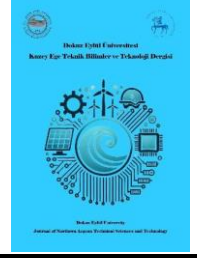




Kuzey Ege Teknik Bilimler ve Teknoloji Dergisi

<https://dergipark.org.tr/tr/pub/ketbt>



Endüstriyel Atık Yönetiminde İş Sağlığı ve Güvenliği

Metin Serhat İLTER*

*Çalışma Ekonomisi ve Endüstri İlişkileri Anabilim Dalı, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir, Türkiye, Orcid iD: 0000-0002-6146-0057

ÖZET

Bu çalışma endüstriyel atık işinde çalışan işçilerin iş sağlığı ve güvenliği önlem ve uygulamaları konusunda yapılmış araştırmalar ikincil veri olarak kullanılarak, nitel ve nicel veriler derlenerek hazırlanmıştır. Endüstriyel tesislerin üretim süreçlerinde ortaya çıkan atıklar başlı başına sorun teşkil etmektedir. Bu durum gerek işçi gerekse çevre sağlığını doğrudan tehdit etmektedir. Bu çalışma endüstriyel atık yönetimi iş sağlığı ve güvenliği uygulamalarına farklı bir bakış açısı getirmek üzere hazırlanmıştır. Çalışma üç bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde endüstriyel atık yönetimi ve Türkiye'deki görünümü istatistiki veriler eşliğinde incelenmiştir. İkinci bölümde Türkiye'de tehlikeli atık madde taşımacılığı en fazla karayolu ile gerçekleştirildiğinden Karayoluyla Tehlikeli Atık Madde Taşımacılığında bahsedilmiştir. Üçüncü bölüm endüstriyel atık yönetiminde iş sağlığı ve güvenliği önlem ve uygulamaları uluslararası yazından derlenerek hazırlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Atık Yönetimi, İş Sağlığı ve Güvenliği, Tehlikeli Atık Madde Taşımacılığı.

Occupational Health and Safety in Industrial Waste Management

Metin Serhat İLTER*

*Department of Labor Economics and Industrial Relations, Institute of Social Sciences, Dokuz Eylül University, İzmir, Türkiye, Orcid iD: 0000-0002-6146-0057

ABSTRACT

This study was prepared using secondary data from research on occupational health and safety measures and applications in the industrial waste sector, as well as qualitative and quantitative data. The waste produced by industrial production processes is a problem in itself. This situation poses a direct threat to both worker and environmental health. This study aims to shed new light on the health and safety applications of industrial waste management. The study consists of three sections. The first section examines the management of industrial waste and its presence in Türkiye, using statistical data. The second section discusses the transportation of hazardous waste in Türkiye, as this is primarily carried out by road. The third section discusses health and safety measures and applications in industrial waste management, as compiled from international literature.

Keywords: Waste Management, Occupational Health and Safety, Hazardous Waste Material Transport.

1. Giriş

Tehlikeli atıklar; heterojen özellikleri sebebiyle risk taşıyan atıklar olduklarından bir yerden bir yere nakli ve imhası sırasında azami düzeyde işçi sağlığı ve iş güvenliği tedbirlerine ihtiyaç duymaktadırlar.

Tehlikeli atıkların bertarafı uluslararası sözleşmeler dâhilinde yapılmakta olup geçmişte yaşanan (2004 yılı) ve İskenderun Körfezi'nin kirlenmesine sebep olan gemi kazası gibi olaylar bu konu hakkında daha kapsamlı tedbirlerin alınmasını zorunlu kılmaktadır.

Bir atığı tehlikeli atık yapan en önemli özellik eşik değeri olup yasal sınırlar içinde bulunan atık tehlikesiz, yasal sınırlar dışında bulunan atık tehlikeli olarak değerlendirilmektedir. Bir atığı tehlikeli atık yapan diğer özellikler ise; atığın toksik bileşen içermesi, korozif, reaktif veya parlayıcı olmasıdır.

Atık yönetiminde atık toplayan çalışanların gerekli iş sağlığı ve güvenliği eğitimleriyle atık yönetimi konusundaki özel eğitimleri almaları gerekmektedir. Atıklar, atık çalışanları tarafından bu konu için üretilmiş, sertifikalı atık ambalajlarında toplanmalıdır.

Ambalaj atıklarının üzerinde etiket olmalıdır. Etiket, ambalaj içindeki tehlikeli atığı tarif edecek; ulusal atık kodu, tehlike sembolleri, firma bilgileri, kimyasal ihtiva ediyorsa formülü, kısa ve uzun kimyasal adı (HCl¹= hidroklorik asit gibi), muhteviyatı ve ölçü birimi bulunmalıdır.

Taşımadan önce tehlikeli atıkların depolanması gerekiyorsa depoda bekleme süresi en az altı ay olmalıdır. Süresi biten atıklar Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı'nın (ÇŞİDB) yetkilendirdiği taşıma şirketiyle lisanslı atık bertaraf tesisine gönderilmelidir. Bu taşıma işlemi ADR² kurallarına göre yerine getirilmelidir.

Ambalaj; plastik, metal veya kompozit malzemeden üretilmiş varil, bidon veya kutu olabilir. Tehlikeli atıkların içinde buldukları kabın uygunluğu sağlanmalıdır. Örnek olarak; yağmurlu bir havada taşınan tehlikeli atık, su ile temas ettiğinde yanıcı gaz üreten maddeler içeriyorsa ambalaj malzemesi dayanıklı ve standartlara uygun malzemeden olmalı ve ambalaj üzerine şemsiye figürlü güvenlik etiketi yapıştırılmalıdır.

Atık yüklü araçlar, park halinde bulunamaz³ ve hareket halinde olmalıdırlar. Trafığın yoğun olduğu büyükşehirlerde taşıma işlemi trafiğin en az olduğu saatler tespit edilip bu saat dilimleri içerisinde yapılmalıdır. Ayrıca taşınan tehlikeli maddenin çevre güvenliği "Tehlikeli Madde Güvenlik Danışmanı" belgesine sahip kişi veya kişilerce alınmalıdır [1].

Tehlikeli atıkların taşınmasında yetkili kurum ÇŞİDB ve taşra teşkilatında bakanlığa bağlı il müdürlükleridir.

Atık taşıyan araçlarda Mobil Taşıt Takip Sistemi (MoTAT) bulundurma zorunluluğu vardır. Ayrıca atık taşıyan araçların model yılı 2015 ve sonrası olmalıdır⁴. Araçta bulunan atıkların aynı kodda olanları aynı bölmede muhafaza edilir. Farklı koda sahip atıklar eğer birbirleriyle reaksiyona girebilecek kimyasal ihtiva ediyorlarsa aynı araç kasası içinde taşınamazlar⁵. Araçlarda KKD⁶, yangın söndürme cihazı (KKT⁷) ve temizleme kiti bulundurulmalıdır. Aracın dorsesinde asgari 20cm'den küçük olmamak kaydıyla yan ve arka kısımlarda rahat okunabilir fontla yazılmış "Atık Taşıma Aracı" levhası vidalı

¹ HCl: "L" küçük harfle yazıldığından HCI gibi görünmesine rağmen klor sembolü Cl olup CI değildir. Birçok kimyasal çalışmada CI olarak yanlış yazıldığı tespit edilmiştir. Doğrusu Cl'dir.

² ADR: Tehlikeli atıkların ve kimyasalların karayolu ile uluslararası taşınmasıyla ilgili AB anlaşmasıdır.

³ Atık yüklü araçlar park edeceklerse daha önceden belirlenmiş park yerlerine park edebilirler.

⁴ 2025 yılından geriye dönük olarak 2015 yılı ve sonrası 10 yıllık sürede trafiğe çıkan araçlardan bahsedilmektedir.

⁵ Fakat mevzuatta farklı kasa içinde taşınabileceğine dair de bir bilgi bulunmamaktadır. Örneğin, bazı kamyonlar vagon tipi birbirine bağlı iki, üç veya dört kasa çekebilmektedir. Bu durumda birbirine karışması mümkün olmayan kimyasalların durumu ve etki derecesi değerlendirilmelidir.

⁶ KKD; İş sağlığı ve güvenliği açısından insanın kullanması gereken kişisel koruyucu donanımdır.

⁷ KKT: Kuru kimyevi tozlu yangın söndürme cihazıdır. Bu araçlarda köpük ihtiva eden yangın söndürme tüpleri kullanılmaz.

şekilde bulundurulmalıdır. Çıkartma yazılar zamanla kaybolduğundan veya sökülebildiğinden tavsiye edilmemektedir.

Tehlikeli atık taşımada faaliyet gösteren şirketlerin lisans süresi 5 yıldır. Bu süre zarfında araçta taşınan ambalajlarla araçlar birbirleriyle uyumlu olmalıdır. Atık taşımada işin başından sonuna kadar gerekli güvenlik önlemlerinin alınması ve kontrollerin sıklıkla yapılması hem insan hem de çevre sağlığı açısından önem arz etmektedir.

2. Materyal ve Yöntem

Bu çalışma derleme makalesi formatında hazırlanmış olup şekiller Türkiye İstatistik Kurumu (TUIK) ve Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı'nın verileri örnek alınarak hazırlanmıştır. Çalışmada ulusal ve uluslararası yazında konu hakkında yapılmış çalışmalardan faydalanılmıştır. Bu çalışmalardaki veriler nitel ve nicel araştırma yöntemleriyle elde edilmiştir. Gezer ve Yücel Işıldar 2017, Maia vd. 2024, Gravel vd. 2023 nitel-nicel verileri ikincil veriler olarak kullanılmıştır.

3. Endüstriyel Atık Yönetimi

Endüstriyel üretim sonucunda endüstriyel atık ortaya çıkmaktadır. Bu atıkların depolanması, taşınması, imhası veya tekrar kullanılması özel bir çaba ve uzmanlık gerektirmektedir. Çünkü endüstriyel tesislerin atıkları tehlikeli atık olarak değerlendirilmekte, kimyasal veya biyolojik olarak çevreyi kirletmekte, canlı türünün yaşamını tehdit etmekte ve bazen yok etmekte, kısaca ekolojiye yarar verebilmektedir⁸.

Endüstriyel tesislerde tehlikeli maddelerin depolanması ve nakledilmesi belli bir mevzuat çerçevesinde yerine getirilmektedir. Gerek tehlikeli maddeler gerekse doğaya serbest halde bırakılan tehlikeli atıklar her şeyden önce insan sağlığına ve çevre güvenliğine zarar verecek durumlardan arındırılmış olmalıdır [2].

6331 Sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu m.8/(2) “işverene iş sağlığı ve güvenliği ile ilgili konularda rehberlik ve danışmanlık yapmak üzere görevlendirilen işyeri hekimi ve iş güvenliği uzmanı, görev aldığı işyerinde göreviyle ilgili mevzuat ve teknik gelişmeleri göz önünde bulundurarak iş sağlığı ve güvenliği ile ilgili eksiklik ve aksaklıkları, tedbir ve tavsiyeleri belirler ve işverene yazılı olarak bildirir. Eksiklik ve aksaklıkların düzeltilmesinden, tedbir ve tavsiyelerin yerine getirilmesinden işveren sorumludur. Bildirilen eksiklik ve aksaklıkların acil durdurmayı gerektirmesi veya yangın, patlama, göçme, kimyasal sızıntı ve benzeri acil ve hayati tehlike arz etmesi, meslek hastalığına sebep olabilecek ortamların bulunmasına rağmen işveren tarafından gerekli tedbirlerin alınmaması hâlinde, bu durum işyeri hekimi, iş güvenliği uzmanı ve/veya ortak sağlık ve güvenlik birimi yönetimi tarafından Bakanlığın yetkili birimine, varsa yetkili sendika temsilcisine, yoksa çalışan temsilcisine bildirilir” hükmü gereği tehlikeli atıklar sürekli gözlem altında bulundurulmaktadır [3].

2872 Sayılı Çevre Kanunu'nun üçüncü bölümü çevre korunmasına ilişkin önlemler ve yasaklardan bahsetmektedir. Çevre Kanunu m. 8 “Her türlü atık ve artığı, çevreye zarar verecek şekilde, ilgili yönetmeliklerde belirtilen standartlara ve yöntemlere aykırı olarak doğrudan ve dolaylı biçimde alıcı ortama vermek, depolamak, taşımak, uzaklaştırmak ve benzeri faaliyetlerde bulunmak yasaktır. Kirlenme ihtimalinin bulunduğu durumlarda ilgililer kirlenmeyi önlemekle; kirlenmenin meydana geldiği hallerde kirleten, kirlenmeyi durdurmak, kirlenmenin etkilerini gidermek veya azaltmak için gerekli tedbirleri almakla yükümlüdürler” öngörüsünde bulunmaktadır [4]. Bu nedenle tesisler,

⁸ Endüstriyel bir ürün olan gübrenin üretiminde de tehlike bulunmaktadır. Bu tehlikenin sebebi amonyum nitrat ($\text{HNO}_3 + \text{NH}_3 \rightarrow \text{NH}_4\text{NO}_3$ veya $\text{NH}_4\text{NO}_3 \rightarrow \text{N}_2\text{O} + 2\text{H}_2\text{O}$) olup gübre fabrikalarının tam teşekküllü uzmanlarca üç ayda bir denetlenmesi gerekmektedir. Kullanım sonrası açığa çıkan endüstriyel ürün atıklarından da amonyum nitrat (NH_4NO_3) çıkabileceği düşünüldüğünden başta üst seviye güvenlik önlemleri alınması felaketin önüne geçecektir. Çünkü gübre üreten tesislerde meydana gelen patlama şiddet açısından küçük çaplı nükleer bomba ile kıyaslanmaktadır.

endüstriyel atıklarını ayrıştırmak, doğaya zararsız hale getirmek ve kontaminasyona sebep olmayacak bir forma dönüştürmek zorundadırlar. Endüstriyel atıklar ilgili kanun gereği, yetki verilmiş firmalar aracılığıyla da kirliliği sebep olmadan bertaraf edilebilmektedirler.

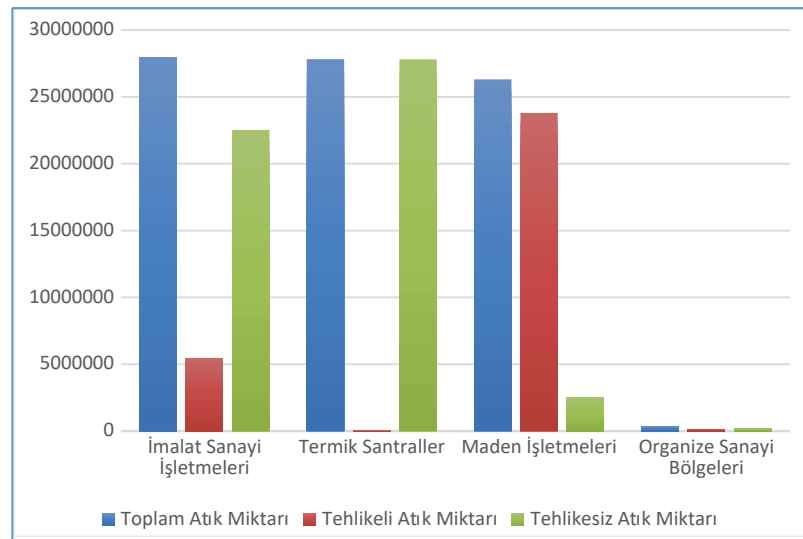
Ülkemizde 2872 Sayılı Çevre Kanunu m. 8'deki hüküm gereğince yerel yönetimler kontrolsüz atık salımı yaparak çevreyi kirleten endüstriyel tesisler için cezai işlem yapabilmektedirler.

Gezer, Yücel Işıldar (2017) yapmış oldukları araştırmada; işletmelere faaliyet gösterdikleri alandaki çevre sorunları sorulduğunda, %44,7 si faaliyet gösterdikleri alanda herhangi bir çevre problemi olmadığını belirtmişlerdir. Fakat farkındalık oluşturan çevre sorunları içerisinde de, %31,9 ile "atıklar" birinci sırada yer almaktadır. Elde edilen bu veriler doğrultusunda işletmelerin çevre sorunları ve çevre kirliliğine yönelik yeterli ve gerekli bilgi ve algı düzeyine sahip olmadıklarını söylemek mümkündür.

Endüstriyel tesislerin zamanla eskiyen ve kullanılamaz duruma düşen binaları veya eklentileri imar mevzuatında *maili inhidam* tabiriyle ifade edilmektedir. Tehlikeli yapının ya güçlendirilerek güncellenmesi ya da yıkılması tesis çalışanların güvenliği açısından da bir gerekliliktir.

Endüstriyel tesislerin teknik altyapıları değerlendirildiğinde bunların da acil durum yönetimine dahil olduğu ve acil durum planlarında yer alması gerektiği görülmektedir. Çünkü elektrik trafosu, içme suyu tedariki, kanalizasyon ve arıtma sistemi, gerek tesis içi gerekse tesis dışında kullanılan ulaşım ağı ve araçları, iletişimde kullanılan her türlü haberleşme araçları ve bunların efektif çalışmasını sağlayan istasyonlar, yapılar teknik altyapı içerisinde yer almaktadır. Tesisin kapalı otoparkı, sığınak ya da sığınak olarak kullanılan ve binaların en altında yer alan kısımlar ve müştemilatı teknik altyapının bir parçasıdır.

Türkiye İstatistik Kurumu, atık istatistikleri kapsamında Türkiye'deki; tüm belediyelerden, 50 ve üzeri çalışanı olan imalat sanayi işyerlerinden, kurulu gücü 100 MW ve üzeri olan tüm faal termik santrallerden, altyapısı tamamlanmış tüm organize sanayi bölge müdürlüklerinden, Maden ve Petrol İşleri Genel Müdürlüğü'ne referans yıl için üretim beyan eden maden işletmelerinden, lisanslı veya geçici faaliyet belgeli tüm atık bertaraf ve geri kazanım tesisleri ile lisansı olmasa da belediyeler tarafından ya da belediyeler adına işletilen düzenli depolama, yakma ve kompost tesislerinden veri derlemektedir [5].



Şekil 1. 2022 Yılı Endüstriyel Atıklar (Kaynak: TÜİK, 2023)

Araştırma kapsamındaki imalat sanayi işyerleri, maden işletmeleri, termik santraller ve organize sanayi bölgeleri'nde (OSB) 2022 yılında 29,4 milyon tonu tehlikeli olmak üzere toplam 82,4 milyon ton atık oluşmuştur.

İmalat sanayi işyerlerinde 5,4 milyon tonu tehlikeli olmak üzere toplam 28 milyon ton atık oluşmuştur. Toplam atığın %63,2'si satılmış veya lisanslı atık işleme tesislerine gönderilmiş, %14,5'i tesis bünyesinde geri kazanılmış, %13,5'i düzenli depolama tesislerine gönderilmiş, %3,3'ü işyeri sahasında depolanmış, %3,1'i belediye veya OSB yönetimleri tarafından toplanmış, %2'si beraber yakma (ko-insinerasyon) veya yakma tesislerine gönderilmiş, %0,3'ü dolgu malzemesi olarak kullanıldı/doğaya yeniden kazandırılmış, %0,1'i ise diğer yöntemlerle bertaraf edilmiştir.

Maden işletmelerinde dekapaj malzemesi/pasa hariç 26,3 milyon ton atık oluşmuştur. Dekapaj malzemesi/pasa dahil oluşan 860,6 milyon ton toplam atığın %99,99'unu mineral atıklar oluşturmuştur. Toplam atığın %76,1'i pasa sahalarında, atık barajlarında veya düzenli depolama tesislerinde bertaraf edilmiş, %20,9'u ocak içine geri doldurulmuş, %3'ü ise diğer yöntemlerle geri kazanılmış ya da bertaraf edilmiştir.

Termik santrallerde 10,5 bin tonu tehlikeli olmak üzere toplam 27,8 milyon ton atık oluşmuştur. Toplam tehlikesiz atığın %82,6'sını kül ve cüruf atıkları, %17,4'ünü diğer atıklar oluşturmuştur. Toplam atığın %87,9'u kül dağı, kül barajı veya düzenli depolama tesislerinde bertaraf edilirken, %11,4'ü lisanslı tesislere gönderilmiş veya maden/taş ocaklarının geri doldurulmasında kullanılmış, %0,7'si ise diğer yöntemlerle bertaraf edilmiştir.

OSB müdürlüklerinin altyapı hizmetleri, atıksu arıtımı vb. idari faaliyetleri sonucu 127 bin tonu tehlikeli olmak üzere 323 bin ton atık oluşmuştur. Oluşan atığın 8 bin tonu OSB bünyesinde geri kazanılmış veya geçici depolanmış, 243 bin tonu OSB dışında geri kazanılmış, 72 bin tonu ise OSB bünyesinde veya OSB dışında bertaraf edilmiştir. Bertaraf edilen atıkların %63,4'ü düzenli depolama tesislerinde, %21,1'i belediye/OSB çöplüklerinde, %15,5'i ise diğer yöntemlerle bertaraf edilmiştir.

Toplam 1391 belediyenin 1389'unda atık hizmeti verildiği tespit edilmiştir. Atık hizmeti verilen belediyelerde toplanan 30,3 milyon ton atığın %85,9'u atık işleme tesislerine ve %13,5'i belediye çöplüklerine gönderilirken, %0,6'sı ise açıkta yakılarak, gömülerek, dereye veya araziye dökülerek bertaraf edilmiştir. Belediyelerde toplanan kişi başı günlük ortalama atık miktarı 1,03 kg olarak hesaplanmıştır.

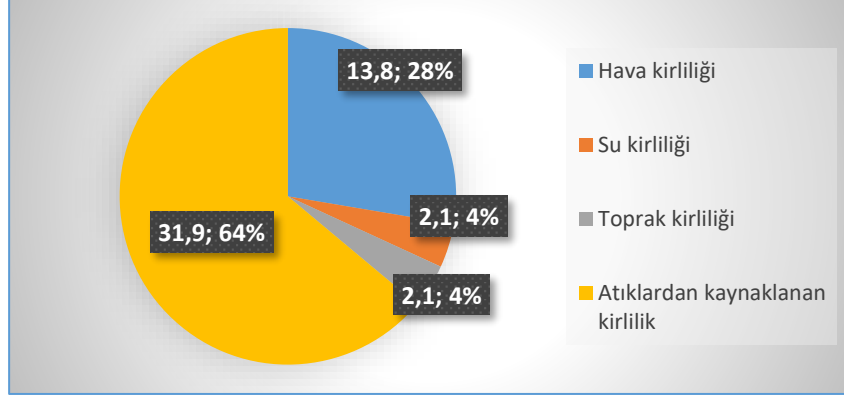
Atık bertaraf ve geri kazanım tesislerinde işlenen 133,2 milyon ton atığın 81,4 milyon tonu bertaraf edilmiştir. 51,7 milyon tonu ise geri kazanılmıştır. Düzenli depolama tesislerinde 81 milyon ton ve yakma tesislerinde 450 bin ton atık bertaraf edilmiştir. Beraber yakma (ko-insinerasyon) tesislerinde 3,2 milyon ton atık yakılarak enerji geri kazanımı gerçekleştirilmiştir. Kompost tesislerinde 120 bin ton atık geri kazanılırken diğer geri kazanım tesislerinde ise toplam 48,5 milyon ton metal, plastik, kâğıt, mineral vb. atık geri kazanılmıştır.

Çöpleri ayrıştırarak tesisler kurularak, tesislerde geri kazanılabilir kâğıt, cam, alüminyum, bakır vb. gibi atıklar ayrıştırılacak ve yeniden üretime sokulacaktır. Geri kalan çöplerden gübre elde edilerek bunlar organik tarımda kullanılacaktır. Aynı zamanda hafriyat atıkları da (inşaat atıkları, yıkılan yapıların yığıntıları) geri dönüştürülebilecektir [6]. Bu tür yeniden üretim projeleri endüstriyel tesisler için enerji, hammadde ve kaynak tasarrufu anlamına gelmektedir.

Ayrıştırılmış atık toplama, geri dönüşümün faydalarını mümkün kılmakta, atıkların yeniden kullanımı ve azaltılması, enerji tasarrufu ve enerjinin korunması, gaz emisyonlarının azaltılması, doğal kaynakların korunması ve akılcı kullanımı, halk sağlığının devamını ve temel temizlik sorunlarının azaltılmasını sağlamaktadır. Yeniden kullanılan atıklar çeşitli orijinal malzemelerin yerini alabilir. Çünkü ürünlerin yaşam döngüsü tüketicinin bu ürünleri elden çıkarmasıyla sona ermez. Öte yandan, yeterli olmayan atık bertarafının zararları, toplumsal düzeyde; özellikle bertaraf yerlerine yakın yerlerde ikamet eden nüfusun yaşam kalitesinin düşmesi, çevre düzeyinde; görüntü kirliliği, yağmur dönemlerinde sel baskınları, toprağın kirlenmesi ve ekonomik düzeyde; bertaraf alanlarının geri kazanım maliyetlerinde artış olarak kendini gösterebilmektedir.

Maia vd. (2024) aktarmış olduğu Brezilya'da yapılmış bir araştırma sonucuna göre, Brezilya vatandaşları tarafından yıllık olarak üretilen atığın sadece %3'ü geri dönüştürülmektedir ve her bir vatandaş yıllık 381 kg atık üretmektedir. 2020 yılında 4183 belediyeden seçici olarak atık toplanmıştır ve bu da toplam Brezilya belediyelerinin %75,1'ini temsil etmektedir [7].

Ülkemizde, özellikle 2005 yılından itibaren AB çevre mevzuatı uyum çalışmaları kapsamında ulusal atık yönetimi mevzuatında köklü değişiklikler yapılmış, hukuksal düzenlemeler güncellenerek uygulanmaya başlanmıştır. Ancak, gerekli mevzuat gelişmeleri yakından takip edilerek uygulanmaya çalışılsa da; endüstriyel atık yönetiminde pratiğe yönelik sorunlar olduğu saha incelemelerinde birebir gözlemlenmiştir [8].



Şekil 2. İşletmelerin Faaliyet Alanındaki Çevre Kirliliği Sorunları (Kaynak: Gezer, Yücel Işıldar 2017)

4. Karayoluyla Tehlikeli Atık Madde Taşımacılığı

Tehlikeli atık madde taşımacılığı Tehlikeli Maddelerin Karayoluyla Taşınması Hakkında Yönetmeliğe göre, Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığıyla Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı'ndan alınan yazı izinler, yetki belgeleri, lisans ve sertifikalara istinaden yapılmaktadır.

Tehlikeli atık madde taşımacılığında gönderen tarafından ilgi yönetmeliğe göre taşıma evrakı düzenlenir. Evrak üzerinde uluslararası kod (BM WASTE), destinasyon, tehlikeli madde sınıflandırması, ambalaj grubu ve tünel kısıtlama kodu⁹ belirtilmektedir. Belge üzerinde gönderenin bilgileri yanında alıcının bilgileri de tam ve okunaklı olarak yazılmalıdır.

Tehlikeli atık madde taşımacılığı bu iş için özel olarak üretilmiş kamyonlarla yapılmaktadır. Kamyon sürücüleri ADR belgeli sürücü olup ayrıca SRC5¹⁰ belgesine de sahip olmak zorundadırlar. SRC5 belgesinin geçerlilik süresi beş yıldır [9].



Şekil 3. Mesleki Yeterlik Belgesi (Kaynak: Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, 2025)

Tehlikeli atık madde taşımacılığında taraflarca imzalanan karayolu taşıma senedi (CMR) kullanılmaktadır. CMR belgesinde, gönderenin, taşıyıcının ve alıcının bilgileri bulunmaktadır.

⁹ Örneğin; İzmir ili sınırları içerisinde yer alan Selatin Tüneli girişi öncesinde tehlikeli madde taşıyan araçlar uyarılmakta ve tünele girmeden önce zorunlu çıkış yönü ve yolu belirtilmektedir.

¹⁰ SRC5: Tehlikeli Madde Taşımacılığı Sürücü Eğitim Sertifikası kısa adıdır.

Tehlikeli atık maddenin taşınacağı güzergâh önceden belirlenmeli ve gerekli mercilerden izin alınmalı ve yerel yönetimlere bilgi verilmelidir. Eğer taşınan atık madde çok tehlikeli formlarda ise yerelde kolluk kuvvetlerine bilgi verilip karayolu güvenlik önlemlerinin alınması da gerekmektedir. Tehlikeli atık madde taşıyan araç şoförü güzergâh dışına çıkmamalı, trafik sıkışıklığı, aşırı yağmur, kâr fırtınası gibi mücbir sebepler yüzünden kendince yeni güzergâh belirlememelidir. Gerekli hallerde araç yola çıkmadan önce bir kılavuz araç gönderilmeli ve yol durumu kontrol edilmelidir.

Tehlikeli atık madde taşımacılığında atığın taşındığı araç kadar taşıma öncesi ve sonrası yapılan yazışmalar, düzenlenen evraklar ve yazılı talimatlarda önem arz etmektedir. Çünkü herhangi bir kaza anında bu evraklar olayın hafızası kapsamında olup sağlam, yangına ve darbelere karşı dayanıklı, şifreli veya kilitli bir kutu içinde muhafaza edilmelidir. Bu kutu bir nevi kara kutudur. Herhangi bir kaza sonrası bu *kara kutu* açılarak içerik konusunda bilgi sahibi olunabilecektir. Yazılı talimatların hazırlanması ve gerektiğinde kullanılması, iş sağlığı ve güvenliği açısından da gereklidir.

Tüm bu süreçler tehlikeli madde güvenlik danışmanı¹¹ (TMGD) tarafından koordine ve kontrol edilmektedir. Bütün bu önlemlere rağmen istenmeyen bir durum meydana geldiğinde ve/veya kamu güvenliğini tehlikeye düşürecek bir konu mevzubahis olduğunda 112 acil çağrı merkezi üzerinden AFAD, UMKE ve İtfaiye teşkilatına gerekli bilgiler verilip yereldeki kolluk kuvvetlerince gerekli çalışmalar başlatılarak acil duruma geçmek gerekmektedir.

5. Endüstriyel Atık Yönetiminde İş Sağlığı ve Güvenliği Uygulamaları

Endüstriyel atık yönetiminde iş sağlığı ve güvenliği önlemleri ve uygulamaları konusunda Gravel vd. (2023) yapmış oldukları saha çalışmasında sağlık riski değerlendirmesi ölçümünde bireysel metal maruziyeti/riski değerlendirilmesini tamamlayıcı bir yaklaşım olarak e-geri dönüşümde çoklu maruziyet yaklaşımı olarak kullanmışlardır. 8 saatlik zaman ağırlıklı ortalama maruziyet düzeyi olarak belirlenmiştir. Belirli bir toksikolojik sağlık etkisi için, her bir metalin konsantrasyon oranlarının toplamı ilgili tavsiye edilen değer üzerinden hesaplanmakta ve bir katkı tehlike endeksi (TE) elde edilmektedir. Maruziyet değerlendirmesi için örnekler; havadan alınan örnekler, işçilerin kanından ve idrarından alınan örneklerden oluşmaktadır. Gravel vd. (2023) araştırma sonuçlarına göre;

Maruz kalan grubu oluşturmak üzere altı e-geri dönüşüm tesisinden seksen dört işçi (19 kadın) ve ticari geri dönüşüm tesisinden 10 işçi (1 kadın) ile birlikte e-atık işleyen bir geri dönüşüm tesisinin kağıt geri dönüşüm bölümünden beş işçi (3 kadın) alınmıştır.

E-geri dönüşüm tesislerinde işlem gören e-atık cihazların niteliği çeşitlilik göstermektedir. En yaygın olanları televizyonlar, masaüstü bilgisayarlar ve dizüstü bilgisayarlar, ekranlar, sabit diskler dahil olmak üzere ve çeşitli elektronik ekipmanlar (cep telefonları, DVD'ler, MP3'ler, dekoderler, vb.), güç kaynakları, piller, mürekkep kartuşları ve son olarak yazıcılar ve fotokopi makineleridir. Birincil geri dönüşümde yürütülen başlıca görevler elle ayıklama ve sökme mekanik sıkıştırma ve parçalama, forklift veya manuel transpalet kullanma (girdilerin alınması, çıktıların nakliyesi ve departmanları arasında taşıma için) ve denetimdir. Girdiler elle sökülmeden önce tartılmış ve tasnif edilmiştir. Sökülen bileşenler (plastik muhafazalar, kapasitörler, teller ve kablolar, vb. dahil elektronik bileşenler) daha sonra metal, plastik veya cam işleme konusunda uzmanlaşmış ikincil geri dönüşümcülere gönderilmek üzere sıkıştırılmış veya parçalanmıştır. CRT'lerin (Cathode Ray Tubes) kabul edildiği ve işlendiği tesislerde tüp sökülmeden veya elektron tabancası çıkarılmadan plastik veya ahşap kabuklarından ve bakır boyunduruk dahil olmak üzere çeşitli bileşenlerinden sıyrılmakta ve daha sonra başka bir uzman şirkete gönderilmek üzere karton bir sandık içinde paketlenmektedir. Sadece bir tesis tüpü CRT ekranlarından tamamen sökmüş ve CRT'lerin içindeki floresan tozunu HEPA filtreli bir vakumla temizlemiştir.

¹¹ TMGD olabilmenin şartları üniversitelerin lisans düzeyinde fen ve mühendislik bölümü veya önlisans düzeyinde tehlikeli madde ve güvenlik programı mezunu olmaktır. Gerekli şartları haiz kişiler Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı tarafından düzenlenen yazılı sınavdan 70 ve üzeri puan almaları halinde sertifikaya hak kazanırlar. Bu sertifikanın geçerlik süresi beş yıldır.

Üç e-geri dönüşüm tesisinde (1, 3 ve 6), işçiler iş istasyonları arasında rotasyon yaparken, diğer tesislerde vardiyaları boyunca aynı iş istasyonunda kalmışlardır. Ayıklama (daha küçük malzemeler için) ve sökme işlerinin çoğu havalandırmasız bir çalışma masasının önünde ayakta yapılırken tesis 3'teki CRT sökme istasyonunda havalandırılmalı bir masanın üzerine bir başlık monte edilmiştir. Çalışma masalarının yüzeyleri ya metal ya da plastik (PVC) olup ziyaret edilen her tesiste gözle görülür şekilde hasar mevcuttur. Havalandırma yöntemleri altı tesis arasında büyük farklılıklar göstermekte olup hiç havalandırma olmamasından (tesis 2) taşınabilir fanlar ve açık keşif kapılarının bir kombinasyonuna kadar değişmekte ve bazılarında genel bir mekanik havalandırma sistemi bulunmaktadır. İki tesiste (1 ve 3) üretim alanına bitişik ya da bu alandan izole edilmiş ayrı çift kişilik soyunma odaları (temiz/kirli) bulunmaktadır. Diğer iki tesiste (2 ve 6) soyunma odaları üretim alanında yer almaktadır.

Görevle ilgili tehlikeleri ve riskleri açıklayan levhalar iki tesiste (3 ve 5) ilgili iş istasyonlarında mevcuttur. Tüm tesislerde en azından üretim alanının girişinde (Kişisel Koruyucu Donanım) KKD giyilmesi önerisi sergilenmiştir. Solunum koruması takılması tüm departmanlarda önerilmekte olup yalnızca belirli iş istasyonlarında, özellikle de CRT'lerin sökülmesi işlemlerinde zorunludur. Sadece tesis 3'te bir solunum koruma programı olup işçilere altı aylık kıdeme ulaşana kadar eğitim verilmemiştir. Çalışanların çoğu solunum koruyucu ekipmanlarını doğru şekilde kullanmamaktadır. Örnek olarak ya yanlış yerleştirilmiştir ya sürekli olarak takılmıyordur ya da kalın sakalların üzerine takılmaktadır.

Tüm tesislerdeki işçiler söküm işlemleri sırasında kesilmeye dayanıklı eldivenler giymiş ve bazıları bu eldivenlerin altına nitril eldiven takmıştır. Dört tesis (1, 3, 4 ve 5) işçilerin kendi kıyafetlerinin üzerine iş kıyafeti (laboratuvar önlüğü, tulum veya önlüğü) giymelerini zorunlu tutmuş ve bunlar işvereni tarafından yıkanmıştır. Tesis 2, işçiler tarafından yıkanan bir iş üniforması (şirket renkleri ve logosu ile) sağlamıştır. Çok az sayıda işçi iş gününün sonunda ayrılmadan önce kıyafetlerini veya ayakkabılarını değiştirmiştir. Tesis 2'de işçilerin üretim alanında bir şeyler içmesine izin verilmekte olup tüm tesislerde ayrı yemek odaları vardır. Tüm tesislerde işçilerin atölyeden ayrılmadan önce ellerini ve ön kollarını yıkamaları gerekmekte olup lavabolarının üzerinde bir uyarı işaret levhası bulunmasına rağmen el yıkamanın genellikle aceleye getirildiğini ve muhtemelen yetersiz olduğu gözlemlenmiştir.

Ticari geri dönüşüm tesisinde ise farklı uygulamalar bulunmaktadır. Ticari geri dönüşüm tesisi cam, kağıt ve karton ile gıda sınıfı alüminyum ve diğer metalleri işlemektedir. Ana görevler elle ayıklama, sıkıştırma ve kırma makinelerinin çalıştırılması ve forkliftlerin veya manuel paletli kamyonların çalıştırılmasıdır. Çoğu işçi aynı iş istasyonunda çalışmakta ve forklift kullanımı hariç tüm işler bir makinenin veya konveyör bandının yanında ayakta yapılmaktadır. Bir kurutucu ve çalkalama masasının üzerindeki bir siklon toz toplayıcıyla birlikte bazı portatif fanlar ve açık kapılar dışında genel havalandırma ünitesi yoktur. Dolaplar üretim alanında bulunmakta olup yemekler ayrı bir odada yenilmektedir. Zorunlu (işitme koruması, güvenlik gözlükleri ve ayakkabıları) veya önerilen (toz maskeleri, eldivenler, güvenlik kaskı) KKD'leri gösteren işaret levhaları farklı alanlara yerleştirilmiştir.

Tüm tesislerdeki maruziyet değerlendirmesi yapılmıştır. Örnek olarak ortam havası örnekleri alınımında E-geri dönüşüm tesislerinde kırk, karşılaştırma tesisinde ise altı ortam havası örneği toplanmıştır. Ortalama örnekleme süresi 478 dakika (yaklaşık 8 saat) olup, bu da ortalama 956 L (890-1090 L) hava hacmine karşılık gelmektedir. Berilyum (Be) maruziyet grubu 1'deki örneklerin %35'inde (maksimum 0,001 µg/m³), grup 2'deki örneklerin %75'inde (maksimum 0,001 µg/m³) ve grup 3'teki tüm örneklerde (maksimum 0,0005 µg/m³) tespit edilmiştir. Örneklerin hiçbirinde partikül cıva (Hg) tespit edilmemiştir. Buhar fazında, maruziyet grubu 2'deki on iki numunenin yarısı ve grup 3'teki on bir numunenin tamamı Hg için pozitifdir. Grup 2'de maksimum konsantrasyon 1.4 µg/m³ olmuştur. Grup 3'te maksimum konsantrasyonu 3 µg/m³ 'e kadar çıkmıştır.

Ayrıca işçilerden hava ve biyolojik örnekler alınmıştır. E-geri dönüşüm tesislerindeki 84 katılımcıdan (üç katılımcı ikinci örnekleme gününde işe gelmemiştir ve birinin pompası arızalıdır) ve ticari geri dönüşüm tesislerindeki 15 katılımcıdan kişisel hava örnekleri alınmıştır. Ortalama örnekleme süresi 448 dakika (7,5 saat) ve ortalama hava hacmi 895 L (373-1100 L) olmuştur. Biyolojik örnek alınımında işçilerden hem kan hem de idrar için yüz biyolojik örnek alınmıştır. İndiyum (In) kan örneklerinin hiçbirinde tespit edilmemiştir. Kandaki Pb ve (Kadmiyum) Cd konsantrasyonlarının yanı sıra idrardaki (Kobalt) Co, Hg, (Arsenik) As, (Nikel) Ni ve (Krom) Cr konsantrasyonları yüzdesi

gösterilmiştir. As konsantrasyonu e-geri dönüşüm işçilerinin bir idrar örneğinde tavsiye edilen 35 µg/l BEI (Biological Exposure Indices) değerinin üzerinde, Cd ise karşılaştırma grubunun bir kan örneğinde tavsiye edilen 5 µg/l değerinin üzerinde bulunmuştur. İl halk sağlığı yetkilileri tarafından yapılan incelemelerde bu yüksek konsantrasyonlar mesleki olmayan maruziyetlere bağlanmıştır. Cr'a aşırı maruz kalma e-geri dönüşümde ticari geri dönüşümden daha sık görülmüştür; ilkinde idrar örneklerinin üçte biri Cr için 0,7 µg/l BEI'nin üzerindedir. Üç e-geri dönüşüm çalışanı Ni için 5 µg/l BEI değerinin üzerindedir. Başta (Alüminyum) Al, (Demir) Fe, Pb ve (Bakır) Cu olmak üzere analiz edilen tüm metaller için üretim alanlarında genel yüzey kontaminasyonu mevcuttur. Pb genellikle sökülme tezgahlarında daha yüksek konsantrasyonlarda bulunmuştur. Pb kirliliği için geçici öneriler endüstriyel ve ticari binalardaki zeminler için 108 µg/100 cm² 'dir. Bu öneri dikkate alındığında, üretim alanlarında alınan numunelerin %46'sında yüzey Pb konsantrasyonları çok yüksektir.

Hal böyle iken çoklu maruz kalma risk değerlendirmesi sonucunda nefrotoksik etkiye sahip maddelere (Cd ve Pb) birleşik maruz kalmanın üç işçi için sınırı aştığını göstermektedir. Ayrıca bazı TE'ler alt solunum yolu, merkezi sinir sistemi, periferik sinir sistemi ve erkek üreme sistemi bozuklukları için de aşılmaya yakındır. İşçilerin çoğu için TE'ler cilt (64%) üst (%87) ve alt (%88) solunum yolu rahatsızlıkları için kabul edilebilir biyolojik seviyeleri aşmaktadır [10].

Gravel vd. (2023) yapmış oldukları araştırma sonuçları göstermiştir ki endüstriyel atık işinde çalışan işçiler alüminyum, arsenik, demir, bakır, kurşun, nikel, krom, kobalt, indiyum, kadmiyum, berilyum gibi kimyasal maddelere maruz kalmakta, maruziyet çoğunlukla solunum ve temas ile gerçekleşmektedir. Bu nedenle endüstriyel atık işinde çalışan işçiler için gerekli olan KKD kullanımını zorunlu hale getirilmelidir.

6. Sonuç

Ülkemizde karayolu ile tehlikeli madde taşımacılığı her ne kadar Tehlikeli Maddelerin Karayoluyla Taşınması Hakkında Yönetmeliğe ve ADR kurallarına göre yapılsa da meskûn mahal tabir edilen mahalle aralarında veya şehir içi ulaşımın yoğun olduğu yollarda tehlikeli madde taşıyan araçların karıştığı trafik kazaları olabilmektedir. Bu kazaların tamamen önlenmesi mümkün olmayıp azaltılması için karayolları trafik kanunu ve belediyeler kanununun günümüz şartlarına göre tekrardan düzenlenmesi ve güncellenmesi gerekmektedir.

Tehlikeli madde taşıyan araçların karışabileceği trafik kazalarının önlenmesi için iki öneri bulunmaktadır. Birincisi bu araçların belli bir hız sınırı üstünde gitmesinin yasaklanması, ikincisi de iki adet kılavuz araç (tırın ön ve arka tarafında giden) ile seyir halinde bulunmalarıdır. Kılavuz araçlar mutlaka uyarı ışıklı (çakar) olmalı ve turuncu beyaz renkte damalı işaretler içermeli ve gerektiğinde etrafındaki araçları ikaz edebilecek siren vs. ses sistemiyle donatılmalıdır.

Atık yönetiminde çalışan işçi eğer yaptığı işi pis, zoraki ya da iğrenç olarak görürse işe uygun işçi olmadığından ötürü güvensiz davranışlarda bulunması ve iş kazasına uğraması kaçınılmaz olacaktır. Bu nedenle atık yönetiminde çalışacak işçilerin çalışma ortam ve koşullarını ilk önce zihinlerinde kabul etmeleri gerekmektedir. Fakat burada dikkat edilmesi gereken bir konu daha bulunmaktadır. Çalışılan iş ortamının sağlıksız olması, başka bir deyişle güvensiz durumda olmasıdır. İş yerlerindeki güvensiz durumlar da İSG açısından değerlendirildiğinde iş kazası ve meslek hastalıklarını tetiklemektedir.

Kaynaklar

[1] Resmî Gazete. (2013). *Tehlikeli Maddelerin Karayoluyla Taşınması Hakkında Yönetmelik*. <https://www.mevzuat.gov.tr/>

[2] Resmî Gazete. (2013). *Kimyasal Maddelerle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik*. <https://www.mevzuat.gov.tr/>

[3] Resmî Gazete. (2012). *6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu*. <https://www.mevzuat.gov.tr/MevzuatMetin/1.5.6331.pdf>

- [4] Resmî Gazete. (2006). 2872 sayılı Çevre Kanunu. <https://www.mevzuat.gov.tr/>
- [5] Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK). (2023, Kasım 14). *Atık istatistikleri, 2022* (Haber Bülteni No. 49570). <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Atik-Istatistikleri-2022-49570>
- [6] Altuntaş, B. (2008). Enformel bir emek biçimi olarak sokak toplayıcılığı: Ankara örneğinde sektöre ve çalışanlarına ilişkin bir bilgi ve deneyim paylaşımı. *Toplum ve Bilim Dergisi*, (112), 1–24.
- [7] Maia, N., Haydu, V., & Sampio, A. (2024). Industrial solid waste management in a metallurgical plant: Effects of environmental rearrangement and feedback. *Revista de Gestão Social e Ambiental*, 18(3), 1–15.
- [8] Gezer, N., & Yücel Işıldar, G. (2017). Ankara ilindeki KOBİ'lerde endüstriyel atık yönetimi. *Ankara Üniversitesi Siyasal Bilgiler Fakültesi Dergisi*, 72(2), 355–375.
- [9] T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı. (2025, Mayıs 7). *Kayıp, çalıntı veya başka bir nedenle SRC-5 belgesi talep başvuruları e-Devlet üzerinden yapılmaya başlandı*. <https://uhdgm.uab.gov.tr/haberler/kayip-calinti-veya-baska-bir-nedenle-src-5-belgesi-talep-basvurulari-e-devlet-uzerinden-yapilmaya-baslandi>
- [10] Gravel, S., Roberge, B., Calosso, M., Gagne, S., Lavoie, J., & Labreche, F. (2023). Occupational health and safety, metal exposures and multi-exposures health risk in Canadian electronic waste recycling facilities. *Waste Management*, 165, 140–149. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2023.03.023>