



## ÇÖP DEPOLAMA SAHARINDA ATIK SIKIŞTIRMA VE GÜNLÜK ÖRTÜ



TARİH: ARALIK 2020

**İçindekiler**

1. GİRİŞ.....	4
2. DEPOLAMA TEKNİKLERİ.....	7
3. DEPOLAMA ALANINDA ÇÖPLERİ SIKIŞTIRMA USULÜ .....	12
4. DEPOLAMA ALANINDA ATIKLARI SIKIŞTIRMANIN ÖNEMİ.....	20
5. ÇÖP SIKIŞTIRMA EKİPMANI .....	22
6. DEPOLAMA ALANINDA GÜNLÜK ÖRTÜ .....	26
7. GÜNLÜK ÖRTÜLERİN AVANTAJLARI .....	29
8. GÜNLÜK ÖRTÜ MALZEMELERİ.....	31
9. SON ÖRTÜ .....	32
10. KAYNAKLAR.....	33

<i>Şekil 2-1. Hendek Metoduna Göre Atıkların Boşaltılması, Serilmesi, Sıkıştırılması ve Günlük Olarak Toprakla Örtülmesi</i> .....	7
<i>Şekil 2-2. Hendek Metoduna Göre Atıkların Boşaltılması, Serilmesi, Sıkıştırılması ve Günlük Olarak Toprakla Örtülmesi</i> .....	8
<i>Şekil 2-3. Çukur ve Alan Metoduna Göre Atık Depolama</i> .....	9
<i>Şekil 2-4. Kanyon Tipi Depolama Uygulaması</i> .....	10
<i>Şekil 2-5. Atıkların Dolgu Eğiminin Yukarisına Doğru İtilerek Serilmesi</i> .....	10
<i>Şekil 2-6. Atıkların Dolgu Eğiminin Aşağısına Doğru İtilerek Serilmesi</i> .....	11
<i>Şekil 3-1. Çöp Depolama Sahası Sıkıştırma Eğimi (3:1)</i> .....	13
<i>Şekil 3-2. Birinci Kademe Doldurduktan Sonraki Tipik Katı Atık Dolgu Alanı Kesiti</i> .....	14
<i>Şekil 3-3. Çöp Depolama Alanında Kullanılan Ağır İş Makineleri Örnekleri</i> .....	16
<i>Şekil 3-4. Alan Depolama Uygulaması</i> .....	17
<i>Şekil 3-5. Hendek Tipi Depolamada Yukardan ve Aşağıdan Serme ve Sıkıştırma Uygulaması</i> .....	18
<i>Şekil 3-6. Çukura Atık Boşaltma Uygulaması</i> .....	18
<i>Şekil 3-7. Çukur ve Alan Metoda Göre Depolama</i> .....	19
<i>Şekil 5-1. Kompaktör Tekerleği ve Atığı Parçalamak için Dişliler</i> .....	25
<i>Şekil 9-1. Katı Atık Dolgu Alanı Kesiti</i> .....	32

<i>Tablo 5.1. Depolama Alanında Kullanılması Gerekli İş Makinesi</i> .....	22
<i>Tablo 5.2. Depolama Sahasında Kullanılan Ağır İş Makinelerinin Performansı</i> .....	23
<i>Tablo 5.3. Değişik Depolama Ekipmanı İçin Tipik Yoğunluk Aralığı</i> .....	24
<i>Tablo 6.1. Düzenli Depolama Sahası Koşulları Ve Sıcaklık Arasındaki İlişki</i> .....	27
<i>Tablo 6.2. Çöp Depolama Alanında CO ile Yangın İlişkisi</i> .....	27

## 1. GİRİŞ

Evsel katı atık bertaraf tesislerinin yatırımı ve işletilmesi oldukça maliyetlidir. Bu tür tesislerin her belediye tarafından kurulması ve işletilmesi mümkün değildir. Belediyelerin her birine böyle bir sorumluluk vermekte doğru değildir. Burada yapılması gereken bölgesel bazda katı atık bertaraf tesisleri kurmaktır/kurdurtmaktır. Başta Çevre ve Şehircilik Bakanlığı koordinasyonunda olmak üzere Büyükşehir Belediyeleri ve Belediyeler Birliği katı atık bertaraf tesisi yerlerini belirlemelidir.

Gelir düzeyinin yüksek olduğu ve arazinin kısıtlı ve pahalı olduğu bölgelerde atıkların kaynağında geri kazanılması başta olmak üzere öncelik sıralamasına göre kompost, biyometan ve yakma tesislerinin yapılmasında yarar vardır.

Bertaraf tesisinin yaklaşık 50 km uzağındaki tüm belediyeler atıklarını bu tesise getirmelidirler.

Bu tesislerin kurulması ve işletilmesi başta Belediyeler Kanununda ve Kamu İhale Kanununda gerekli düzenlemeler yapılarak özel sektör tarafından yapılabilir ve işletilebilir. Bu tür tesislerin kurulması uzun süre almaktadır. Tesis kuran firmalar işletmesini de yapmalıdır. Kamu kurumları artık işletmecilik işi yapmamalıdır. Mevcut kanunlar belediye başkanlarına ancak kendi dönemleri için işletme iznine müsaade vermektedir, 3996 Sayılı Kanun gereğince yapılan yap-işlet-devret modeli veya imtiyaz uygulamalarında daha uzun süreler mümkün olabilmektedir. Bu sahada özel sektörün uzmanlaşması ve uluslararası boyutta çevre sektörü oluşturmak için mevcut yasalarda düzenleme yapılmalıdır.

Evsel katı atıkların bölgesel bazda bertarafından bir kurum sorumlu olmalıdır. Bölgesel kurum, başta tehlikeli ve tıbbi atıklar olmak üzere mutfak atıkları ve ambalaj atıklarının kaynağa ayrı toplanması ve atık azaltma sistemlerinin planlanmasından da sorumlu olmalıdır. Eğer belediyeler, planlanan görevleri zamanında ve gereği gibi yapamıyorsa bu işi oluşturulan kuruma devredebilmelidir.

Evsel çöplerin toplanması, taşınması ve depolanması bir plan dahilinde bölgesel bazda yapılmalıdır. Bu sahalarda çalışacak kişiler yeterli eğitimi mutlaka almalıdır. Ülkemizde bu eğitimi verici ara eğitim merkezleri oluşturulmalıdır. Yeterli uzman, doküman ve araç/gerece sahip bu kurumlar; çöp toplama, taşıma ve bertarafında çalışacak kişileri eğitebilmelidir. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı böyle kurumların önünü açmalıdır. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı öncülüğünde Büyükşehir Belediyeleri ve Belediyeler Birliği koordinasyonunda bu eğitim Milli

Eğitim Bakanlığının izin vereceği resmi ve özel eğitim kurumları tarafından verilmelidir. Bu eğitimi almayanlar atık toplama ve taşıma işlerinde ve bertaraf tesislerinde çalıştırılmamalıdır. Atık toplama, taşıma ve bertaraf işi; uzmanlık isteyen özellikli işlerdendir.

Evlerden, işyerlerinden ve sanayiden toplanan evsel çöpler, katı atık depolama alanlarında, düzenli veya vahşi olarak depolanarak bertaraf edilmektedir.

Ülkemizde çöplerin ancak %61'i düzenli depolama alanlarında depolanırken %11'i geri kazanılmakta, geriye kalanları ise vahşi şekilde depolanmaktadır. Belediyelerimiz belediyeler birliği marifeti ile katı bertaraf tesisleri kurmaktadır. Kurulan ve kurulmakta olan bertaraf tesisleri kurallara uygun olarak çalıştırılmazsa, çevreye çok ciddi zarar verecektir.

Tekniğine ve teknolojiye uygun olarak toplanıp bertaraf edilmeyen çöpler çevreye çok ciddi zararlar vermektedir. Ülkemizde Avrupa Birliği (AB) normlarında çöplerin toplanıp, taşınıp bertaraf edilmesi için 6 milyar avroya (buna AB projeleri dahil edilmemiştir) yatırımına ihtiyaç vardır.

Küresel ısınmaya neden olan sera gazı salınımının artması nedeni ile AB ülkeleri organik atıkların klasik olarak depolanmasına kısıtlama getirmiştir. Bunun temel amacı, metan gazı salımını kontrol altına almaktır. Depolama alanlarından salımlanan metan gazı küresel ısınmaya neden olmaktadır. Metan, karbondioksit gazına göre 23-28 kat daha etkili bir gazdır. Ülkemizde depolama alanlarından salımlanan sera gazı miktarının toplam sera gazı içindeki payı oldukça yüksektir.

Bazı belediyelerimiz depolama alanına çöpler döküldükten sonra, atık içindeki bazı geri kazanılabilir maddelerin vahşi şekilde ayıklanmasına izin vermektedir. Bu durum, hem insan sağlığını tehdit etmekte hem de çalışma alanında kullanılan iş makinelerinin kısa sürede tahrip olmasına neden olmaktadır. Çöp depolama alanlarında kullanılan ağır iş makineleri oldukça pahalıdır. Atıklar, depolama alanına döküldükten sonra kesinlikle atıkların ayıklanmasına izin verilmemelidir. Çünkü çöp depolama alanlarında sızan gazlar insan sağlığı için çok tehlikelidir. Çalışma ortamlarında her türlü hastalık yapıcı mikrop barınmaktadır.

Ülkemizde evsel katı atıkların %28'i vahşi olarak depolanmaktadır. Vahşi olarak depolanan atıklar, yüzeysel ve yer altı suyu, toprak ve hava kirliliğine neden olmaktadır. Çöplerin gelişmiş güzel döküldüğü toprakları çevreyle uyumlu hale dönüştürmenin maliyeti oldukça yüksektir.

Gerekli zemin önlemleri alınmayan atık sızıntı suları yer altı sularını ciddi şekilde kirletir. Kirilenen yer altı suyunu arıtmak fevkalade zor ve maliyetlidir.

Diğer yandan tekniğine uygun işletilmeyen düzenli çöp depolama alanları vahşi çöp depolama alanlarına dönüşür.

Bu çalışmada; depolama tesislerinde çöplerin nasıl serileceğinden, sıkıştırılacağından, günlük ve ara kademe olarak örtülmesi gerektiğinin üzerinde detaylı olarak durulmuştur. Depolama alanında günlük olarak çöplerin sıkıştırılması için yapılması gerekenler, kullanılan ağır iş makilerinin neler olduğu ve nasıl kullanılması gerektiği ve her gün sonu günlük örtünün avantajları ve nasıl yapılması gerektiği anlatılmıştır. Depolama alanlarında çıkan yangınlara ve vahşi depolamaya son vermek amacı ile bu çalışmalar yapılmaktadır.

Depolama alanında; su birikintisi, haşere üremesi, atıkların dağılması, koku kirliliği meydana gelmeyecek, yüzeysel ve yeraltı yangının oluşmasına izin vermeyecek şekilde depolama yapılmalıdır.

Bir günde depolanacak bir hücrede atık boşaltılan şevin eğimi, 3:1 'ü geçmeyecektir. Dik ve sıkıştırılmamış şevlerin oluşmasına izin verilmeyecektir.

## 2. DEPOLAMA TEKNİKLERİ

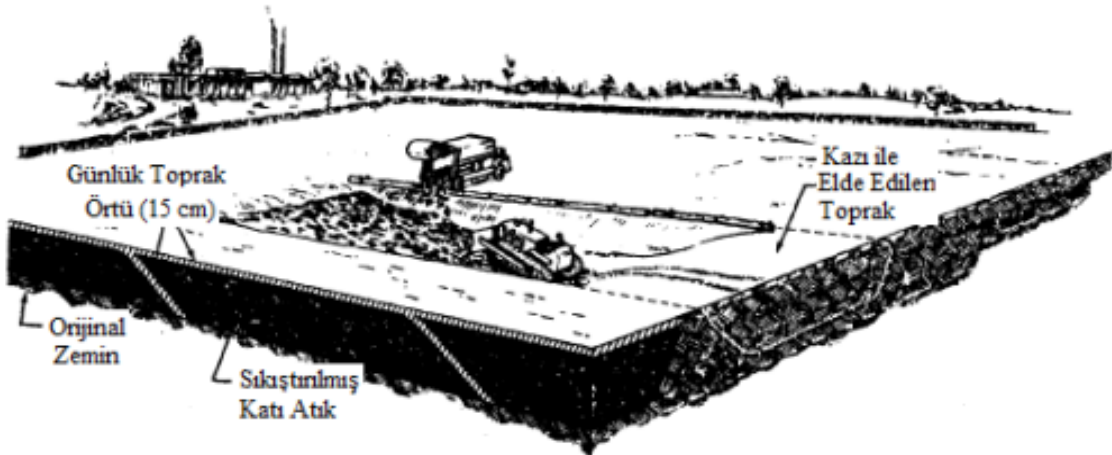
Çöp depolama alanları arazinin yapısına bağlı olarak değişik şekillerde hazırlanabilir. Depolama alanında çöplerin yerleştirilmesinde aşağıdaki üç metottan biri veya birkaçı uygulanmaktadır.

Bu metotlar;

1. Hendek Yöntemi,
2. Alan Yöntemi,
3. Kanyon Yöntemi.

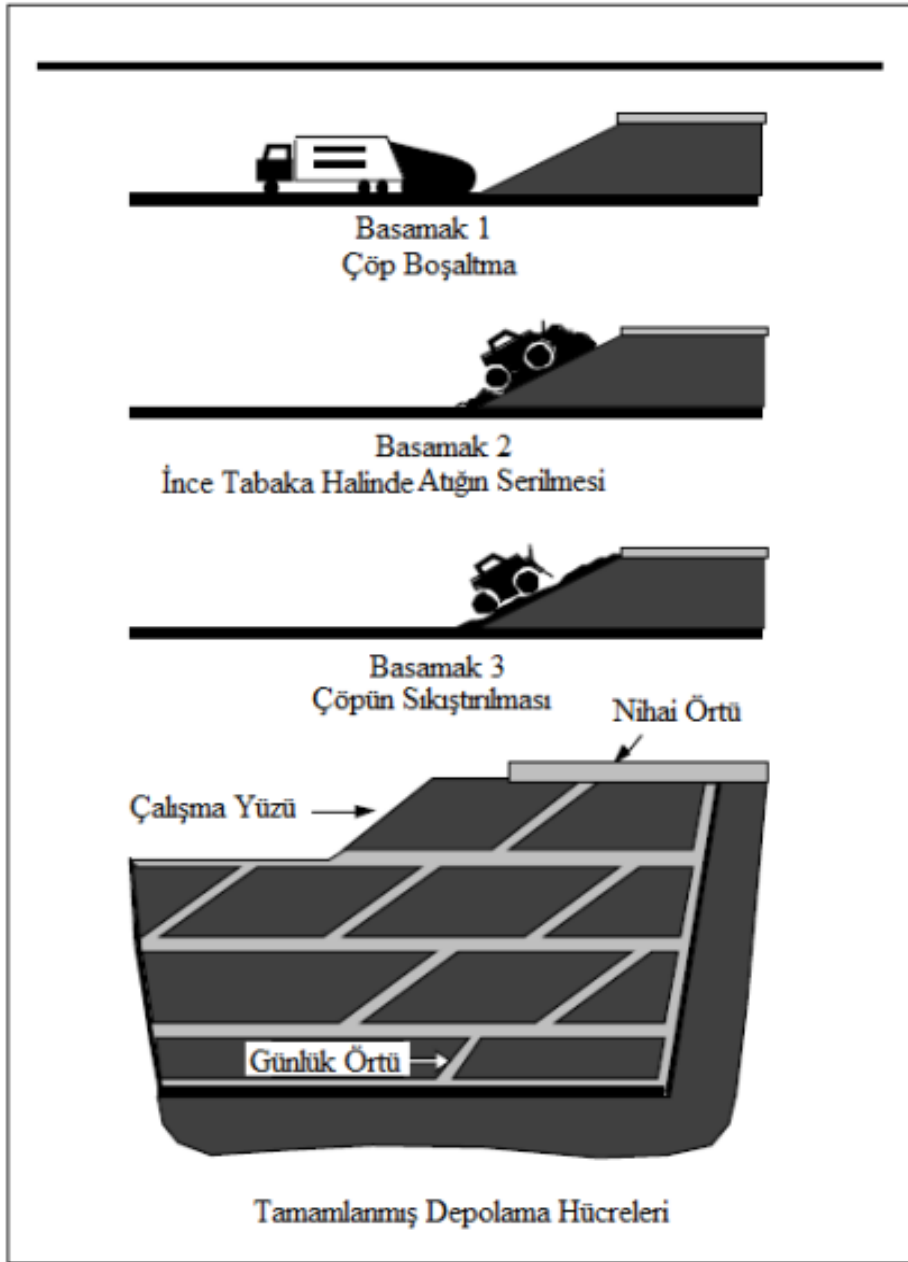
Bu metotlardan hangisinin uygulanabileceği arazide gerekli incelemeler yapılarak belirlenir. Bu üç metotta da atıkların yukarıdan aşağı doğru itilerek serilmesi ve sıkıştırılması esastır. Böylece iş makinelerinin daha fazla efor sarf etmesi ve yakıt tüketmesi önlenir. Ayrıca Türkiye'deki çöp içindeki nem oranının yüksek olması, çöplerin aşağıdan yukarı doğru serilmesini engellemektedir. Ancak aşağıdan yukarı doğru çöpler serildiği zaman daha fazla sıkıştırılır.

Hendek yöntemi genel olarak küçük yerleşim bölgelerinde uygulanmaktadır. Bu metodun uygulandığı yerlerde yeraltı su seviyesi yüzeye yakın değildir. Doldurulacak atık hacmi kadar kazı yapılacağından çok ekonomik bir yöntem değildir. Kazı sonucu elde edilen toprak, günlük örtü malzemesi olarak kullanılabilir. Hendek metoduna göre atık depolama uygulaması **Şekil 2-1**'de verilmiştir.

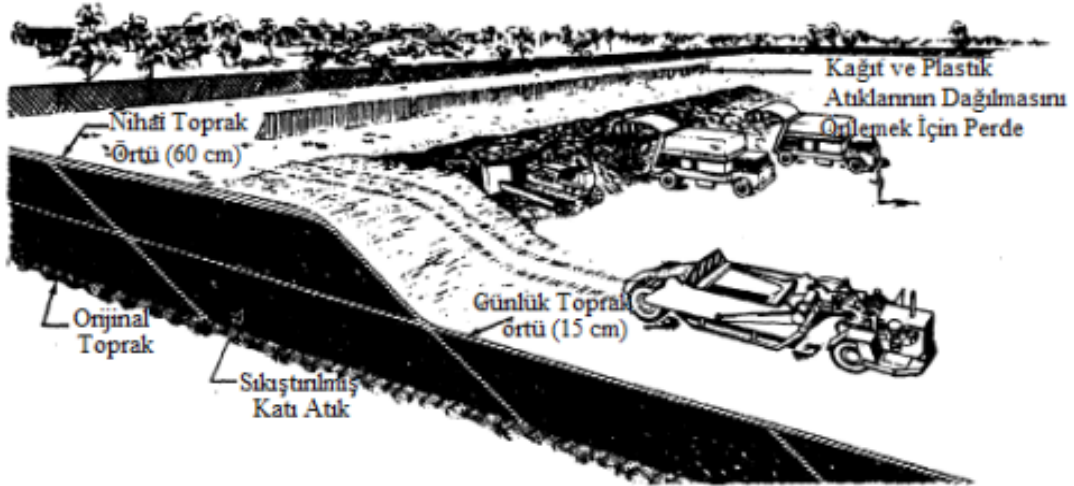
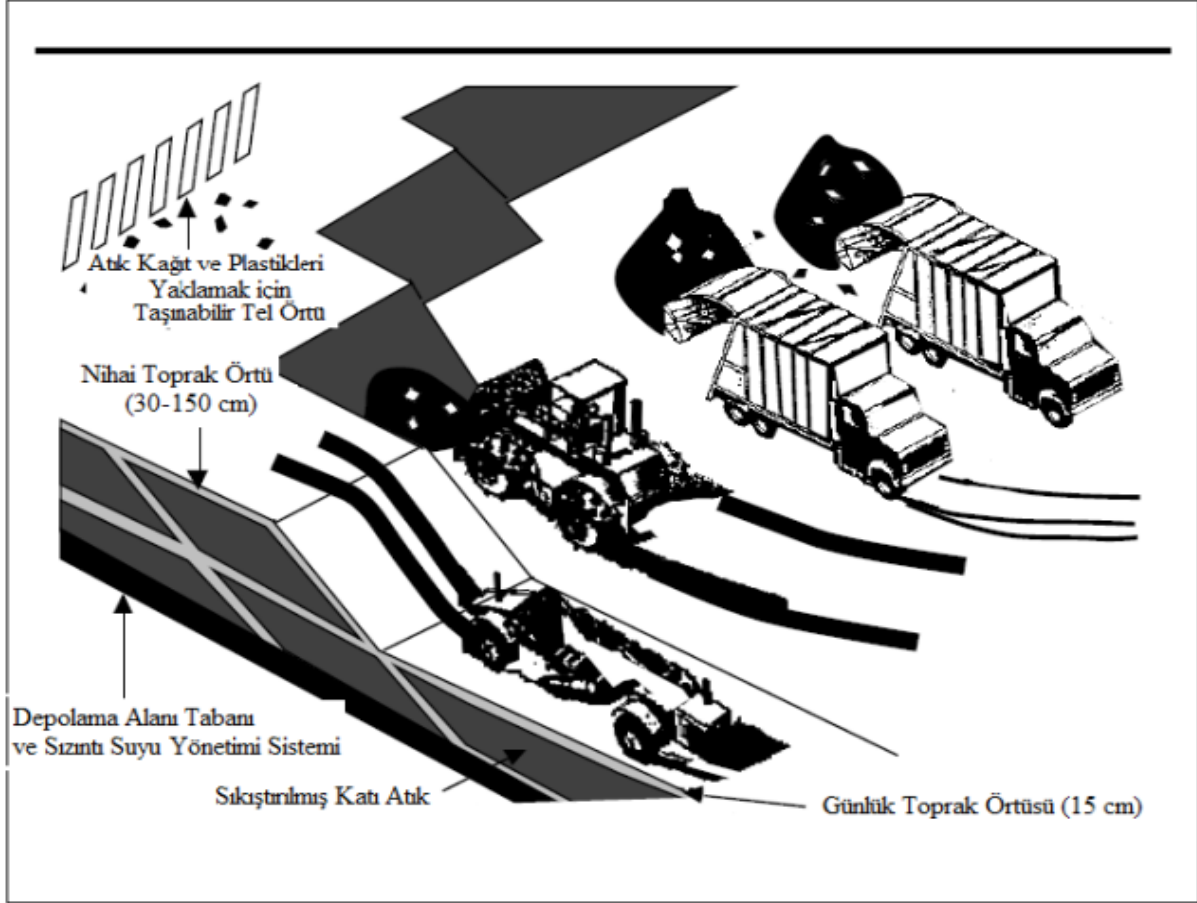


**Şekil 2-1.** Hendek Metoduna Göre Atıkların Boşaltılması, Serilmesi, Sıkıştırılması ve Günlük Olarak Toprakla Örtülmesi

Alan metodunda, mevcut arazi üzerine gerekli düzenlemeler yapılarak atık depolaması yapılır. Arazi çukur açmaya uygun değildir. Arazide yeraltı suyu olabilir. Alan metodu daha çok doğal çukurlarda uygulandığından aşırı miktarda sızıntı suyu oluşmaktadır. Ayrıca işletilmesinde kontrolün çok zor olması sebebiyle tercih edilen yöntem değildir. Gerekli düzenlemesi yapılan arazi üzerine boşaltılan atık önce serilir, sonra sıkıştırılır ve günlük olarak üzeri örtülür. Alan tipi depolamada toprak gibi günlük örtü malzemesinin dışarıdan temin edilmesi gereklidir. Alan metodunda atık depolama usulü **Şekil 2-2** ve **Şekil 2-3'**de verilmiştir.



**Şekil 2-2.** Hendek Metoduna Göre Atıkların Boşaltılması, Serilmesi, Sıkıştırılması ve Günlük Olarak Toprakla Örtülmesi



Şekil 2-3. Çukur ve Alan Metoduna Göre Atık Depolama

Kanyonlar, dar derin vadiler, kuru çukurlar ve taş ocakları atık depolama olarak hazırlanabilmekte ve kullanılabilir. Bu tür arazilerde yüzey drenajı önemli problemlerdendir. Depolama sahalarının yüzeyinde su birikintisi önemli sorunlardandır. Kanyon tabanı düz ise kazı yapmaksızın gerekli taban düzenlemesi yapılarak depolama yapılabilir.



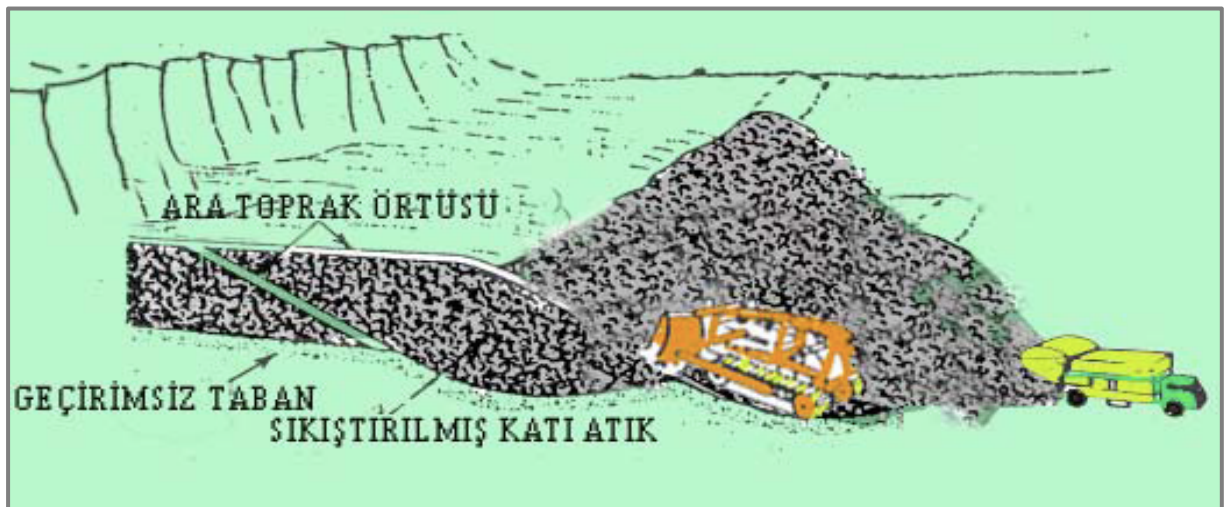
Kanyon tipi depolama sahaları, çok katlı liftler halinde doldurulabilir. Kanyon tipi depolama uygulaması Şekil 2-4'te verilmiştir.



**Şekil 2-4.** Kanyon Tipi Depolama Uygulaması

Hücre metodunda katı atıklar daha önceden hazırlanmış alanlara depolanır. Özellikle son yıllarda ekonomik ve emniyetli olması sebebiyle, hücre metodunun kullanımı oldukça yaygınlaşmıştır.

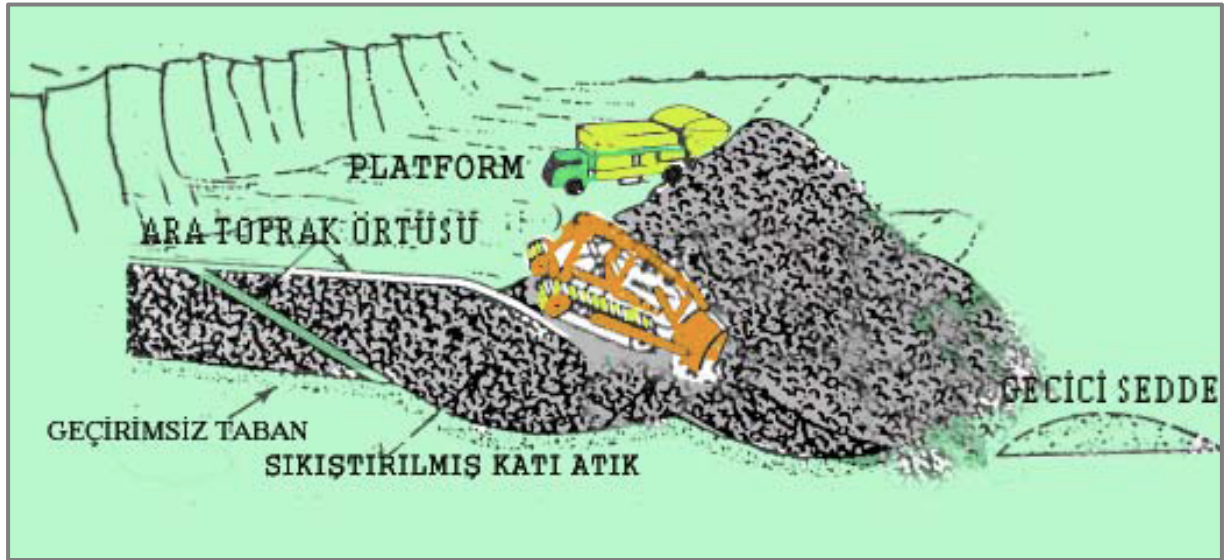
Hücre metoduyla atık doldurulmasında dünyadaki yaygın teknik Şekil 2-5'de görüldüğü gibi atıkların dolgu eğiminin yukarısına doğru (rampa yönetimi) itilerek serilmesidir. Bu dolgu yöntemi atığın mümkün olan en iyi biçimde sıkıştırılmasını sağlamaktadır.



**Şekil 2-5.** Atıkların Dolgu Eğiminin Yukarısına Doğru İtilerek Serilmesi

Ülkemizin atık muhtevası dolgu eğiminin yukarisına doğru itilerek serilmesine uygun değildir. Atıklarımızın organik atık oranı ve su muhtevası yüksek olduğu için iş makinelerinin rampa yukarı atık serilmesini engellemektedir. Dolayısıyla bu yöntem ülkemizde, dolgu eğiminin yukarisına doğru değil, aşağısına doğru serme şeklinde uygulanmaktadır.

Atıkların dolgu eğiminin aşağısına doğru serilmesi Şekil 2-6'da görülmektedir. Tabi ki bu zorunluluk bazı maliyetleri beraberinde getirmektedir. Atıkların hücelere doldurulması eğimin yukarisından aşağıya doğru olduğundan, araçların hücelere atık boşaltımı depolama alanının üstünden olacaktır. Bu durum saha içi yol ve platform gereksinimini doğurmaktadır (Şekil 2-6).



**Şekil 2-6.** Atıkların Dolgu Eğiminin Aşağısına Doğru İtilerek Serilmesi

### 3. DEPOLAMA ALANINDA ÇÖPLERİ SIKIŞTIRMA USULÜ

Çöpleri depolamaya başlamadan önce depolama sahasında hücre veya hücreler oluşturulmalıdır. Bu hücre veya hücreler, günlük gelen çöpleri depolayacak kapasitede olmalıdır.

Depolama sahasında hazırlanan hücrenin uzunluğu en az 10 metre, en fazla 20 metre olmalıdır. 20 metreden daha uzun hücreler yapıldığı zaman iş makineleri atıkları daha uzun mesafeye taşıyacakları için daha kısa sürede yıpranırlar. Günlük depolama alanı boyutu, yukarıda verilen sınır değerleri korumak kaydı ile depolama alanına gelen çöp miktarına göre belirlenmelidir.

Normal bir işletmede, dar çalışma yüzeyleri oluşturularak çalışılmalıdır. Depolama sahasında hücre alanının minimum genişliği, çöp kamyonlarının belli süre içinde, rahatça çöplerini bırakıp ortamdaki uzaklaşabileceği yeterlilikte olmalıdır. Birim kamyon veya taşıt başına 3–4, 5 metre genişlik gereklidir. Araçların çöplerini boşaltmak için bekletilmeleri önlenmelidir. 30 metre x 30 metreden daha geniş alanda çalışma pratik değildir.

Kullanıma hazır hale getirilen çöp depolama hücrelerinin geçirimsiz tabakası üzerine, yaklaşık olarak 2 m kalınlığında, tabakaya (lift'in) kesici, delici içermeyen çöpler serilmelidir. İlk atık tabakası içinde taban örtüsüne ve sızıntı suyu toplama sistemine zarar verici büyük kütleli atıklar, uzun tahta parçaları, borular vb. keskin/delici atıklar bulunmamalıdır. Kesici ve delici atıklar, depolama sahası tabanına yapılan su yalıtımına zarar verir. İlk tabaka için seçilen katı atığa dikkat edilmelidir. Sahaya gelen atıklar incelenmeli ve sadece hücre tabanına ilk atık dolgusu olarak kullanılmaya uygun atıklara izin verilmelidir. Gevşek katı atıklar ilk taban örtüsü olarak tercih edilmelidir. Atık boşaltılırken, seçilirken ve sıkıştırılırken taban örtüsüne zarar vermemeye dikkat edilmelidir. Taban örtüsü sisteminin bütünlüğünün korunması ve sızıntı suyunun kolayca deşarjı için ilk katı atık tabakası fazla sıkıştırılmamalıdır.

2 metre kalınlığında sıkıştırılmamış katı atık tabakası (lift'in) üzeri, 15-30 cm kalınlığında toprakla örtüldükten sonra yeni atık boşaltılır ve çelik silindirik kompaktörlerle serilir. Bir seri bitişik hücreler, hepsi aynı yükseklikte, bir lift oluşturur. Tamamlanmış bir çöp depolama alanı bir fazla liftten oluşur.

İlk olarak hücre eğiminin üst veya alt tarafındaki platformdan boşaltılan atıklar dozerler veya kompaktörler vasıtasıyla en az 50-60 cm tabakalar halinde atıklar dikey/yatay oranı 1/3 veya 1/4 olacak şekilde serilir (Şekil 3-1). Depolama alanına çöp en az 50 cm kalınlıkta serildikten sonra yaklaşık 30 cm olacak şekilde çelik silindirik kompaktör gibi ağır iş makinesi ile sıkıştırılır. Kompaktörler atığı parçalayıp optimum yoğunlukta sıkıştırarak şekilde kullanılmalıdır. Sıkıştırma oranı atığın kompozisyonuna ve içerdiği nem oranına bağlı olarak değişir. Çöpün sıkıştırılması depolama sahası stabilizasyonunu iyileştirir ve depolanan çöp içindeki boşluğu minimize eder. Depolama alanı ekipmanı, hacim azaltmak için gereklidir. Kompaktörün sıkıştırma çabasını en üst düzeye çıkarmak için sıkıştırma yukarı eğimli olmalıdır.

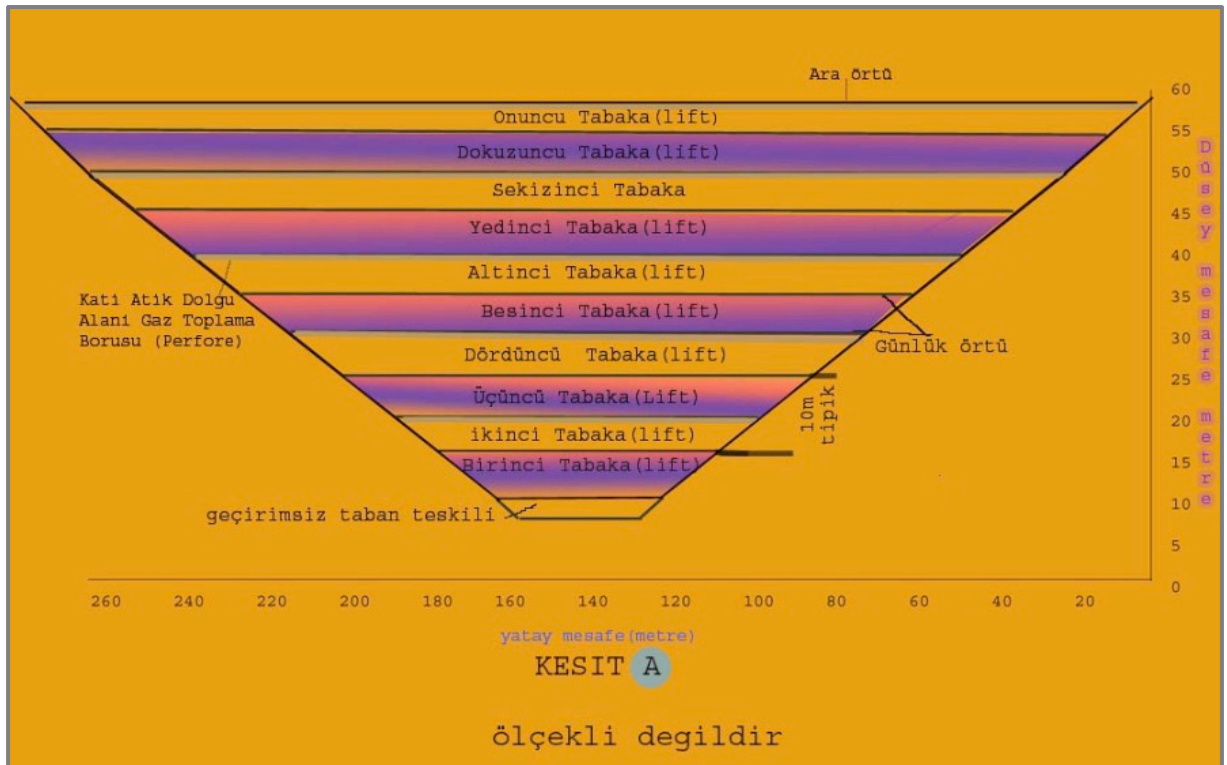
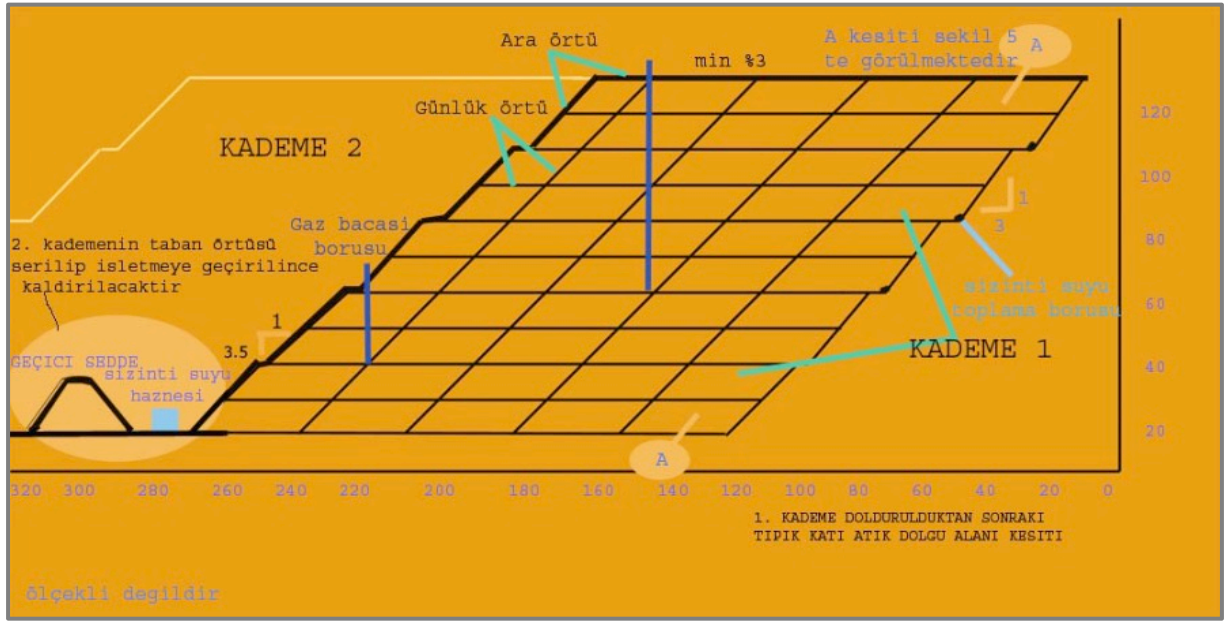


**Şekil 3-1.** Çöp Depolama Sahası Sıkıştırma Eğimi (3:1)

Günlük örtünün yerleştirilmesinden sonra yüzey suyunun akmasına yardımcı olmak için atık katmanları eğimli hale getirilmelidir. Sızıntı suyu ve deponi gazı tercihen bu katmanları takip edeceğinden, sıkıştırılmış eğimler, mümkün olduğunda, iç drenaj yollarına yönlendirilmelidir. Sızıntı suyu birikme olasılığını azaltmak ve sıkıştırılmış atık yüzeyinden sızıntı suyu kopma potansiyelini en aza indirmek için atık kütlesine yönlendirilen atık eğimlerinin olması daha iyidir.

Bir hücrenin yüksekliği 2,5 m'den küçük olmalıdır.

Atıkların günlük serilmesi ve sıkıştırılması sonucu tabaka kalınlığı (lift) yaklaşık 5 m kalınlığa ulaşıncaya kadar sürdürülür. Hücreleme yöntemiyle katı atık dolgu işlemi ayrıntılı olarak Şekil 3-2'de görülmektedir.



Şekil 3-2. Birinci Kademe Doldurduktan Sonraki Tipik Katı Atık Dolgu Alanı Kesiti

Son zamanlarda çöpler, depolama sahasına serilmeden önce parçalama makinesi ile ufalanmakta ve bunun için ayrı iş makinesi kullanılmaktadır. Ufalanmış çöpler daha kolay depolanabilmekte ve sıkıştırılabilmektedir. Parçalanmış atıklar daha hızlı biyokimyasal reaksiyona girmekte ve daha fazla çöp depolanabilmektedir.

Depolama alanlarına getirilen atıklar araçlardan boşaltıldıktan sonra gerekli iş makineleri ile sahaya derhal serilir. Nem oranı yüksek atıklar ile düşük çöp karıştırılarak serme yapılmalıdır. Böylece daha iyi sıkıştırma elde edilir. Ağır iş makinelerinin ömrünü uzatmak için çöpler boşaltıldıktan hemen sonra serilmelidir. Çöpler yığın halinde bekletildiğinde iş makinesinin çabuk ısınmasına ve fazla yakıt tüketmesine neden olunur. Belli eğimde serilen çöpler ağır iş makineleri ile sıkıştırılır. Düz yüzeylerde iş makineleri daha az yakıt tüketir.

Her çalışma günü sonrası yaklaşık 30 cm kalınlığa kadar sıkıştırılmış çöpün üzerine, sıkıştırılmış hacmi maksimum 15 cm kalınlıkta olacak şekilde, ince bir toprak veya alternatif madde/atık ile örtülür. Günlük örtünün kalınlığı en fazla 15 cm olmalıdır. Ne fazla ne de az olmamalıdır.

Atıklar planlanan hücre yüksekliğine ulaştığında bir ara örtü oluşturmak için ek bir toprak örtüsü serilmelidir. Ara örtü 30 cm kalınlığında olacak ve bir ay ile altı ay üzerine atık boşaltılamayacak alanlara serilir.

Günlük hücrelerin büyüklüğü belirlenirken, atığın kapladığı yüzey alanının minimum düzeyde olması günlük örtünün daha az yapılmasına dolayısıyla ekonomik fayda sağlamasına katkıda bulunur.

Ümraniye Çöp depolama alanındaki facianın ana sebebi yoğunluğu düşük olan çöpün üzerine yoğunluğu 2,5 kat daha yüksek olan toprağın, gereğinden daha fazla kalınlıkta serilmesi sonucu, alttaki çöp yığınının kayması ile heyelan olmuştur. Depolama alanlarında çöpün üzerine gereğinden fazla toprak dökülmesi oldukça tehlikeli ve sakıncalıdır.

Hücre içinde çöp sıkıştırılırken eğimin en fazla 30° veya daha az olmasına dikkat edilir. Serilen atıklar çelik silindirli kompaktörle sıkıştırılır. İyi sıkıştırma yaklaşık %10 meyilde oluşur fakat %30'e kadar meyiller kullanılabilir.

Depolama alanlarında sıkıştırma işlemi genel olarak sıkıştırma makineleri ile yapılır. Çöp serildikten sonra sıkıştırma makinesinin en az 3 en fazla 5 defa çöp üzerinde gidip gelerek çöpün yerleşmesi ve oturması sağlanmalıdır. Daha az sıkıştırma daha az yoğun çöpün depolanması anlamına gelmektedir. Sıkıştırma işleminde kullanılan ağır iş makinelerine ait örnekler Şekil 3-3'de verilmiştir.



**Kompaktör**



**Eskavatör**



**Crawler Traktör**



**Crawler Loader**



**Scrabber**



**Crawler Loader**

**Şekil 3-3. Çöp Depolama Alanında Kullanılan Ağır İş Makineleri Örnekleri**

Sıkıştırıcıların dişlileri %20 oranında aşındığı zaman dişliler yenilenmeden kullanılmamalıdır.

Depolama alanına gelen evsel katı atıkların yoğunluğu genel olarak 0,5 ton/m<sup>3</sup>'dür. Bu değer katı atık içindeki nem oranına, plastik madde ve kül gibi diğer atık miktarına bağlı olarak değişmektedir. Çöp depolama alanında gevşek yığınlara ve yığın oluşturulmasına izin verilmez. Depolama alanında gerekli sıkıştırma işleminden sonra çöpün yoğunluğu 0,75 ila 0,85 ton/m<sup>3</sup>

getirilir. Derin depolama sahalarında daha yüksek çöp yoğunluğuna ulaşılabilir. Modern iş makineleri ve verimli çalışma ile depolama alanında çöp yoğunluğunu  $>0.85 \text{ ton/m}^3$  üzerine çıkarmak mümkündür. Mevcut iş makineleri ile depolama sahasında çöpün yoğunluğu; en az  $0,6-0.75 \text{ ton/m}^3$  arasına getirilir.

Alan depolama tekniği uygulaması Şekil 3-4 'te verilmiştir. Hücre içine en az 50 cm kalınlığı geçmeyecek şekilde boşaltılan atık önce serilmekte, sonra üzerinde 3 ila 5 defa gidip gelinerek hem atık parçalanmakta hem de sıkıştırılmaktadır. Sıkıştırma kalınlığının yaklaşık 0,3 metre olmasına dikkat edilmelidir. Bu metotla maksimum sıkıştırma sağlanmaktadır.



### ÇÖP SIKIŞTIRMA TEKNİKLERİ

#### İnce Tabaka İşletme = Maksimum Sıkıştırma

İtme Parçalama Dağıtma

Boşaltma

0.3 m.yeni atık tabakası  
0.3 m. eski atık tabakası

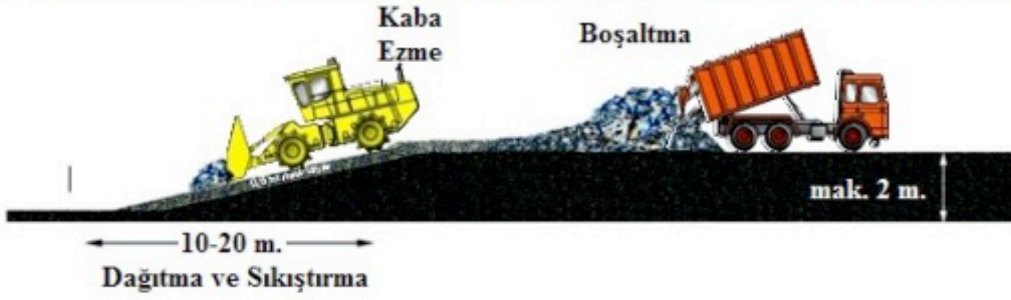


#### Şekil 3-4. Alan Depolama Uygulaması

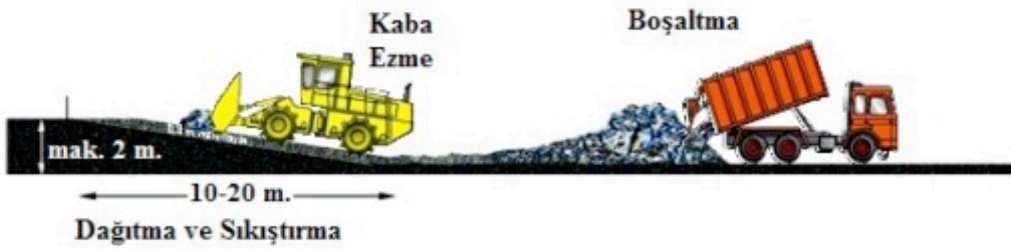
Hendek tipi depolamada atık depolanırken verilecek eğim oldukça önemlidir. Eğimin  $30^\circ$  den yüksek olmamasına özen gösterilmelidir. Daha yüksek eğim çöpün sıkıştırılmasını imkânsız hale getirir. İdeal meyil  $10^\circ$  derecedir. Çöpü serme uzunluğunun maksimum 20 metre olması tavsiye edilmektedir. Hendek tipi depolama tekniği Şekil 3-5 'de verilmiştir. Bu tür depolamada maksimum sıkıştırma yapılamaz. Ancak iyi sıkıştırma sağlanır.



**Genişletilmiş Boşaltma Kenar İşletmesi (Aşağı doğru)= İyi Sıkıştırma**



**Genişletilmiş Boşaltma Kenar İşletmesi (Yukarı doğru)= İyi Sıkıştırma**



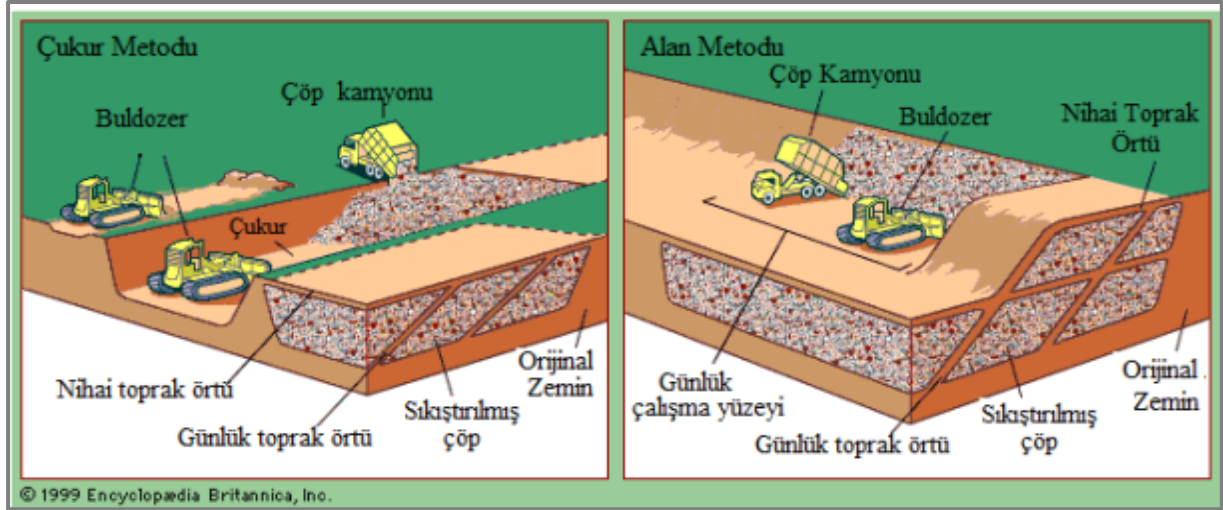
**Şekil 3-5.** Hendek Tipi Depolamada Yukardan ve Aşağıdan Serme ve Sıkıştırma Uygulaması

Bir çukura yukarıdan boşaltılan, serilmeden ve sıkıştırılmadan depolanmasına ait uygulama Şekil 3-6'da verilmiştir. Bu uygulamada çöpler sıkıştırılmadığı için depolama alanında başta yangın olmak üzere ciddi çevresel sorunlar yaşanır. Depolama alanlarından çıkan gazlar çevrede yaşayanların sağlığını tehdit eder. Bu tür depolama sahaları kısa sürede dolduğu için ömürleri kısadır.

**Sadece Boşaltma Kenar İşletmesi = Zayıf Sıkıştırma**



**Şekil 3-6.** Çukura Atık Boşaltma Uygulaması



Şekil 3-7. Çukur ve Alan Metoda Göre Depolama

#### **4. DEPOLAMA ALANINDA ATIKLARI SIKIŞTIRMANIN ÖNEMİ**

Depolama sahasında boşluk para demektir. Depolanan çöp içindeki boşluk arttıkça depolama alanının ömrü kısılır ve daha az çöp depolanır.

Depolama sahasında boşluk hacmi, depolama kapasitesi ve depolama sahasının faydalı kullanım ömrü ile orantılıdır. Eğer depolama sahasında hava boşluğu çöpler sıkıştırılarak azaltılırsa depolama alanının faydalı ömrü uzar. Depolama sahalarında çöpleri sıkıştırmanın amacı birim hacim içinde daha fazla çöpün depolanmasıdır. Örneğin bir depolama sahasına günde 100 ton atık gelmektedir. Atığın yoğunluğu 0,5 ton/m<sup>3</sup>'dür. Bu atık sıkıştırılmadan depolandığı zaman gerekli hacim 200 m<sup>3</sup>'dür. Eğer depolama sahasında atık yoğunluğu sıkıştırma ile 0,85 ton/m<sup>3</sup>'e çıkarılırsa gerekli hacim 118 m<sup>3</sup> düşer. Depolama sahasında tekniğine uygun sıkıştırma ile günlük 82 m<sup>3</sup> hacim kazanılır. Yani böyle bir depolama sahasının ömrü %41 oranında artırılır.

Her zaman yüksek bir atık yoğunluğu hedeflenmeli. Bu, hava sahası geometrisi (yerleşime izin veren) ve atık tonaj verileri kullanılarak düzenli araştırmalarla kontrol edilmelidir. Modern ekipmanla >0,85 ton/m<sup>3</sup> yoğunluklara kolayca ulaşılabilir. 0,6–0,7 t/m<sup>3</sup>'ten daha düşük yoğunluklar, düzenli depolama verimliliğini önemli ölçüde azaltır ve düzenli depolama yangınları riskini artırır.

Depolama sahasında çöpler yeteri oranda sıkıştırıldığı zaman yağmur suyunun çöp içine sızması en aza iner. Sıkıştırılmış atık içine yağmur suyunun sızması çok zordur.

Depolama sahasında atık yoğunluğu artırılarak atık içindeki boşluklar optimum şekilde kullanılmalıdır.

Günlük çalışmalarda yağmur suyu birikintisini önlemek için depolama sahası yüzeyi pürüzsüz ve meyilli olmalıdır.

Depolama sahasında yeraltı (içten) yangının ve zararlı gazların çıkmasını önlemek istiyorsak depolama sahasında çöpleri yeterli oranda mutlaka sıkıştırmalıyız. Diğer yandan depolama sahalarındaki yangınların ve kokunun ana nedeni depolanan çöplerin arasındaki boşluklardır.

Boşluklardan çöp içine hava sızdığı zaman ortamdaki tutuşturucu madde ile birlikte yangın meydana gelir. Bazı yangınlar içten içe günlerce devam eder. Depolama alanından yayılan gazlar, çok zehirli ve zararlıdır. Çevrede yaşayan insanların sağlığını tehdit eder.

Atıkların sıkıştırılmasının avantajları kısaca;

- Depolama sahasının ömrünü uzatmak,
- Depolama sahasında çökmeyi azaltmak,
- Boşlukları azaltmak,
- Sıkıştırılmış atık, araçların üzerinde hareket etmeleri ve erişim yolları ve devrilme alanları oluşturmaları için sabit bir yüzey sağlamak,
- Depolama sahasının yüzeyinden atıkların uçuşunu önlemek,
- Haşereleri azaltmak,
- Kuşlar ve kemirgenler, yiyeceğe ulaşmak için atıkları kazmalalarının daha zorlaştırmak,
- Sıkıştırma, çöplerin saha yüzeyinden kaçmasını önlemeye yardımcı olmak
- Günlük örtü malzemesini azaltmak,
- Yağmur suyunun çöp içine nüfus etmesini önlemek ve sıkıştırılmış yüzey, yağmur suyunun akmasına yardımcı olur ve örtü toprağı uygulamak için iyi bir temel sağlamak,
- Sızıntı suyunun ve metanın başka yere nüfus etmesini azaltmak,
- İyi sıkıştırılmış atık koku salınımını engellemek,
- İş makineleri için daha stabil bir çalışma yüzeyi elde etmek.
- İyi sıkıştırılmış atık yangın riskini azaltmak,
- Sıkıştırma havanın yerini alır ve anaerobik koşulların başlama oranını artırmak

## 5. ÇÖP SIKIŞTIRMA EKİPMANI

Çöp depolama sahalarına gelen atık miktarına bağlı olarak ağır iş makineleri kullanılmamalıdır. Bölge nüfusuna ve gelen çöp miktarına bağlı olarak depolama alanında kullanılması gerekli ağır iş makineleri listesi **Tablo 5.1'**de verilmiştir.

**Tablo 5.1.** Depolama Alanında Kullanılması Gerekli İş Makinesi

Yaklaşık Nüfus	Günlük Çöp Miktarı, ton	Ekipman			
		Sayısı	Tipi	Ekipman Ağırlığı, lb	Aksesuar <sup>a</sup>
0-20.000	0-50	1	Traktör, Paletli makine	10.000-30.000	Dozer Bıçağı Ön- Arka Loader (1-2 yd3) Çöp bıçağı
20.000-50.000	50-151	1	Traktör, Paletli Makine	30.000-50.001	Dozer Bıçağı Ön- Arka Loader (2 ila 4 yd3) Bulleclam Çöp bıçağı
50.000-100.000	150-300	1	Scra ber veya dragline	30.000+	Dozer Bıçağı Ön- Arka Loader (2 ila 5 yd3) Bulleclam Çöp bıçağı
		1	Su Kamyonu		
>100.000	300 <sup>c</sup>	1-2	Traktör, Paletli makine	45.000+	Dozer Bıçağı Ön- Arka Loader (2 ila 5 yd3) Bulleclam Çöp bıçağı
		1	Srcaber veya dragline <sup>b</sup>		
		1	Su Kamyonu		
		1	Çelik tekerlek kompaktör		
		1	Srcaber veya dragline <sup>b</sup>		
		1	Su Kamyonu		
		- <sup>a</sup>	Traktör, Paletli Makine		

<sup>a</sup>: Operasyonel, tek tek ihtiyaçlara bağlı

<sup>b</sup>: Scraber ile dragline arasındaki seçim yerel şartlara bağlı

<sup>c</sup>: Her ilave 500 ton atık artışı için her bir ekipmandan bir ilave

Depolama sahalarında kullanılan/kullanılacak iş makinelerinin performansı oldukça önemlidir. Depolama sahasında yapılacak işe göre iş makinesi seçilmesi gerekir. Depolama alanında kullanılan ağır iş makinelerinin performansı ile ilgili özet bilgi **Tablo 5.2'**de verilmiştir.

**Tablo 5.2.** Depolama Sahasında Kullanılan Ağır İş Makinelerinin Performansı

Ekipman	Katı Atık		Örtü Malzemesi			
	Serme	Sıkıştırma	Çukur Açma	Serme	Sıkıştırma	Çekme
Crawler Traktör	Çok iyi	İyi	Çok iyi	Çok iyi	İyi	İhmal
Tekerlekli Kompaktör	Çok iyi	Çok iyi	Zayıf	Orta-zayıf	Çok iyi	İhmal
Scrubber	İhmal	İhmal	İyi	Çok iyi	İhmal	Çok İyi

Depolama sahasında hem serme hem de sıkıştırma için ağır iş makineleri kullanılır. Depolama sahasında bir kompaktör kullanmak istiyorsak aşağıdaki denklemden faydalanarak seçim yapabiliriz.

$$W=750*T+20.000$$

Burada:

W = Kompaktör ağırlığı (pound) (1lb= 0,45359 kg)

T = Ortalama atık ağırlığı (pound/saat)

Mesela, bir depolama alanına günde 800 ton çöp gelmekte ve alan günde 10 saat çalışmaktadır. Buna göre, depolama alanına saatte gelen ortalama çöp miktarı 80 ton/saattir. Tespit edilen T değerini denklemden yerine koyarsak 80.000 pound (değerini elde ederiz. Böyle bir depolama alanında 80.000 pound'luk ( 1 pound (lb) = 0.454 kg) bir kompaktöre ihtiyaç vardır.

Atıkların iyi sıkıştırılması ve hücrelerin doğru yapılması kullanılacak günlük örtü malzemesi (toprak) miktarını azaltır. Depolama alanına gelen çöp miktarına göre uygun kompaktör kullanmak için **Tablo 5.3'**de verilen değerler kullanılabilir.

Tablo 5.3. Değişik Depolama Ekipmanı İçin Tipik Yoğunluk Aralığı

Makine tipi	Kompaktörün Ağırlığı, Ib	Atığın Yoğunluk Aralığı (lb./yd. <sup>3</sup> )*	Pratik Ton/Saat**
Kompaktör	32,000	1,100–1,250	10–20
Kompaktör	45,000	1,100–1,250	25–50
Kompaktör	70,000	1,150–1,400	50–70
Kompaktör	90,000	1,200–1,500	70–100
Crawler Traktör	30,000	1,000–1,120	10–20
Crawler Traktör	40,000	1,000–1,150	15–30
Crawler Traktör	50,000	1,000–1,180	25–40
Crawler Traktör	80,000	1,040–1,220	30–50
Crawler Traktör	110,000	1,050–1,250	50–70

\*: (lb./yd.<sup>3</sup>) = 0.5933 kg/m<sup>3</sup> , \*\*: Optimum yoğunluğu başarma esastır.

Depolama sahasına saatte gelen çöp miktarına göre sıkıştırma iş makinesi seçilir. Depolama sahasına gelen çöp miktarı az ise sıkıştırma iş makinesi ağırlığının yüksek olmasına gerek yoktur. Seçilen sıkıştırma makinesi ile depolama sahasında atığın sıkıştırılması ile elde edilebilecek yoğunluk aralığı Hata! Başvuru kaynağı bulunamadı.'de verilmiştir. Hata! Başvuru kaynağı bulunamadı. incelendiği zaman kompaktörler ile daha iyi sıkıştırma elde edildiği görülmektedir. Depolama sahasında atığın uygun şekilde serilmesi sıkıştırılmasını ciddi şekilde etkilemektedir.

Depolama sahalarında kullanılan bir kompaktörün uzunluğu 9 m ve genişliği 4,5 metredir.

Katı atık dolgu alanında çelik silindirik sıkıştırıcılar kullanılmalıdır. Bu kompaktörler sadece buldozerlerin yerine geçecek şekilde değil atığı parçalayıp sererek optimum yoğunlukta sıkıştırarak şekilde kullanılacaktır. Her bir çelik tekerleğin çapı 180 cm ve tekerlek üzerindeki her bir dişlinin boyutu 20 cm'dir. Kompaktörlerin saatteki hızı 8–9,6 km/saattir.



**Şekil 5-1.** Kompaktör Tekerleği ve Atığı Parçalamak için Dişliler



## 6. DEPOLAMA ALANINDA GÜNLÜK ÖRTÜ

Depolama alanında hazırlanan hücre içine 50-60 cm kalınlığında boşaltılan atıklar, ağır iş makineleri ile serildikten ve sıkıştırıldıktan sonra gün sonunda toprak, gerekli boyuta getirilmiş inşaat molozu ve diğer inert (kalıcı) malzemeler ile örtülür. Yumuşak toprak, kırma taş veya seçme inşaat malzemesi bu amaçla kullanılabilir. Günlük örtünün kalınlığı kullanılan malzemeye, serilme yöntemine ve atığın sıkıştırılma oranına bağlı olmaktadır. Sıkıştırılmış günlük örtü malzemesinin kalınlığı 150 mm civarında olmalıdır. Günlük örtü sonucu elde edilen yüzeyde yağmur ve kar suyu birikintisi olmamalıdır.

Depolanan atığın kalınlığına göre günlük örtü malzemesi kalınlığı %10–15 (atıkla örtü malzemesi oranı 4:1 ila 8:1) arasında değişir. Daha fazla günlük örtü malzemesi kullanmak depolama alanlarının ömrünü kısaltır.

Geçirgenliği düşük maddeler, günlük örtü malzemesi olarak kullanılmalıdır.

Atık depolama alanlarından tasarruf etmek için saha içindeki atıklar günlük örtü malzemesi olarak kullanılmalı, işletme ve çevre standartlarına uyulması kaydıyla minimum miktarda örtü malzemesi kullanılmalıdır.

Günlük örtü için alternatif malzemeler önerirse, bu alternatiflerin işletme performansı ile ilgili gereklilikleri karşıladığını ve 150 mm 'lik toprak örtüsü ile aynı veya daha üstün performansı gösterdiğini kanıtlamalıdır.

Hücreye üç ay veya daha fazla atık boşaltılmıyorsa sıkıştırılmış çöp (lift) üzeri 30–40 cm kalınlığında günlük örtü malzemesi ile örtülmeli ve üzerine yağmur suyu göllenmeyecek şekilde eğim verilmelidir.

Depolama alanında minimum miktarda günlük örtü malzemesi kullanılmalıdır. Depolama alanında minimum miktarda günlük örtü malzemesi kullanmak için hücre alanı yüzeyi kare veya dikdörtgen şeklinde olmalıdır. Yine minimum günlük örtü malzemesi kullanmak için hücre kenar eğimleri 20 ila 30 derece olarak korunmalıdır.

Üzerindeki örtü çatlak, yıpranmış olan veya düzgün eğimde olmayan bütün atık depolama alanlarına periyodik olarak ilave örtü uygulanmalıdır.

Problemlere yol açabilecek atıklar (örneğin çabuk bozunabilir atıklar ve yoğunluğu düşük ticari atıklar) için ayrı hücreler oluşturulmalı ve bu hücrelerde günlük örtü kullanımına daha çok özen

gösterilmelidir. Diğer atık türlerinin (örneğin inşaat atıklarının) depolandığı alanlarda, daha az örtü malzemesi kullanılmalıdır.

Sızmaları ve erozyonu önlemek için ara örtünün tesviyesi yapılmalıdır.

Çöp depolama alanında yüzeyde yangını mutlaka önlenmelidir. Bunun için çöp depolama sahasında ortalama 5 m derinlikte sıcaklık ölçümü sık aralıklarla yapılmalı.

Çöp depolama alanı şartları ile sıcaklık ilişkisi **Tablo 6.1**'de verilmiştir.

**Tablo 6.1.**Düzenli Depolama Sahası Koşulları Ve Sıcaklık Arasındaki İlişki

Sıcaklık	Düzenli Depolama Koşulları
< 55 °C	Normal Çöp Depolama Sıcaklığı
55 – 60 °C	Yüksek Biyolojik Aktivite
60 – 70 °C	Anormal Şekilde Artmış Biyolojik Aktivite
> 70 °C	Düzenli Depolama Sahasında Yangının Olasılığı

Çöp depolama sahasında yüzeysel ve yeraltı yangınlarını tespit etmek için karbon monoksit (CO) konsantrasyonu ölçülmeli. Çöp depolama sahasında yangın ile CO arasındaki ilişki **Tablo 6.2**'de verilmiştir.

**Tablo 6.2.** Çöp Depolama Alanında CO ile Yangın İlişkisi

CO Konsantrasyonu (ppm)	Yangın Göstergesi
0-22	Yangın Belirtisi Yok
25-100	Bölgede Olası Yangın
100-500	Etrafta Yanan Potansiyel
500-1000	Yangın veya Muhtemelen Ekzotermik Reaksiyon
>1000	Sahada Yangın

Çöp depolama çalışmalarının yapıldığı alanın yakınında günlük örtü malzemesi stokları bulundurulmalıdır. Temiz örtü malzemeleri ve gelen inşaat atıklarından ayıklanan uygun malzemeler ayrı ayrı stoklanmalıdır. Günlük örtü malzemesi daima hazır olmalıdır.

Günlük örtü malzemesi fazla kullanılmamalıdır. Çöp depolama alanı bu tür malzemeler ile doldurulmamalıdır.

## 7. GÜNLÜK ÖRTÜLERİN AVANTAJLARI

Depolama sahasında gerekli önlemler alınmaz ve kontroller yapılmazsa bölgede yaşayanlar koku kirliliğinden dolayı çok rahatsız olur. Vahşi depolama sahasında yayılan kirletici gazlar, insan sağlığını ciddi tehdit eder. Gerekli önlemler alınmayan depolama sahalarından; haşereler, kuşlar ve diğer canlılar çevreye yayılır.

Yağmur ve kar suyunun hücre içine nüfus etmesini önlemek için günlük örtü yapılır. Depolama sahalarında günlük örtünün amacı, zararlı haşerelerin oluşmasını ve yayılmasını önleme, depolama alanında estetik bir görüntü sağlamaktır. Uçucu maddelerin rüzgârla sürüklenmesine engel olmak, kemirgenlerden, taşıyıcı hayvanlardan, haşerelerden ve kokudan kaynaklanan sorunları önlemek için depolama alanlarında günlük örtü yapılır. Günlük örtü ile haşere üremesi, toz vb. olumsuz etkiler önlenir. Sahaya düzenli bir görünüm kazandırılmış olur.

Günlük örtünün amaçları;

- Depolanan çöp içindeki nemin kontrol edilmesi,
- Yağmur suyunun çöp depolama alanı içine sızmasının minimize edilmesi,
- Çöp konteyneri kontrol ölçüsü gibi örtülmesi,
- Depolama sahasında koku kirliliğinin azalmasına yardımcı olması,
- Çöple kuşların ve kemirgenlerin temasını önlemesi,
- Aktif çöp depolama yüzeyine gelen araçların verimli çalışması,
- Yangın riskinin minimize edilmesi,
- Hastalanma riskinin azaltılması,
- Haşarat, sinek, böcek ve kuşların istilası nedeniyle oluşabilecek problemlerin azaltılması,
- Çöplerin uçuşmasının önlenmesi,
- Koku kirliliğinin minimize edilmesi,
- Tesis çirkinliğinin azaltılması,

için yapılmaktadır. Günlük örtü olarak kullanılacak toprak minimum miktarda sülfat içermelidir.

Depolama sahalarında çalışanlar gerekli iş makinesi ile donanımlı olmalıdır. Giydikleri iş ayakkabılarının tabanı kesici ve delici malzemelerden etkilenmeyen malzeme ile kaplı olmalıdır. Depolama sahasından sürekli zehirli ve zararlı gazlar çıkar. Depolama alanında çalışanlar bu gazlardan ciddi şekilde etkilenir. Depolama sahasında çalışanlar soludukları hava içindeki zehirli ve zararlı gazları absorbe eden maskeler kullanmalıdır.

## 8. GÜNLÜK ÖRTÜ MALZEMELERİ

Depolama sahasının sürekli çalışabilmesi için depolamanın yapıldığı alanın yakınında günlük örtü malzemesi stokları bulundurulmalıdır. Temiz örtü malzemeleri ve gelen inşaat atıklarından ayıklanan uygun malzemeler ayrı ayrı stoklanmalıdır.

Günlük örtü malzemesi olarak döküm atıkları, ocak atıkları, serbest drenajlı topraklar, kömür atıkları, kirlenmiş topraklar, inert atıklar, kağıt sanayi atıkları, %50 kuruluştaki arıtma çamurları (biyoreaktör tipi depolamalarda) ve nehir alüvyonları kullanılır.

Yapay köpükler, geotekstil malzemeler, plastik filmler, parçalanmış plastikler, parçalanmış yeşil atıklar, parçalanmış araç lastikleri, parçalanmış kereste, sentetik örtü ve pulverize uçucu kül (PFA) gibi toprak örtüye alternatif oluşturacak diğer malzemeler kullanılabilir. Günlük örtü malzemesi olarak kompost da kullanılabilir.

Bazı depolama sahaslarında günlük örtü olarak kimyasal köpük kullanılmaktadır. Odun atıklarının yoğun olduğu bölgelerde günlük örtü olarak ağaç yongaları kullanılmaktadır.

Günlük örtü olarak kullanılacak malzemeler mümkün olduğunca atıklardan elde edilmelidir. Saha içinde günlük malzemesinin depolandığı stok yerleri oluşturulmalıdır. Bazı ülkeler ufalanmış, kullanılmış lastik malzemelerini günlük örtü olarak kullanmaktadır.

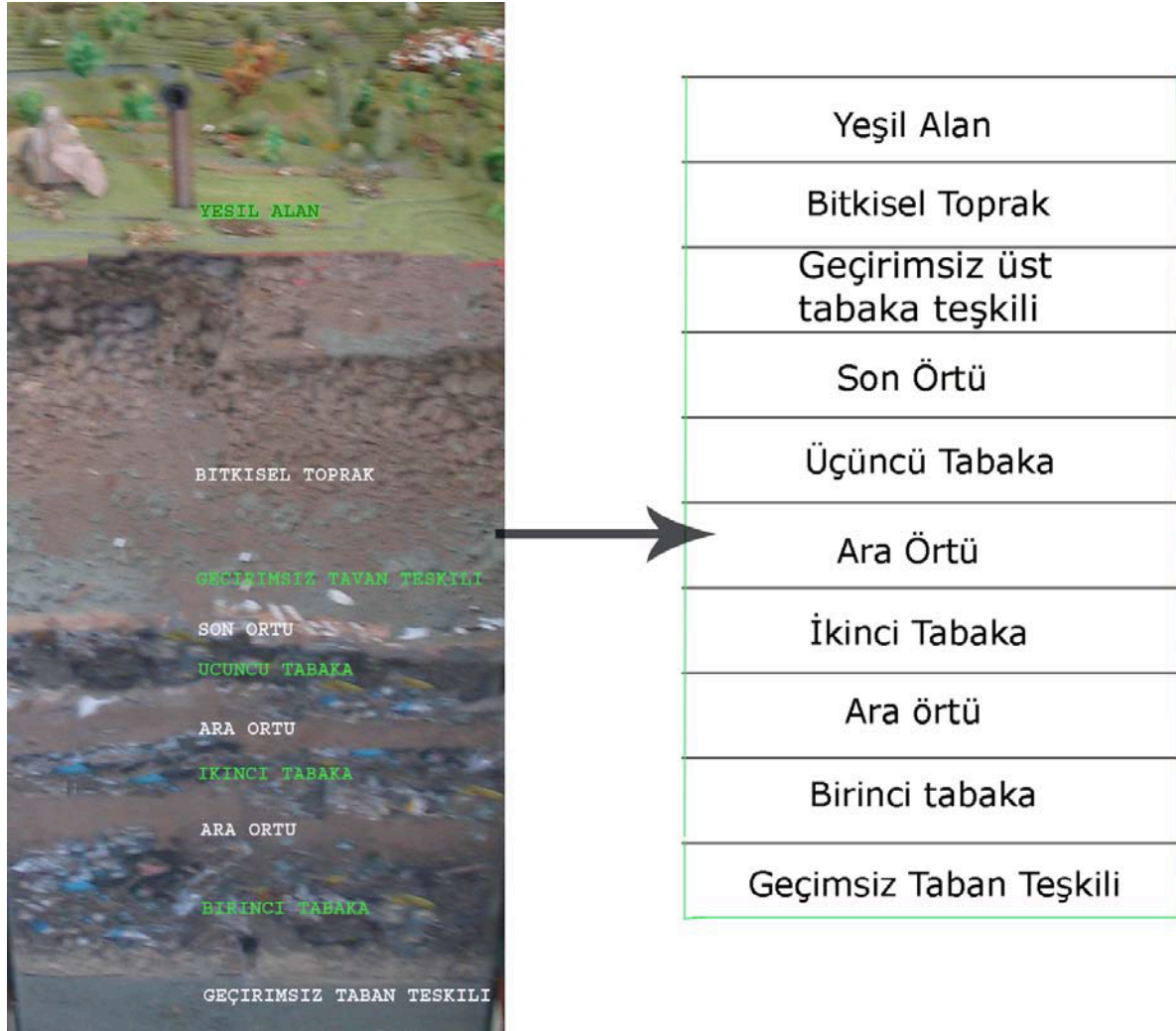
Depolama sahasında ne kadar günlük örtü malzemesi ve türlerinin kullanılacağı önceden tespit edilmelidir. Depolama sahasında uygun yerde bu malzeme mutlaka hazır olmalıdır.

Alternatif günlük örtü malzemeleri genel olarak küçük depolama sahaslarında, sınırlı ve pahalı depolama sahası olan yerlerde uygulanır. Depolama sahasında alternatif günlük örtü malzemeleri, köpükler, yeşil atıklar, muşamba, geotekstil kumaşlar kullanılır.

Bazı günlük örtü malzemesi atık içindeki nemi absorbe ederek atıkların daha hızlı bozulmasına yardımcı olur. Sızıntı suyu oluşmasını önler.

## 9. SON ÖRTÜ

Atık yüksekliği işletme planında belirtilen maksimum yüksekliğe ulaştığında atığın üzerine 30 cm daha bir ara örtü serilmelidir. Bu tabakanın üst eğimleri %5 ile %15 arasında olacak şekilde yapılmalıdır. Tasarım tesviyesi gerçekleştiğinde, 50 cm kalınlığında bir kil tabakası serilir. Kil tabakasının geçirgenliği  $1.10^{-9}$  ya da daha az olmalıdır. Kilin üstü yeşil alanların oluşturulmasına imkan sağlayacak kalitede ve yeterli kalınlıkta (1,5-2 m) bitkisel toprakla örtülmelidir.



Şekil 9-1. Katı Atık Dolgu Alanı Kesiti

## 10. KAYNAKLAR

1. Integrated Solid Waste Management- Engineering Principles And Management Issues, Tchobanoglous, George, Hilary Theisen, Samuel A. Vigil ,Mc Graw-Hill, 1993.
2. Solid Waste Landfill Engineering and Design, Edward A. McBean, Frank A. Rovers, Grahame J. Farquhar, Prentice –Hall, 1995.
3. Handbook of Solid Waste Management, Frank Kreith, Mc Graw-Hill, 1994.
4. Sanitary Landfill Operations, Chapter 4, US EPA, 1984.
5. Bomag, 2005.
6. Solid Waste Disposal Facility Operator Study Guide, Wisconsin Department of Natural Resources, Waste and Material Management, 2008.
7. Daily Compaction and Cover Requirements, Part A, Section 3., Basic Landfill Operation.
8. Managing airspace, Neal Bolton, MSW Management, 2007.
9. Landfill Compactors and Heavy Equipment, Neal Bolton, MSW Management, 2008.
10. Landfill Airspace and Waste Density, Neal Bolton, MSW Management, 2000.
11. Land Disposal 9, Decision Maker's Guide to Solid Waste Management Vol.II, 1995.
12. Landfill Operational Guidelines, 2nd Edition, ISWA, 2010.