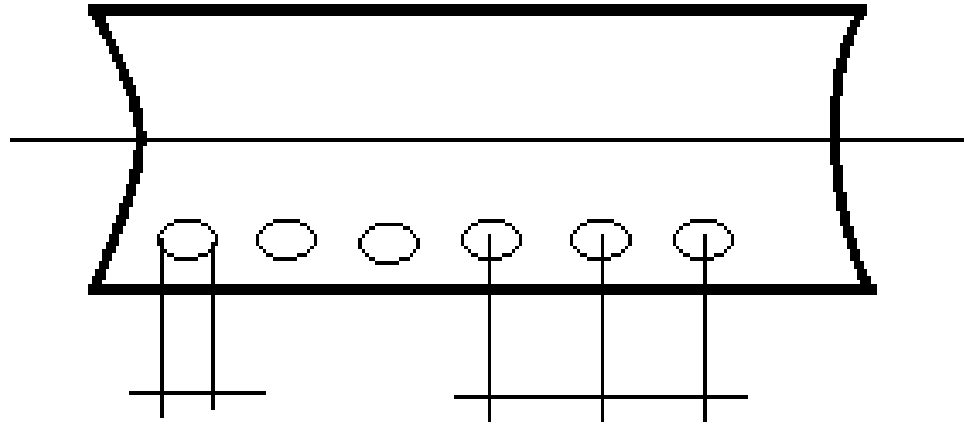
► Tablo: Sızıntı suyu toplama bileşenleri için tasarım kriterleri

PARAMETRE	ARALIK	ORTALAMA	KAKY KRİTERLERİ
Sızıntı suyu yükü (L/ha. Gün)	5610-9350	7010	
Max. Sızıntı suyu yüksekliği (cm)	23-30	28	
Boru aralığı (cm)	18-122	55	
Toplama borusu çapı (cm)	15-20	20	≥ 10
Toplama borusunun yapıldığı malzeme	PVC veya HDPE	HDPE	
Boru Eğimi (%)	0,5-2	1	1
Drenaj Eğimi (%)	0,2-2	1	1

- 
- 
- Atık hücreleri tabanından toplanan sızıntı suyu, arıtılıp uzaklaştırılincaya veya depo üzerine devrettirilinceye kadar, depolama alanının uygun bir yerinde inşa edilecek sızıntı suyu biriktirme havuzunda geçici olarak depolanır. Sızıntı suyunun biriktirilmesi arıtma öncesi debi ve konsantrasyon dengelenmesi bakımından da yararlıdır. Bu amaçla genelde depolama alanında 25 yıl tekerrürlü ve 24 saat süreli yağış sonucu oluşacak yüzeysel akışı biriktirmeye yetecek büyüklükte bir kapasite düşünülür.

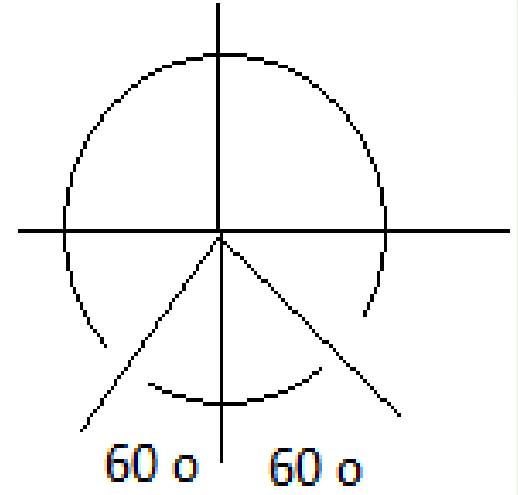
Sızıntı suyu toplama sistemi tasarımı

- Genelde düzenli depolama ile ilgili mevzuat geçirimsiz tabaka üzerindeki azami sızıntı suyu yüksekliğini (su yükü) 30 cm ile sınırlandırır.
- Sızıntı suyu toplama (drenaj) sistemindeki drenaj borularının uzunlukları, drenaj yüzeyi (alanı) eğimi, drenaj malzemesi (çakıl veya geotekstil) iletkenliği ve sızıntı suyu tahliye hızı, geçirimsiz tabaka üzerindeki su yükü üzerinde etkilidir.

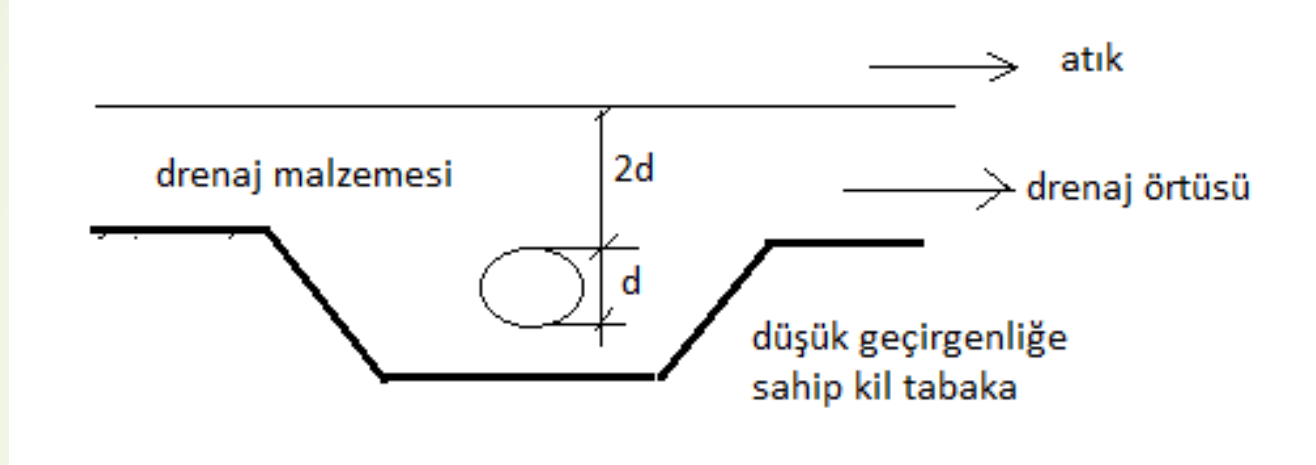


(delik çapı 6-9 mm)

(delikler arası mesafe
değişken)



- Drenaj borusunu düzenli depolama alanında kullanılan ağır makinaların tekerlek yüklerinden korumak ve depo tabanındaki sızıntı suyunun daha kolay toplanması için genellikle aşağıda şekli verilen kesit uygulanır.



- Sızıntı suyu toplama borusu üzerine teşkil edilen granüler drenaj tabakası kalınlığı boru çapının en az iki katı ($2d$) veya en az 30 cm olmalıdır. Bu tabakadaki çakıl malzemenin iletkenlik katsayısı $k \geq 10^{-3}$ cm/s olmalıdır. Çakıl malzemede uniformluk katsayısının ≥ 4 , maksimum dane çapının da ≤ 20 olması aranan özelliklerdir.

Sızıntı Suyu Toplama Sisteminin Oluşturulması

➡ Depolama alanında oluşan sızıntı suları aşağıda verilen drenaj sistemleri ile toplanabilir:

➡ Alan Drenaj Sistemi

Mineral maddeden teşkil edilen sızdırmazlık tabakasının inşaatından hemen sonra kalker oranı %20'den küçük, çakıl filtreden teşkil edilen alan drenajı sistemi yapılmalıdır. Alan drenaj sistemi, sızdırmazlık tabakasını yağmur erozyonu ve güneş ışınlarına karşı korumaktadır.

➤ **Resim : Drenaj Tabakası**

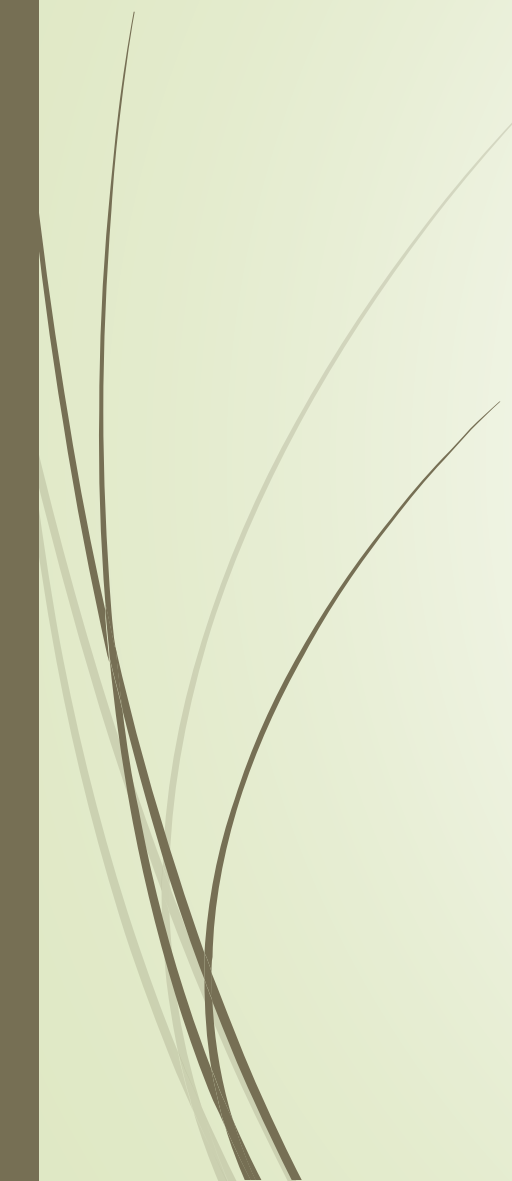


➤ Resim : Drenaj Tabakası





➤ Boru Drenaj Sistemi

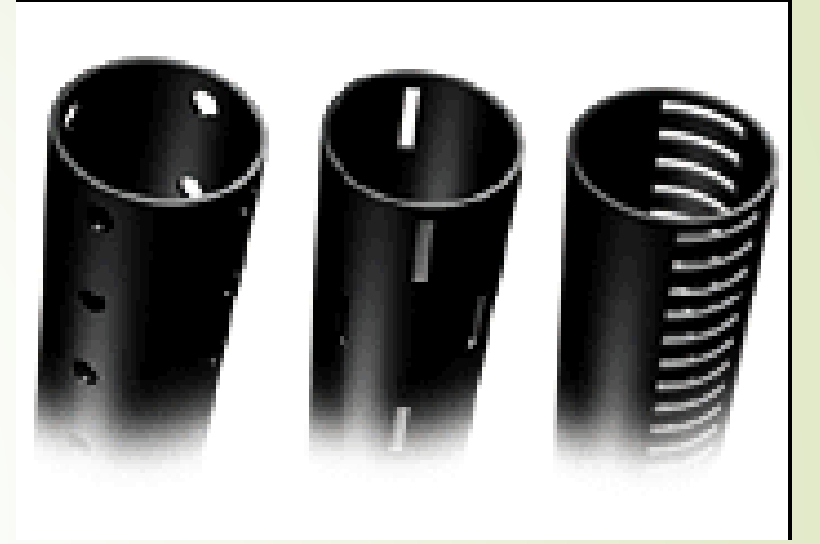
- Bu sistemde sızıntı suyu borularla toplanmaktadır. Borularla drenaj yapılması halinde dahi alan drenajının terk edilmesi uygun değildir. Kuvvetli sağanak yağışlarda, güneşli havalarda mineral tabaka korunamamaktadır. Boru drenaj sisteminde, boruların tıkanma durumu söz konusudur ve temizlenmeleri zordur.
- 

■ Birleşik Drenaj Sistemi

- Birleşik drenaj sistemi alan drenajı ve boru drenajının birlikte uygulandığı sistemdir. Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmelik uyarınca drenaj sistemi, birleşik drenaj sistem olarak yapılmaktadır.
- Bu drenaj sisteminde de yıkanmış, sivri ve keskin hatlara sahip olmayan kalker oranı %20'den küçük dere çakılı (16/32 tane çaplı) kullanılmalıdır.
- Temiz ve yuvarlak şekilli çakıl kullanılmalıdır.
- Drenaj kalınlığı en az 50 cm ve geçirgenliği $K > 1 \times 10^{-4} \text{ m/sn}$ olmalıdır.

➤ Geçirimsiz hale getirilen taban üzerine drenaj boruları döşenerek sızıntı suları bir noktada toplanmalıdır. Depo tabanının boyuna eğimi en az %3 olacak şekilde yapılmalıdır.

➤ Drenaj boruları, münferit borular şeklinde, yatayda ve düşeyde kıvrım yapmadan doğrusal olarak depo sahası dışına çıkartılmalı ve çöp sızıntı suyu toplama havuzuna iletilmelidir.



- 
- 
- Yüksek poroziteli drenaj tabakası teşkil edilmelidir
 - Büyük hacimli ve filtre stabilitesi olan malzeme kullanılmalıdır.
 - Drenaj boruları arası mesafe uygun olmalıdır.
 - Drenaj tabakası üzeri uygun atıkla minimum 2 m kalınlığında örtülmelidir.
 - Paralel toplama hatları oluşturulmalıdır.
 - Boru çapı 150 mm'den büyük olmalıdır
 - Drenaj tabakası kalınlığı >30 cm olmalıdır.
 - Boru istikametleri, depo şartlarında oluşacak basınçlara göre dizayn edilmelidir.

► Resim 12: Sızıntı Suyu Drenaj Borusu Yerleştirilmesi



➤ **Resim . Sızıntı Suyu Dren Borularının Yerleştirilmesi**



➤ Resim 16. Sızıntı Suyu Borularının Kaynak İşlemleri



➤ Resim Drenaj Tabakasının Oluşturulması





➤ **Resim Katı Atık Dökümüne Hazır Sahanın Genel Görünümü**

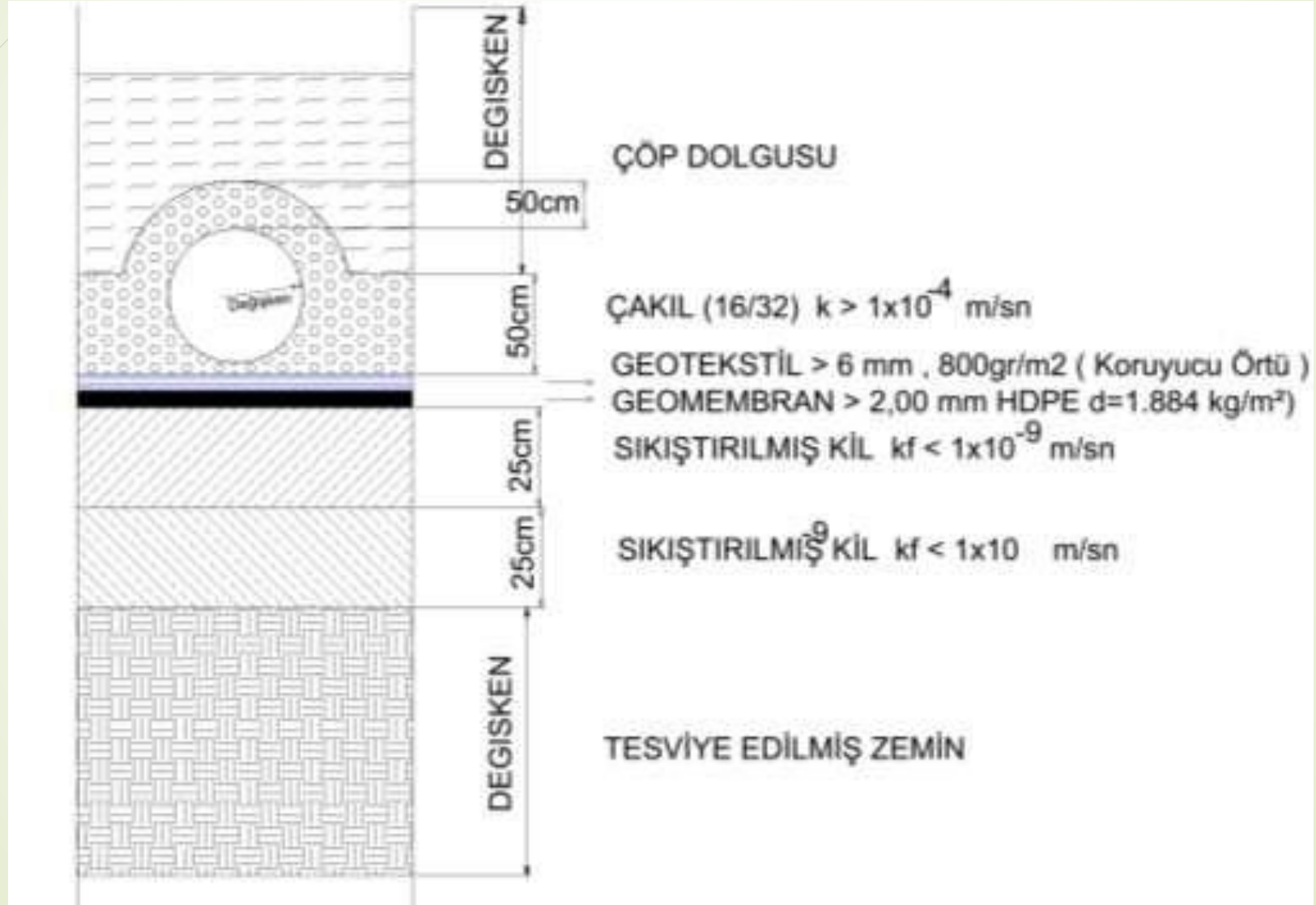




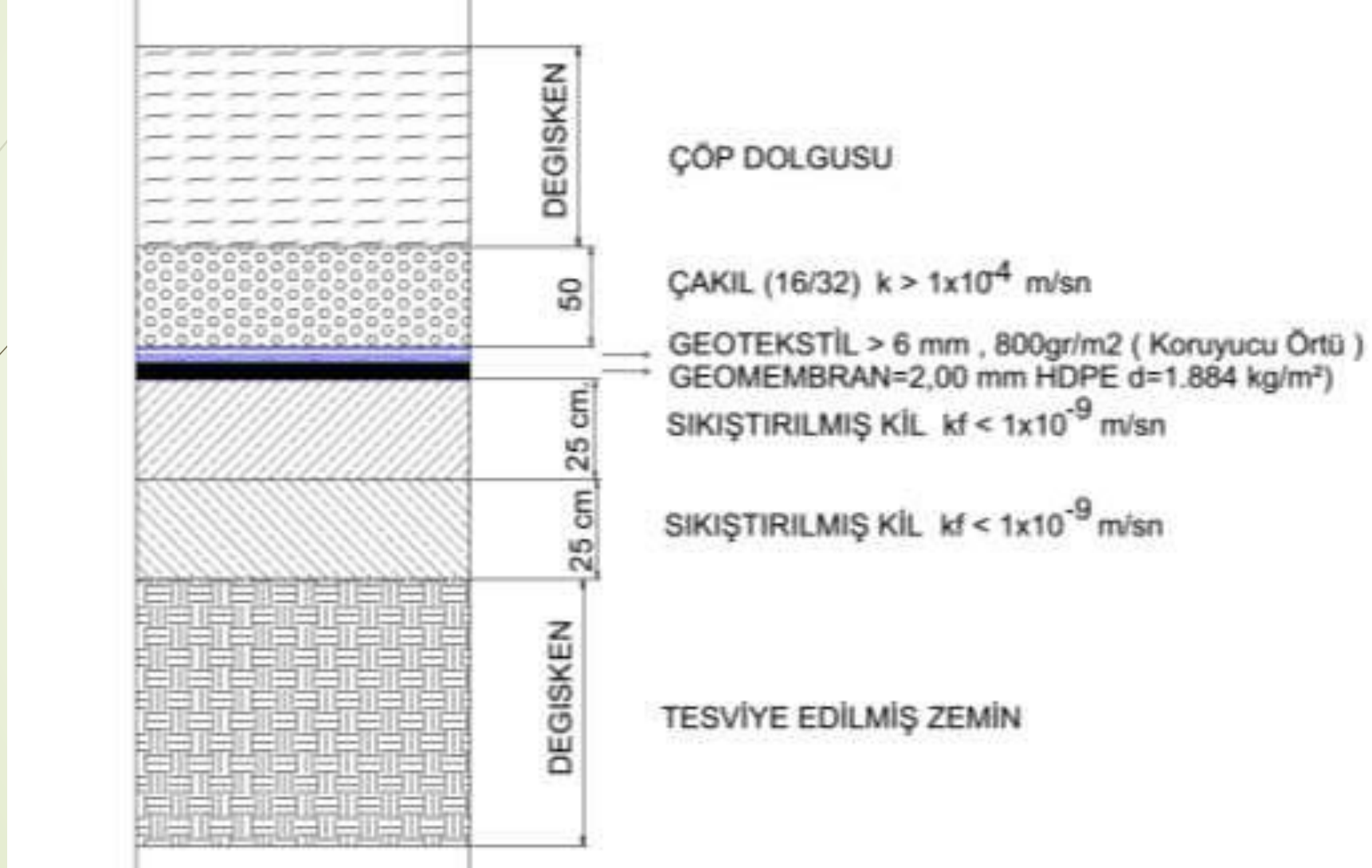
Boru seçiminde istenilen kriterler:

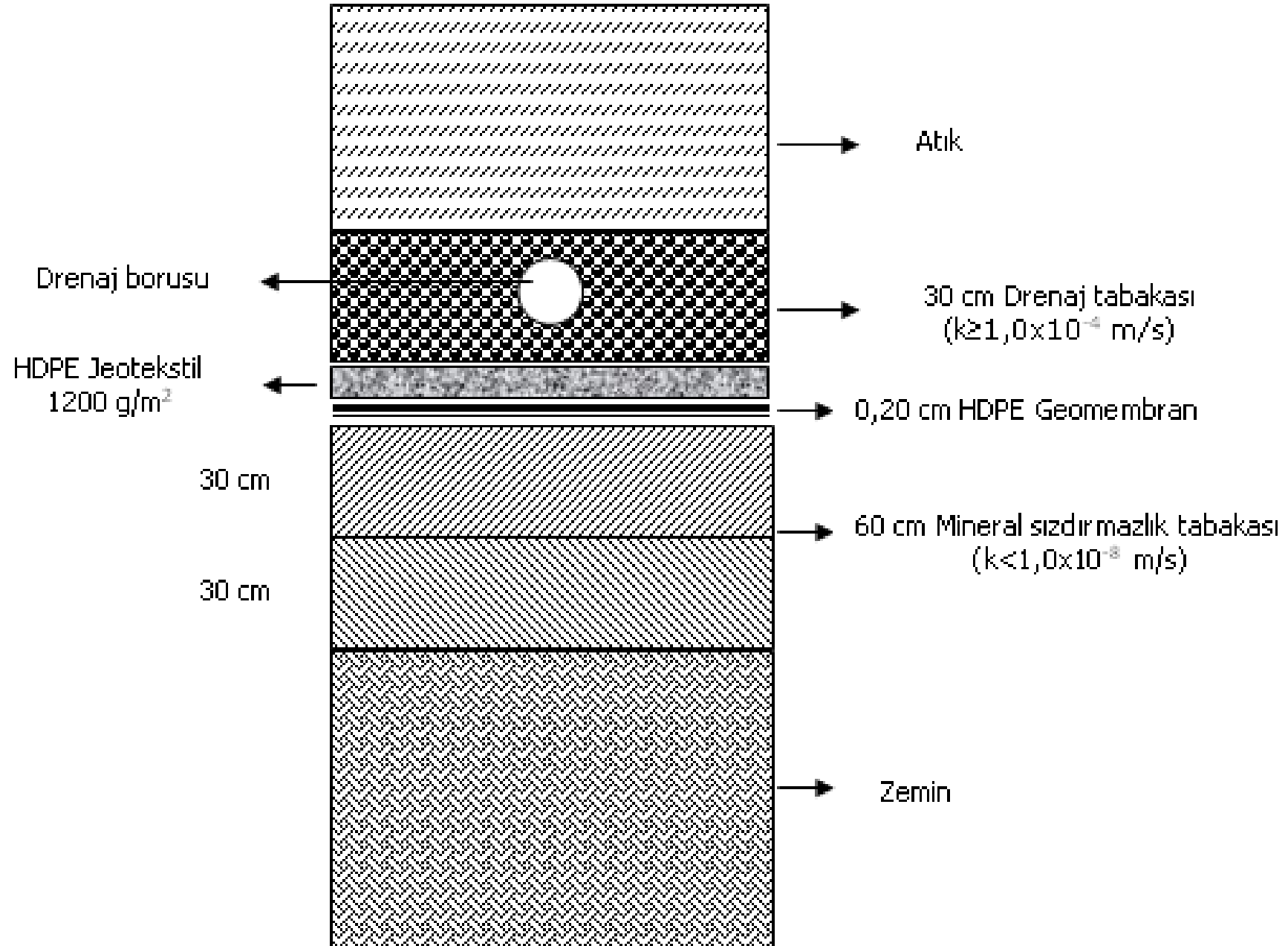
- • Saha içersinde kalan kısımlar 1/3 dolu, 2/3 delikli kesite sahip olmalıdır.
- • Borular iç basınca değil dış basınca dayanıklı olmalıdır.
- • Boru et kalınlığına dikkat edilmelidir. (HDPE PN 10 gibi)

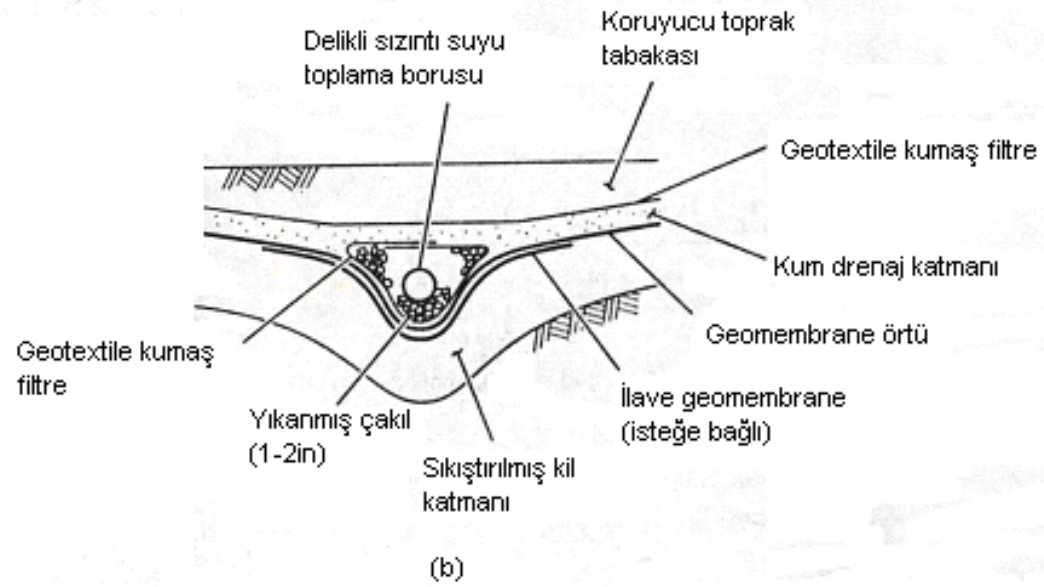
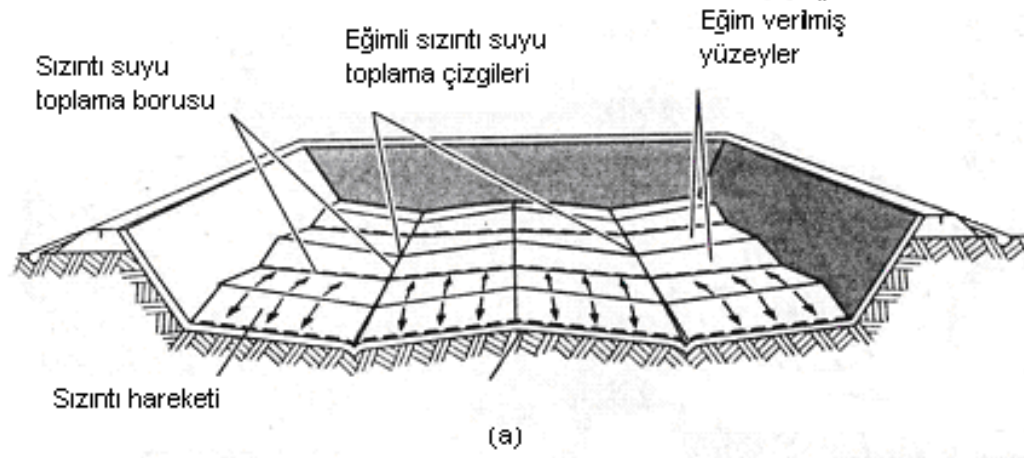
➤ Şekil : II. Sınıf Düzenli Depolama Alanı Çöp Sızıntı Suyu Toplama Sistemi

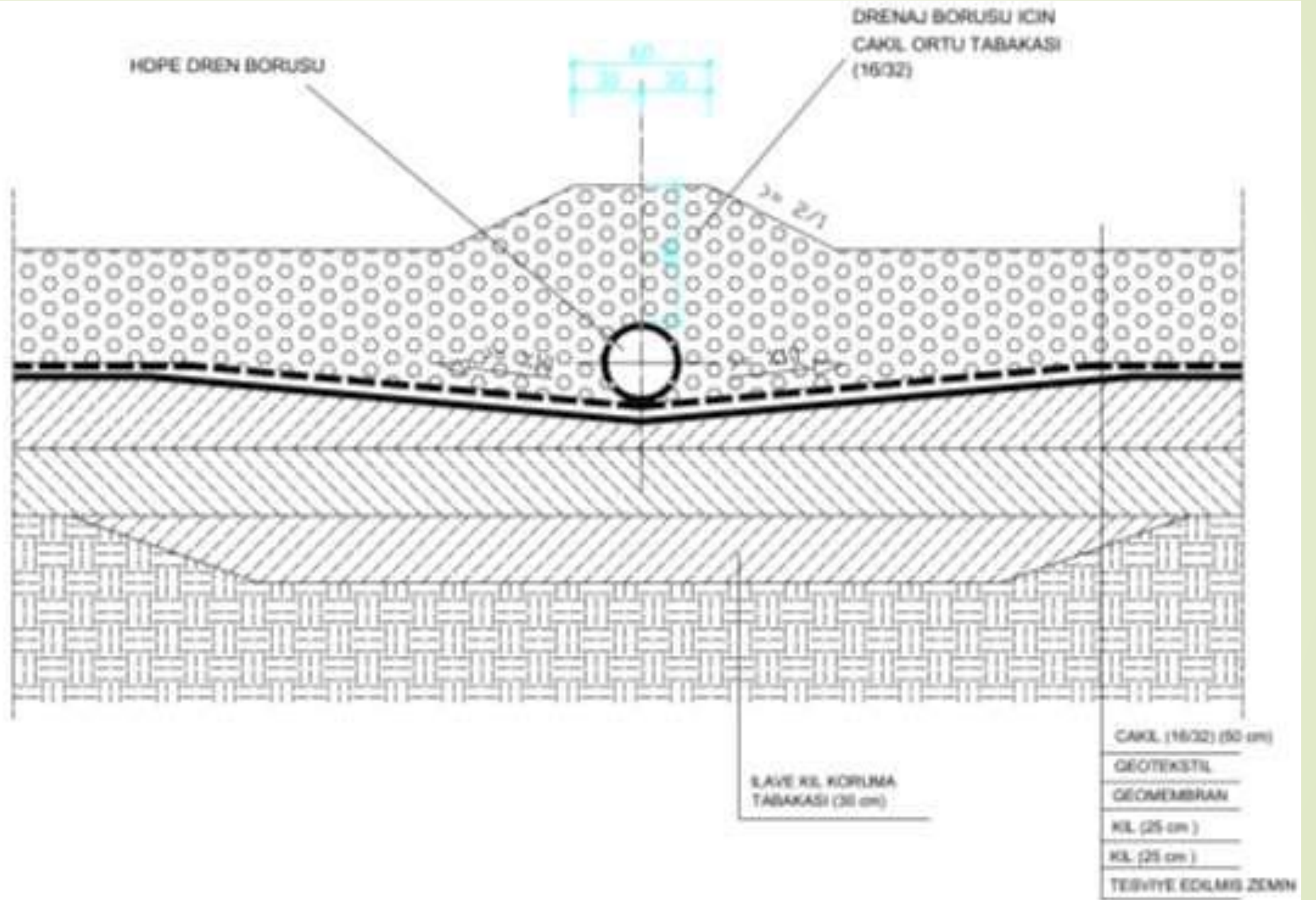


➤ Şekil II. Sınıf Düzenli Depolama Alanı Taban Geçirimsizlik Sistemi

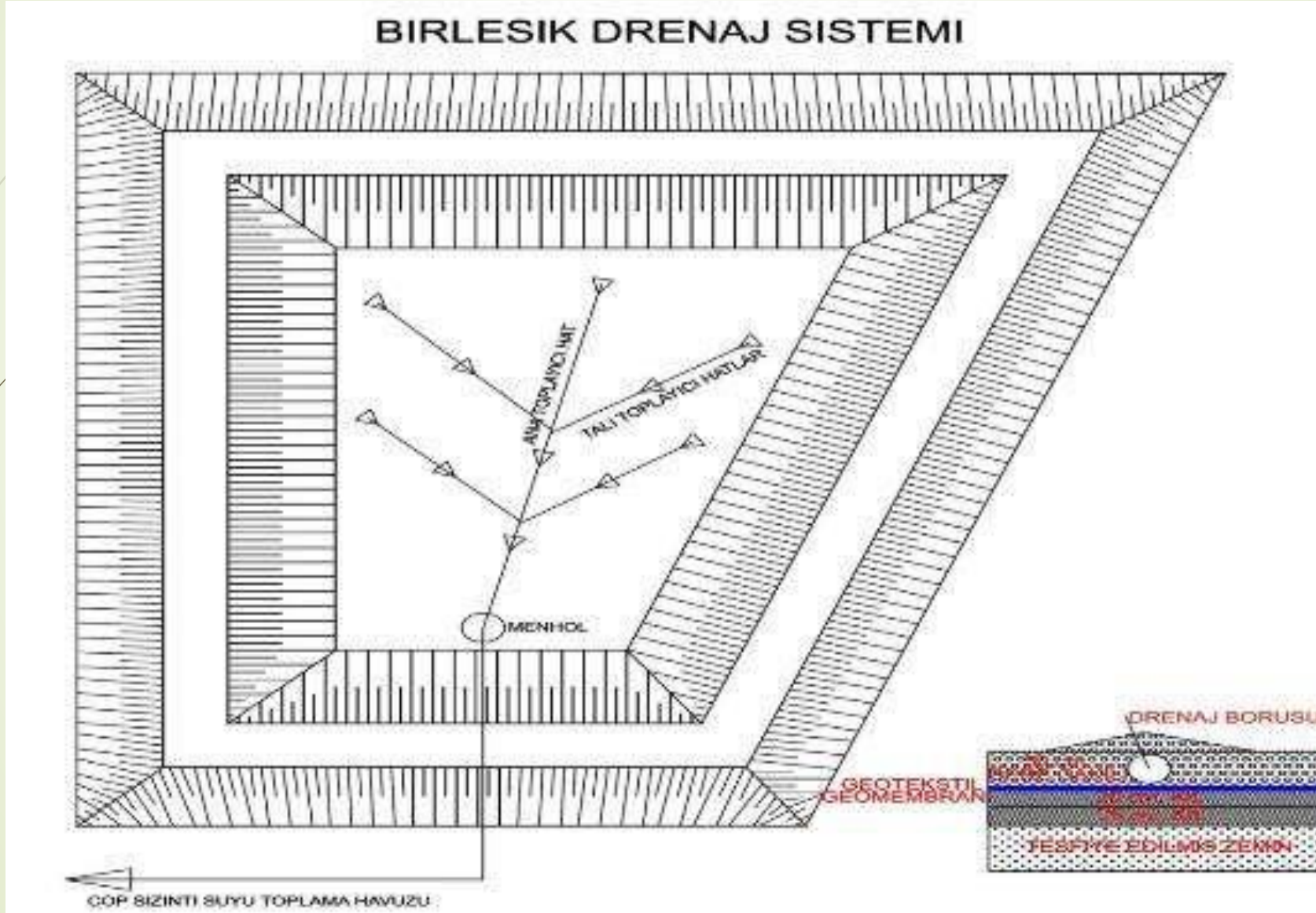








➤ Şekil : Örnek Birleşik Drenaj Sistemi



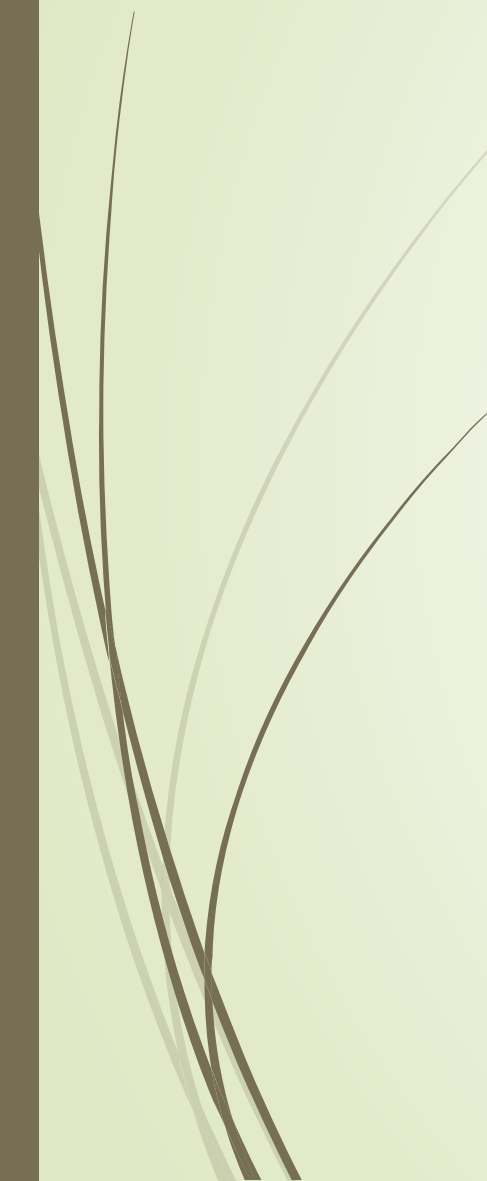
Depo Gazı Toplama Sistemi Oluşturulması

- Depo kütlesinde havasız kalan organik maddenin, mikrobiyolojik olarak ayrışması sonucu oluşan metan gazı ağırlıklı olmak üzere karbondioksit, hidrojen sülfür, amonyak ve azot bileşikleri yatay ve düşey gaz toplama sistemi ile toplanmaktadır.
- Gaz bacalarının yapım amacı ileriye dönük enerji dönüşümü ve depolamadan kaynaklanan gazların kontrol altına alınması, yangın vb. risklerin minimize edilerek pasif kontrolü sağlamaktır.

- 
- 
- Verimli olan gaz kuyuları depo gazı (LFG) enerji santrali, arıtma tesisi biyolojik havuzların ısıtılması ve meşalede yakılmak suretiyle değerlendirilmektedir.
 - Gaz bacası yapımında 140 mm. HDPE delikli boru, çelik hasır(5*15 cm) ve çakıl malzemeleri kullanılmaktadır.
 - II. Sınıf Düzenli Depolama Tesisinde Pasif Gaz Toplama bacaları **50–75 metre aralıklarla** depolama alanına projeye uygun olarak döşenmektedir.





- 
- 
- Depo gazlarının(LFG) sebep olduğu potansiyel tehlikeler bu gazların patlayıcılık, yanıcılık, toksik ve kanserojenik özelliklerinden kaynaklanmaktadır. Depo gazlarının sebep olduğu potansiyel tehlikeler yangınlar ve patlamalar, bitki örtüsüne zararlar, istenmeyen kokular, sahada meydana gelen çökmeler, yeraltı suyu kirlenmesi, hava kirlenmesi ve küresel ısınma olarak sıralanabilir.

Düzenli deopolama sahalarından çıkan CH₄ ve CO₂ emisyonları küresel ısınmaya veya sera etkisine katkıda bulunurlar. CH₄ moleküler ölçekte küresel ısınmaya karbon dioksitten 21 kat daha fazla etki yapmakta ve diğer gazlara nazaran atmosferde kalma süresi daha uzun olmaktadır. CO₂ ve su buharından sonra infrared(kızılötesi) ışınlarını tutan üçüncü önemli gaz CH₄'dır. Her bir CH₄ molekülü, bir CO₂ molekülünün absorbe edebileceği infrared fotonlarının 21 kat daha fazlasını absorbe edebilir. Ancak, atmosferde 83 kat daha az miktarda CH₄ molekülü bulunduğundan, CH₄'ın sera etkisi CO₂'nin sebep olduğu sera etkisinin 1/4 'ü kadardır. 1 m³ LFG'nin yakılmasıyla 8,24 kg CO₂ eşdeğeri karbon azatılımı gerçekleştirilebilir. LFG içeriğinde bulunan sülfür (H₂S) arıtılmadan yakılması durumunda oluşan emisyonlar hava kirliliğine neden olur.

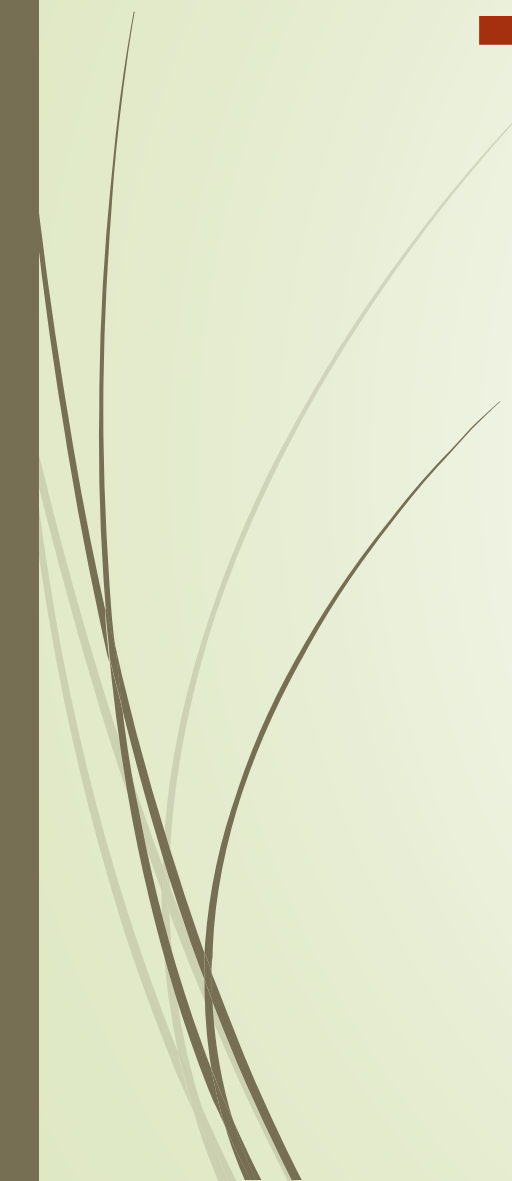
Depo gövdesine havanın girmesiyle CH₄ ve O₂ karışımı belli bir değere ulaşarak yangın riskleri meydana gelebilir. Hava girişi, gaz toplama ve taşıma sistemlerinden aşırı şekilde hava çekilmesi sonucu ortaya çıkmaktadır. Depolama alanlarında katı atıkları yoğunlukları yaklaşık olarak 0.65-0.85 ton/m³ olacak şekilde sıkıştırılmaları tavsiye edilmektedir. Depolama alanında katı atık yeterince sıkıştırılmazsa çöp yüzeyinden hava katı atık içine nüfuz eder. Hava içindeki oksijen metan gazı ile kolay tutuşabilir maddelerin yardımı ile reaksiyona girer ve depolama sahasında yangına neden olabilir. Gizli yangınlar, her zaman kendiliğinden tutuşarak ortaya çıkar ve esas itibarıyla bu yangınlara, ekzotermik, reaksiyon gösteren kimyasal maddeler neden olur. Çöp depolama sahası içindeki gizli yangınlarda yangının çıktığı yer kazılarak ortaya çıkartılır ve böylece yanmakta olan çöp; toprak, su ya da köpüklerle söndürülebilir.

- 
- 
- Depolama sahaları kapatıldıktan sonra; park, golf sahası, kültürel alanlar ve bazen de ticari alanlar olarak kullanılır. Depolama sahasında depo gazı kontrolünün olmadığı durumlarda, depo gazı konsantrasyon ve basınç farklılıklarına bağlı olarak yukarı doğru hareket ederek atmosfere ulaşabilir. Bu olaylar sırasında O₂ yer değiştirir ve bitki kökleri, yüksek konsantrasyonlarda CH₄ ve CO₂'e maruz kalırlar. Direkt olarak CH₄'a maruz kalma bitki büyümesini etkilemeyebilir. Ancak CH₄'ın oksidasyonu sırasında, topraktaki O₂'ini azalması ve açığa çıkan ısının toprak sıcaklığının arttırması bitki kökünün havasız kalmasına sebep olur. Depo gazı ve CH₄'ın oksidasyonundan açığa çıkan CO₂ de yüksek konsantrasyonlarda (%30-45) bitkinin gelişimine zarar verebilir.

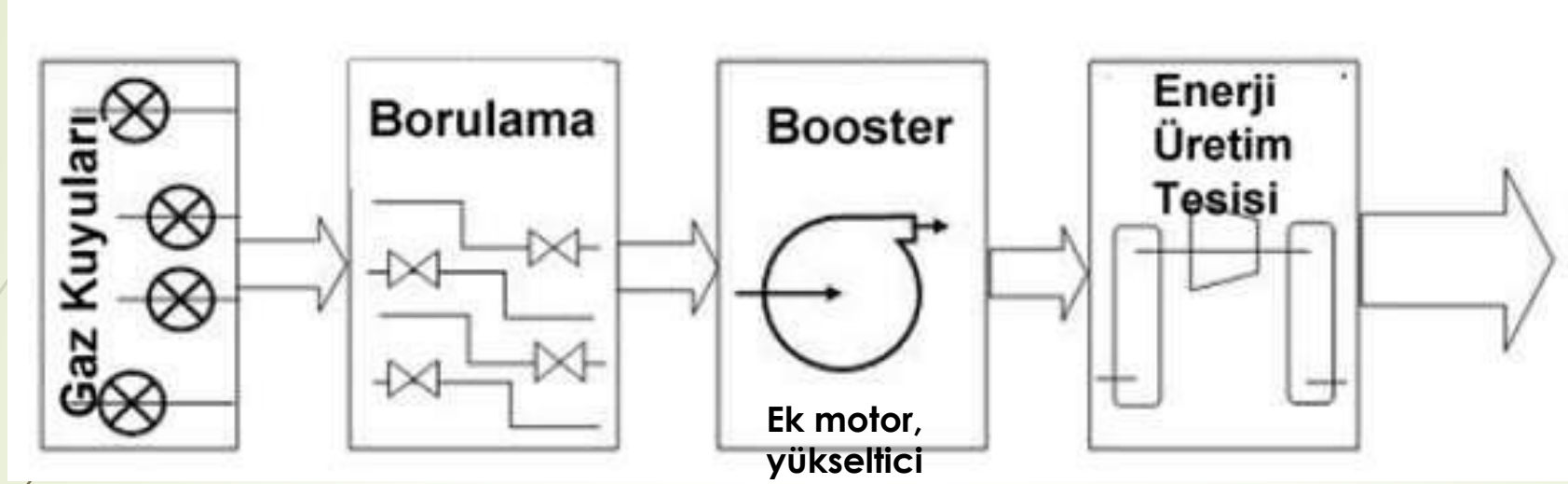
- 
- 
- Yüksek konsantrasyonlarda CO₂ içeren depo gazları, bu gazın yüksek çözünürlüğe sahip olmasından dolayı yeraltı suyunu önemli derecede asidik yapma potansiyeline sahiptir.
 - Ayrıca depo gazındaki eser miktardaki toksik gazların da hava ve yeraltı suyu kaynaklarına ciddi zararlar verebileceği belirlenmiştir. Literatürde düzenli depo sahalarından uzak mesafelerdeki yeraltı sularında uçucu hidrokarbonların belirlendiğine dair çalışmalar mevcuttur. Ayrıca katı atık içinde bulunan ağır metallerde zamanla çözünerek yeterli sızdırmazlığı sağlanmayan depolama alanlarında yer altı suyuna karışabilir.

➤ Resim 13: Depo Gazi Toplama Sistemi



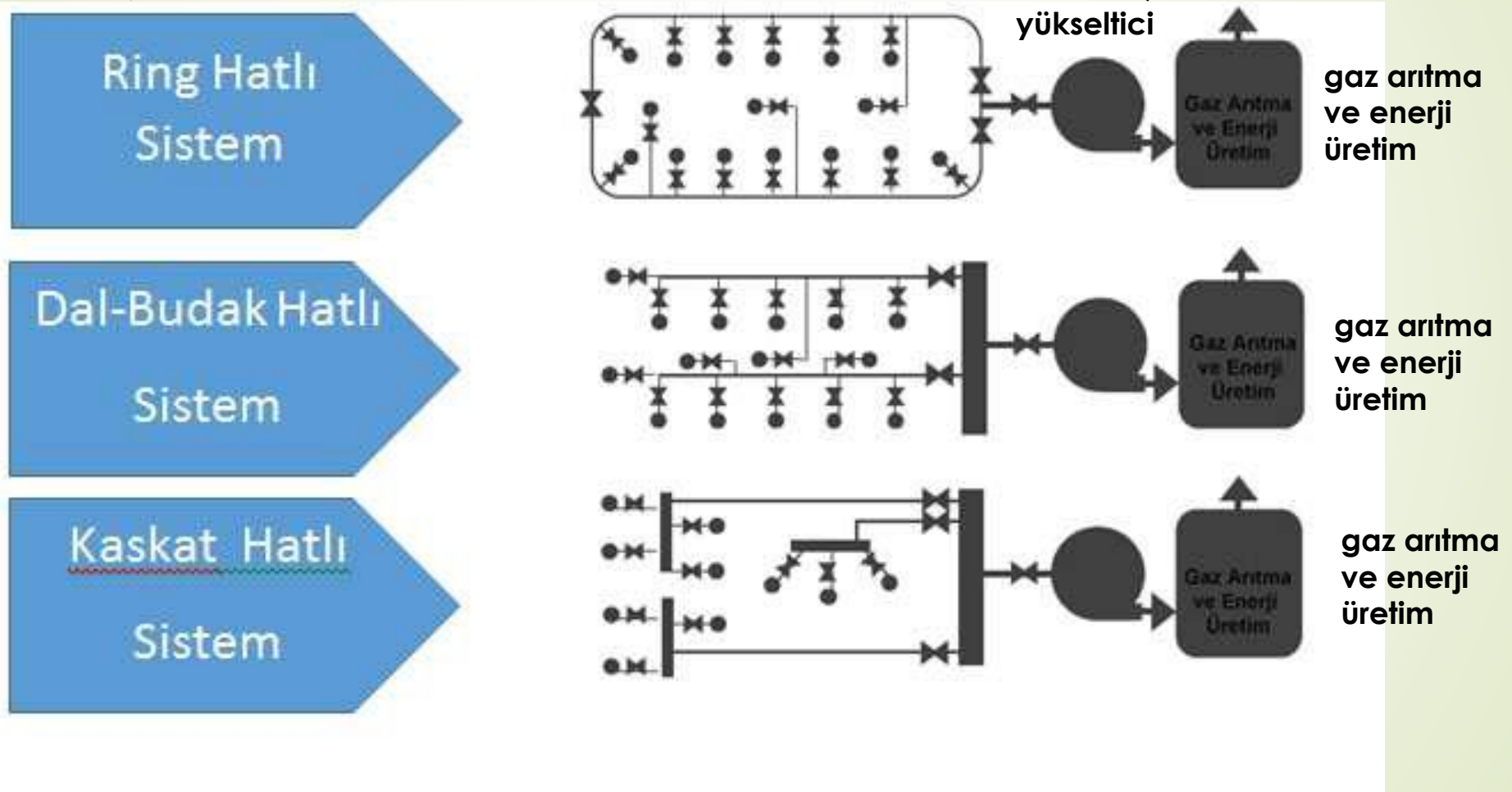
- 
- 
- Gaz toplama sistem tasarımında en temel prensip gaz oluşum hızına paralel olarak oluşan gazın toplanmasıdır. Bu nedenle oluşabilecek gazın matematiksel olarak modellenmesi, gerçekçi tahminler yapılması ve bu sonuçlara uygun olarak tasarlanması gerekir. Sistemin işletme ömrü boyunca genişlemeler ve değişimleri göz önünde bulundurulması gerekir.

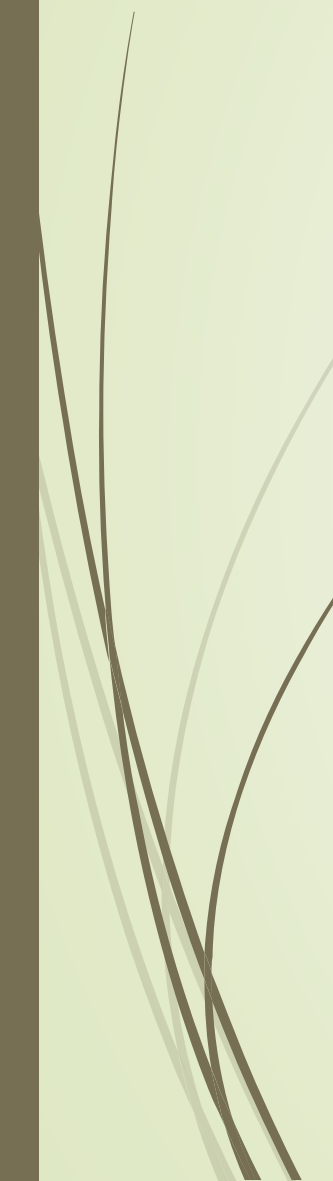
Şekil : Artan Kompleks Yapı ve Maliyet



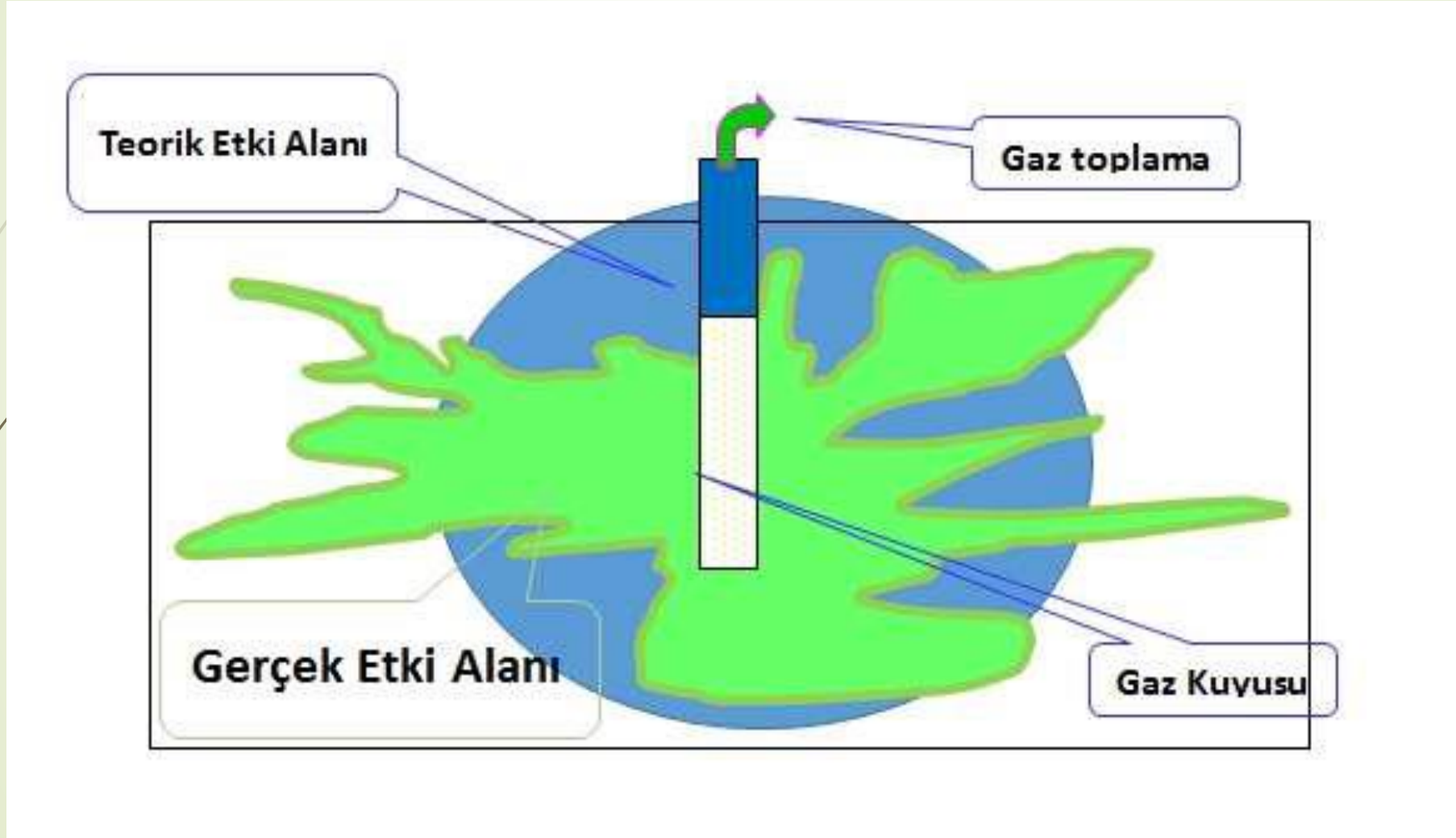
- Sahaya kurulacak olan gaz toplama sistemi için en uygun borulama yapısı belirlenerek tasarlanır. Bunun için ana hattan geçecek olan depo gazının taşınacak debide akış hızı maksimum 9 m/s olacak şekilde boru çapı belirlenir. Manifold merkezlerinde ve ana hatta yoğunlaşma sularını tahliye etmek amacıyla su tutucu sistemler yapılır.

➤ Şekil 15: Ana Hat Tasarımları



- 
- 
- Sistem yatay toplama, dikey toplama veya ikisini de içeren kombine sistemden oluşabilir. Depo sahasında aktif dolumun devam edip etmeyeceği en önemli dizayn parametresini oluşturur. Aynı alanda hem atık dolumu hem de gaz çekimi yapılabilmesi mümkündür. Dikey kuyular genellikle atık yüksekliğinin 20 m'den yüksek olduğu durumda tercih edilmelidir. Genel kanının aksine dikey gaz toplama bacaları oksijen çekmeye yatay kuyuya oranla daha yatkındırlar. Bu nedenle; kuyu etrafının geçirimsizliği iyi bir şekilde yapılmalıdır. Bu boruların yüzeye yaklaşan kısmının 4-5 m'si deliksiz olmalıdır. Boru bağlantıları ileride oluşacak çökmelere dayanabilmesi için esnek şekilde yapılmalıdır. Delikli borular deliksiz borularla birleştiği noktada kum/bentonit karışımı bir malzemeyle en az 0,5 m izole edilmelidir. Delikli boruların etrafı çakıl ile deliksiz boruların etrafı ise kum ile doldurulmalıdır.

► Şekil : Dikey Kuyu Etki Alanı



Resim : Yatay Gaz Toplama Sistemi



- Yatay gaz toplama hatları literatür bilgisinin aksine her çöp derinliğinde kullanılabilir. Yatay gaz toplama hattı dizaynı, yüzeysel gaz kaçakları ve depo gövdesi içindeki sızıntı su yüksekliği parametrelerine göre şekillenir.

Resim 15: Gaz Toplama Bacası ve Meşale



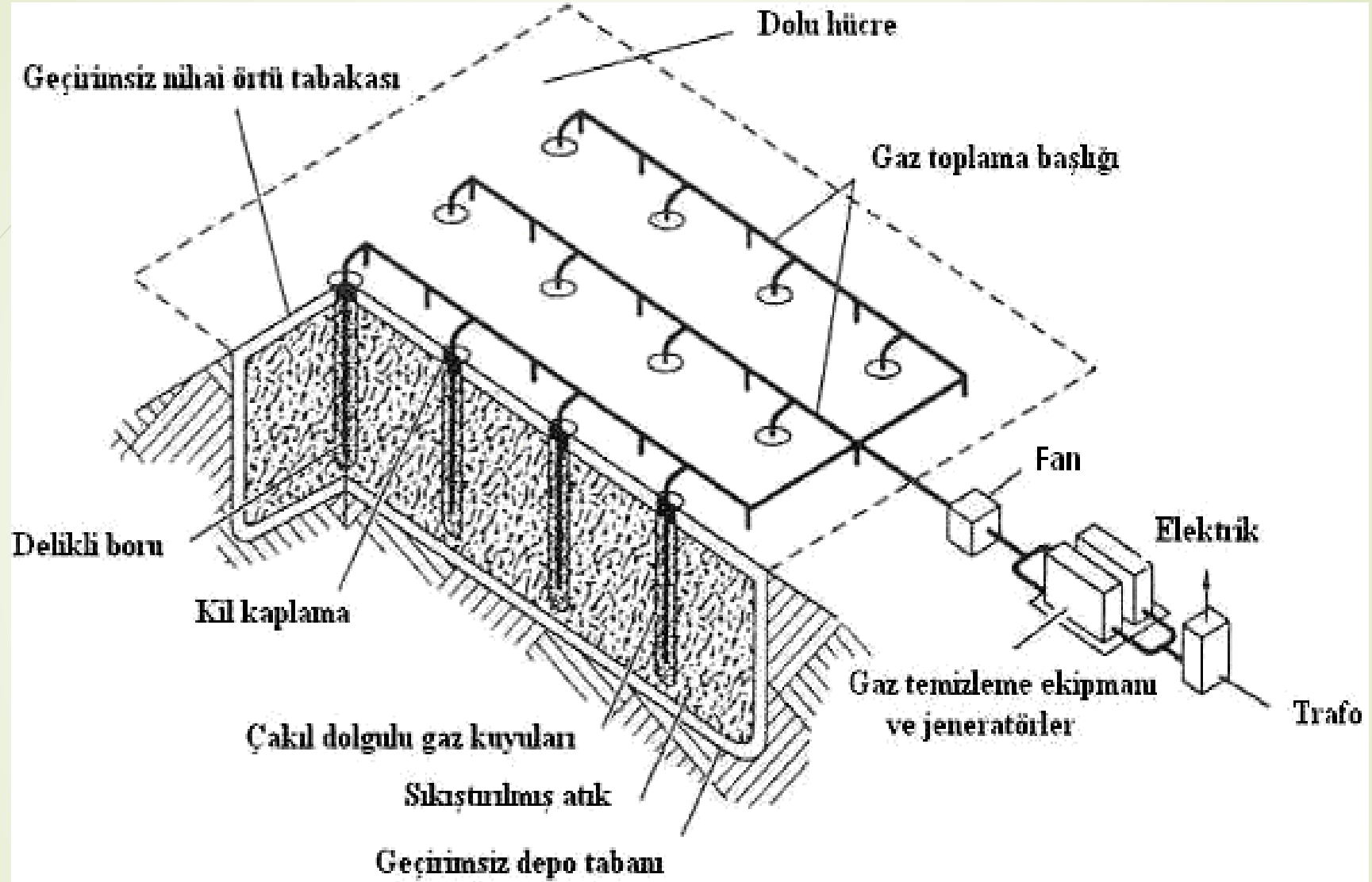
- Aktif olarak dökümün devam ettiği ve depo gazının değerlendirilmediği sahalarda, pasif gaz bacalarına yapılacak portatif meşale yardımı ile yakılabilir.

GAZ TOPLAMA SİSTEMLERİ

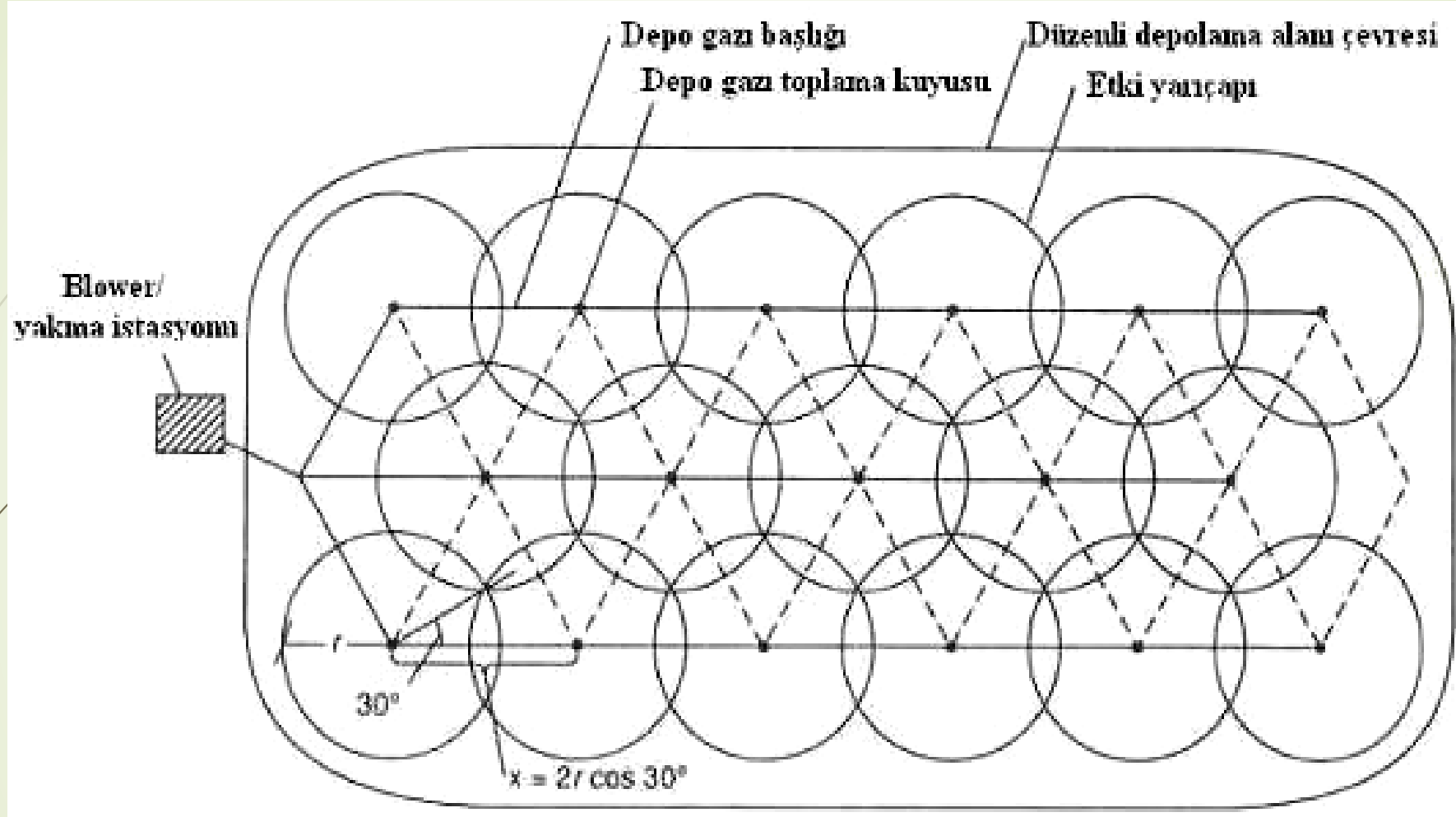
a) Dikey Gaz Toplama Boruları:

Dikey gaz toplama boruları genellikle düzenli depolama tamamlandıktan sonra yerleştirilir. Eski deponi alanlarında ise dikey gaz toplama boruları hem enerji geri kazanımı hem de gaz hareketini kontrol için kullanılır.

- 
- 
- Dikey gaz toplama borusu 4-6 in PVC veya PE malzemedен yapılmış olup bunlar 18-36 inch genişliğinde açılan kuyu içine yerleştirmektedir. Borunun sadece üçte biri delikli olup bunun çevresi çakılla doldurulur ve tüm borunun çevresi de toprak ve kille doldurularak sağlamlaştırılır. Bu boruların deponideki atık yüksekliğinin %80 inine ulaşması gerekir.
 - Dikey gaz toplama boruları kullanılarak oluşturulan tipik bir gaz yönetim sistemi aşağıdaki şekilde verilmiştir.



- Dikey kuyularla gaz toplama ve geri kazanma sistemi

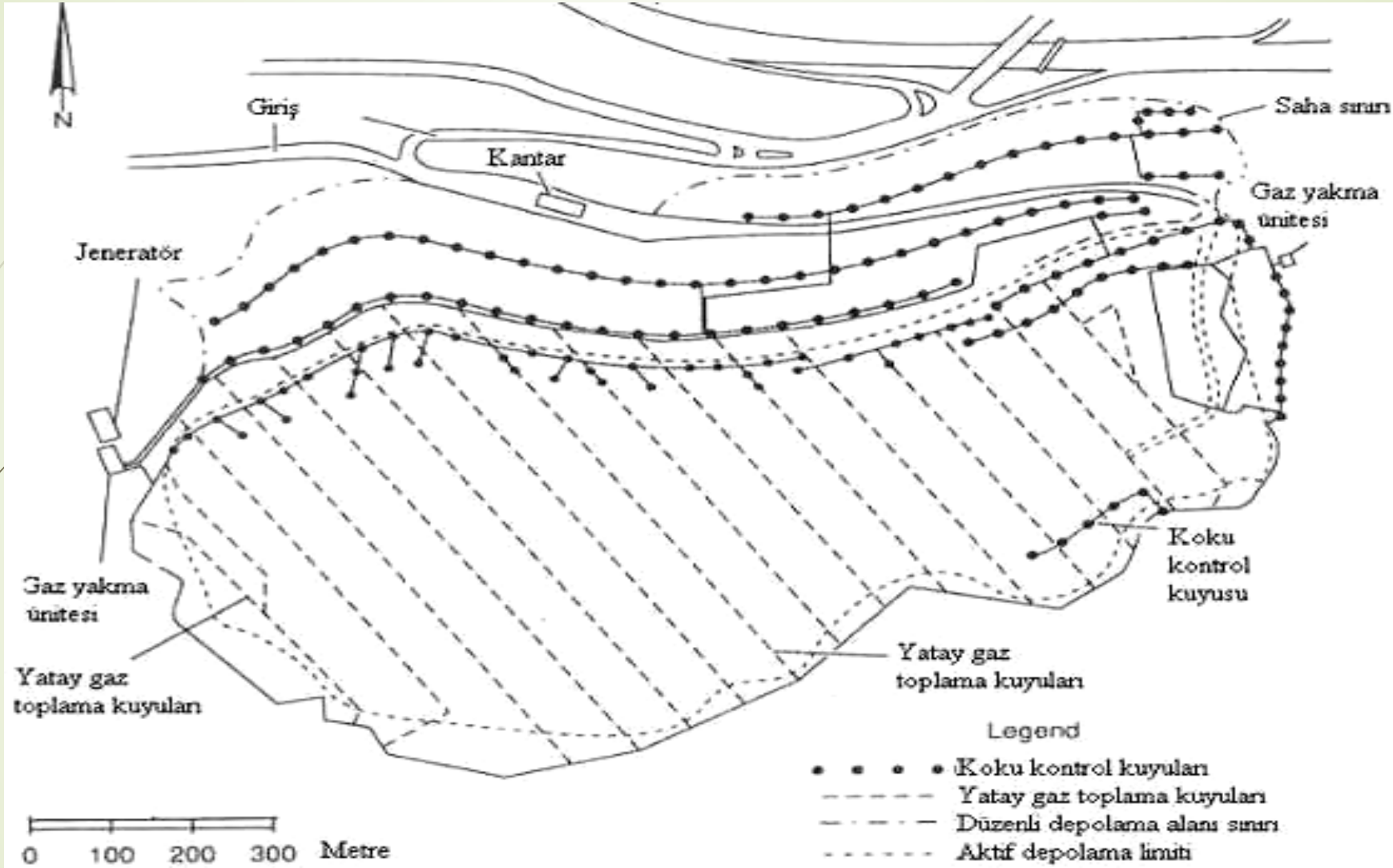


- Dikey gaz toplama sisteminin üstten görünümü ve etki çapları

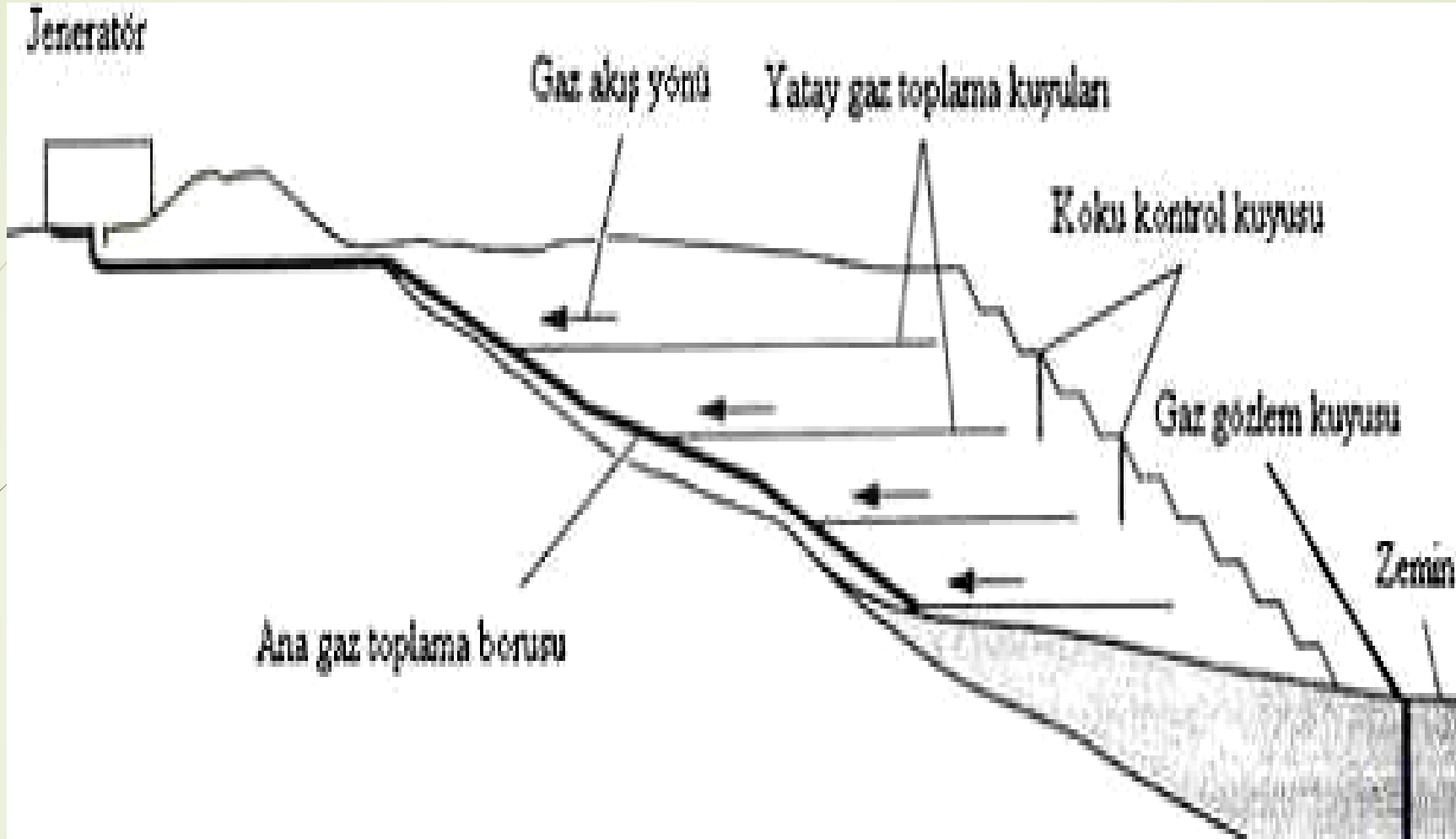


➡ b) Yatay gaz toplama boruları:

Dikey gaz toplama borularına bir alternatif olarak kullanılır. Bu borular deponi alanında 2 veya daha fazla hücre üst üste geldikten sonra kurulur. Yatay gaz boruları düşey yönde 25 m. aralıklarla, yatay yönde 60 m. aralıklarla döşenir



► Yatay gaz toplama sistemi planı



➤ Yatay gaz toplama sistemi kesiti