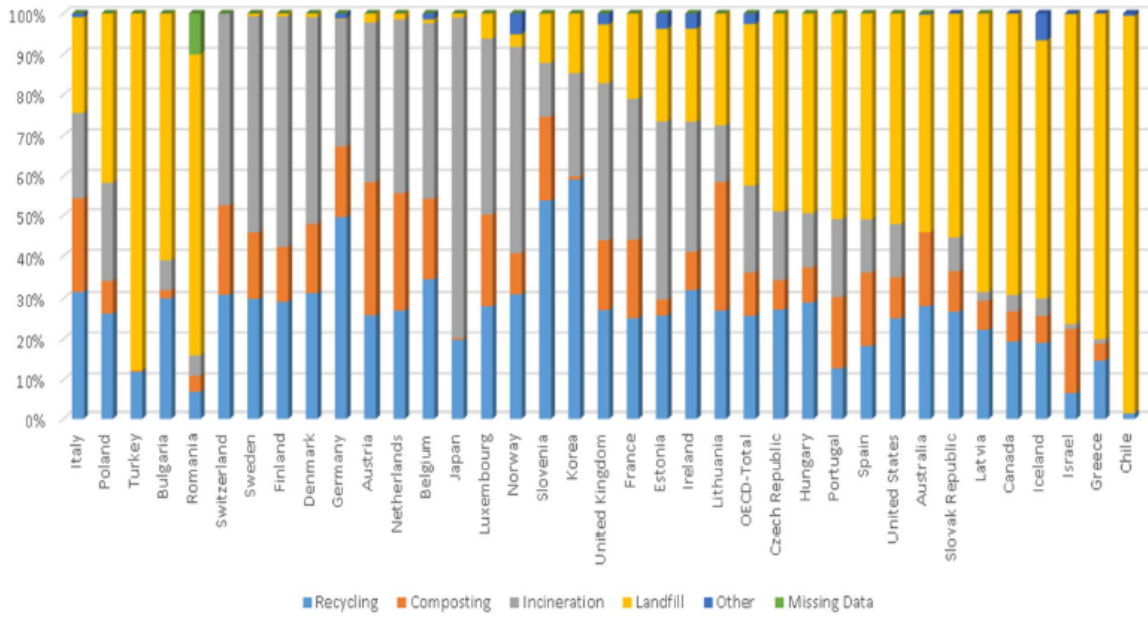


**VAHŞİ DEPOLAMA SAHALARININ
ÇEVRE ÜZERİNDEKİ OLUMSUZ ETKİLERİ****1.1. Giriş**

Çevrenin sürdürülebilirliği, özellikle son yıllarda artan yüksek kaynak tüketim miktarlarıyla birlikte önemli bir sorun haline gelmiştir. Bu yüksek tüketim düzeyi, doğal olarak kasaba ve şehirlerde üretilen atık miktarını da artırmıştır. Özellikle kentsel alanlarda insan faaliyetleri sonucu oluşan katı atıklar, tüm dünyada yönetimlerin çözmekle yükümlü olduğu önemli bir sorundur. Worldbank tarafından hazırlanan rapora göre, dünya yılda 2.01 milyar ton kentsel katı atık üretmektedir ve kişi başına günlük üretilen atık miktarı ortalama 0.74 kilogram olmakla birlikte 0.11 ila 4.54 kilogram arasında geniş bir aralıkta değişiklik göstermektedir (Worldbank, 2021). Ortalama atık üretim hızı Karayip eyaletleri için yaklaşık 1,61 kg/kişi/gün, Pasifik eyaletleri için 0,82 kg/kişi/gün, Atlantik, Hint, Akdeniz ve Güney Çin eyaletleri için 1,56 kg/kişi/gün ve Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü (OECD) ülkeleri için 1,35 kg/kişi/gün'dür (Mohee ve diğerleri, 2015). Düşük ve orta gelirli ülkelerde günlük atık üretim miktarlarının 2050 yılına kadar %40 veya daha fazla artması, yüksek gelirli ülkelerde ise %19 artması beklenmektedir (Worldbank, 2021). Gelir düzeyi ile atık üretim hızı arasında bir ilişki olduğu açıkça görülmektedir. Ayrıca, Çevre Koruma Ajansı'na göre 2050 yılına kadar göre düşük gelirli ülkelerde atık üretiminin üç kat artması beklenmektedir (Çevre Koruma Ajansı (EPA), 2020). 2010 yılında tüm dünyada 1,3 milyar ton katı atık üretilmiş olup, 2025 yılında bu değerin 3,40 milyar tona ulaşması beklenmektedir (Worldbank, 2021). Birçok farklı kaynaktan üretilen bu yüksek miktarlardaki katı atıkların bertarafı yerel yönetimlere yüksek ekonomik ve çevresel yük oluşturmaktadır. Katı atıklar uygun şekilde bertaraf edilmediği takdirde çevre sorunlarına neden olmakta ve insan sağlığını olumsuz etkilemektedir. Günümüzde, küresel COVID-19 pandemisi,

katı atıkların ve vahşi depolama sahalarının rehabilitasyon yönetim uygulamalarının ve yaklaşımlarının yeniden ele alınmasını zorunlu kılmıştır (Das vd., 2021).

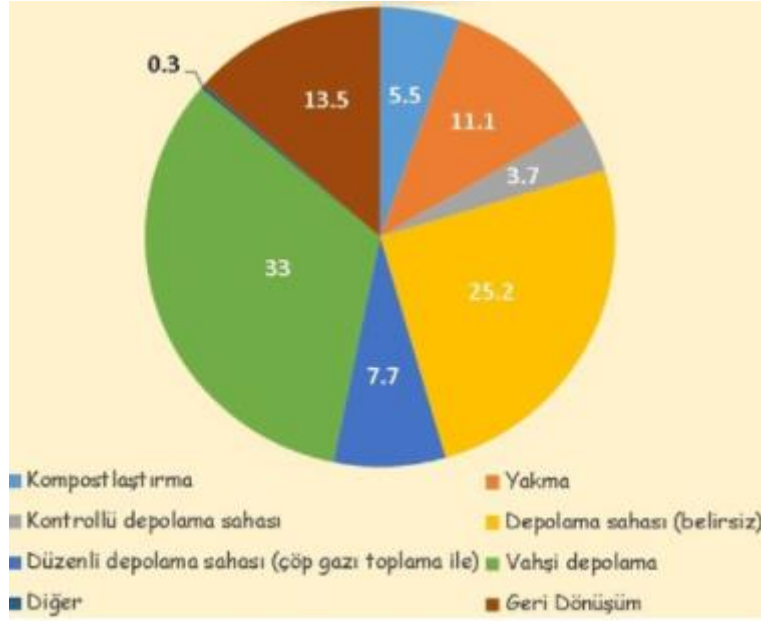
Katı atık yönetimi, her yerel yönetim tarafından sakinlerine sağlanması gereken en önemli belediye hizmetlerinden biridir. Demografik özellikler, mevzuat ve yaşam tarzı, kentsel katı atık kompozisyonunun bölgeye göre farklılık göstermesine neden olmaktadır (Reddy vd., 2009). Kentsel katı atıklar, geri dönüşüm, kompostlaştırma, yakma ve depolama yoluyla bertaraf edilebilmektedir. Şekil 1.1., 2018 istatistiklerine göre OECD ve Avrupa ülkelerinde kentsel katı atıkların küresel arıtımı ve bertarafını göstermektedir. Grafik, Avrupa ülkelerinin kentsel katı atık yönetimini nasıl ele aldıkları arasında önemli farklılıklar olduğunu göstermektedir. Grafikte yer alan ülkelerin yaklaşık yarısında katı atıkların bertarafı için en yaygın kullanılan yöntemin düzenli depolama olduğu görülmektedir.



Şekil 1.1. 2018 yılında OECD ve Avrupa ülkelerinde kentsel katı atık bertarafı (OECD,2021; CEWEP,2020).

Dünya genelinde atıkların yaklaşık %40'ı depo sahalarında bertaraf edilmektedir. Yaklaşık %19'u geri dönüşüm ve kompostlaştırma yoluyla malzeme geri kazanımı için işlenmekte ve %11'i modern yakma yoluyla bertaraf edilmektedir. Küresel olarak atıkların %33'ü hala vahşi

depo sahalarına boşaltılıyor olsa da, hükümetler çöplüklerin risklerini ve maliyetlerini giderek daha fazla fark etmekte ve sürdürülebilir atık bertaraf yöntemlerini takip etmektedir (Şekil 1.2.). Katı atık yönetimi için yıllık bütçenin 2025 yılında yaklaşık 375,5 milyar dolara çıkması beklenmektedir. Atık yönetimi bütçesi, düşük gelirli ülkelerde belediye bütçelerinin %20'sine sahip en yüksek tek kalem olabilmektedir. Atık yönetiminin maliyeti, orta gelirli ve yüksek gelirli ülkeler için belediye bütçelerinin sırasıyla %10'undan ve %4'ünden fazladır. Katı atık toplama ve bertarafı genellikle düşük gelirli ve orta gelirli ülkelerde iyi yönetilen bir bertaraf stratejisi için sınırlı bir bütçeye ve sınırlı kapasiteye sahip yerel belediyeler tarafından yönetilmektedir.



Şekil 1.2. Katı atıkların küresel arıtım ve bertaraf yüzdeleri (Worldbank, 2021).

Ne yazık ki, hızlı ve ekonomik bir çözüm bulmak için bu atıklar hiçbir mühendislik veya çevre kaygısı olmadan açık alanlara dökülmüş ve sonuç olarak bu işlemler Avrupa'da ve dünyada on binlerce vahşi depo sahaları oluşturmuştur. Birçok gelişmiş ülke, vahşi depo sahalarını çevresel etkilerini öngörmüş, bu uygulamaları terk etmiş ve mühendislik yaklaşımı düzenli depo sahalarını zorunlu kılmıştır. Bu ulusların çoğu, gönüllü olarak ve/veya AB mevzuatı gibi yaklaşımlara uyum sağlayarak bu daha çevre dostu uygulamayı izlemiştir. Katı atık yönetimine

ilişkin ardışık direktifler, AB üyeleri tarafından uygulanmak üzere standartları ve politika yönergelerini güçlendirmiştir ve AB, üye devletlere ve aday ülkelere verilen hibe fonları ile sektör gelişimini gerekli standartlara yükseltmektedir. Ancak, bu ülkeler mühendislik tabanlı düzenli depo sahaları inşa edip kullanmaya başlamış olsalar da, önceki açık çöplükler hala kullanılmadan varlığını sürdürmektedir. Ciddi çevre sorunlarına neden olan vahşi depo sahalarını rehabilite ederek çevreye ve su kaynaklarına yönelik tehlikeleri azaltmak, birçok hükümet için hala bir önceliktir.

Günümüzde gelişmiş ülkelerde katı atıkların bertarafı için en yaygın kullanılan yöntem düzenli depolama yöntemidir. Ancak düzenli depolama uygulamalarından önce, katı atıklar şehir dışında herhangi bir alanda rastgele vahşi depolama yöntemiyle bertaraf edilmekteydi. Düzenli depolama yöntemini kullanmaya başlayan ülkelerde bile terkedilmiş vahşi depo sahaları çevre ve insan sağlığını tehdit etmeye devam etmektedir. Şekil 1.2, dünyadaki atıkların küresel olarak arıtılmasını ve bertaraf edilmesini göstermektedir. Worldbank (2021), dünyadaki atıkların en az %33'ünün çevresel olarak güvenli bir şekilde yönetilmediğini belirtmektedir. Vahşi depolama yönteminde üç önemli ve hayati sorun vardır. 1) Anaerobik ortamda biyolojik olarak parçalanmış katı atıklardan kaynaklanan ve karbondioksit göre 28 kat fazla sera gazı etkisine sahip olan CH₄ gazıdır. CH₄ gazı havayla %5-15 oranında karıştığında patlayıcı, %15'in daha üzerinde bir oranda karıştığında yanıcı bir gazdır. 2) Sızıntı suları ve toprak özelliklerinde değişim. Sızıntı suları, yağış sularının katı atıkların üzerine yağması ve aynı zamanda katı atıkların kendi su içerikleri sebebiyle ortaya çıkmaktadır. Toprak özelliklerindeki değişim pek çok organik ve inorganik kirliliği içinde barındıran sızıntı sularının miktarını ve hızını artırır. Bu sular topraktan süzülüp yeraltı sularına karışarak içme suyu kaynakları ve doğal çevre için önemli riskler oluşturur. 3) Vahşi depolama sahalarında yapısal stabilite. Vahşi depo sahalarındaki şev kaymaları ciddi çevresel sorunlara yol açabilmektedir. Özellikle açık çöplüklerin su kütlelerine yakın olması şev kaymalarını daha kritik hale getirmektedir. Yukarıda belirtilen hayati

sorunlardan dolayı, artık kullanılmayan vahşi depo sahalarının rehabilite edilmesi ve mevcutların iyileştirilmesi gerekmektedir. Avrupa Birliği'nin, çevreye yönelik tehditleri önlemek veya en aza indirmek için alınması gereken sınırlamaları ve prosedürleri tanımlayan atıkların düzenli depolanmasına ilişkin bir yönergesi (No: 1999/31/EC) bulunmaktadır. Avrupa Birliği üyesi veya aday olan birçok ülkede, vahşi depo sahaları hala çevresel bir sorun olarak görülmektedir.

1.2. Vahşi Depolama Sahalarının Çevresel Etkileri

Özellikle büyük şehirlerde oluşan katı atıkların bertarafı çözülmesi gereken önemli sorunlardan birisidir. Dünyada çevre bilincinin tam olarak gelişmemiş olmasının en büyük göstergelerinden birisi vahşi depolamanın katı atık bertaraf yöntemi olarak kullanılmasıdır. Vahşi depolama katı atık bertaraf yöntemleri arasında en ekonomik olan yöntemdir. Ancak çöplerin gözlerden uzak olduğu bölgelere rastgele dökülerek oluşturulan bu alanlar gerek insan sağlığını gerekse çevreyi tehdit etmektedir. Küresel çapta katı atıkların yaklaşık %40'ı düzenli depolama sahaları kullanılarak bertaraf edilmekte olup gelişmekte ya da gelişmemiş olan ülkelerin çoğunda vahşi depolama hala bir bertaraf yöntemi olarak kullanılmaktadır (Kaza vd., 2018). Ancak, birçok olumsuz etkiye sahip olan vahşi depolama yönteminden vazgeçilmesi, kullanılmayan eski alanların ise rehabilite edilmesi büyük önem arz etmektedir. Dünyada+ her yıl %33'ü çevre açısından güvenli bir şekilde yönetilemeyen 2,01 milyar ton kentsel katı atık üretilmektedir. Atık üretim hızı artarken, katı atıkların küresel etkileri de hızla artmaktadır. Kontrolsüz katı atık bertarafı, yüzey suyu, yeraltı suyu ve toprak kirliliği; hava kirliliği, kötü koku ve sera gazları (GHG) emisyonları; patlama, yangın ve diğer ciddi çevresel riskler; hastalık vektörleri; çöp toplayıcıların maruz kaldığı sağlık riskleri ve görsel kirlilik gibi olumsuz birçok çevresel sorunlara katkıda bulunur.

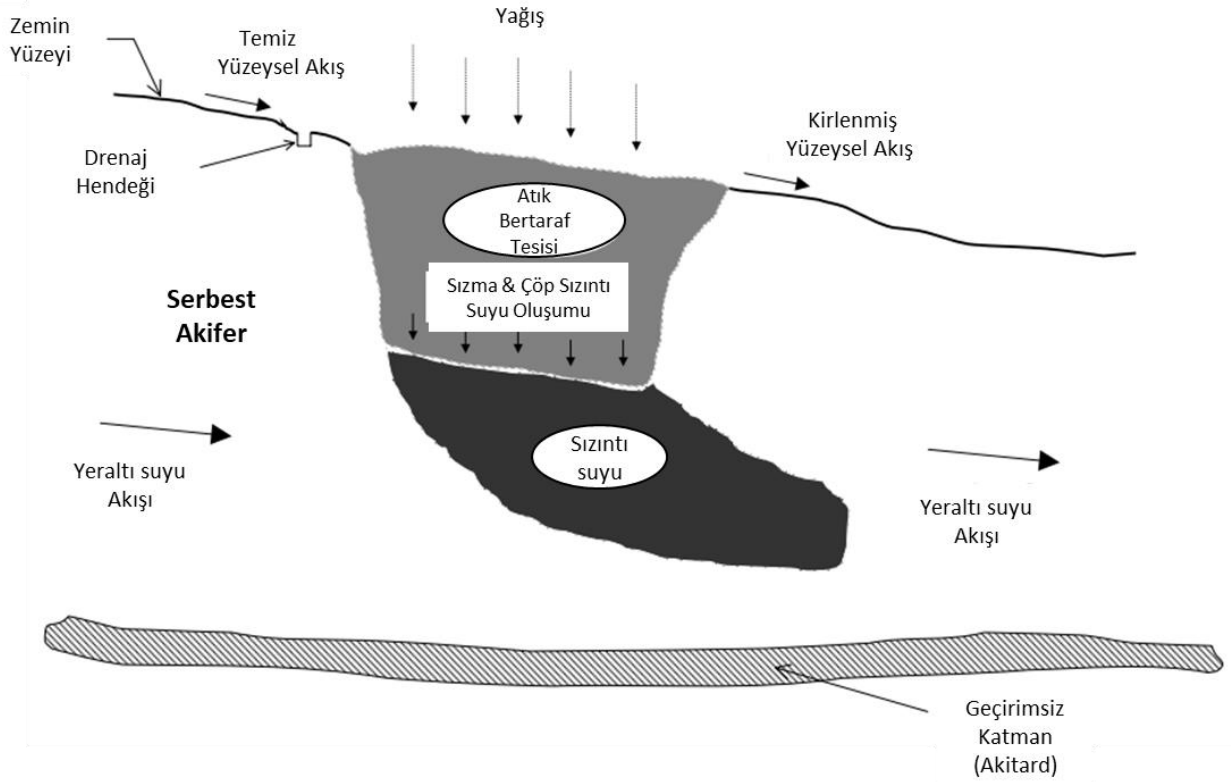
1.2.1. Yüzeysel Sular, Yeraltı Suyu ve Toprak Kirliliği

Dünyada bulunan su kütlelerinin sadece % 2,5 'i tatlı sudur ve bunların da birçoğu ulaşılması imkânsız olan buzullarda ya da çok derin tabakalarda yeraltı suyu olarak bulunur. Dolayısıyla, insanoğlu dünyada giderek artan bir su sorunu ile karşı karşıyadır. Yeraltı suları, akifer denilen jeolojik kaya oluşumlarının içinde bulunan, yağmurla birlikte kaynakları yenilenen yavaş ve sürekli akan sulardır. Dolayısıyla insan faaliyetlerinden çok kolay bir şekilde etkilenirler. Vahşi depolama sahaları, yüzeysel ve yeraltı sularının kirlenmesinde doğrudan etkiye sahiptir. Mühendislik çalışmaları sonucu oluşturulan düzenli depolama sahalarının aksine vahşi depolama alanlarında sızıntı suyu yönetimi mümkün değildir. Dolayısıyla, yüksek kirlilik yükü bulunan sızıntı suları kontrolsüz bir şekilde sulara karışmaktadır. Vahşi depolama sahalarına yakın bölgelerde, yüzey ve yeraltı sularının kirlenme olasılığı daha yüksek olup, bu bölgelerde yaşayan ve bu suları kullanan yerel halk ve doğal çevre için önemli riskler oluşmaktadır.

Sızıntı suyu, atıklarda bulunan nem içeriği ve yağmur suyu gibi dışarıdan gelen suların oluşturduğu kompleks ve kirlilik yükü fazla sulardır (Duran ve Cuci, 2016). Sızıntı suları, fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerine bağlı olarak, akifer içinde yeraltı suyu gibi hareket edebilirler. Gözenekli ve geçirgen olan topraklarda, bu kirleticilerin akifere iletilmesi nispeten daha kolaydır. Bu suların içeriği depolanan katı atığın özelliğine, depo yaşına, sahanın hidrojeolojik yapısına, katı atığın su miktarına, sıcaklık, pH ve iklim şartları gibi birçok parametreye göre değişiklik göstermekte olup yüksek miktarda organik madde, azotlu madde, ağır metal ve organik / inorganik tuzlar içerir (Duran ve Cuci, 2016). Bu sularda biyolojik oksijen ihtiyacı (BOİ) ve kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) çok yüksektir (Christensen v.d., 2001). Sızıntı sularında bulunan Cd, Cr, Cu, Pb, Ni, Zn ve Hg gibi ağır metaller ve farklı organik kimyasallar yüzey ve yeraltı sularını kirleterek ciddi sağlık sorunlarına yol açarlar. Bu kirleticiler besin zincirine geçebilir ve uzun süreli maruz kalındığında biyolojik olarak canlılarda birikebilir (Long v.d., 2010; Sánchez-Chardi ve Nadal, 2007); karaciğerde, böbreklerde, dolaşım sisteminde

ve sinir sinyallerinin hareketinde işlev bozukluklarına neden olabilirler (Botkin ve Keller, 2002). Bu kirleticilere ek olarak sızıntı suları, fekal koliformlar ve spor oluşturan bakteriler dahil olmak üzere farklı birçok bakteri türünü de içerebilirler (Matejczyk vd., 2011). Çok az miktar sızıntı suyu büyük miktarlarda yüzeysel ve yeraltı sularının kirlenmesi için yeterli olacak, bu da biyolojik çeşitliliğin zarar görmesine ve kirleticilerin besin zincirine girmesine neden olacaktır (Bakare vd., 2007; Long v.d., 2010). Sızıntı suları ilk evresinde asidik özelliğe sahiptir. Bu evrede meydana gelen bir sızıntı topraktaki ağır metallerin de çözünmesine ve yeraltı suyuna karışmasına neden olacaktır (Prechtai vd., 2008). Bu da sular için ikincil bir kirletici kaynağı olacaktır.

Sızıntı suyu nedeniyle kirlenen yüzeysel ve içme suları arıtılabilir ancak bu arıtma uzun, maliyetli ve zahmetli olacaktır. Dolayısıyla etkilenen yeraltı suyu kuyularını terk etmek genellikle bu durumda yapılan ilk şeydir. Atık bertarafı için kullanılan bir tesisten kaynaklanan sızıntı suyu nedeniyle yeraltı ve yüzey sularının kirlenmesi Şekil 1.3'te gösterilmektedir. (UNEP, 2005).



Şekil 1.3. Atık bertarafı için kullanılan bir tesisten kaynaklanan sızıntı suyu nedeniyle yeraltı ve yüzey sularının kirlenmesi

Vahşi depolama sahaları toprağın sadece kimyasal değil aynı zamanda mühendislik özelliklerini de değiştirebilir. Ukpong ve Agunwamba (2011), vahşi depolama sahalarının toprak özellikleri üzerindeki etkisini belirlemek için Nijerya'da üç çöplük alanı ile ilgili araştırma yapmışlardır. Bu amaçla, toprak katmanları, vahşi depolama alanlarındaki toprak katmanlarına benzeyen, yaklaşık 40 m uzaklıktaki toprağı de kontrol amaçlı olarak incelemişlerdir. Karşılaştırmalar, depolama alanlarındaki toprak için optimum nem içeriğinin yanı sıra likit limit değerlerinin kontrol toprağından daha düşük olduğunu gösterirken; kurşun, demir ve çinko miktarları, plastisite indeksi, geçirgenlik, özgül ağırlık değerlerinin ise vahşi depolama alanlarında kontrol toprağına göre daha yüksek olduğunu ortaya çıkarmıştır.

Kanmani ve Gandhimathi (2013) Hindistan'da bulunan ve kentsel katı atıkların depolandığı Ariyamangalam vahşi depolama sahasında sızıntı suyu probleminden kaynaklanan ağır metal kirliliğini bu çöp sahasının çevresinden toprak örnekleri toplayarak araştırmışlardır. Sonuç olarak toprak örneklerinde Mn, Pb ve Cu gibi bazı ağır metaller gözlenmiştir. Bu sonuç, sızıntı suyunun

vahşi depolama sahalarından dışarıya doğru hareketinin gözle görülür toprak kirliliğine neden olduğunu göstermektedir.

1.2.2. Yapısal Stabilite

Vahşi depolama sahaları ile ilgili önemli sorunlardan biri de, şev kaymaları gibi muhtemel stabilite sorunlarıdır. Genel olarak, düzenli depolama alanlarındaki stabilite sorunları, toprak ve atıkların kendisinden ve bunların astarlarla olan etkileşimlerinden kaynaklanabilir. Esasında, temel toprağı, sızdırmazlık ve örtü sistemi birlikte dikkate alınmalıdır. Ancak vahşi depolama sahalarında sızdırmazlık sistemi mevcut değildir, bu nedenle toprak ve atık ve toprak-atık arayüzü kritik olabilir. Depolama sahasındaki eğimler çok dik ve dengesiz olduğunda çöp yığınlarında kaymalar meydana gelir. Aşırı yağışların neden olduğu yüksek nem doygunluğu, depremlerin yarattığı titreşimler düzensiz depolama yapılan alanlarda kayma meydana getirebilir. Özellikle deprem bölgelerine yakın ve aşırı yağış alan böyle yerlerde eğimin azaltılması böyle bir sorunun etkilerini azaltmada etkili olacaktır (Cointreau, 2006).

Jayaweera ve diğerleri (2019) tarafından yapılan çalışmada, Şekil 1.5'te gösterildiği gibi Sri Lanka'da bulunan vahşi depolama sahasında meydana gelen bir şev yenilmesi sunulmuştur. Bu vahşi depolama sahasında, çökmeden hemen önce yüksekliği 20-49 m, eğim açıları ise 20° ile 85° arasında değişmektedir.



Şekil 1.4. Meethotamulla vahşi depolama sahasında şev kayması nedeniyle konut birimlerinde meydana gelen hasar (Jayaweera ve diğerleri, 2019).

Vahşi depolama alanlarında çok ciddi kayma olaylarının yaşandığı ve sonuçlarının çok ağır olduğu kazalar yaşanmıştır. 2005 yılında Bandung'daki (Java, Endonezya) Leuwigajah katı atık sahasında, yoğun yağışların ardından büyük bir kayma meydana gelmiş ve 143 kişi hayatını kaybederken 71 ev de göçük altında kalmıştır. 2000 yılında birkaç gün süren aşırı şiddetli yağmurdan sonra Filipinler'de bulunan Payatas depolama sahasında başka bir eğim kayması meydana gelmiştir. Bu kazada hacmi yaklaşık 13.000-16.000 m³ civarında olan büyük bir çöp kütleinde kayma meydana gelerek 278 kişinin ölümüne neden olmuştur (Merry vd., 2005; Lavigne vd., 2014). Endonezya'da bulunan Leuwigajah çöp sahasında 2005 yılında 2.700.000 m³ atık hacminde başka bir heyelan meydana gelmiş ve 147 kişi yaşamını yitirmiştir (Koelsch vd., 2005). Ayrıca, 2018 yılında Maputo, Mozambik'teki Hulene çöp sahasından çok büyük bir katı atık kütleinin kayması ile sonuçlanan ciddi bir felaket meydana geldi ve aralarında çocukların da bulunduğu en az 17 kişi öldü. 2017 yılında, çöplüklerdeki toprak kaymalarının çok yüksek sıklıkta meydana geldiği rapor edilmiş ve Colombo (Sri Lanka), Addis Ababa (Etiyopya), Conakry (Gine) ve Delhi'de (Hindistan) 150'den fazla ölümle sonuçlanan olay bildirilmiştir (Kaza vd., 2018). Saravejo'da, 1977'de bir kentsel katı atık vahşi depolama sahasında kayma meydana gelmiştir. Bu kaymada taşınan atık hacmi 200.000 m³ ve akış mesafesi 1 km civarında olmuştur. Sonuç olarak, 5 ev ve 2 köprü hasar görmüştür (Blight, 2008).

Sismik faaliyetler birçok yapıyı olumsuz etkiler (örn. Jinguuji ve Toprak, 2017; Toprak vd., 2008; Holzer vd., 2000) ve risk değerlendirmelerinde dikkate alınmalıdır. Vahşi depolama sahaları da dahil olmak üzere düzenli depolama alanları bunun bir istisnası değildir. Örneğin, 1994 Northridge depreminde, bir depolama sahasının jeomembran astarında bazı yırtıklar gözlemlenmiştir (Augello vd., 1995). 7.1 büyüklüğündeki 1989 Loma Prieta depreminde bazı depolama alanlarında küçük çatlaklar ve çok az oturma gözlenmiştir (Johnson vd., 1991). 1995 Hyogoken-Nanbu depreminden sonra, bazı atık dolgularında zemin çatlakları oluşmuştur (Akai vd., 1995). Kentsel katı atıkların depolandığı düzenli depolama sahalarının sismik tepki

analizleri, deprem sonrası güvenlik değerlendirmelerinin yanı sıra hizmet verilebilirliği açısından da büyük önem taşımaktadır. Depolama alanlarının titreşim özellikleri, kuvvetli hareketin yanı sıra temeller, temel tipleri ve depolama rijitliği, düzenli depolama sismik tepkisini değerlendirmek için önemli parametrelerdir (Choudhury ve Savoikar, 2009).

1.2.3. Depolama Alanlarında Patlama ve Diğer Kaza Riskleri

Bir gazın patlama sınırı o gazın patlama potansiyeline sahip olduğu konsantrasyon seviyesidir ve alt patlama sınırı (LEL) ve üst patlama sınırı (UEL) ile belirlenir. Bu sınırlar havadaki bir gazın hacimce yüzdesinin ölçüleridir. LEL değerinin altında kalan ve UEL değerinin üzerinde olan konsantrasyonlardaki gaz patlayıcı değildir. Ancak, bu sınırlar arasında havada bulunan bir gaz, tutuştırma kaynağı da mevcutsa patlayabilir. Vahşi depolama sahalarında bulunan çöplerin içindeki biyolojik olarak bozunabilen organik maddelerin anaerobik olarak parçalanması sonucu oluşan CH₄ gazı havayla % 5-15 oranında karıştığında patlayıcı, % 15'in daha üzerinde bir oranda karıştığında yanıcı bir gazdır (ATSDR, 2001).

Normal koşullarda vahşi depolama sahalarında yaklaşık %50 oranında metan gazı bulunduğu için, bu şartlar altında patlayıcı değildir. Ancak depolama alanlarında yer değiştirip LEL ve UEL arasında bir konsantrasyona seyrelirse oksijen varlığı ile birlikte patlama riski söz konusu olacaktır. Çok yaygın olmamakla birlikte, tüm dünyada birçok çöp gazına bağlı patlamalar rapor edilmiş ve ciddi hasarlara neden olduğu bildirilmiştir (1988 yılında Keetleman, Kaliforniya, 1996 yılında Cincinnati, Ohio ve 2003 yılında Yunanistan gibi (Lavigne v.d., 2014)). 1976 yılından beri faaliyette olan İstanbul Ümraniye'de bulunan Hekimbaşı vahşi depolama sahasında herhangi bir atık sıkıştırması yapılmadan günde 1500-2000 ton katı atık depolanmaktaydı. 1993 yılı Nisan ayında vahşi depolama sahasında metan gazının patlaması sonucu 39 kişi hayatını kaybetmiş, birçok ev göçük altında kalmıştır (şekil 1.5). Bu patlama sırasında yer değiştiren atık hacmi 1.200.000 m³tür (Kocasoy ve Curi, 1995). Dünyada öp depolama alanlarında metan gazına bağlı patlamaların olduğu birçok olay rapor edilmiş, ciddi yaralanmalar ve hasarların

olduğu belirtilmiştir. Ayrıca 1991 yılında Danimarka'da bulunan bir çöp sahasında da bir gaz patlaması meydana gelmiştir (Kjeldsen ve Fischer, 1995).



Şekil 1.5. Hekimbaşı vahşi depolama alanında meydana gelen patlama sonrası kurtarma çalışmaları

1.2.4. Görüntü Kirliliği

Hiçbir mühendislik çalışması yapılmadan gelişigüzel depolanan çöplerin çevresel ve sağlık etkileri yanında oluşturduğu diğer bir sorun ise görüntü kirliliğidir. Herhangi bir düzenin olmadığı atık yığınlarının, yaşam alanlarının görüş alanında olması hiç kimsenin görmeyi ya da yaşamayı istemediği bir durum oluşturmaktadır. Görüntü kirliliğinin sadece estetik bir sorun olmayıp insanlar üzerinde olumsuz etkilerinin de olduğunu belirten çalışmalar mevcuttur. En basitinden, yakınındaki arazilerin değerini azalttığı, insanlar üzerinde psikolojik olarak rahatsızlık meydana getirdiği, sürücülerin dikkatlerini dağıttığı ve gereksiz tüketimi teşvik ettiği gibi etkiler rapor edilmiştir (Wakil vd., 2019; Edquist, 2009). Vahşi depolama alanlarının rehabilitasyonu ile diğer tüm olumsuz etkilerinin yanı sıra uygun bir şekilde peyzaj çalışmaları yapılarak görüntü kirliliği de ortadan kaldırılmaktadır.

1.2.5. Atık Toplayıcılar için Sağlık Riskleri

Dünya çapında, özellikle atık yönetiminin çok az olduğu gelişmekte olan ülkelerde daha yoğun olmak üzere, yaklaşık iki milyon kişinin kayıt dışı atık toplayıcı olarak çalışarak geçimini sağladığı tahmin edilmektedir. Dolayısıyla, katı atıkların iyi yönetilememesinin zararlarına direkt olarak maruz kalanlar ve dolayısıyla ciddi sağlık sorunlarıyla karşılaşma riski yüksek olanlar da bu insanlardır (Hoornweg ve Bhada-Tata, 2012). Atık toplayıcıların karşı karşıya oldukları risklerin boyutu ve şekli çalışma şartlarına, atığın niteliğine ve maruz kalma sürelerine göre değişiklik gösterebilmektedir (Gutberlet vd., 2013; Ziraba vd., 2016). Bu risklerden bazıları; atık toplama sırasında partiküller, biyo-aerosoller ve uçucu organik maddelere maruziyetten kaynaklanan bronşit, astım, zatürre gibi solunum yolu hastalıkları, hastalık taşıyan maddelere karşı direkt temas yoluyla bulaşan ishal, kolera, dizanteri, tifo gibi enfeksiyon hastalıkları ve atık toplama sırasında kesilme, delinme yoluyla geçen tetanos, hepatit vb. hastalıklar sayılabilir. Ayrıca, çöp depolama sahalarında bulunan yüksek CO₂ ve CH₄ gazlarının yarattığı düşük oksijen koşullarından kaynaklanan baş ağrısı ve mide bulantısı gibi sorunlar da çöp toplayıcıların sıkça karşılaştığı sorunlar arasındadır. Çok sık olmamakla birlikte, çöp yüzeyinin kayması/çökmesi, yangınlar ve patlamalar sonucu da ciddi yaralar, hatta ölümler söz konusu olabilmektedir. Bu yangınlar sırasında piller, boyalar gibi kurşun içeren malzemelerin yarattığı kurşun zehirlenmeleri de göz ardı edilemeyecek riskler arasındadır (Cointreau, 2006). Ayrıca tehlikeli tıbbi atıklara maruziyetin sebep olduğu HIV ve Hapatit C gibi ciddi hastalıklar da rapor edilen hastalıklar arasındadır (Cowing, 2013). Bunun yanında bu işçiler arasında düşme vb kazalara bağlı yaralanmalar, dermatolojik sorunlar ve kadın işçilerde üreme ve üriner sistem enfeksiyonlarının yüksek oranda görülmesi de yaygın riskler arasındadır (Jayakrishnan vd., 2013).

Bu tür sorunların önüne geçebilmek için, vahşi depolama sahalarının ıslah edilmesi alınabilecek en önemli tedbirdir. Bunun yanında, tehlikeleri azaltmak adına bu gibi yerlerde çalışan işçilerin

eldiven, yüz maskesi gibi koruyucu giysiler kullanması, atık toplayıcıların karşılaşabilecekleri sorunlar ve hijyen üzerine eğitilmesi, özellikle çocukların böyle yerlerde çalıştırılmaması etkili olacaktır (Şekil 1.6).



Şekil 1.6. Vahşi depolama sahasında bir kadın çöp toplayıcı

1.2.6. Vektörel Hastalıklar

Vahşi depolama sahalarında bulunan organik maddeler, halk sağlığı üzerinde olumsuz etkisi olabilecek sinekler, sivrisinekler ve kemirgenler gibi hastalık taşıyan vektörlerin çoğalmasına ortam hazırlamaktadır. Özellikle gelişmekte olan ülkelerde vektörlerle ilgili hastalıklar halk sağlığı için tehdit olmaya devam etmektedir. Hastalık bulaştıran vektörler arasında sivrisinek insanoğlu için en büyük tehdittir. Sıtma ve dang humması gibi, her yıl milyonlarca insanın ölümüne neden olan hastalıkları en kolay yayılma yolu sivrisineklerdir (Tohit vd., 2019). Bunun yanında karasineklerin katı atıkta bulunan fekal madde ile temas edip canlılara taşıması sonucu yayılan bakteriyel enfeksiyonlar da başka bir tehdit unsurudur. Kemirgenler de, açıkta bulunan çöplüklerde çok rahat ürer ve beslenirler. Hanta virüsü kemirgenlerden özellikle farelerin dışkı ve idrarlarının solunması yoluyla bulaşan ciddi hastalıklara yol açan bir virüstür (Cointreau, 2006). Vahşi depolama alanlarının rehabilite edilmesi ve depolama alanlarının uygun yönetimi

ile hastalık yapıcı vektörlerin çoğalmasa kontrol altına alınabilir ve özellikle gelişme olan ülkelerde sağlık riskleri azaltılabilir.

1.2.7. Hava Kirliliği, Koku ve Sera Gazı Emisyonları

Vahşi depolama sahasında bakteriyel bozunma, buharlaşma ve kimyasal reaksiyonlar gibi 3 farklı şekilde depo gazı denilen hava kirleticiler gazlar oluşabilir. Çoğunlukla depo gazı, atığın içinde ve/veya toprakta doğal olarak bulunan bakteriler tarafından atıkların parçalanmasıyla meydana gelen bakteriyel bozunma ile üretilir. Bunun yanında çöp sahasında bulunan atıklardaki bazı organik kirleticiler, özellikle metan olmayan uçucu organik bileşikler buharlaşma yoluyla da oluşabilir. Çöplerdeki bazı kimyasalların reaksiyonu sonucu da depo gazının oluştuğu bilinmektedir. Gaz üretimini etkileyen faktörler ise atığın içeriği, yaşı, sahadaki oksijen varlığı, nem içeriği ve sıcaklık olarak sıralanabilir (ATSDR, 2001).

Katı atıklar zamanla aerobik ya da anaerobik koşullarda biyolojik olarak bozunur. Depolama sahasında bulunan çöplerin karakteristik yapısına bağlı olarak oksijenin varlığına ve azotun uygun biçimde bulunma şartlarına göre oluşan son ürünler karbondioksit (CO_2), metan (CH_4) ve sudur. Ayrıca daha az miktarlarda nitroz oksit (N_2O), amonyak (NH_3), hidrojen sülfür (H_2S), karbon monoksit (CO) ve trikloretilen, benzen, vinil klorür gibi organik bileşikler oluşmaktadır (Barton vd., 2008; Saral v.d., 2009). Gaz üretimi atıkların depolanmasını takiben 2-6 ay sonra başlayan ve 100 yıl kadar devam eden bir süreçtir (Saral v.d., 2009).

Vahşi depolama sahalarında oluşan depo gazı günümüzün en önemli sorunlarından birisi olan iklim değişikliğine katkı sağlamaktadır. Hızlı nüfus artışına bağlı olarak artan katı atık hacmi iklim değişikliğine ciddi katkısı olan sera gazlarının da artışına neden olmaktadır. Katı atıkların yanlış yönetimi bu artışın baş sorumlusu olarak gösterilmektedir (Tian v.d., 2013). İklim değişikliğinin önemli nedenlerinden birisi olarak kabul edilen bu depo gazları içinde metan gazı, en çok paya sahip olan sera gazıdır. Çevre Koruma Ajansı'nın (EPA) 2006 yılındaki raporuna

göre, gelişmekte olan ülkeler 2000 yılı için depolama alanlarında oluşan metan gazı emisyonlarının %30-40'ından sorumludurlar (US EPA, 2006). Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) değerlendirme raporuna (AR5) göre CH₄, atmosferde ısıyı tutma kapasitesi bakımından CO₂'den 28 ila 36 kat daha etkili bir sera gazıdır (IPCC, 2014).

Vahşi depolama alanlarında oluşan yer sorununa bağlı olarak atıkların azaltılmasında hızlı, etkili ve ucuz çözüm olması sebebiyle vahşi çöp yakma uygulaması da sıkça görülmektedir. Küresel atıkların %41'inin açık ve kontrolsüz bir şekilde yakıldığı tahmin edilmektedir (Cogut, 2016). Atıkların bu şekilde kontrolsüz yakılması sonucu havaya çeşitli toksik kirleticiler ve sera gazları salınmaktadır. Bunlar CO₂, CH₄, partikül maddelerin yanı sıra, kanserojenik/mutojenik özellikleri olan ve ciddi sağlık etkilerine sahip, polisiklik aromatik hidrokarbonlar (PAHlar), dioksinler ve furanlar gibi kalıcı organik bileşiklerdir. Atıkların depolama alanlarında yakılması sebebiyle yılda 270.000 erken ölümün meydana geldiği (Cogut, 2016) tahmin edilmekte olup bu işlemlerin küresel sera gazı emisyonlarının yaklaşık olarak % 5'ine katkı sağladığı (William vd., 2018) düşünülmektedir. Şu anki haliyle, herhangi bir iyileştirme yapılmazsa, katı atıklarla ilgili emisyonların 2050 yılına kadar 2,6 milyar ton CO₂ eşdeğerine yükseleceği tahmin edilmektedir (TheWorldBank, 2018)

Depolama alanında atık yeterince sıkıştırılmazsa hava atık içine nüfuz ederek metan gazı ile karışarak kendiliğinden de yangınlara neden olabilir. İster kendiliğinden oluşsun isterse insan eliyle çıksın, bu yangınlar ciddi hava kirliliği oluşturmaktadır. Dünyadaki çöplerin büyük miktarının kasıtlı ya da kendiliğinden yandığı ve bölgesel ve küresel envanterlerde gösterilen değerlerin çok üzerinde emisyonlara neden olduğu tahmin edilmektedir (Wiedinmyer vd., 2014). Kötü kokular çok düşük konsantrasyonlarda bile insanlar üzerinde psikolojik bir etkiye sahiptir ve bu tür maddelere maruz kalmak insanların yaşam kalitesini düşürebilir; baş ağrısı, iştah kaybı, sindirim sistemi bozuklukları, uyku bozuklukları, nefes darlığı ve alerjik reaksiyonlar gibi birçok sağlık sorunlarına neden olabilir (Lee vd., 2013). Dolayısıyla, koku kirliliği birçok ülkede

yönetmeliklerde yer alan ve kontrol tekniklerinin araştırıldığı bir kirlilik türü haline gelmiştir (Capelli vd., 2013). Daha önce yapılan çalışmalar göstermiştir ki, atık depolama sahalarından yayılan emisyonlar genel olarak koku sorununa neden olan gazlardır ve civarda yaşayan insanlar için ciddi sorun kaynağıdır (Dincer vd., 2006). Depolama alanı arazisinin topografyası dolayısıyla çok rüzgâr almaması ve artan nüfus ile birlikte çöp miktarının da artış göstermesi koku sorununun da artmasına neden olmaktadır. Yapılan epidemiyolojik çalışmalara göre, hava kirliliği ile insan sağlığı arasında ciddi korelasyonlar mevcuttur (Ancona vd., 2015). Özellikle bu sahaların çevresinde kalan insanlar için solunum, nörotoksik, kanserojen ve teratojenik risk oranının daha yüksek olduğu bildirilmiştir (Aderemi ve Falade, 2012; Durmuşoğlu vd., 2010).

Depo gazındaki kötü kokulara atıkların parçalanması sırasında üretilen hidrojen sülfür (H_2S) ve amonyak (NH_3) gazları neden olmaktadır. NH_3 güçlü keskin bir kokuya sahipken, H_2S çürük yumurta kokusuna benzemektedir. İnsanlar, havadaki çok düşük seviyelerde bile bu gazların kokusunu algılayabilirler. Ding vd. (2012) tarafından atık depolama alanında yapılan çalışmada koku sorununa neden olan 68 farklı uçucu organik bileşik tespit edilmiş ve bunların % 95'ine yakını NH_3 ve H_2S 'in oluşturduğu rapor edilmiştir. Daha az miktarlarda ise inorganik bileşikler, halojenli bileşikler, uçucu yağ asitleri, aromatik bileşikler, aldehit, keton ve esterler, hidrokarbonlar ve diğer kükürtlü ve azotlu bileşikler bulunmuştur. Ayrıca koku kirliliğinin yüksek sıcaklık, yüksek nem ve düşük rüzgar hızı ve düşük hava basıncı koşullarında daha kötü olduğu belirtilmiştir (Ding vd., 2012).

Kaynakça

- Aderemi , A.O., Falade, T.C. (2012). Environmental and health concerns associated with the open dumping of municipal solid waste: a Lagos, Nigeria experience. *American Journal of Environmental Engineering*, 2(6), 160-165.
- Akai K, Bray JD, Christian JT, Boulanger RW (1995). Geotechnical reconnaissance of the effects of the January 17, 1995, Hyogoken-Nanbu earthquake, Japan, EERC, Univ. of California, Berkeley, U.S. Department of Commerce, NTIS.
- Ancona, C., Badaloni, C., Mataloni, F., Bolignano, A., Bucci, S., Cesaroni, G., Sozzi, R., Davoli, M., Forastiere. F. (2015). Mortality and morbidity in a population exposed to multiple sources of air pollution: A retrospective cohort study using air dispersion models. *Environmental Research*, 137, 467-74.
- ATSDR, (2001). Agency for Toxic Substances and Disease Registry. <https://www.atsdr.cdc.gov/HAC/landfill/html/ch2.html>
- Augello AJ, Matasovic N, Bray JD, Kavazanjian Jr E, Seed RB (1995). Evaluation of solid waste landfill performance during the Northridge earthquake. *ASCE Geotechnical Special Publication* 54:17–50.
- Bakare, A.A., Pandey, A.K., Bajpayee, M., Bhargav, D., Chowdhuri, D. K., Singh, K. P., Murthy, R C., Dhawan, A. (2007). DNA damage induced in human peripheral blood lymphocytes by industrial solid waste and municipal sludge leachates. *Environmental and Molecular Mutagenesis*, 48, 30-37.
- Barton JR, Issaias I, Stentiford EI. (2008). Carbon--making the right choice for waste management in developing countries. *Waste Management*, 28(4), 690-8.
- Blight G (2008). Slope failures in municipal solid waste dumps and landfills: a review. *Waste Management and Research* 26(5): 448–463.
- Botkin, D.B., and Keller, E.A. (2002). *Environmental Science: Earth as a Living Planet*. New York: Wiley,
- Capelli, L., Sironi, S., Rosso, R. D., Guillot, J. M. (2013). Measuring odours in the environment vs. dispersion modelling: a review. *Atmospheric Environment*, 79, 731–743.
- CEWEP (2020). *Municipal Waste Treatment 2018*. Accessed October 1, 2021. <https://www.cewep.eu/municipal-wastetreatment-2018/>.
- Choudhury D, Savoikar P (2009) Equivalent-linear seismic analyses of MSW landfills using DEEPSOIL. *Engineering Geology* 107: 98–108.
- Christensen T.H., Kjeldsen P., Bjerg P.L., et.al. (2001). Review, biogeochemistry of landfill leachate plumes, *Applied Geochemistry*, 16, 659-718.
- Cogut. A. (2016) *Open Burning of Waste: A Global Health Disaster*. R20Regions of Climate Action.
- Cointreau, S. (2006). *Occupational and Environmental Health Issues of Solid Waste Management Special Emphasis on Middle and Lower-Income Countries*. Urban Paper, The World Bank Group, Washington DC.
- Cowing, M.J. (2013). *Health and Safety Guidelines for Waste Pickers in South Sudan*. 1st edition. South Sudan: United Nations Environment Programme: South Sudan.
- Das, E.K., Islam, M.D., Billah, M.M., Sarker, A. (2021). COVID-19 and municipal solid waste (MSW) management: a review. *Environmental Science and Pollution Research*. 28. 28993–29008.

- Dincer, F., Odabasi, M., Muezzinoglu, A. (2006). Chemical characterization of odorous gases at a landfill site by gas chromatography-mass spectrometry. *Journal of Chromatography A*, 1122(1-2), 222-9.
- Ding, Y., Cai, C., Hu, B., Xu, Y., Zheng, X., Chen, Y., Wu, W. (2012). Characterization and control of odorous gases at a landfill site: A case study in Hangzhou, China. *Waste Management*, 32, 317–326.
- Duran, E.B., Cuci, Y. (2016). Katı Atık Düzenli Depolama Sahası Sızıntı Suyunun Fizikokimyasal Arıtım Yöntemleriyle Arıtılabilirliğinin Araştırılması. *KSU Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 19(2).
- Durmusoglu, E., Taspinar, F., Karademir, A. (2010). Health risk assessment of BTEX emissions in the landfill environment. *Journal of Hazardous Materials*, 176(1–3), 870–877.
- Edquist, J. (2009). *The Effects of Visual Clutter on Driving Performance*; Monash University: Melbourne, Australia, p. 226.
- Environmental Protection Agency, 2020. *Best Practices for Solid Waste Management: A Guide for Decision-Makers in Developing Countries*. Accessed on February 21, 2021, from https://www.epa.gov/sites/production/files/2020-10/documents/master_swmg_10-20-20_0.pdf.
- Gutberlet, J., Baeder, A., Pontuschka, N., Filipone, S., dos Santos, T. (2013). Participatory research revealing the work and Occupational Health hazards of cooperative recyclers in Brazil. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 10, 4607–4627.
- Holzer TL, Barka AA, Carver D, Celebi M, Cranswick E, Dawson T, Dieterich JH, Ellsworth WL, Fumal T, Gross JL, Langridge R, Lettis WR, Meremonte M, Mueller C, Olsen RS, Ozel O, Parsons T, Phan LT, Rockwell T, Safak E, Stein RS, Stenner H, Toda S, Toprak S (2000). Implications for earthquake risk reduction in the United States from the Kocaeli, Turkey, earthquake of August 17, 1999. *US Geological Survey Circular* 1193: 1-64.
- Hoornweg, D., Bhada-Tata, P. (2012). *What a waste: a global review of solid waste management*. 1st edition. Washington, DC, USA: Urban Development & Local Government Unit. www.worldbank.org/urban.
- IPCC, 2014: *Climate Change 2014: Synthesis Report*. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 151.
- Jayakrishnan, T., Jeeja, M., Bhaskar, R. (2013). Occupational health problems of municipal solid waste management workers in India. *International Journal of Environmental Health Engineering*, 2, 42.
- Jayaweera M, Gunawardana B, Gunawardana M, Karunawardena A, Dias V, Premasiri S, Dissanayake J, Manatunge J, Wijeratne N, Karunarathne D, Thilakasiri S (2019). Management of municipal solid waste open dumps immediately after the collapse: An integrated approach from Meethotamulla open dump, Sri Lanka. *Waste Management* 95: 227-240.
- Jinguuji M, Toprak, S (2017). A case study of liquefaction risk analysis based on the thickness and depth of the liquefaction layer using CPT and electric resistivity data in the Hinode area, Itako City, Ibaraki Prefecture, Japan, *Exploration Geophysics* 48, Special Section: Geophysical Surveys After the Great Eastern Japan Earthquake, 28-36, 2017.
- Kanmani S, Gandhimathi R (2013). Assessment of heavy metal contamination in soil due to leachate migration from an open dumping site. *Applied Water Science* 3(1): 193-205.
- Kaza, S., Yao, L.C., Bhada-Tata, P., Van Woerden, F. (2018). *What A Waste 2.0 A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050*. Vol Urban Deve. International Bank for Reconstruction and Development / The World Bank, Washington, DC.

- Kjeldsen P, Fischer EV (1995). Landfill gas migration—Field investigations at Skellingsted landfill, Denmark. *Waste Management and Research* 13(5): 467-484.
- Kocasoy G, Curi K (1995). The Ümraniye-Hekimbaşı open dump accident. *Waste Management and Research* 13(4): 305–314.
- Koelsch F, Fricke K, Mahler C, Damanhuri E (2005). Stability of landfills-the Bandung dumpsite disaster. In: 10th International Waste Management and Landfill Symposium, Sardinia, Cagliari, Italy.
- Lavigne, F., Wassmer, P., Gomez, C. et al. (2014). The 21 February 2005, catastrophic waste avalanche at Leuwigajah dumpsite, Bandung, Indonesia. *Geoenviron Disasters*, 1, 10.
- Lee, H. D., Jeon, S. B., Choi, W. J., Lee, S. S., Lee, M. H., Oh, K. J. (2013). A novel assessment of odor sources using instrumental analysis combined with resident monitoring records for an industrial area in Korea. *Atmospheric Environment*. 74, 277–290.
- Long YY, Shen DS, Wang HT, et al. (2010). Migration behaviour of Cu and Zn in landfill with different operation modes. *Journal of Hazardous Materials*, 179(1), 883–890.
- Matejczyk, M., PŁaza, G. A., NaŁęcz-Jawecki, G., Ulfig, K. and Markowska-Szczupak, A. (2011). Estimation of the environmental risk posed by landfills using chemical, microbiological and ecotoxicological testing of leachates. *Chemosphere*, 82, 1017-1023.
- Merry S, Kavazanjian E, Fritz WU (2005) Reconnaissance of the July 10, 2000, Payatas landfill failure. *Journal of Performance of constructed Facilities* 19(2): 100–107.
- Mohee, R., Mauthoor, S., Bundhoo, Z.M., Somaroo, G., Soobhany, N., Gunasee, S., 2015. Current status of solid waste management in small island developing states: a review. *Waste Manag.* 43, 539–549. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2015.06.012>.
- OECD (2021). OECD Environment Statistics (database).
- Prechtai, T., Parkpian, P. and Visvanathan, C. (2008). Assessment of heavy metal contamination and its mobilization from municipal solid waste open dumping site. *Journal of Hazardous Materials*, 156, 86-94.
- Reddy K, Hettiarachchi H, Gangathulasi J, Bogner J, Lagier T (2009). Geotechnical properties of synthetic municipal solid waste. *International Journal of Geotechnical Engineering* 3(3): 429-438.
- Sánchez-Chardi A, Nadal J. (2007). Bioaccumulation of metals and effects of landfill pollution in small mammals. Part I. The greater white-toothed shrew, *Crocidura russula*. *Chemosphere*. 68(4), 703–711.
- Saral, A., Demir, S., Yıldız, Ş. (2009). Assessment of odorous VOCs released from a main MSW landfill site in Istanbul-Turkey via a modelling approach. *Journal of Hazardous Materials*, 168(1), 338–345.
- TheWorldbank, (2018). What a Waste: An Updated Look into the Future of Solid Waste Management
- Tian, H., Gao, J., Hao, J., Lu, L., Zhu, C., & Qiu, P. (2013). Atmospheric pollution problems and control proposals associated with solid waste management in China: A review. *Journal of Hazardous Materials*, 252–253, 142–154.
- Tohit, N. F., Hassan, N., Rusli, M., Aidid, E.M., Rus, R.M. (2019). Solid waste: its implication for health and risk of vector borne diseases, *Journal of Wastes and Biomass Management (JWBM)* 1(2), 14-17.
- Toprak S, Koc AC, Cetin OA, Nacaroglu E (2008). Assessment of buried pipeline response to earthquake loading by using GIS. 14th World Conference on Earthquake Engineering (14WCEE), 12-17 October, Beijing, China.

Ukpong EC, Agunwamba JC (2011). Effect of Open Dumps on Some Engineering and Chemical Properties of Soil. Continental J. Engineering Sciences 6(2): 45-55.

UNEP (2005). Closing an open dumpsite and shifting from open dumping to controlled dumping and to sanitary landfilling, training module, United Nations Environment Programme.

US EPA, 2006. Global Mitigation of non CO2 Greenhouse gases. EPA Report 430-R-06-005.

Wakil, K., Naeem, M.A., Anjum, G.A., Waheed, A., Thaheem, M.J., Hussnain, M.Q., Nawaz, R. (2019). A Hybrid Tool for Visual Pollution Assessment in Urban Environments. Sustainability, 11, 2211-2217.

WHO (2017). Vector-borne disease. Geneva: World Health Organization.

Wiedinmyer C, Yokelson RJ, Gullett BK. (2014). Global emissions of trace gases, particulate matter, and hazardous air pollutants from open burning of domestic waste. Environmental Science and Technology, 19, 48(16), 9523-30

Williams, M., Schroeder, P., Gower, R., Kendal, J. (2018). Bending the curve. Best practice interventions for the circular economy in developing countries. A synthesis of five literature reviews. Tearfund, Teddington.

Worldbank (2021). Trends in Solid Waste management.

https://datatopics.worldbank.org/what-a-waste/trends_in_solid_waste_management.html.

Ziraba, A.K., Haregu, T.N., Mberu, B. (2016) A review and framework for understanding the potential impact of poor solid waste management on health in developing countries. Archives of Public Health, 74, 55.