**Sızıntı Suyu Oluşumu**


Bir katı atık düzenli depolama tesisi için su dengesi

**SS = C ± S – E = P.(1-R) – S – E**

Burada;

* C : Atık deposu gövdesine sızan yağış suyu (= P.(1-R)), mm/yıl
* P : Yağış yüksekliği, mm/yıl
* R : Yüzeysel akış katsayısı, mm/yıl
* S : Atık yığını (hücre) bünyesinde tutulan su, mm/yıl
* E : Depo yüzeyinden buharlaşma ve terleme, mm/yıl
* SS : Oluşması beklenen sızıntı suyu, mm/yıl

|  |  |
| --- | --- |
| Eğime bağlı yüzeysel akış katsayıları | Farklı zeminlerde arazi kapasiteleri |
|

|  |  |
| --- | --- |
| Üst Örtü Toprağı | R |
| Kumlu, %0-2 eğim | 0,05-0,10 |
| Kumlu, %2-7 eğim | 0,10-0,15 |
| Kumlu, >%7 eğim | 0,15-0,20 |
| Killi zemin, %0-2 eğim | 0,13-0,17 |
| Killi zemin, %2-7 eğim | 0,18-0,22 |
| Killi zemin, >%7 eğim | 0,25-0,35 |

 |

|  |  |
| --- | --- |
| Malzeme Cinsi | Arazi Kapasitesi (mm Su/m zemin) |
| İnce kum | 120 |
| Kumlu toprak | 200 |
| Siltli toprak | 300 |
| Killi toprak | 375 |
| Kil | 450 |
| Kentsel katı atık | 200-350 |

 |

***Örnek 1:***

*Aşağıdaki meteorolojik verileri esas alarak, 10 m yüksekliğinde ve üzeri 1 m siltli kumla örtülü atık hücresinde ha başına oluşması beklenen sızıntı suyu miktarını hesaplayınız. (Üst örtü ve depolanan atığın her zaman arazi kapasitesi üzerinde su içerdiği kabul edilecektir.)*

* *P = 1025 mm/yıl*
* *R = 0,10*
* *E = 650 mm/yıl (Zemin yüzeyinden buharlaşma)*
* *Üst örtü zemini arazi kapasitesi, FS = 200 mm/m*
* *Katı atığın (sıkışmış haldeki) arazi kapasitesi, FKA = 150 mm/m*

***Çözüm:***

SS = P.(1-R) – S – E = 1025.(1-0,10) – 0- 650 = 272,5 mm/yıl

QSS = 272,5 mm x 10-3 m/yıl x 10000 m2/ha = 2725 m3/ha.yıl

Üst örtü tabakası arazi kapasitesinde, sıkışmış atık dolgusu ise arazi kapasitesinin %70’i oranında su ihtiva ettiğinde, sızıntı suyunun düşey yönde hareket hızı,



olup 10 m’lik depo tabanına ulaşma süresi ~ 10/6,0 = 1,7 yıldır. Depolanan atık çok yüksek oranda su içerdiğinde (daima arazi kapasitesi üzerinde), sızıntı suyu oluşumu ilk yıldan itibaren başlar.

***Örnek 2:***

Her birinin ~5 yılda dolması (kapatılması) beklenen şekildeki iki gözlü düzenli depolama tesisinde oluşacak sızıntı suyu miktarlarını,

* Bir göz aktif, diğer göz boş
* Bir göz kapatılmış, diğer göz boş
* Her iki göz de kapatılmış

durumları için hesaplayınız (yıllık yağış yüksekliği 800mm, su yüzeyinden buharlaşma Esu= 1025 mm olup atık yüzeyinden buharlaşma ~0,30 x Esu alınacaktır).

***Çözüm:***

***a) Bir göz aktif, diğer göz boş:***

Su dengesi prensibine göre; depolanan KKA’nın suya doygun (su muhtevası ≥ 2 x Arazi kapasitesi) olduğu kabulü ile oluşacak SS miktarı

SS = P(1 – R) – S – E = 800(1 – 0) – 0 – 0,30 x 1025 = 493mm/yıl

QSS = 0,493m/yıl x 5 x 104 m2 = 24.650 m3/yıl = 67,5 m3/gün

(Diğer gözden gelen temiz yağmur suyu ayrı bir kanalla depo alanı dışına aktarılır.)

***b) Bir göz kapalı, diğer göz aktif:***

Kapalı gözde oluşan SS: QSS,K = 0,20 x 67,5 = 13,5 m3/gün

Aktif gözde oluşan SS: QSS,A = 67,5 m3/gün

Toplam SS debisi: QSS,T = 13,5 + 67,5 = 81 m3/gün

***c) Her iki gözün de kapalı olması halinde,***

QSS,T = 13,5 + 13,5 = 27 m3/gün

**Depo gazı oluşumu-Gaz Miktarının Tahmini**

Teorik olarak, 1 ton kentsel katı atığın anaerobik olarak ayrışması sonucu ~**442 m3** (~%55 CH4 içeren ve kalorifik değeri ~19730 kJ/m3) depo gazı üretilir.

Ancak gerçek işletme şartlarında, düzenli depolama tesislerinde geri kazanılabilecek CH4 miktarı **~100 m3 CH4/ton.KKA** civarındadır.

**EPA Atık Depo Gazı Üretimi Modeli**



* Qt : t. yılda üretilmesi beklenen gaz miktarını, m3/yıl
* L0 : depolanan KKA’nın metan üretim potansiyelini, m3 CH4/ton KKA
* Mi : i. yılda depolanan atık miktarı, ton/yıl
* k : metan üretim hızı katsayısını, yıl-1
* ti : t. yılda depolanan Mi kütleli atığın yaşı, yıl
* t : Atık depolama tesisi yaşı (yıl)
* i : Mi kütleli atığın depolandığı zamanı, yıl

**Tabasaran ve Rettenberg Modeli**



* Gt : t. yıla kadar üretilecek toplam depo gazı miktarını, m3
* k : depo gazı üretim hızı sabitini, yıl-1
* t : atık depolama hücresine atık kabulüne başlandığı yıldan (başlangıçtan) itibaren geçen süreyi, yıl
* Mt : t. yılda tesise kabul edilen atık miktarını, t/yıl
* Corg : depolanan KKA’nın TOK değerini (170-200 kg/ton)
* θ : depolama tesisi içindeki sıcaklığı, 30-35 oC

***Örnek 3:***

Bir düzenli depolama tesisinde başlangıçta (ilk yıl) 100 t/gün KKA depolanmıştır. Tesise gelen atık miktarının her yıl %10 arttığı gözlenen söz konusu düzenli depolama tesisi 4. yıl sonunda kapatılmıştır. Başlangıçtan itibaren 6 yıllık bir dönem için yıllık gaz üretimlerini,

1. EPA modeli, (k= 0.04 yıl-1, Lo= 160 m3/t-atık)
2. Tabasaran modeli ile (Corg = 200 kg/ton atık, θ = 30 oC, k = 0,05 yıl-1)

hesaplayarak sonuçları bir tabloda veriniz.

***Çözüm:***

***EPA’ya göre:***

a)Yıllık katı atık miktarı:

* yıl = 100 t/gün . 365 gün/yıl = 36500 t/yıl
* yıl = 36500 t/yıl . 1,1 = 40150 t/yıl
* yıl = 40150 t/yıl . 1,1 = 44165 t/yıl
* yıl = 44165 t/yıl . 1,1 = 48582 t/yıl

*1. yıldaki gaz miktarı:*

Q1 = 2.k.Lo.M1.e-k.1 = 2 . 0,04 yıl-1. 160 m3/t . 36500 t . e0,04 .1 = 448.881 m3/yıl

*2. yıldaki gaz miktarı:*

Q2 = 2.k.Lo.M2.e-k.1 + 2.k.Lo.M1.e-k.2 = 2.0,04.160.40150.e-0,04.1 + 2.0,04.160.36500.e-0,04.2 = 925.049 m3/yıl

*3. yıldaki gaz miktarı:*

Q3 = 2.k.Lo.M2.e-k.1 + 2.k.Lo.M1.e-k.2 + 2.k.Lo.M1.e-k.3 =

2.0,04.160.44165.e-0,04.1 + 2.0,04.160.40150.e-0,04.2 + 2.0,04.160.36500.e-0,04.3 = 1.431.923 m3/yıl

*4. yıldaki gaz miktarı:*

Q4 = 2.k.Lo.M4.e-k.1 + 2.k.Lo.M3.e-k.2 + 2.k.Lo.M2.e-k.3 + 2.k.Lo.M1.e-k.4

=2.0,04.160.48582.e-0,04.1+2.0,04.160.44165.e-0,04.2+2.0,04.160.40150.e-0,04.3+2.0,04.160.36500.e-0,04.4= 1.973.237 m3/yıl

*5. yıldaki gaz miktarı:*

Q5 = 2.k.Lo.M4.e-k.2 + 2.k.Lo.M3.e-k.3 + 2.k.Lo.M2.e-k.4 + 2.k.Lo.M1.e-k.5

=2.0,04.160.48582.e-0,04.2+2.0,04.160.44165.e-0,04.3+2.0,04.160.40150.e-0,04.4+2.0,04.160.36500.e-0,04.5**= 1.895.865 m3/yıl**

*6. yıldaki gaz miktarı:*

Q6 = 2.k.Lo.M4.e-k.3 + 2.k.Lo.M3.e-k.4 + 2.k.Lo.M2.e-k.5 + 2.k.Lo.M1.e-k.6

=2.0,04.160.48582.e-0,04.3+2.0,04.160.44165.e-0,04.4+2.0,04.160.40150.e-0,04.5+2.0,04.160.36500.e-0,04.6= **1.821.527 m3/yıl**



***Tabasaran’a göre:***



*1. yıldaki gaz miktarı:*

G1 = 1,868 . 200 . (0,014 . 30 + 0,28) .(1-10-0,05.1) . 36500

**= 1.038.062 m3/yıl**

*2. yıldaki gaz miktarı:*

* 36500 ton luk atıktan 2. yılda oluşacak toplam gaz miktarı:

G2 = [1,868.200.(0,014.30 + 0,28).(1-10-0,05.2).36500]-1038062 = 1963236-1038062 = 925.174 m3/yıl

* 40150 ton luk atıktan 1. yılda oluşacak toplam gaz miktarı:

G1 = 1,868.200.(0,014.30+0,28).(1-10-0,05.1).40150

= 1.141.868 m3/yıl

*2. yıldaki toplam gaz miktarı :*

1141868 + 925174 = **2067042 m3/yıl**

*3. yıldaki gaz miktarı:*

* 36500 ton luk atıktan 3. yılda oluşacak toplam gaz miktarı:

G3= 1,868.200.(0,014.30+0,28).(1-10-0,05.3).36500]-(925174+1038062)=2787798-1963236 = 824.562 m3/yıl

* 40150 ton luk atıktan 2. yılda oluşacak toplam gaz miktarı:

G2 = [1,868.200.(0,014.30 + 0,28).(1-10-0,05.2).40150]-1141868 = 2159559-1141868 = 1.017.691 m3/yıl

* 44165 ton luk atıktan 1. yılda oluşacak toplam gaz miktarı:

G1 = 1,868.200.(0,014.30+0,28).(1-10-0,05.1).44165 = 1.256.055 m3/yıl

 *3. yıldaki toplam gaz miktarı :*

1256055 + 1017691 + 824562 = **3.098.308 m3/yıl**

Benzer şekilde 4., 5. ve 6. yıldaki toplam gaz miktarları da hesaplanabilir.

