Journal of Pre-Hospital - Hastane Öncesi Dergisi

JPH, December 2025, 10(3), 397-415

Review -Derleme *DOI; 10.54409/hod.1596508*

TIBBİ LABORATUVARLARDA ATIK YÖNETİMİ: SORUNLAR VE ÇÖZÜMLER

Aydın YEŞİLYURT[1]

ÖZ

Tıbbi laboratuvarlarda atık yönetimi, sağlık tesislerinde önemli bir konudur. Atık miktarının artması, tehlikeli kimyasalların kullanımı, doğal kaynakların tükenmesi ve çevresel kirlilik gibi sorunlar atık yönetiminin önemini artırmaktadır. Yanlış atık karışımları ve tehlikeli kimyasalların çevreye salınımı önemli riskler oluşturur. Atık yönetiminin ihmal edilmesi, çevre ve insan sağlığı için tehlikeli durumlar oluşturabilir. Bu sorunların çözümü için atıkların kaynağında ayrıştırılması, etiketlenmesi ve uygun imha yöntemlerinin uygulanması gerekir. Ayrıca, atık miktarının azaltılması için geri dönüşüm teşvik edilmeli ve laboratuvarlarda daha güvenli kimyasallar tercih edilmelidir. Yasal düzenlemeler ve düzenli eğitimlerle atık yönetimi sürekli izlenmeli ve değerlendirilmelidir. Tıbbi laboratuvarlarda atık yönetimi, sürdürülebilirlik ve çevre koruma açısından hayati öneme sahiptir. Bu nedenle, doğru uygulamalar ve bilinçli çözümlerle bu sorunların üstesinden gelinerek sağlıklı bir atık yönetimi sağlanabilir. Bu çalışmada, tıbbi laboratuvarlarda ortaya çıkan atık türleri, bu atıkların yönetiminde karşılaşılan sorunlar ve bu sorunların çözümüne yönelik dikkat edilmesi gereken hususlar, ilgili yasal düzenlemeler çerçevesinde değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Tıbbi Atık, Atık Yönetimi, Laboratuvar, Sağlık

WASTE MANAGEMENT IN MEDICAL LABORATORIES: PROBLEMS AND SOLUTIONS

ABSTRACT

Waste management in medical laboratories is an important issue in healthcare organizations. The increasing amount of waste, the use of hazardous chemicals, the depletion of natural resources, and environmental pollution all contribute to the growing significance of waste management. Improper mixed waste and the release of hazardous chemicals into the environment pose significant risks. Neglecting waste management can lead to dangerous situations for both the environment and human health. To solve these problems, it is essential to separate waste at the source, label it appropriately, and apply proper disposal methods. In addition, recycling should be encouraged to reduce the amount of waste, and safer chemicals should be

[1]Corresponding Author /Sorumlu Yazar, Aydın YEŞİLYURT, Trabzon Üniversitesi, Tonya Meslek Yüksekokulu, aydinyesilyurt@trabzon.edu.tr

Makale Geliş Tarihi/Submission Date; 04.12.2024 Kabul Tarihi/ Accepted Date; 30.06.2025

preferred in laboratories. Waste management should be continuously monitored and evaluated through legal regulations and regular educations. Waste management in medical laboratories has a vital importance in terms of sustainability and environmental protection. Therefore, with proper practices and conscious solutions, these issues can be overcome, ensuring effective waste management. In this study, the types of waste generated in medical laboratories, the problems encountered in waste management, and the key considerations for resolving these problems have been evaluated within the framework of relevant legal regulations.

Keywords: Medical Waste, Waste Management, Laboratory, Health

GİRİŞ

Tıbbi laboratuvarlar, tanısal testlerin gerçekleştirildiği, araştırma ve inovasyonun yapıldığı önemli sağlık hizmetlerindendir. Bu tür laboratuvarlar, biyolojik, kimyasal ve tehlikeli atıklar gibi çeşitli atıkların üretildiği karmaşık ortamlardır. Tıbbi laboratuvar atıklarının uygun şekilde yönetilmemesi, çevre, sağlık ve güvenlik risklerini artırabilir (Özeren, 2019:11; Işık ve Çopur, 2023:123). Atık ve yan ürünler; enfeksiyöz atıklar, patolojik atıklar, kesici alet atıkları, kimyasal atıklar, eczacılık atıkları, sitotoksik atıklar, radyoaktif atıklar ve tehlikesiz (genel) atıklar olmak üzere özelliklerine göre sınıflandırılabilirler. Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) tarafından tıbbi atıkların %15'inin bulaşıcı, toksik veya radyoaktif olabilecek tehlikeli maddeler olduğu değerlendirilmektedir (DSÖ, 2024). Tıbbi atıkların ayrılması, toplanması, taşınması, depolanması ve işlenmesi belirli standartlar çerçevesinde sürdürülmesi gerekmektedir (Resmi Gazete, 2017:7).

Tıbbi atıkların bertaraf edilmesi, oldukça kapsamlı bir konudur. Ülkemizde yıllık tıbbi atık miktarı, Resmi İstatistik Programı çerçevesinde Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından belirli aralıklarla paylaşılmakta olup, 2022 yılında yayımlanan son rapora göre yaklaşık 130 bin ton olarak belirlenmiştir (Atık İstatistikleri Bülteni, 2022:1). Diğer gelişmekte olan ülkelerde olduğu gibi giderek daha fazla sayıda insanın modern tıbbi hizmetlere erişimlerinin artması nedeniyle bu sayı her geçen yıl hızla artmaktadır (Wolff, 2018:1; Kenny ve Priyadarshini, 2021:1). Covid-19 pandemi öncesi çalışmalara göre, sağlık hizmeti atıklarının güvenli olmayan şekilde bertaraf edilmesi sebebiyle dünya nüfusunun yarısından fazlası zaten çevre kirliliği ve halk sağlığı tehdidi riski altındaydı (Pachauri vd., 2019:1; Janik-Karpinska vd., 2023:9). Dolayısıyla, tıbbi hizmetlere ihtiyacın artmasıyla birlikte üretilen atıkların belirli standartlara göre bertaraf edilmesi gerekmektedir.

Bu çalışmada tıbbi atık türleri, bu atıklarla ilişkili temel sorunlar ve çözüm önerileriyle sürdürülebilir bir tıbbi atık yönetimi için ilgili yasal mevzuat çerçevesinde dikkat edilmesi gereken hususların ortaya konulması hedeflenmiştir.

1. TIBBİ LABORATUVAR ATIK TÜRLERİ

Tıbbi laboratuvarlarda oluşan atıklar biyolojik, kimyasal ve tehlikeli atıklar olmak üzere başlıca üç farklı şekilde sınıflandırılabilirler.

1.1. Biyolojik Atıklar

Biyolojik açıdan tehlikeli madde, doğası gereği biyolojik (hayvansal veya bitkisel kaynaklı) olan, biyolojik organizmalar üzerinde zararlı etkiler üretme kapasitesine sahip bir maddeyi ifade eder (ILO, 2022:14). Biyolojik olarak tehlikeli maddeler sadece bakteriler, mantarlar, virüsler, riketsiya, klamidya, prion, parazitler, rekombinant ürünler, alerjenler, kültürlenmiş insan ve hayvan hücreleri değil, aynı zamanda bu hücrelerin içerebileceği potansiyel biyolojik tehlikeli maddeler, enfekte klinik örnekler, deney hayvanlarından alınan dokular, bitki virüsleri ve bazı toksinleri de kapsamaktadır (EH&S, 2023:12).

1.1.1. Kan ve Kan Ürünleri

Kan ve kan ürünleri, enfeksiyon yapma potansiyeli bulunan tıbbi atıklar kategorisindedir. Tam kan, trombosit süspansiyonu, eritrosit süspansiyonu, taze donmuş plazma (TDP), fibrinojen, faktör VIII, gamma globulin ve kriyopresipitat ürünleri bu grupta yer almaktadır. Ayrıca, kan bulaşmış her türlü materyal (çarşaf, örtü, tamponlar, eldiven, flaster, bandaj, eküvyon ve benzeri atıklar), vücut sıvısı, insan doku parçaları, organ, anatomik parçalar, otopsi materyali, plasenta ve fetüs gibi atıklar da yine kan yoluyla bulaşabilecek hastalıkların yayılımını artırabilecekleri için kontrollü bir şekilde bertaraf edilmeleri gerekmektedir (Resmi Gazete, 2017:2).

1.1.2. Patolojik Atıklar

Genel olarak, insan ve hayvan doku örnekleri, organlar veya diğer vücut parçaları gibi makroskobik biyolojik materyaller patolojik atık olarak sınıflandırılır (Resmi Gazete, 2017:3). Patolojik atıkların uygun şekilde imha edilmesi, bu konuda deneyimli ve iyi eğitimli uzmanlardan oluşan ayrı bir ekip gerektirir.

1.1.3. Genetik Materyal

Genetik bilgi taşıyan ve onu nesilden nesile aktaran, hayvansal, bitkisel, mikrobiyal ve buna benzer kökenli materyallerdir. Bazı virüs ve prionlar dışında hemen hemen tüm

organizmalar genetik materyal olarak deoksiribonükleik asit (DNA) bulundururlar (Mattick ve Amaral, 2022:1). Laboratuvar çalışmaları esnasında DNA bulaşan materyaller, usulüne uygun imha edilmelidir. Aksi halde, organizmalar arasında kontaminasyon ve beklenmedik genetik varyasyonlara sebebiyet verebilirler.

1.2. Kimyasal Atıklar

Radyoaktif olmayan kimyasallar veya tehlikeli kimyasallarla kontamine olmuş katı atıklardır. Bunlar; son kullanma tarihi geçmiş kimyasallar, cıva içeren herhangi bir atık ürün, gaz tüpleri, kimyasal temizlikte kullanılan malzemeler, kullanılmış yağlar, fotoğraf geliştirme solüsyonları, radyoaktif olarak kirlenmemiş gümüş koruyucu gibi materyallerdir (Berkel ve Çağındı, 2014:57; Chartier vd., 2014:6).

1.2.1. Laboratuvar Kimyasalları

Bilimsel araştırma, eğitim, analiz ve üretim süreçleri gibi laboratuvar çalışmaları esnasında kullanılan asitler, bazlar, tuzlar veya çeşitli reaktiflerdir (Alam, 2024:4). Bu tür kimyasal maddeler kullanıldıktan sonra birbiriyle reaksiyon vermeyecek şekilde atık olarak biriktirilmelidir (Datta vd., 2018:7).

1.2.2. Çözücüler ve Organik Bileşikler

Çözücüler (solventler), katı, sıvı veya gaz formundaki maddeleri çözebilen ve çözelti oluşturan kimyasallardır (Reichardt, 2007:105). Organik bileşikler ise, yapısında karbon (C) içeren karmaşık kimyasal bileşiklerdir (Patrick, 2017:1). Uçucu ve kolay buharlaşabilen yapıya sahip olanlar laboratuvar ortamında kullanılırken ve kullanıldıktan sonra uygun şekilde muhafaza edilmeleri gerekmektedir.

1.2.3. Ağır Metaller

Ağır metaller, canlı organizmalarda belirli yoğunluğun üstünde bulunduklarında toksik etki gösteren ve metalik özellik gösteren elementlerdir (Bathla ve Jain, 2016:1). Çinko, demir, bakır, kobalt, molibden, mangan gibi metaller eser miktarda canlı organizmalar için gerekliyken, cıva, kurşun, plütonyum gibi toksik metallerin yaşamsal faaliyetlerde görevi yoktur. Bu yüzden vücutta birikmeleri ciddi problemlere yol açmaktadır (Tchounwou vd., 2012:1).

1.3. Tehlikeli Atıklar

Kesici ve delici atıklar, radyoaktif materyaller, tıbbi cihazlar ve ekipmanlar, ilaç atıkları tehlikeli atıklar sınıfında değerlendirilmektedir. Kesici ve delici atıkların dışındaki kimyasal içerikli atıklar, kanserojen, tahriş edici ve toksik etkilerinden dolayı çevreye, insan ve hayvanların sağlığı üzerine ciddi olumsuz etkileri vardır. Bunların içerisinde, boya, vernik, kullanılmış

bataryalar, floresan lambalar, böcek öldürücü kimyasallar, siyanür, yağ ve türevleri, ağır metal içeren bileşikler gibi atıklar da bulunur (Taşer ve Erdoğan, 2009:42; Resmi Gazete, 2015: EK-3/A ve EK-4).

2. TIBBİ LABORATUVAR ATIK YÖNETİMİ SORUNLARI

2.1. Yasal Düzenlemelerde Eksiklik veya Karmaşıklık

Tıbbi laboratuvar atıklarının yönetimi konusunda yasal ve düzenleyici gerekliliklerin eksikliği veya karmaşıklığı birçok ülkede sorun teşkil etmektedir. Bu durum, atıkların doğru bir şekilde toplanması, taşınması, işlenmesi ve bertaraf edilmesi süreçlerinin etkin bir şekilde yerine getirilmesini zorlaştırmaktadır (Hassan vd., 2018:1; Khan vd., 2019:2). Bu konuda en yaygın sorunlar şunlardır:

Yasal Boşluklar: Bazı ülkelerde, tıbbi laboratuvar atıklarının yönetimi için yeterli yasal düzenlemeler bulunmayabilir. Tıbbi laboratuvar atıklarının yönetimi için genellikle ülkeler arasında farklı yasal düzenlemeler ve standartlar bulunur (Ali vd., 2017:1; Fadaei, 2022:1). Bazı ülkeler kapsamlı ve sıkı yasal düzenlemelere sahipken, diğerleri bu konuda yetersiz veya daha gevşek yasal düzenlemelere sahip olabilir (Windfeld ve Brooks, 2015:101).

Denetim eksikliği: Yasal düzenlemelerin etkin bir şekilde uygulanması ve uyulup uyulmadığının denetlenmesi, tıbbi laboratuvar atık yönetimi için önemli ve gereklidir. Yetersiz denetim mekanizmaları, düzenlemelerin uygulanmasında aksaklıklara neden olabilir (Abay vd., 2024:283,298).

Karmaşık Düzenlemeler: Tıbbi laboratuvar atıklarının yönetimi için yapılan düzenlemelerin karmaşık olması, atık yönetimi süreçlerinin anlaşılmasını ve takip edilmesini zorlaştırır (Öden, 2021: 16). İşletmelerin, atık yönetimi kurallarını doğru bir şekilde uygulamak için zaman, kaynak ve uzmanlık gerektiren süreçlerle başa çıkmalarını gerektirir (Boz ve Çimen, 2021:7).

Belirsiz Sorumluluklar: Tıbbi laboratuvar atıklarının yönetimi birçok farklı paydaşın iş birliğini gerektirir. Hastaneler, laboratuvarlar, atık yönetimi şirketleri, hükümet kurumları ve sağlık otoriteleri gibi birçok farklı kuruluş bu süreçte rol oynar. Tıbbi Atıkların Kontrolü Yönetmeliği (Resmi Gazete, 2017)'nde görev, yetki ve sorumluluklar belirtilmiştir. Ancak, her sağlık kuruluşunun kendi iç denetim mekanizmaları farklılık gösterdiği için, atıkların kimin sorumluluğunda olduğu, hangi kuruluşun hangi adımlardan sorumlu olduğu konusundaki belirsizlikler sorunlara sebep olabilir.

Yetersiz Kaynaklar: Tıbbi laboratuvar atıklarının doğru şekilde yönetilmesi için uygun kaynaklara ihtiyaç vardır. Bunlar, atık toplama ekipmanları, uygun depolama alanları, taşıma araçları, personel eğitimi ve atık işleme tesisleri gibi unsurları içerir (Gupta vd., 2023:4; Tushar vd., 2023:2). Ancak, bazı ülkelerde bu kaynaklar yetersiz olabilir veya tüm laboratuvarlara erişim sağlamak için yeterli değildir.

Bu sorunlar, tıbbi laboratuvar atıklarının çevreye ve insan sağlığına zarar verme potansiyelini artırabilir. Bu nedenle, tıbbi laboratuvar atıklarının yönetimi için kapsamlı yasal düzenlemelerin oluşturulması, düzenlemelerin net ve anlaşılır olması, paydaşlar arasında iş birliğini teşvik eden mekanizmaların oluşturulması ve personelin eğitiminin sağlanması önemlidir.

2.2. Sınıflandırmada Karşılaşılan Zorluklar

Tıbbi laboratuvarlarda atık sınıflandırması, doğru bir şekilde yapılması gereken önemli bir süreçtir. Ancak, bu süreçte ortaya çıkabilecek bazı zorluklar yaşanabilir.

Çeşitlilik: Tıbbi laboratuvarlarda biyolojik atıklar, kimyasal atıklar, kesici-delici atıklar ve radyoaktif atıklar gibi birçok farklı türde atık oluşur. Bu çeşitlilik, atıkların doğru bir şekilde sınıflandırılmasını zorlaştırabilir. Biyolojik atıkların kimyasal atıklarla karışması veya kesici-delici atıkların diğer atıklarla karışması veya kontamine olması mümkündür. Bu durum, karışık atıkların doğru şekilde sınıflandırılması ve yönetilmesinde zorluklara sebep olur (Shikoska vd., 2016:1; Veličković ve Živojinović, 2023:4).

Bilgi ve Eğitim: Tıbbi laboratuvar personelinin atık sınıflandırması konusunda yeterli bilgiye sahip olması önemlidir. Ancak, bazı durumlarda personel eksik bilgiye sahip olabilir veya güncel prosedürleri bilmeyebilir. Bu durum yanlış sınıflandırmalara neden olur (Hemani vd., 2018:1; Tamilselvi ve Devanithya, 2020:2).

Değişen Kurallar ve Yönetmelikler: Atık yönetimi konusundaki kurallar ve yönetmelikler zaman içerisinde değişebilir veya güncellenebilir. Tıbbi laboratuvar personelinin bu değişikliklere ayak uydurması ve sürekli güncel bilgiye sahip olması önemlidir. Ancak, bu değişen kurallar ve yönetmeliklerle başa çıkmak zor olabilir ve yanlış sınıflandırmalara yol açabilir (Singh vd., 2017:1; Öden, 2021:8).

Maliyet ve Kaynaklar: Atık yönetimi süreci, ek kaynaklar ve maliyetler gerektirebilir. Özellikle bazı atık türleri, özel muamele veya bertaraf yöntemleri gerektirir (Vaccari vd., 2018:1; Cerrahoğlu ve Kılıçaslan, 2019:4). Bu nedenle, bazı laboratuvarlar atık yönetimi için yeterli kaynaklara veya maliyetlere sahip olmayabilir. Bu durum doğru sınıflandırmayı ve atık

yönetimini zorlaştırır. Bu zorluklar göz önüne alındığında, tıbbi laboratuvarlarda atık sınıflandırmasının doğru bir şekilde yapılabilmesi için uygun eğitim, sürekli güncellenen bilgi ve kaynaklara erişim gibi faktörler önemlidir (Debalkie ve Kumie, 2017:1). Ayrıca, laboratuvarların atık yönetimi konusunda yerel yönetmeliklere uyması ve atık yönetimi politikalarını sürekli gözden geçirmesi gerekmektedir.

2.3. Yetersiz Eğitim ve Farkındalık

Tıbbi laboratuvar atık yönetiminde yetersiz eğitim ve farkındalık eksikliği çeşitli risklere ve çevresel etkilere yol açar. Doğru atık sınıflandırması ve etiketleme, atık miktarının azaltılması, atıkların güvenli bir şekilde taşınması ve bertaraf edilmesi gibi konularda bilinçli olmak önemlidir. Ancak, personelin bu konuda yeterli eğitime ve farkındalığa sahip olmaması, atık yönetimi süreçlerinin hatalı veya eksik uygulanmasına neden olur (Batur vd., 2021:6; Bek ve Bek, 2021:12).

2.4. Depolama ve Taşıma Zorlukları

Tıbbi laboratuvarlar, sağlık hizmetleri ve araştırmalar için önemli veri ve örneklerin üretildiği yerlerdir. Bu laboratuvarlarda üretilen atıklar potansiyel enfeksiyon kaynakları olabileceği için doğru şekilde depolanması ve taşınmaları önemlidir. Tıbbi laboratuvar atık depolama ve taşımada; enfeksiyon kontrolü, sınıflandırma zorlukları, özel işleme gereksinimleri, depolama alanı sınırlamaları, personel eğitimi, lisans ve yönetmelik uyumları gibi zorluklarla karşılaşmak mümkündür. Özellikle tehlikeli kimyasallar, biyolojik ajanlar ve enfeksiyöz materyaller içeren laboratuvar atıkları, özel koşullarda geçici olarak depolanmalı ve lisanslı taşıma araçlarıyla uygun bertaraf tesislerine ulaştırılmalıdır (Okonkwo vd., 2024:7).

2.5. Çevresel Etkiler ve Sağlık Riskleri

Tıbbi laboratuvar atıkları, potansiyel olarak tehlikeli kimyasal ve biyolojik maddeler içerir. Bu atıklar yanlış yönetimi çevre için ciddi riskler oluşturur (Cömert & İrkin, 2020:282). Tıbbi atıkların düzgün şekilde imha edilmemesine bağlı olarak patojenlerin yayılması veya tehlikeli kimyasalların su kaynaklarına sızması gibi durumlar, toprak, su ve hava kirliliği gibi çevresel sorunlara sebep olur. Bu durum, ekosistemleri olumsuz etkiler (Kannadhasan ve Nagarajan, 2022:97).

Yanlış işlenen veya etkili bir şekilde yönetilmeyen atıklar, çalışanların ve toplumun sağlığını olumsuz etkileyebilir. Biyolojik atıklar kronik hastalıkların ortaya çıkmasına yol açabilirken, kimyasal maddeler solunum yoluyla, deri temasıyla veya yutulma yoluyla sağlık sorunlarına neden olabilir (Somani, 2023:3; Mazahar, 2024:123).

3. TIBBİ LABORATUVARLARDA ATIK YÖNETİMİ SORUNLARINA ÇÖZÜMLER

Yasal ve Düzenleyici Gereklilikler: Tıbbi laboratuvar atık yönetimi sorunları, yasal ve düzenleyici gerekliliklerin eksikliği veya karmaşıklığından kaynaklanabilir. İlgili hükümet kurumlarıyla iş birliği yaparak, tıbbi laboratuvar atık yönetimi için daha net ve kapsamlı yasal ve düzenleyici gerekliliklerin oluşturulması gerekir. Bu gerekliliklerin tüm tıbbi laboratuvarlar için geçerli, anlaşılır ve uygulanabilir olması gerekmektedir (Windfeld ve Brooks, 2015:101; Bakiu ve Durmishaj, 2018:6).

Atık Sınıflandırması ve Denetim: Tıbbi laboratuvarlara, atık sınıflandırması konusunda standartlaştırılmış rehberler sağlanabilir. Bu rehberler, atık türlerini, sınıflandırma kriterlerini ve doğru ambalajlama yöntemlerini detaylı bir şekilde açıklamalıdır. Doğru sınıflandırma için atıkların ambalajlarında uygun etiketler ve işaretlemeler kullanılmalıdır. Bu etiketler, atığın tehlikeli veya tehlikesiz olduğunu, içeriğini ve ilgili sınıflandırma bilgilerini belirtmelidir. Bu sayede atıkların doğru bir şekilde yönetilmesi ve işlenmesi kolaylaştırılmış olur (CPCB, 2016:14; Resmi Gazete, 2017:4; Padmanabhan ve Barik, 2019:101).

Atıkların doğru sınıflandırılması için kontrol mekanizmaları oluşturulabilir. Atıkların depolanacağı alanlarda veya laboratuvarlarda atık sınıflandırmasının doğru yapıldığını ve uygun konteynerlere yerleştirildiğini kontrol etmeyi amaçlayan denetimler yapılabilir (Rajalakshmi vd., 2023:51). Bu denetimler için ilgili atık yönetimi otoriteleri veya çevre koruma kurumlarıyla iş birliği yapılması ve danışmanlık alınması önemlidir. Bu kurumlar, tıbbi laboratuvarlara atık sınıflandırması konusunda yol gösterebilir, doğru uygulamaları paylaşabilir ve sorunların çözümünde yönlendirme yapabilirler (Abay vd., 2024:17).

Eğitim ve Farkındalık: Eğitim ve farkındalık, tıbbi laboratuvarlarda atık yönetimi sorunlarının çözümünde önemli bir rol oynar. Personelin bilinç düzeyinin yüksek olması, doğru uygulamaların benimsenmesini kolaylaştırır ve atık yönetimi süreçlerinin etkinliğini artırır (Abdo vd., 2019:9).

Tıbbi laboratuvar personeline düzenli olarak atık yönetimi konusunda eğitimler verilmelidir (Ergin vd., 2017:135). Bu eğitimler, atıkların doğru sınıflandırılması, ambalajlanması, depolanması ve bertaraf edilmesi gibi konuları kapsamalıdır. Eğitimler, uzmanlar veya atık yönetimi şirketleri tarafından verilebilir.

Laboratuvar çalışanları arasında atık yönetimi konusunda düzenli bilgilendirme yapılmalıdır. Bunun için duyurular, afişler, posterler, işaretler, kılavuzlar, panolar, broşürler veya iç iletişim araçları kullanılabilir. Bu materyaller, atık sınıflandırması, ambalajlama yöntemleri

veya doğru konteyner kullanımı gibi konularda görsel ipuçları sunarak personelin doğru uygulamaları hatırlamasına yardımcı olur (Zhengze ve Zhiqiang, 2023:1). Tıbbi laboratuvar personeli, atık yönetimi sürecine aktif olarak katılım sağlamalı ve geri bildirimde bulunmalıdır. Çalışanların önerileri ve deneyimleri dikkate alınarak atık yönetimi süreçleri geliştirilmelidir.

Tıbbi Atık Artışı: Laboratuvar içinde atık oluşumunu azaltmaya yönelik stratejiler geliştirilebilir (Bayrau vd., 2025:5). Bunun için ölçüm ve analiz yaparak hangi uygulamaların veya prosedürlerin daha fazla atık ürettiği belirlenir. Bu bilgiye dayanarak, atık üretimini azaltmak için alternatif yöntemler veya daha verimli çalışma prensipleri benimsenir.

Laboratuvar atıklarının geri dönüşüm ve geri kazanım potansiyeli değerlendirilebilir. Örneğin, kâğıt, plastik veya cam gibi malzemeler geri dönüşüm için ayrı toplama konteynerleri kullanarak toplanır. Bazı atıklar, enerji üretimi veya yeniden kullanım için uygun işlemlerle geri kazanılabilir (Joseph vd., 2021:201). Ayrıca, tek kullanımlık ürünler yerine tekrar kullanılabilen ürünlerle atık üretimi azaltılabilir (Conrardy vd., 2010:718).

Laboratuvarlarda yeşil kimya prensiplerini benimsemek, atık miktarını azaltmak için etkili yollardan biridir. Yeşil kimya, tehlikeli kimyasal maddelerin daha az kullanılmasını, daha az atık üretimini ve daha çevre dostu süreçleri teşvik eder. Bu prensipleri benimseyerek daha sürdürülebilir bir laboratuvar ortamı oluşturulabilir (Ozben ve Fragão-Marques, 2023:644).

Diğer laboratuvarlarla deneyim paylaşımı, en iyi uygulamaların yayılmasını sağlar. Aynı zamanda, atık yönetimi konusunda yetkilendirilmiş kuruluşlar, yerel yönetim ve çevre koruma kurumları gibi paydaşlarla iş birliği yaparak destek alınabilir (Hendrik vd., 2024:5).

Tıbbi laboratuvar atıklarının artma sorunu, sürdürülebilir atık yönetimi stratejileri benimseyerek ve atık azaltma çabalarına odaklanarak ele alınabilir. Bu çözümler hem çevresel etkileri azaltmaya hem de maliyetleri düşürmeye yardımcı olabilir (Lee vd., 2004:149).

Tıbbi Atıkların Depolanması ve Taşınması: Laboratuvarlarda atıklar için ayrılmış güvenli depolama alanları oluşturulmalıdır. Bu alanlar, atıkların geçici olarak depolanacağı uygun konteynerlere sahip olmalıdır. Depolama alanları, atık sınıflandırma kurallarına ve yerel düzenlemelere uygun olarak düzenlenmelidir. Ayrıca, tehlikeli atıkların sızıntı veya yayılmalara karşı korunması için uygun önlemler alınmalıdır (Resmi Gazete, 2017:5). Bu alanlarda çalışan veya çalışması öngörülen kişilerin mesleki yeterlilik belgesine sahip olması gerekmektedir (Resmi Gazete, 2022).

Atık taşıma süreci iyi planlanmalı ve organize edilmelidir. Taşıma işlemleri için yetkili ve lisanslı atık yönetimi şirketleriyle çalışılmalıdır. Atıkların taşınması sırasında güvenlik, hijyen

ve çevresel uyumluluk ilkelerine dikkat edilmelidir. Taşıma araçları, atıkların güvenli bir şekilde taşınmasını sağlayacak şekilde tasarlanmalı ve düzenli olarak bakımları yapılmalıdır (Resmi Gazete, 2017:6).

Çevresel Etkileri ve Sağlık Riskleri: Tıbbi laboratuvar atıklarının çevresel etkileri ve sağlık riskleriyle başa çıkmak için yukarıda da belirtildiği gibi atık azaltma ve yeşil kimya uygulaması yapılmalı, tehlikeli atıklar doğru bir şekilde bertaraf edilmeli, atık sınıflandırması ve etiketlemesine dikkat edilmeli, personel atık konusunda eğitilmeli ve koruyucu ekipman kullanımına dikkat edilmeli, havalandırma sistemleri kurulmalı ve kontrolü sağlanmalı, denetim ve takibi yapılmalıdır.

Tablo 1. Tıbbi laboratuvarlarda atık yönetimi için temel stratejiler

Strateji	**Tanım**	**Referanslar**
Kaynağında Ayrıştırma	Renkli çöp kutularının kullanımı ve atıkların uygun şekilde ayrıştırılmasının sağlanması	Jangre vd., 2023:10
Geri Dönüşüm Olanakları	Geri dönüştürülebilir malzemelerin tespiti ve geri dönüşüm programlarının uygulanması	Ebrahimzadehsarvestani vd., 2025:1 Glover vd., 2023:1 Pfeifer, 2023:1
Teknolojik Yenilikler	Atık ayrımı için bilgisayarlı görüntü, robot teknolojisi ve IoT (Internet of Things) tabanlı sistemlerin kullanılması	Lahoti vd., 2024:15 Modi, 2024:5 Namratha vd., 2021:5 Pfeifer, 2023:1 Yu vd., 2025:4
Eğitim ve Öğretim	Laboratuvar personeline atık yönetim protokolleri konusunda düzenli eğitim verilmesi	Huang vd., 2024:2
İş Birliği ve Politika Desteği	Düzenleyici kurumlarla iş birliği yapılması ve atık yönetimi	Hendi vd., 2024:13 Pfeifer, 2023:1 Voudrias, 2023:8 Yu vd., 2025:1

Tıbbi atık yönetimi, sağlık hizmetlerinin çevresel etkilerini azaltmak ve toplum sağlığını korumak açısından kritik bir öneme sahiptir. Bu süreçte çeşitli stratejiler ve yöntemler kullanılarak atık miktarı azaltılabilir ve daha sürdürülebilir bir yönetim sağlanabilir. Kaynağında

ayrıştırma, geri dönüşüm olanaklarının artırılması, teknolojik yeniliklerin kullanılması, düzenli eğitim programları ve paydaşlarla iş birliği gibi stratejiler, tıbbi atıkların etkin bir şekilde yönetilmesine yardımcı olabilir (Tablo 1).

SONUÇ

Tıbbi laboratuvarlar, temel tanı hizmetleri sunarak ve klinik karar vermeyi destekleyerek sağlık sisteminde önemli bir rol oynar. Ancak laboratuvarlardaki faaliyetlerle çevresel ve halk sağlığı risklerini en aza indirmek için etkili bir şekilde yönetilmesi gereken önemli miktarda atık üretilir (Windfeld ve Brooks, 2015:99-101). Tıbbi laboratuvarlarda üretilen bulaşıcı, radyoaktif ve tehlikeli maddeler dahil olmak üzere çeşitli atık türleri, sağlık çalışanlarının, hastaların ve genel halkın güvenliğini sağlamak için özel işleme yöntemleri ve bertaraf prosedürleri gerektirir (Giacchetta ve Marchetti, 2013:71-74; DSÖ, 2014:105-136; Resmi Gazete, 2017:10-15).

Tıbbi laboratuvar atıklarının yönetimindeki zorluklar birkaç yönden farklılık gösterir. Uygunsuz atık ayrımı, yetersiz depolama tesisleri, personel için kapsamlı eğitim eksikliği, farklı atık akış süreçlerinin karışmasına ve tehlikeli maddelere maruz kalma riskinin artmasına neden olabilir. Ayrıca, tıbbi atıkların taşınması ve bertarafı, özellikle altyapı ve düzenleyici çerçevelerin sınırlı olabileceği ve kaynakların kısıtlı olduğu ortamlarda önemli lojistik ve çevresel zorluklar ortaya çıkarabilir (Caniato vd., 2015:93; Shaida ve Singla, 2019:1058).

Bu sorunları ele almak için, tıbbi laboratuvar atık yönetimine kapsamlı bir yaklaşım gereklidir. Nüfusu en fazla ülkelerden biri olan Hindistan'da 1998'de yürürlüğe giren Biyomedikal Atık Yönetimi (BMWM) kuralları, tıbbi atıkların işlenmesi ve bertarafı için net bir çerçeve sunarak, ayırma, uygun depolama ve uygun arıtma yöntemlerinin önemini vurgulamaktadır. Ancak, bu düzenlemelerin uygulanması düzensiz olmuştur ve uyumluluğu sağlamak için sürekli izleme, yaptırım ve iyileştirmeye ihtiyaç olduğu belirtilmiştir (Lohani ve Dixit, 2017:469; Datta vd., 2018:7).

Ülkemizde tıbbi atıklarla ilgili ilk düzenlemeler, 1983 tarihli Çevre Kanunu kapsamında yapılmış ve bu bağlamda, eski adı Çevre ve Orman Bakanlığı olan Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından 20 Mayıs 1993 tarihli ve 21586 sayılı Tıbbi Atık Kontrolü Yönetmeliği yayımlanmıştır. Bu yönetmelik, 22 Temmuz 2005 tarihinde yayımlanan 25883 sayılı Resmi Gazete'de yenilenmiştir. Günümüzde ise, 25 Ocak 2017 tarihli 29959 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanan Tıbbi Atık Kontrolü Yönetmeliği yürürlükte olup, Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından 18 Ağustos 2022 tarihli 31927 sayılı Resmi Gazete'de

yayımlanan Tıbbi Atıkların Kontrolü Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik ile son halini almıştır (Resmi Gazete, 2017; Resmi Gazete, 2022).

Her ülke farklı mevzuat ve standartlarla tıbbi atık yönetimi konusunda ulusal düzenlemeler yapmış olsa da Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) Rehberleri ve Basel Sözleşmesi uluslararası kabul edilen düzenlemelerdir. Uluslararası olarak tehlikeli atıkların sınırlar ötesi taşınması ve bertaraf edilmesinin kontrolüne ilişkin Basel Sözleşmesi, 53 ülke tarafından imzalanmış, 183 ülke ise sözleşmeye taraf olmuştur. Türkiye bu sözleşmeyi 22.05.1989 tarihinde imzalamış ve 22.06.1994 tarihi itibariyle taraf olmuştur.

Tıbbi atık yönetimiyle ilgili genel bilgiler, ulusal ve uluslararası düzenlemeler hukuksal açıdan da incelenmiştir (Abay vd., 2024). Ülkemizde tıbbi atık yönetimi, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı ile Sağlık Bakanlığı tarafından denetlenmekte ve izlenmektedir.

KAYNAKÇA

Abay, P., Derman, S., Özpınar, S., Sevil, Ü. (2024). Tıbbi Atık Yönetimi ve Uluslararası Hukuk Uygulamaları. Türkiye Barolar Birliği Dergisi. Sayı: 170, Sayfa: 267 – 306.

Abdo, N.M., Hamza, W.S., Al-Fadhli, M.A. (2019), "Effectiveness of education program on hospital waste management", International Journal of Workplace Health Management, Vol. 12 No. 6, pp. 457-468. https://doi.org/10.1108/IJWHM-10-2018-0137.

Alam, ABMM. (2024). CHEMISTRY: Acids, Bases and Salts. Revision: 01. ACSCIP Publications. Dhaka, Bangladesh.

Ali, M., Wang, W., Chaudhry, N., & Geng, Y. (2017). Hospital waste management in developing countries: A mini review. Waste management & research : the journal of the International Solid Wastes and Public Cleansing Association, ISWA, 35(6), 581–592. https://doi.org/10.1177/0734242X17691344.

Atık İstatistikleri Bülteni. (2022). T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı. ÇED, İzin ve Denetim Genel Müdürlüğü, Çevre Envanteri ve Bilgi Yönetimi Dairesi Başkanlığı. Sayı:12, https://ced.csb.gov.tr/tibbi-atik-istatistikleri-i- 89098. Erişim tarihi: 04.12.2024.

Bakiu, R., ve Durmishaj, S. (2018). Medical waste effects and management: overview and future directions. SF J Environ Earth Sci. 2018; 1 (2), 1019.

Bathla, S. ve Jain, T. (2016). Heavy metals toxicity. International Journal of Health Sciences and Research, 6(5), 361-368.

Batur, T., Çokluk, E., Uçar, B., Alp, H. H. (2021). Laboratuvar Çalışanlarının Tıbbi Atık Farkındalık Durumları. Van Sağlık Bilimleri Dergisi, 14(3), 274-281. https://doi.org/10.52976/vansaglik.913750.

Bayrau, B. A., Buyukcangaz, E., Sadarangani, S. P., Ondigo, B. N., Prinzi, A., & LaBeaud, A. D. (2025). (Un)Sustainable Science: Greening Practices in Research, Clinical Microbiology, and Veterinary Laboratories Locally and Globally. In Open Forum Infectious Diseases (Vol. 12, No. 2, p. ofae677). US: Oxford University Press.

Bek, N., ve Bek, A. (2021). Sağlık Çalışanları Örneğinde Atık Bilgisi Üzerine Bir Durum Çalışması. TroyAcademy, 6(2), 395-410. https://doi.org/10.31454/troyacademy.930759.

Berkel, M. ve Çağındı, Ö. (2014). Gıda Laboratuvarlarında Atık Yönetimi. Akademik Gıda, 12(3), 54-59.

Boz, M. K. ve Çimen, M. (2021). Sağlık çalışanlarının tıbbi atık yönetimi bilgi düzeylerinin değerlendirilmesi. Sağlık Akademisyenleri Dergisi, 8(4), 296-303.

Caniato, M., Tudor, T., Vaccari, M. (2015). International governance structures for health-care waste management: a systematic review of scientific literature. Journal of environmental management, 153, 93–107. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2015.01.039.

Cerrahoğlu, M. N., ve Kılıçaslan, H. (2019). Tıbbî Atıkların Sağlık Harcamaları Üzerindeki Etkisi. Uluslararası Ekonomik Araştırmalar Dergisi, 5(4), 59-68.

Chartier, Y., Emmanuel, J., Pieper, U., Prüss, A., Rushbrook, P., Stringer, R., Townend, W., Wilburn, S. ve Zghondi R. (2014). Safe management of wastes from health-care activities. Second Edition. World Health Organization.

Conrardy, J., Hillanbrand, M., Myers, S., & Nussbaum, G. F. (2010). Reducing medical waste. AORN journal, 91(6), 711–721. https://doi.org/10.1016/j.aorn.2009.12.029.

Cömert, M.B., ve İrkin R., (2020). Tıbbi Laboratuvarlarda İş Sağlığı ve Güvenliği. Uluslararası Sağlık Bilimleri Kongresi 2020 (ICHES-IDU 2020), 978-605-69933-7-4, 282–288.

CPCB, Central Pollution Control Board (2016). Guidelines for Management of Healthcare Waste as per Biomedical Waste Management Rules.

Datta, P., Mohi, G. K., Chander, J. (2018). Biomedical waste management in India: Critical appraisal. Journal of laboratory physicians, 10(1), 6-14. https://doi.org/10.4103/JLP.JLP_89_17.

Debalkie, D. ve Kumie, A. (2017). Sağlık Hizmetleri Atık Yönetimi: Etiyopya'daki Menellik II Sevk Hastanesi'ndeki Güncel Sorun. Güncel Dünya Çevresi , 12 (1), 42–52. https://doi.org/10.12944/CWE.12.1.06.

Dünya Sağlık Örgütü. (2014). Safe management of wastes from health-care activities. Edited by Y. Chartier vd., 2nd ed. ISBN: 9789241548564, Geneva 27, Switzerland.

Dünya Sağlık Örgütü. (2024). Health-care waste. Erişim bağlantısı: https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/health-care-waste, 09.04.2025.

Ebrahimzadehsarvestani, E., Sarvestani, E. M., Safarzadeh, H., Enayati, M., & Di Maria, F. (2025). Implementing Circular Economy in Healthcare Waste: Technological Innovations and Process Management. The Journal of Solid Waste Technology and Management, 51(1), 14-24.

EH&S, Environmental Health and Safety. (2023). Biosafety Manual. University of Washington. https://www.ehs.washington.edu/system/files/resources/uw-biosafety-manual.pdf, 09.04.2025.

Ergin, M., Erdoğan, S., & Erel, Ö. (2017). Biyokimya ve mikrobiyoloji laboratuvar personelinin tıbbi atık yönetimi konusundaki farkındalığı. Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi, 74(2), 129-138.

Fadaei A. (2022). Comparison of medical waste management methods in different countries: a systematic review. Reviews on environmental health, 38(2), 339–348. https://doi.org/10.1515/reveh-2021-0170.

Giacchetta, G. ve Marchetti, B. (2013). Medical waste management: a case study in a small size hospital of central Italy. Strategic Outsourcing: An International Journal, Vol. 6 No. 1, pp. 65-84. https://doi.org/10.1108/17538291311316072.

Glover, R., Booth, G. S., Wiencek, J. R. (2023). Recycling Opportunities in a High Volume Academic Clinical Chemistry Laboratory. American Journal of Clinical Pathology. https://doi.org/10.1093/ajcp/aqad150.268.

Gupta, P. P., Bankar, N. J., Mishra, V. H., Sanghavi, S., & Badge, A. K. (2023). The Efficient Disposal of Biomedical Waste Is Critical to Public Health: Insights from the Central Pollution Control Board Guidelines in India. Cureus, 15(10), e47303. https://doi.org/10.7759/cureus.47303.

Hassan A.A., Tudor, T., Vaccari, M. (2018). Healthcare Waste Management: A Case Study from Sudan. Environments.; 5(8):89. https://doi.org/10.3390/environments5080089.

Hemani, D., Hostetter, C. M., & Bagley, M. (2018). Don't Waste the Medical Waste: Reducing Improperly Classified Hazardous Waste in a Medical Facility. Journal of Emerging Investigators. https://doi.org/10.59720/16-078.

Hendi, A., Al-Hrinat, J., Al-Ansi, A. M., & Hazaimeh, M. (2024). Strategies for Optimizing Medical Waste Management and Treatment Technologies in Jordanian Hospitals. https://doi.org/10.56578/ocs030103.

Hendrik, Alfitri, Ardiyan Saptawan, & Nengyanti. (2024). Collaborative Governance Model In Waste Management: A Stakeholder Empowerment Strategy Towards Sustainable Development In Rejang Lebong District. Educational Administration: Theory and Practice, 30(5), 6845–6852. https://doi.org/10.53555/kuey.v30i5.4052.

Huang, S.-W., Lai, Y.-H., & Chiou, S.-Y. (2024). Using the Objective Key Result Method to Reduce the Rate of Biomedical Waste in Medical Institutions. Discrete Dynamics in Nature and Society, 2024(1). https://doi.org/10.1155/2024/1566231.

ILO (International Labour Organization). (2022). Technical guidelines on biological hazards in the working environment. Meeting of Experts for the tripartite validation of the technical guidelines on biological hazards. 20–24 June 2022. Geneva, Switzerland.

Işık, S. S. ve Çopur, E. Ö. (2023). Çevre Sağlığı ve Tıbbi Atık Yönetimi. Güncel Gelişmeler Işığında Sağlık Yönetimi. Özgür Yayın Dağıtım Ltd. Şti. Ed. Dr. Öğr. Üyesi İbrahim Bozkurt Bölüm 8;115-131. Türkiye.

Jangre, J., Prasad, K., & Patel, D. (2023). Management of healthcare waste collection and segregation for developing countries. Waste Management & Research, 42(11), 1079-1092. https://doi.org/10.1177/0734242X231199917.

Janik-Karpinska, E., Brancaleoni, R., Niemcewicz, M., Wojtas, W., Foco, M., Podogrocki, M., & Bijak, M. (2023). Healthcare Waste—A Serious Problem for Global Health. Healthcare, 11(2), 242. https://doi.org/10.3390/healthcare11020242.

Joseph, B., James, J., Kalarikkal, N., Thomas, S. (2021). Recycling of medical plastics. Advanced Industrial and Engineering Polymer Research, 4(3), 199-208.

Kannadhasan, S., ve Nagarajan, R. (2022). Recent trends in bio-medical waste, challenges and opportunities. Machine Learning and Deep Learning Techniques for Medical Science, 97-108.

Kenny, C., ve Priyadarshini, A. (2021). Review of Current Healthcare Waste Management Methods and Their Effect on Global Health. Healthcare, 9(3), 284. https://doi.org/10.3390/healthcare9030284.

Khan, B. A., Cheng, L., Khan, A. A., & Ahmed, H. (2019). Healthcare waste management in Asian developing countries: A mini review. Waste management & research : the journal of the International Solid Wastes and Public Cleansing Association, ISWA, 37(9), 863–875. https://doi.org/10.1177/0734242X19857470.

Lahoti J, Sn J, Krishna MV, Prasad M, Bs R, Mysore N, Nayak JS. (2024). Multi-class waste segregation using computer vision and robotic arm. PeerJ Comput Sci. 10;10:e1957. doi: 10.7717/peerj-cs.1957. PMID: 38855211; PMCID: PMC11157593.

Lee, B. K., Ellenbecker, M. J., Moure-Ersaso, R. (2004). Alternatives for treatment and disposal cost reduction of regulated medical wastes. Waste management (New York, N.Y.), 24(2), 143–151. https://doi.org/10.1016/j.wasman.2003.10.008.

Lohani, N., ve Dixit, S. (2017). Biomedical waste management practices in a tertiary care hospital: a descriptive study in Srinagar, Garhwal, India. International Journal Of Community Medicine And Public Health, 4(2), 465–470. https://doi.org/10.18203/2394-6040.ijcmph20170274.

Mattick, J. ve Amaral, P. (2022). RNA, the Epicenter of Genetic Information: A new understanding of molecular biology. Chapter 2: The Genetic Material?. CRC Press, Abingdon (UK).

Mazahar, S. (2024). Health Implications Related With the Presence of Waste Sorting Plants and Biological Contaminants. Editor(s):Rajeev Singh, Anamika Singh. Airborne Biocontaminants and Their Impact on Human Health. John Wiley & Sons, Inc.. 14 June 2024. 123–132. https://doi.org/10.1002/9781394178964.ch7.

Modi, S. (2024). Automationg waste segregation using iot. Indian Scientific Journal Of Research In Engineering And Management, 08(05), 1–5. https://doi.org/10.55041/ijsrem35121.

Namratha A M, Nandini S, Nanditha K, Meghashree C, Dr. Manjula G, 2021, Automatic Waste Management and Segregation System using IoT, Internatıonal Journal Of Engıneerıng Research & Technology (IJERT) NCCDS – 2021 (Volume 09 – Issue 12).

Okonkwo, C. U., Liyuan, L., Guo, J., Wang, T., Meng, C., Feng, Q., & Yang, C. (2024). Review on medical waste management in China and Nigeria. Waste Management & Research. https://doi.org/10.1177/0734242x241271018.

Ozben, T. ve Fragão-Marques, M. (2023). Chemical strategies for sustainable medical laboratories. Clinical Chemistry and Laboratory Medicine (CCLM), 61(4), 642-650. https://doi.org/10.1515/cclm-2022-1157.

Öden, M. K. (2021). Biyomedikal ve Tıbbi Atıkların Yönetimine Dair Mevzuatın Uygulanmasının Araştırılması. Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi, 11(1), 86-103. https://doi.org/10.31466/kfbd.884094.

Özeren, Y. (2019). Sağlık kuruluşlarında atık yönetimi ve tıbbi atıkların bertarafı: Bursa örneği. Yüksek Lisans Tezi, Bursa Uludağ Üniversitesi, Türkiye.

Pachauri, A., Shah, P., Almroth, B. C., Sevilla, N. P. M., & Narasimhan, M. (2019). Safe and sustainable waste management of self care products. BMJ (Clinical research ed.), 365, l1298. https://doi.org/10.1136/bmj.l1298.

Padmanabhan, K. K., ve Barik, D. (2019). Health hazards of medical waste and its disposal. In Energy from Toxic Organic Waste for Heat and Power Generation (pp. 99–118). Woodhead Publishing, http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-08-102528-4.00008-0.

Patrick, G. (2017). Organic Chemistry: A Very Short Introduction. Oxford University Press. (ISBN: 978-0198759775).

Pfeifer N. (2023). Innovative Approaches to Waste Management and Recycling: A Comprehensive Review. Environ Waste Management Recycling. 6(4):151.

Rajalakshmi, S., Amzad Basha, K., & Asif Jamal, G. A. (2023). A manual on waste management audit. Laser Park Publish House, Coimbatore, Tamil Nadu, India. 163p.

Reichardt, C. (2007). Solvents and solvent effects: an introduction. Organic process research & development, 11(1), 105-113.

Resmi Gazete. (2015). Atık Yönetimi Yönetmeliği. Sayı:29314. (Değişik:RG-23/3/2017-30016).

Resmi Gazete. (2017). Tıbbi Atıkların Kontrolü Yönetmeliği. Sayı:29959. (Değişik:RG-18/8/2022-31927).

Resmi Gazete. (2022). Tıbbi Atıkların Kontrolü Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı. Sayı:31927.

Shaida, M.N. ve Singla, S. (2019). Global Biomedical Waste Management Issues and Practices. International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering (IJITEE). Blue Eyes Intelligence Engineering & Sciences Publication. ISSN: 2278-3075, Volume-8, Issue-9S. https://doi.org/10.35940/ijitee.I1169.0789S19.

Shikoska, B., Dimova, C., Schumanov, G., & Vankovski, V. (2016). Biomedical Waste Management. Molecular Medicine Reports, 70(1), 1–7. https://doi.org/10.1515/MMR-2016-0001.

Singh, A., Joshi, H. S., Katyal, R., Singh, R., & Singh, H. (2017). Biomedical Waste Management Rules, 2016: A Brief Review. 2(4), 201–204. https://doi.org/10.5005/JP-JOURNALS-10050-10107.

Somani, P. R. (2023). Health Impacts of Poor Solid Waste Management in the 21st Century. Edited by Pengzhong Li. Solid Waste Management - Recent Advances, New Trends and Applications. IntechOpen. 29 September 2023. https://doi.org/10.5772/intechopen.1002812.

Tamilselvi ve Devanithya, (2020). Assess the Knowledge, Attitude, and Practices about Biomedical Waste Management among Healthcare Personnel. 05(03), 39–40. https://doi.org/10.36348/SJBR.2020.V05I03.004.

Taşer, A ve Erdoğan, B. Z., (2009). "Türkiye'de Tehlikeli Atıklara İlişkin Mevcut Durumun Analizi". Dumlupınar Üniversitesi, Sosyal Bilimler Dergisi. Sayı: 25; 41-48.

Tchounwou, P. B., Yedjou, C. G., Patlolla, A. K., Sutton, D. J. (2012). Heavy metal toxicity and the environment. Experientia supplementum, 101, 133–164. https://doi.org/10.1007/978-3-7643-8340-4_6.

Tushar, S. R., Alam, M. F. B., Bari, A. B. M. M., & Karmaker, C. L. (2023). Assessing the challenges to medical waste management during the COVID-19 pandemic: Implications for the environmental sustainability in the emerging economies. Socio-economic planning sciences, 87, 101513. https://doi.org/10.1016/j.seps.2023.101513.

Vaccari, M., Tudor, T., & Perteghella, A. (2018). Costs associated with the management of waste from healthcare facilities: An analysis at national and site level. Waste management & research : the journal of the International Solid Wastes and Public Cleansing Association, ISWA, 36(1), 39–47. https://doi.org/10.1177/0734242X17739968.

Veličković, J., ve Ilić Živojinović, J. (2023). Medical waste management: treatment, recycling and disposal options. https://doi.org/10.58424/annnurs.952.7pp.fz1.

Voudrias, E. A. (2023). Management of COVID-19 healthcare waste based on the circular economy hierarchy: A critical review. Haikibutsu Gakkaishi, 734242X231198424. https://doi.org/10.1177/0734242x231198424.

Windfeld, E. S., ve Brooks, M. S. (2015). Medical waste management - A review. Journal of environmental management, 163, 98–108. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2015.08.013.

Wolff A. (2018). Management of waste from the health-care sector. In A.B.A. Boxall and R.S. Kookana (Eds.), Health Care and Environmental Contamination (pp. 167-198). Elsevier: Cambridge, MA.

Yu,Y.; Wang,Z.; Chen,Q.; Chen,Q. (2025). Innovative Approaches to Waste Management in Circular Economy: Technological Advancements and Policy Implications. Journal of Fintech and Business Analysis,2(1),11-15. https://doi.org/10.54254/3049-5768/2025.20858.

Zhengze, Z., & Zhiqiang, C. (2023). Application of information visualization design in the popularization of the knowledge of medical waste. In AIP Conference Proceedings (Vol. 2685, No. 1). AIP Publishing.