

Sürdürülebilir Atık Yönetimi ve Geri Dönüşüm

Arzu Akdeniz¹

**İnsanoğlunun çevre üzerindeki etkisini en aza indirmenin tek yolu
geri dönüşümü artırmaktır...**

Jöns Petter Svensson

Özet

Günümüz teknolojisi ile insanların zaman yönetimi konusunda birçok sıkıntı yaşadığı aşikardır. Bu sıkıntı ve rahatsızlıklardan bir tanesi de yaratmış olduğumuz atıkların bertaraf edilmesi hususunda bilgi eksikliğimizdir. İnsanoğlu her ne kadar yaşadığı çevreyi ve içinde bulunduğu yaşam alanını koruyor, kullanmış olduğu ve kullanımdan dolayı çıkardığı atıkları nasıl geri dönüşüme döndürebileceği sorununu maalesef halen çok da iyi yönetememektedir. Yapılan literatür taraması bu sürdürülebilir atık yönetiminin ve geri dönüşüm konularının halen kavramsal açıdan da çok iyi anlaşılmadığını göstermektedir. Kitabın bu bölümünde bu farkındalığı bir nebze olsa da artırabilmek açısından sürdürülebilir atık yönetimi ve daha yaşanabilir sağlıklı bir çevrede yaşayabilmek için çevremizi nasıl koruyabileceğimiz konuları üzerinde durulmuştur. Bu kapsamda, kitabın bu kısmında öncelikle; katı atık kavramı, atık yönetimi ve katı atık yönetimi, sürdürülebilir atık yönetimi ve geri dönüşüm konuları işlenmiştir. Sürdürülebilir bir atık yönetim sistemi, geri bildirim döngülerini içerir, süreçlere odaklanır, uyarlanabilirliği bünyesinde barındırır ve atıkları bertaraftan uzaklaştırır. Sürdürülebilir atık yönetim sistemine geçiş, değişimi etkileyen kaldıraç noktalarının belirlenmesini ve uygulanmasını gerektirir. Atık, yetersiz düşüncenin bir sonucudur. Geleneksel olarak atık, üretimle alakasız olarak ele alınır ve yalnızca sorunu ele alma baskısı bertarafın rahatlığından daha büyük olduğunda yönetilir. Sorunu yönetme katalizörü, atık bertarafının etkileri (kirliliği, su veya dolu çöplükler) insanları etkilediğinde ortaya çıkar (Seadon, 2010: 1645). Alan yazında katı atık yönetimi, “toplum tarafından daha fazla faydalı olmadıkları

1 Doç.Dr. Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Ortaca Meslek Yüksekokulu,
Mail: arzuakdeniz@mu.edu.tr, Orcid: 0000-0002-9662-0794.

gerekçesiyle atılan maddelerin topluma ve çevreye zarar vermeden, belli yöntemlerin bilinçli bir şekilde uygulanması ile toplama aşamasından son yok ediş aşamasına kadarki süreci konu edinen uygulamalar” (Palabıyık, 2001) şeklinde tanımlanmaktadır (Akdoğan ve Güleç, 2007). Sürdürülebilir atık yönetiminin altında yatan temel ilkelerden biri, atığın mümkün olduğunca atık hiyerarşisi ile ele alınmasını sağlamaktır. Tüm atık bertaraf seçeneklerinin çevre üzerinde bir miktar etkisi olduğundan, etkiyi önlemenin tek yolu ilk etapta atık üretmemektir ve bu nedenle atık önleme hiyerarşinin en üstünde yer alır. Daha sonra malzemelerin yeniden kullanımı ve ardından geri kazanım teknikleri (geri dönüşüm, kompostlama ve atıktan enerji üretimi) gelir (Mehta, Paliwal, Tege & Sankhla, 2018: 102).

Giriş

Artan nüfus, değişen tüketim kalıpları, ekonomik kalkınma, değişen gelir, kentleşme ve sanayileşmenin artan atık üretimine neden olduğu savunulmaktadır (Ngoc ve Schnitzer, 2009: 1282). Katı atık yönetimi daha az atık üretilmesi, atıkların geri dönüştürülmesi ve atıkların çevreye zarar vermeden yok edilmesi ilkelerine dayanmakta ve disiplinler arası yaklaşımlarla ele alınmaktadır. “Kullanılmayan maddeler ve mallar” olmaktan yeni ekolojik politikalarla birlikte katı atık ya da günlük dilde çöp kavramının “gelir getiren ve verimli” olarak tanımlanması çöpün sadece kentsel ve endüstriyel bir madde olmaktan çıktığını ifade etmektedir. Katı atıklar hem bu nedenle hem de çöpün kendi doğası, çürümesi, bozulması ve çıkardığı gazların tehlikeleri nedeniyle sosyal ve sağlık alanlarının da konuları içinde yer almaktadır (Akdoğan & Güleç, 2007:40).

Atık yönetimi, atık oluşumunu, yeniden kullanımı, geri dönüşümü, bertarafı ve izleme-kontrol süreçlerini içeren bir sistemdir (Amasuomo & Baird, 2016: 90). Özellikle gelişmekte olan ülkelerde atık yönetimine ilişkin en büyük dezavantaj olarak etkisiz atık toplama stratejileri ve bertaraf alanlarının olmaması gelmektedir (Reyes & Furto, 2013:189). Benzer şekilde, temel katı atık yönetimi uygulamalarının genellikle bireysel düzeyde ihmal edildiği öne sürülmüştür. Çoğu insan, yanlış yönetilen atıkların çevre üzerindeki olumsuz etkilerinin farkında olsa da olumsuz tutumları, bireyler arasında yetersiz çevre bilgisi ile birleştiğinde, genellikle iyi çevresel koşulların korunmasına yönelik kötü uygulamalara karşılık gelmektedir (Licy, Vivek, Saritha, Anies & Josphina, 2013:148). Sürdürülebilir bir çevre sağlamak için çevre eğitimi ve farkındalığı yoluyla çevreyi sürdürülebilir bir şekilde korumaya, muhafaza etmeye ve yönetmeye ihtiyaç vardır (Boca & Saraçlı, 2019: 1560). Birçok bölge ve ülkede, kentsel katı atık geri dönüşümü, geri kazanımı ve çöp sahasından uzaklaştırılması için ulusal ve uluslararası hedefler belirlenmiştir (Ali, 2009). Bu hedeflere ulaşmak için etkili stratejiler

geliştirmek ve uygulamak, evsel atık akışının tüm bölümlerinin bileşimi hakkında güvenilir bilgi sahibi olmak gelmektedir. Bu nedenle, iyileştirme eylemlerine katkıda bulunmak için üretilen atığın niteliğini ve kalitesini incelemek gerekmektedir (Gakungu, Gitau, Njoroge & Kimani, 2012: 130). Kitabın bu bölümünde atık yönetimi, sürdürülebilir atık yönetimi, geri dönüşüm ve çevre konularına değinilmiştir. Çevreyi korumanın ve sürdürülebilirliğinin sağlanması ancak insanoglunun farkındalığını artırmak ve devam ettirmek ile sağlanabilir. Bu amacı gerçekleştirmek için yazılan bu bölümde katı atık, atık yönetimi, katı atık yönetimi, sürdürülebilir atık yönetimi, sürdürülebilir kalkınma, geri dönüşüm ve ekolojik farkındalık kavramlarına yer verilmiştir.

Katı Atık Kavramı

Atık sadece doğal, teknik veya jeolojik bilimlerdeki bir kavram değil, aynı zamanda ekonomik bir kategoridir. Atık, yönetimi hem ayrı bir organizasyonun hem de ülkenin bir bütün olarak ve bazı durumlarda bireysel bölgelerin ekonomik sistemlerinin gelişimine bağlı olan ekonomik bir nesnedir. Sonuçta atık, organizasyon ile çevre arasındaki üretim ve etkileşimin ayrılmaz bir bileşenidir (Anishchenko, Marhasova, Fedorenko, Puzryov & Ivankov, 2019: 508). Döngüsel bir ekonomiye geçiş, yüksek öğretim kurumlarının doğru bilgi, tutum ve algısından kaynaklanan sürdürülebilir kalkınmaya umut verici bir geçişi temsil etmektedir. Bir ulusun döngüsellğine ve sürdürülebilir kalkınmasına katkıda bulunmada çok önemli olduğu kabul edildiğinden, öğrencilerin yüksek öğrenim kurumlarındaki rolü inkâr edilemez (Owojori, Mulaudzi & Edokpayi, 2022: 1315). Üniversite öğrencileri arasında katı atık yönetimi konusunda doğru bilgi sahibi olmak da dahil olmak üzere, sürdürülebilir kalkınmada gençlerin kapsayıcı olmalarını hedefleyen çeşitli girişimlerin kurulmasını tetiklemektedir. Katı atık yönetimi, yanlış yönetilirse geniş kapsamlı sonuçları olan sosyo-çevresel bir endişe haline gelir. Bu durum kurum ve eğitim kurumlarında önemli bir konu olarak ele alınmasını zorunlu kılmıştır (Alshuwaikhat & Abubakar, 2008: 1778). Katı atık üretiminin çevresel etkisini azaltmanın önemli bir yolu, döngüsel ekonominin bir alt kümesi olarak azaltma, yeniden kullanma, geri dönüştürme ve geri kazanma ilkelerinin uygulanmasıdır (Guo & Liu, 2014: 5). Bu nedenle, öğrencilerin tutum ve algılarının şekillenmesinde eğitim kurumlarının, özellikle yükseköğretim kurumlarının özel ilgi göstermesi gerekmektedir. Tutum ve algılar öğrencilerin çevresel davranışlarını bilgilendirmekte ve bu nedenle akademik kurumlarda katı atık yönetimi konusunda öğrencilerin çevresel farkındalık düzeylerinin değerlendirilmesi büyük önem taşımaktadır (Bradley, Waliczek & Zajicek, 1999:19).

Bilim ve teknolojinin gelişimi ile birlikte katı atık türleri de artmış; organik kimya alanındaki ilerlemeler ve nükleer atıklar gibi yeni bileşikler çevreye bırakılmaktadır. Katı atıkların çeşitlenmesi, bu atıkların neden olduğu çevre sorunları ve insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkilerin de artmasına yol açmaktadır (Akman vd., 2004).

Katı atıklar, medeniyetin başlangıcından beri üretilmektedir. İlk dönemde, nüfusun yoğunluğu düşük ve geniş açık arazi alanları olduğu için katı atıklar uygun ve göze batmadan bertaraf ediliyordu. Sanayileşme ve kentleşmenin gelişimiyle birlikte atık bertaraf sorunları arttı. Yüksek nüfus yoğunluğu, konut, ticari ve endüstriyel faaliyetler için yoğun arazi kullanımı çevre üzerinde olumsuz etkilere yol açtı. 'Atık' terimi, kimsenin umurunda olmadığı ve hiçbir değeri olmadığı anlamına gelir. Malzemenin bir kaynak veya daha fazla fayda nesnesi olarak işsel değeri tam olarak tanınmamıştır. Net sonuç, kaynakların yetersiz tahsisi yoluyla bertarafı için yapılan harcamayı azaltmaktır. Bu durum, bu amaçla hiçbir harcama yapılmadığı anlamına gelmez ve bazı gelişmiş ülkelerde katı atık yönetimi için yapılan harcamanın oldukça önemli olduğu bildirilmektedir. Katı atıkların toplanması, taşınması, işlenmesi ve bertarafı büyük bir harcama gerektirir ancak yetersiz ilgi görülür. Vatandaşlar kaçınılmaz olsa da bu sıkıntıyla yaşamaya alışırlar.

Gelişmekte olan ülkelerdeki atık özelliklerinin, farklı beslenme alışkanlıkları, kültür, gelenekler ve sosyo-ekonomik yönler nedeniyle gelişmiş ülkelerekinden önemli ölçüde farklı olduğu bilinmektedir. Organik maddenin, taze ve işlenmemiş sebzelerin kullanımı nedeniyle daha yüksek olduğu ve yüksek nem içeriğine sahip olduğu bulunmuştur. Asfaltlanmamış yollar ve iklim koşullarındaki mevsimsel değişiklikler, kalıp atığının yoğunluğunu artırarak kül ve toprak içeriğini artırma eğilimindedir. Gelişmiş ülkelerde yaşayanlar, bir asırdan uzun süredir endüstriyel ve kentsel faaliyetlere maruz kalmaları nedeniyle, bu sorunun çok daha erken farkına varmış, uygun mevzuat ve düzenlemelerle, vergilendirme ve bunun gerçekleştirilmesi için etkili çalışma sistemleri sağlamışlardır. Gelişmekte olan ülkeler ise, gerekli yasal eylem ve finansal girdilerin gerekli olduğu bu sorunlarla henüz yeni yeni yüzleşmeye başladı (Bhude & Sundaresan, 1983: 1-3).

Atık Yönetimi ve Katı Atık Yönetimi

Atık yönetimi, bir üretim, toplama ve bertaraf sisteminin bir parçası olarak görülmektedir. Sistemin diğer bölümleriyle ilişkisini ortaya koyan bir sistem yaklaşımı, daha sürdürülebilir bir uygulama üretme ışığında incelenmektedir. Daha sürdürülebilir bir topluma geçiş, atıkları yönetmek

için daha fazla karmaşıklık gerektirir. Geleneksel indirgemeci bir yaklaşım, esneklik ve uzun vadeli düşünme eksikliği nedeniyle sürdürülebilir değildir (Seadon, 2010: 1639). Atık yönetim sistemi, kapsayıcı bir çevre yönetim sisteminin temel bir parçasıdır. Atık yönetim sistemi, atıkları yöneten ve çevre düzenlemelerine uyan bir sistem kurmak için tüm sorumlulukların, uygulamaların, prosedürlerin, süreçlerin ve kaynakların yönetimi olarak tanımlanabilir. Atık terimi genellikle kullanıcıları tarafından kasıtlı olarak atılan istenmeyen veya kullanılamaz bir malzemeyi kapsar (Elsaid & Aghezzaf, 2015: 1086).

Yapılmış olan çalışmalara bakıldığında, yayınlardan yarısından azının politikarlardan bahsettiği ve bunların katı atık endüstrisini korumak için hayati önem taşıdığı için, etkili, verimli ve sürdürülebilir atık yönetim sistemlerine ulaşma gündemini hızlandırmak için politika uygulaması ve ulusal düzeylerde değişiklikler konusunda daha fazla araştırma yapılması gerektiğini belirtmektedir. Atıkların atılmak yerine yeniden kullanılabilceği bir yaklaşıma doğru çalışmaya devam etmek, atık üretiminin kaynağı olan insan tüketiminin azalmasına olanak tanıyacaktır. Ayrıca, geri dönüşüm ve atık yönetiminin toplumun hayatında önemli bir parça olması özellikle yakın zamanda yaşanan pandemi gibi olayların ne kadar öngörülemez olabileceği görülse de bundan sonraki dönemlerde de yaşanan afetler ya da krizler karşısında toplumu şu anda nasıl etkilediği konusunda değil, aynı zamanda gelecekteki “atık şokları” için bunları nasıl kullanabileceğimiz konusunda da daha fazla araştırma yapılması son derece önemlidir (Kim, 2023: 10).

Atık yönetimi, atık malzemelerin toplanması, taşınması, işlenmesi, geri dönüştürülmesi, arıtılması ve bertaraf edilmesi, yönetilmesi, izlenmesi ve düzenlenmesidir. Terim genellikle insan faaliyeti sonucu oluşan atık malzemelerin yönetimi ve atıkların insan sağlığı ve çevre üzerindeki etkisini azaltma süreciyle ilgilidir. Atık malzemeler katı, sıvı, gaz veya radyoaktif olabilir. Atık yönetimi uygulamaları gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde ve konut ve endüstriyel atık üreticileri için farklılık gösterebilir. Metropol alanlardaki tehlikesiz atıkların, konut ve kurumsal atıkların yönetimi genellikle yerel hükümet yetkililerinin sorumluluğundayken, tehlikesiz ticari ve endüstriyel atıkların yönetimi genellikle yerel, ulusal veya uluslararası kontrollere tabi olan üreticinin sorumluluğundadır. Sürdürülebilirlik, bitkiler, su, mineraller, arazi alanı vb. gibi gezegende bulunan tüm kaynakları hesaba katar ve bunları gelecekte de bu kaynakların her zaman var olacağı şekilde yönetir. Sürdürülebilir bir şekilde duyarlı bir dünya için atık yönetimi esastır. Atık yönetimi yalnızca çöplerin çöp sahalarına atılması veya atıkların geri dönüştürülmesini değil, aynı zamanda atık yaratmamanın yollarını da içerir (Mehta, Paliwal, Tege & Sankhla, 2018: 102).

Atıktan enerji elde etmek için en uygun teknoloji yakmadır. Bu işlem, atıkların fırınlarda yakılmasını ve üretilen ısının yararlı güç (elektrik veya ısı şeklinde) üretmek için kullanılmasını içerir. İşlemin yan ürünleri kül ve egzoz gazıdır. Kül kalıntısı, geri dönüşüm için metalleri çıkarmak üzere daha fazla işlenebilir ve kalanı inşaat malzemeleri için kullanılabilir. Günümüzde çoğu modern tesisin enerji verimliliği yaklaşık %30'dur. Diğer seçeneklere kıyasla yakmanın temel avantajı, kapasite, işlenen atık türü ve hacim azaltma açısından atıkları gidermedeki etkinliğidir. Kalıntıların potansiyel ekonomik değerleri, teknolojinin ek bir faydasıdır. Atıkların yakılması, insan sağlığına zararlı kirletici metaller, dioksinler ve zehirli gazları atmosfere salar. Ancak, hükümetler tarafından uygulanan daha sıkı kurallar ve bu alanda kaydedilen teknolojik ilerleme nedeniyle salınan miktarların son birkaç yılda azaldığı belirtilmektedir (Janmaimool, 2017: 5).

Her yıl, gelişmiş bir ülkenin ortalama vatandaşı yaklaşık yarım ton atık üretiyor, bu nedenle atık yönetimi temel bir endüstridir. Evsel kullanım için belediye atık yönetim sistemleri atık toplama ve taşıma aşamasını ortadan kaldıracak veya önemli ölçüde azaltabilir. Ek olarak, özel bir altyapı gerektirmemeli ve aynı zamanda çöpün zararlı emisyonları olmayan güvenli ürünlere veya enerji kaynaklarına dönüştürülmesine izin vermelidir. Tipik evsel atıklar, topluluğa ve tüketicilerinin gelirlerine ve yaşam tarzlarına ve endüstrileşme, kurumsallaşma ve ticarileşme derecesine bağlı olarak bileşimleri değişen bir dizi malzemeden oluşur. Dahası, yılın mevsimi ve bir evdeki kişi sayısı bile atık miktarını ve bileşimini etkiler (Jouhara, Czajczyńska, Ghazal, Krzyżyńska, Anguilano, Reynolds, & Spencer, 2017: 486).

Katı atık yönetimi, katı atıkların tüm sorunlarının çözümünde yer alan tüm idari, mali, yasal, planlama ve mühendislik işlevlerini içerir. Çözümler, siyaset bilimi, şehir ve bölge planlama, coğrafya, ekonomi, halk sağlığı sosyolojisi, demografi, iletişim ve koruma ile mühendislik ve malzeme bilimi gibi alanlar arasındaki karmaşık disiplinler arası ilişkileri içerebilir. Birçok kişi katı atık yönetiminin basit bir iş olduğunu düşünür-sadece atıkları bir araca koyup bir çöplüğe boşaltmak gibi. İyi bir katı atık yönetim sisteminin hazırlanması ve yönetimi, çeşitli disiplinlerden girdiler ve yerel koşulların dikkatli bir şekilde değerlendirilmesini gerektirir. Katı atık yönetimi, yenilikçi teknoloji veya mühendislikle kolayca bölümlere ayrılabilen ve çözülebilen izole bir olgu değildir. Özellikle kentsel yaşam tarzları, kaynak tüketim kalıpları, işler ve gelir düzeyleri ve diğer sosyo-ekonomik ve kültürel konular gibi bir dizi konuyla doğrudan veya dolaylı olarak yakından ilişkili olan kentsel bir sorundur. Kentsel atıklara uzun vadeli bir çözüm sağlamak için tüm bu konuların ortak bir platformda bir araya getirilmesi gerekir (Tadesse & Admassu 2006: 3).

Bir ülkenin sosyoekonomik durumu, katı atık bileşimi açısından çeşitli niş alanlarla ilişkilidir. Bu, incelikli ancak makul ve tutarlı bir bağlantıdır. Sosyoekonomik veriler, hangi tür katı atık malzemelerinin üretildiği hakkında genel çıkarımlar yapılmasını sağlar ve planlamacıların bir plana taahhütte bulunmadan önce kritik kütleye ulaşılıp ulaşılamayacağını değerlendirmelerine olanak tanır. Bu nedenle, sosyoekonomik durum aynı zamanda bir ülkenin katı atık bertarafı konusunda benimsediği politika türünü (yani geri dönüşüm, kompostlama, yakma vb.) yönlendiren bir durum olarak da görülebilir (Agamuthu, Khidzir & Hamid, 2009: 628).

Sürdürülebilir Atık Yönetimi

Atık yönetimi, özellikle hızlı nüfus gelişimi ve artan çöp üretiminin yükünü taşıyan kentsel bölgelerde önemli bir sosyoekonomik ve yönetim sorunu. Sürdürülebilir kalkınmanın sağlanmasında katı atık yönetiminin önemi çok sayıda uluslararası kalkınma gündemi, tüzüğü ve vizyonunda vurgulanmaktadır. Ayrıca, sınırlı kaynak tüketiminin azaltılmasını, atıkların ortadan kaldırılması, kirliliğin azaltılması, maliyet tasarrufu ve sürdürülebilir büyüme için malzemelerin yeniden kullanılmasını ve geri dönüştürülmesini teşvik eden döngüsel bir kentsel ekonomi geliştirmektedir (Karatekin & Mery, 2015: 300). İnsanların ihtiyaç duyulmayan şeyleri atma eğilimi atık yönetimi ihtiyacını yaratır. Daha fazla insan faaliyeti varsa, daha fazla atık malzeme üretilir. Sürdürülebilir atık yönetimi, tüm insanların sağlığının ve konforunun temel ve makul bir düzeyde sağlanmasını garantilemek için gerçekleştirilir. İyi sanitasyon daha iyi sağlığa, daha yüksek üretkenliğe ve muhtemelen daha iyi bir yaşam kalitesine yol açar. Atıkları azaltma veya yeniden kullanma yolları hakkında daha iyi eğitim, atıkları yönetme yükünü azaltır. Artan nüfus ile artan atık üretimi arasında niceliksel ve mantıksal bir bağlantı vardır. İnsan faaliyeti kaçınılmaz olarak atık malzemeler üretir ve bu atık yönetiminin temel itici gücüdür (Agamuthu, Khidzir & Hamid, 2009: 626).

Sürdürülebilir kalkınma, çevreye duyarlı politikalar, yeşil teknoloji benimsenmesi ve verimli atık yönetimi yoluyla elde edilen küresel bir zorunluluktur. Bu kapsamlı inceleme, sürdürülebilirliği ilerletmede çevre politikası, yeşil teknolojiler ve atık yönetiminin iç içe geçmiş rollerini inceler. Çevre standartlarını belirlemede politika ve yönetişimin önemini araştırır, yeşil teknolojilerin dönüştürücü potansiyelini vurgular, yenilenebilir enerji entegrasyonunu inceler, sürdürülebilir şehir planlamasına girer ve etkili atık yönetiminin altını çizer. Çevre politikası ve yönetişimi, sağlam politikalar ve cezalar gerektiren çevre koruma çerçevesini oluşturur. Yeşil teknolojiler, emisyonları azaltarak ve sektörler genelinde kaynak kullanımını optimize

ederek sürdürülebilirliği yönlendirir. Yenilenebilir enerjilerin entegrasyonu, istikrar için akıllı şebeke inovasyonunu gerektirir. Sürdürülebilir şehir planlaması, enerji açısından verimli binalar, toplu taşıma ve atık stratejileriyle çevre dostu şehirleri teşvik eder. Atık yönetimi politikaları, azaltmayı, geri dönüşümü ve güvenli bertarafı teşvik eder. Politika, yeşil teknoloji ve atık yönetimini uyumlu hale getirmek, sürdürülebilir kalkınma için çok önemlidir. Çevre politikası ve yönetimi, karar alma için bir çerçeve sağlayarak ve çevresel kaygıların politika ve uygulamanın tüm yönlerine entegre edilmesini sağlayarak sürdürülebilir kalkınmayı teşvik etmede kritik bir rol oynar. Buna arazi kullanımı, biyolojik çeşitliliğin korunması, hava ve su kalitesi ve iklim değişikliğinin hafifletilmesi ve adaptasyonu ile ilgili politikalar dahildir. Etkili çevre politikası ve yönetimi, çevresel etki değerlendirmeleri, düzenleyici çerçeveler ve uygulama mekanizmaları gibi bir dizi kurumsal ve yasal mekanizma gerektirir. Ayrıca ilerlemeyi izlemek ve iyileştirme alanlarını belirlemek için sağlam izleme ve değerlendirme sistemleri gerektirir (Behera, 2023: 179, 180). Evsel ambalaj atıkları, genel evsel ve belediye atıklarının önemli bir miktarını oluşturur. Bu, atık haline gelen tüm ürünlerin veya yedek parçaların yeniden kullanılabilmesi için farklı kontrol, temizleme, onarım, yenileme süreçlerinin hazırlanması anlamına gelir. Ürünleri ve malzemeleri aynı (veya alternatif) amaç için yeniden kullanmak bir sonraki tercihtir. Bir malzeme yeniden kullanılmadan önce kalitesi değerlendirilmelidir çünkü ürün gerekli standarda ulaşmadan önce küçük onarımlar veya eklemeler yapmak gerekebilir (Mehta, Paliwal, Tege & Sankhla, 2018: 102).

İnsanların çevreyle olan etkileşimleri sürekli olarak çöp oluşumuna yol açmıştır. Sujauddin, Huda & Hoque (2008), çöp oluşumunun aile büyüklüğü, eğitim düzeyi ve aylık gelirden etkilendiğini ileri sürmektedir. Giusti (2009), çöp üretimi ve yönetiminin ancak bireylerin topluluklar halinde birlikte yaşamaya başlamasıyla önemli hale geldiğini belirtmiştir.

Vergara & Tchobanoglous (2012), nüfus ve satın alma gücündeki küresel artışın, artan talebi karşılamak için mal üretiminin artmasına ve dolayısıyla daha fazla atık üretilmesine neden olduğunu belirtmiştir. Marchettini, Ridolfi & Rustici (2007), insan faaliyetlerinden kaynaklanan sürekli atık akışının çevreyi zorladığını belirtmiştir. Vergara & Tchobanoglous (2012), çöpün ekosistem üzerindeki olumsuz etkilerini azaltmak için etkili planlama ve yönetimin şart olduğunu belirtmiştir.

Sonuç olarak, Ghiani Laganà, Manni, Musmanno & Vigo (2014), katı atık yönetiminin etkili bir şekilde organize edilmesinin çevrenin korunması için çok önemli olduğunu ileri sürmüştür. Beranek (1992), etkili bir katı

atık yönetim sisteminin kurulmasının günümüzde elektrik, havaalanları ve karayolları gibi diğer temel hizmetler kadar önemli olduğunu ileri sürmektedir. Basu (2009) çöp hacminin giderek arttığını belirtmiştir. Çöplerin sürekli olarak düzenli depolama sahalarında biriktirilmesi sürdürülemez. Basu, atık işleminin kamu sağlığını korumak için temel bir önlem olduğunu iddia etmektedir.

Demirbaş (2011) atık yönetimini, artık maddelerin bertaraf edilmesinden önce atıkların toplanması, taşınması ve işlenmesi prosedürü olarak tanımlamaktadır. Tchobanoglous ve diğerleri (1993) katı atık yönetimini, çöplerin çevre ve halk sağlığını koruyacak şekilde etkin gözetimi ve yönetimi, depolanması, toplanması, taşınması, işlenmesi ve bertaraf edilmesi olarak tanımlamaktadır. Demirbaş (2011) atık yönetiminin temel gerekçesinin güvenli bir çevre sağlamak olduğunu belirtmiştir. Doğal kaynakların hızla tükenmesi, ülkeleri atıkları yeniden kullanma ve geri kazanma girişimlerini yaygınlaştırmaya yöneltmektedir.

Katı atıkları yönetme konusundaki nihai sorumluluk çoğu ülkede yasal olarak öngörülen bir belediye görevi olmasına rağmen, gelişmekte olan dünyadaki birçok belediyede katı atık yönetimi (KAY) hizmetleri yetersiz bir şekilde sağlanmaktadır. Yetersiz yasal rehberlik, düşük sektör gelişimi ve kısıtlı fonlar gibi atık yönetimi hizmetlerini nasıl sürdüreceklere dair bilgi eksikliği gibi çeşitli nedenlerden dolayı resmi-özel sektör katılımı genel olarak düşük kalmaktadır. Bu nedenle, birçok gelişmekte olan ülkede atık toplama ve malzeme geri kazanım faaliyetleri büyük ölçüde Gayri Resmi Atık Sektörü tarafından devralınmaktadır (Paul, Jaque, Ravana, Villamor, 2011: 2019).

Katı atıklar, normalde katı olan ve işe yaramaz veya istenmeyen olarak atılan insan ve hayvan faaliyetlerinden kaynaklanan tüm atıklara denmektedir. İlkel toplum günlerinden beri, insanlar ve hayvanlar yaşamı desteklemek ve atıkları bertaraf etmek için dünyanın kaynaklarını kullanmışlardır. İlk zamanlarda, insan ve diğer atıkların bertarafı önemli bir sorun teşkil etmiyordu çünkü nüfus azdı ve atıkların özümsemesi için mevcut arazi miktarı büyüktü. Şu anda katı atıkların geri dönüşümü ve gübre değerine vurgu yapılsa da eski zamanlardaki çiftçiler muhtemelen bu konuda daha cesur bir girişimde bulunmuşlardır. Geri dönüşümün belirtileri, birçok gelişmekte olan ülkede çiftçilerin katı atıkları yakıt veya gübre değerleri için geri dönüştürdüğü ilkel ancak mantıklı tarımsal uygulamalarda hala görülebilir. Atıkların bertarafı ile ilgili sorunlar, insanların ilk kez kabileler, köyler ve topluluklar halinde toplanmaya başladığı ve atıkların birikmesinin yaşamın bir sonucu haline geldiği zamandan beri izlenebilir. Halk sağlığı ile katı atıkların uygunsuz

şekilde depolanması, toplanması ve bertarafı arasındaki ilişki oldukça açıktır. Katı atık yönetimi, toplum sağlığı, ekonomi, mühendislik ve koruma ilkelerine uygun olarak ve aynı zamanda toplumun tutumlarına da duyarlı bir şekilde katı atıkların üretimi, depolanması, toplanması, transferi ve taşınması, işlenmesi ve bertarafının kontrolüyle ilişkili bir disiplin olarak tanımlanabilir. Daha etkili atık yönetimine duyulan ihtiyacın yerel belediyeler veya ulusal hükümetlerin karşılaştığı kısıtlamalarla uzlaştırılması için açık bir gereklilik vardır. Atık yönetiminin sürdürülebilir kentsel kalkınmanın ayrılmaz bir parçası olarak tanımlanması, uluslararası yardım ve kalkınma topluluğu tarafından giderek daha fazla kabul görmektedir (Tadesse & Admassu, 2006: 8).

Sürdürülebilir kalkınma, Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu'nun Brundtland Raporu'nda "gelecek nesillerin kendi ihtiyaçlarını karşılama yeteneğini tehlikeye atmadan bugünün ihtiyaçlarını karşılayan kalkınma" olarak tanımlanmıştır. Bu tanım, mevcut uygulamaların eylemlerinin toplumların kültürlerini veya yaşam standartlarını tehdit etmemesi gerektiğini ima eder. Ülkeler tarafından sürdürülebilir kalkınmanın ne ölçüde başarılacağı, ülkeler büyüklük, zenginlik, yaşam standartları, kültür ve politik ve idari sistemler açısından farklılık gösterdiğinden değişir. Zenginlik ve ileri teknoloji, sanayileşmiş ülkelerin sürdürülebilir kalkınma için çabalamasını kolaylaştırabilir, ancak durum her zaman böyle değildir. Sürdürülebilir Atık Yönetimi'ne sahip olmanın bir yolu, maddi kaynakları verimli kullanmak, atık üretimini azaltmak ve sürdürülebilir kalkınmanın ekonomik, sosyal ve çevresel hedeflerine aktif olarak katkıda bulunacak şekilde davranmaktır. Sürdürülebilir atık yönetimi, aşağıdaki şekillerde süreç planlaması yoluyla aktif olarak ele alınabilir:

1. Bina için gereken malzemelerin optimum kullanımı.
2. Üretilen atık miktarının azaltılması.
3. İnşaat ve yıkım atıklarının yönetimi.
4. Malzeme özellikleri (örneğin geri kazanılmış ve geri dönüştürülmüş malzemelerin kullanımı).
5. Geri dönüşüm alanı/tesislerinin sağlanması.

Farklı atık yönetimi seçenekleri, göreceli sürdürülebilirliği yansıtan Atık Yönetimi Hiyerarşisi olarak bilinen bir sırayla kullanılabilir (Mehta, Paliwal, Tege & Sankhla, 2018: 101).

Sürdürülebilir atık yönetiminin itici güçleri, endüstrinin gelişimini (veya gelişiminin eksikliğini) etkileyen ilişkili faktör grupları olarak tanımlanır.

Asya'da sürdürülebilir atık yönetimini etkileyen itici güçleri makul bir şekilde listeleme girişimi olmamıştır. Bu incelemede, özellikle Asya'da sürdürülebilir atık yönetiminin dört itici gücü grubu açıklanmıştır. Dört itici güç grubu, üç insan unsurundan (insan, ekonomik ve kurumsal) ve tek bir itici güç grubu olarak çevreden oluşur. Tipik olarak, ilk üç grup çok etkili olmuştur ve çevre itici gücü, belirgin bir şekilde, yalnızca diğer itici güç gruplarından önce geldiğinde dikkate alınmıştır. İtici güçlerin birbirine bağlılığı ve çevre itici gücünün ihmal edilmesi tartışılmıştır. Dört itici güç grubunun özünün Asya'nın her yerinde bulunabilmesine rağmen, her itici gücün yerel bir bağlamda araştırılması ve sürdürülebilir atık yönetimi politikaları veya stratejileri geliştirmek için tüm bilgilerin birleştirilmesi gerektiği sonucuna varılmıştır. Katı atık yönetiminin çeşitli itici güçleri her ülkede temel düzeyde uygulanabilir olsa da, her itici gücün gücü ve diğer itici güçlerle etkileşimin derinliği her atık yönetimi senaryosunda (belediye, şehir veya tüm ülke) benzersiz olacaktır. Bu nedenle, itici güçleri incelemenin başlıca nedenlerinden biri, ilgili ülkelerdeki benzersiz itici güç kümesini belirlemektir. Benzersiz itici güç kümesi, yerel özellikleri, gelenekleri, tuhaflıkları veya atık bileşimini ele almayan başka yerlerden en iyi uygulamaları benimsemek yerine, somut yerel eğilimlere veya kanıtlara dayalı atık yönetimi stratejisi veya politikaları tasarlamak için başlangıç noktası görevi görür. Asya'daki daha fazla ülke yıllık ekonomik hedeflerini gerçekleştirdikçe, yaşam standartlarında bir artış olacak. Artan refahla birlikte artan tüketim ve artan atık üretimi geliyor. Artan atık üretimi, atık yönetimi sektörünün büyümesini hızlandıran önemli bir etkidir. Atık yönetiminin paradigmasını, politikalarını/ stratejilerini ve eğilimlerini etkileyen diğer etkenler genellikle belirsiz ve yetersiz bir şekilde açıklanmıştır (Agamuthu, Khidzir & Hamid, 2009: 626).

Sürdürülebilir atık yönetiminin altında yatan temel ilkelerden biri, atığın mümkün olduğunca atık hiyerarşisi ile ele alınmasını sağlamaktır. Tüm atık bertaraf seçeneklerinin çevre üzerinde bir miktar etkisi olduğundan, etkiyi önlemenin tek yolu ilk etapta atık üretmemektir ve bu nedenle atık önleme hiyerarşinin en üstünde yer alır. Daha sonra malzemelerin yeniden kullanımı ve ardından geri kazanım teknikleri (geri dönüşüm, kompostlama ve atıktan enerji üretimi) gelir. Çöp sahasına veya yakma yoluyla bertaraf, en kötü seçenek olarak kabul edilir ve hiyerarşinin en altında tutulur. Önleme, ürün tasarımı ve üretim aşamasıyla ilişkilidir. Ayrıca, israf oluşmadan önce önlenerek tüketicilerin ürünleri daha uzun ömürlü tutmalarına ve yeniden kullanmalarına yardımcı olmayı amaçlar. Atıkların toplanması, işlenmesi veya bertaraf edilmesiyle paradan tasarruf edilebilir. Ayrıca daha fazla hammadde çıkarma, üretim ve kullanım maliyetlerini ve çevresel etkiyi azaltır. Bu kritik bir noktadır çünkü ürün tasarımını ve ambalajını iyileştirerek israf

oluşmadan önce onu en aza indirmeyi hedefler. Hedefler veya diğer araçlar kullanarak israfın önlenmesini teşvik etmek, süpermarket ürünlerindeki aşırı ambalajı azaltmaya yardımcı olabilir. Evsel ambalaj atıkları, genel evsel ve belediye atıklarının önemli bir miktarını oluşturur. Bu, atık haline gelen tüm ürünlerin veya yedek parçaların yeniden kullanılabilmesi için farklı kontrol, temizleme, onarım, yenileme süreçlerinin hazırlanması anlamına gelir. Ürünleri ve malzemeleri aynı (veya alternatif) amaç için yeniden kullanmak bir sonraki tercihtir. Bir malzeme yeniden kullanılmadan önce kalitesi değerlendirilmelidir çünkü ürün gerekli standarda ulaşmadan önce küçük onarımlar veya eklemeler yapmak gerekebilir (Mehta, Paliwal, Tege & Sankhla, 2018: 102).

Geri Dönüşüm

Atık yönetiminde henüz çözülmemiş çok sayıda sorun var ve atık geri kazanımı ve geri dönüşümü yönünde çabalar sarf edilmiş olsa da, depolama alanları hala AB’de ve diğer birçok sanayileşmiş ülkede kullanılan en yaygın yöntemdir. Termal bertaraf, özellikle yakma, test edilmiş ve uygulanabilir bir alternatiftir. Depolama alanlarının kullanımı artık tatmin edici bir çevresel çözüm olarak kabul edilemez; bu nedenle, yeni yöntemler seçilmeli ve atıktan enerji tesisleri bir cevap sağlayabilir. Çevre üzerindeki etkiyi sınırlamanın yolu, üretilen atık miktarını azaltmaktır. Bu yapılamazsa, atık ya geri dönüştürülmeli ya da yeniden kullanılmalıdır. Bu seçenekler uygun olmadığında, atık enerji geri kazanımı ile yakılmalı ve yalnızca son çare olarak, çöp sahaları kullanılmalıdır. Çöp sahası son seçenektir çünkü alan gerektirir; havaya, suya veya toprağa sızma riski yüksektir ve atıkların enerji içeriğini yakmaya kıyasla daha az kullanır. Atık enerji heterojenliği, atık bertarafı için aynı teknolojinin tüm durumlar için kullanılamayacağı anlamına gelir; atık türüne ve sosyo-ekonomik maliyetlere bağlı olarak çeşitli yönetim teknolojileri seçilir. Avrupa Birliği tarafından belirlenen kurallara uygun olarak entegre atık enerji yönetimine doğru atılan önemli bir adım, ayrı toplamadan sonra yakmaktır. Bu işlem, atığın ağırlığını, hacmini ve tehlikeliliğini azaltır. Modern yanma ve kirlilik kontrol teknolojisini kullanan atık enerji tesisleri, emisyonları en aza indirirken atık yanmasından önemli miktarda enerji elde edebilmektedir (Messinco & Panno, 2008: 1201).

Dünyadaki büyük endüstriyel kuruluşların çevre güvenliğinin geliştirilmesinin öncelikli yönü, çevre üzerinde antropojenik etkisi olan atıkların yönetimidir. Bilim ve teknolojinin dinamik gelişimi koşullarında, ekonomik sistemlerin farklı düzeylerindeki ekonomik ilişkilerin ve “insan-doğa” ilişkilerinin dönüştürülmesi ihtiyacı ortaya çıkmaktadır. Bu özellikle atık yönetimi için geçerlidir. Atık üretimi, insan faaliyetine kaçınılmaz olarak

eşlik eden karşı konulamaz bir süreçtir. En ileri teknolojilerin kullanılmasıyla bile atık üretiminin durdurulması imkansızdır. Üretiminin yüksek düzeyi, üretim faaliyetlerinde doğal kaynakların verimsiz kullanılmasının bir sonucudur. Gelişmiş ülkelerin deneyimi, insanlığın önemli ölçüde azaltarak başarılı bir şekilde gelişebileceğini göstermiştir. Dünyadaki büyük endüstriyel kuruluşların çevre güvenliğinin geliştirilmesinin öncelikli yönü, çevre üzerinde antropojenik etkisi olan atıkların yönetimidir. Bilim ve teknolojinin dinamik gelişimi koşullarında, ekonomik sistemlerin farklı düzeylerindeki ekonomik ilişkilerin ve “insan-doğa” ilişkilerinin dönüştürülmesi ihtiyacı ortaya çıkmaktadır. Bu özellikle atık yönetimi için geçerlidir. Atık üretimi, insan faaliyetine kaçınılmaz olarak eşlik eden karşı konulamaz bir süreçtir. Atık üretiminin durdurulması, en gelişmiş teknolojilerin kullanılmasıyla bile imkansızdır. Üretiminin yüksek seviyesi, üretim faaliyetlerinde doğal kaynakların verimsiz kullanılmasının bir sonucudur (Anishchenko, Marhasova, Fedorenko, Puzyrov & Ivankov, 2019: 507).

Üretim sonucu oluşan atık, bir endüstriyel organizasyonun ekonomik faaliyetlerinin yönetiminin ayrı bir nesnesidir, çünkü gelecekteki faaliyetlerinde ilgili bir kaynak olabilir veya onunla yapılan işlemler, şirketin yönetimi sırasında katlandığı belirli maliyetlere yol açabilir. Atık yönetimi, bertaraf, geri dönüşüm veya dökümle ilgili bir dizi işlem olarak ifade edilebilir. Tüm bunlar, kuruluşların çevresel güvenliğini sağlayacak dairesel ekonominin temel hükümlerine uymak için atık yönetimi için karmaşık bir analitik destek sistemi geliştirme ihtiyacını göstermektedir. Buna karşılık, endüstriyel organizasyonların çevre güvenliği yönetim sistemi, hem işletmenin hem de toplumun karmaşık sosyal ve ekonomik çıkarlarına uymayı hedeflemelidir. Endüstriyel atıkların bertarafı ve geri dönüşümü, küresel toplumun dengeli gelişimini şekillendirmede ve sürdürülebilir kalkınmayı sağlamada küresel bir sorundur. Ayrıca, bu sorun endüstriyel örgütleri daha fazla ilgilendirmektedir, çünkü dünyadaki çeşitli endüstriyel atık türlerinin rezervleri katlanarak artmaktadır (Anishchenko, Marhasova, Fedorenko, Puzyrov & Ivankov, 2019: 507-509).

Geri dönüşüm oranı kapsam itibarıyla, geri kazanım oranı, yeniden kullanım oranı, enerji geri kazanım oranı ve depolama oranı gibi diğer kullanım ömrü sonu göstergelerine doğru genişletilebilir. Bu göstergeler, farklı kullanım ömrü sonu zinciri paydaşları arasında değer zinciri değerlendirmesine olanak tanır ve bir ürünün geri dönüşüm zincirini veya belirli bir arıtma operasyonunu iyileştirirken veya kurarken dikkate alınması gereken unsurları sağlar. Kullanım ömrü sonu göstergelerini anlamak, daha iyi malzeme geri kazanım verimliliğine sahip dönüşümsel ekonomi stratejileri oluşturmaya da yardımcı olur. Gerçekten de performans göstergeleri farklı

kullanım ömrü sonu senaryolarını taramak için yararlıdır ve bu, e-atık toplama ve geri dönüşümün performansına katkıda bulunur. Ayrıca, geri dönüşüm platformlarının atık arıtma hizmet önerilerine doğru hareket etmesine yardımcı olur (Arduin, Grimaud, Charbuillet, Laratte, Alix, Leal, Perry & Pompidou, 2019: 265, 266).

Bugün geri dönüşüm endüstrisi, dünya hammaddelerinin yarısını sağlamakta ve gelecekte bu rakamın artması beklenmektedir. Bu kaynaklar sadece çevreye karşı sağduyuyla ilgili değil aynı zamanda çevreye duyarlı yönetimle de ilgilidir. Geri dönüşümü her şekilde kolaylaştırmak için politik bir istek olmasının yanında, kurumsal bir bakış açısıyla sosyal sorumluluk duygusu giderek daha önemli bir rekabet avantajı haline gelmektedir. Çevre üzerindeki olumsuz etkiyi en aza indirmek için geri dönüşümü artırmak tek yoldur. Geri dönüşümün çevre için elzem olduğu unutulmamalıdır. Geri dönüşümü artırmak, sera etkisini azaltmak için muazzam bir yardım olacaktır. Geri dönüşümü artırmak roket bilimi değildir. Çevresel sorunlar ve bunların potansiyel çözümleri genellikle çok karmaşık bir şekilde sunulur. Ancak geri dönüşümün faydaları çok açıktır, daha fazla geri dönüşümle ölçülmesi kolay ekonomik ve çevresel faydalar elde edilebilir (Svensson, 2014: 1, 2).

Ekonomik, çevresel ve teknolojik gelişmeler nedeniyle geri dönüştürülebilir malzemelerin kullanımı dünya çapında sürekli artmaktadır. Geri dönüştürülebilir malzemelerin tekrar kullanılmaması, bunların bozulacağı veya aşınacağı ve daha sonra doğa tarafından tamamen yok edileceği anlamına gelir, bu da kaynak israfı ve çok fazla çevresel hasar anlamına gelir. Atık kaynakları arasında öncelikle kimya, maden ve taş ocakları, gıda, nükleer, ilaç, tekstil ve boya işleri, petrokimya, kağıt hamuru ve kağıt fabrikaları, demir ve çelik, otomobil ve tarım gibi endüstriler ile evler, okullar, hastaneler ve araba yıkama istasyonları yer alır. Atık minimizasyonu, toksik tehlikeli atık miktarını azaltma süreci ve politikasıdır. Atıkları azaltmak için dünya çapında çeşitli stratejiler geliştirilmiş ve kullanılmıştır; bunlardan bazıları şöyle özetlenebilir: Geri dönüşümün çevreyi koruma, enerji tasarrufu, kirliliği azaltma, yeni işler yaratma ve küresel ısınmayı hafifletmeye yardımcı olma gibi çeşitli olumlu yönleri olmasına rağmen, maliyet, geri dönüştürülmüş ürünlerde tehlikeli maddelerin yayılması, nakliye ve geri dönüştürülmüş malzemenin sınırlı uygulamaları gibi çeşitli olumsuz yönleri de vardır. Çoğu zaman, geri dönüşüm tesisleri geri dönüşüm sürecini düzgün bir şekilde kontrol edemez ve çalışanlar ve yerel topluluklar için hijyenik olmayan hale gelirler.

Sanayi tarafından kullanılan enerji miktarını azaltarak geri dönüşüm, sera gazı emisyonlarını azaltır ve küresel iklim değişikliğini en aza indirir.

Endüstriyel süreçlerde ve ulaşımda kullanılan enerjinin çoğu, benzin, dizel, kömür ve diğer karbonla ilişkili kaynaklar gibi fosil yakıtların yakılmasıyla üretilir. Yapılan bir çalışmada, karbondioksit veya diğer sera gazları (örneğin metan) nedeniyle sıcaklıkta 1 santigrat derecelik bir artışın bile ABD’de binlerce ölüme ve solunum yolu hastalıklarına neden olacağını göstermektedir. Bu istenmeyen emisyonları en aza indirmek ve küresel ısınmayı yavaşlatmak için geri dönüşüm oranlarının dünya çapında artırılması gerekir. Diğer yandan, geri dönüşümün ek faydaları, yakma fırınlarından ve çöplüklerden kaynaklanan emisyonların azaltılması ve ağaç hasadının azaltılması olarak sayılabilir. Dünya çapındaki geri dönüşüm faaliyetleri, toplum gelişimini ve sosyal etkileşimleri teşvik eder. Diğer etkiler arasında ise daha temiz bir çevre sayesinde yaşam süresinin artması; çalışanlar için daha güvenli çalışma koşulları; vatandaşların iş veya gönüllü çalışma arama konusunda daha fazla ilgi duyması yer almaktadır (Asmatulu & Asmatulu, 2011: 131-135).

Günümüz toplumunda metaller ve mineraller gibi doğal kaynaklar ve ham maddeler genellikle hafife alınır. Bunlar olmadan, bilgisayarlar ve cep telefonları da dahil olmak üzere çok çeşitli modern kolaylıkların sunulması mümkün olmazdı. Bu günlük ürünlerin üretimi, kritik hammaddelerin güvenli, sürdürülebilir ve güvenilir bir şekilde tedarik edilmesine bağlıdır. Ek olarak, ürün geliştirme ve hafif yapılar vb. yapılar hedeflendiğinde yeni hibrit malzemeler de gerektirir. Ancak, yeni ürün veya malzemelerin zorunlu geri dönüştürülebilirliği, mevcut üretim işinde zorunlu veya hatta yaygın bir uygulama değildir. Malzeme verimliliği, doğal kaynakların verimli kullanımı ve atık ve yan ürünlerin verimli bir şekilde yeniden kullanımı anlamına gelir. Malzeme verimliliğindeki araştırmaların çoğu, örneğin bakırın geri dönüştürülmesi durumunda, diğer süreçlerden gelen atıkların başka yerlerde değerli hammadde olarak nasıl kullanılabileceğini ele almıştır. Bu yaklaşım, malzeme verimliliğinin sistemik doğasının ve karmaşıklığının hafife alınması gibi bazı talihsiz sonuçlara yol açmıştır. Malzeme geri dönüşümüne bakmanın alternatif bir yolu, herhangi bir üründe bulunan malzeme kombinasyonlarını özünde bulunduran, tüm sistemik yönleri içeren ürün merkezli bir bakış açısıdır. Bu bakış açısı, endüstriyel sistemlerde geri dönüşümün karmaşıklığının farkına varılmasını sağlar. Farklı aktörlerin ve paydaşların itici güçleri bu karmaşıklığın hayati bir parçasıdır ve malzeme verimliliğini artırmak için anlaşılması gerekir. Bir sistemin malzeme verimliliği, modern endüstriyel mantığın zemininde ele alınmalıdır. Bu mantık, şirketleri yeni yenilikler ve geliştirilmiş teknolojiler aracılığıyla rekabetçi ürünler sunarak pazar payı, artan satışlar ve iyileştirilmiş karlar için çabalamaya yönlendirir. Modern akıllı telefonlar, rekabetin malzeme verimliliği açısından hızla geliştiği, üretimlerinde 60’tan fazla öge kullanan

çok karmaşık cihazların bolluğunun olduğu bunun iyi bir örneğidir. Çevre mevzuatı, malzeme verimliliğini artırmada başlıca itici güçlerden biri olacak şekilde tasarlanmıştır. Ancak, yasal işlemler yoluyla malzeme verimliliğini artırma amacı çok daha belirsizdir ve genellikle atık işleme için yasal tanımlarla ve gerekli idari eylemlerle çelişir. Çevre mevzuatı hem çevre kontrol araçlarını hem de mali araçları şart koşar. Yasal yaklaşımlar esas olarak yaptırımlardan ve kısıtlamalardan oluşurken, ekonomik itici güçler daha elverişli üretim ve tüketim biçimlerini teşvik etmek için olumlu mali teşvikler sağlayabilir. Geri dönüştürülmüş metallerin kalitesi genellikle yüksek saflıkta birincil metallerin eklenmesiyle korunur, çünkü safsızlık seyreltmesi olmadan geri kazanım geri dönüştürülmüş metallerin kalitesini veya miktarını azaltır. Birçok durumda, geri dönüştürülmüş ürünler o kadar küçük miktarlarda ve o kadar sıkı bir şekilde bağlı değerli ve nadir elementler içerir ki karlı bir işleme mümkün değildir. En kötü senaryoda, endüstri, belirli yüksek teknoloji elementlerinin geleneksel büyük ölçekli temel metal geri dönüşüm sistemlerinin bir parçası oluşturmak yerine yalnızca bir kez kullanılabilen bir döneme doğru ilerliyor olabilir. Büyük zorluklardan biri yeni ürün tasarım felsefesini benimsemek ve geri dönüşümü mümkün kılan alternatif malzeme ve yapıları kullanmaktır (Pajunen, Rintala, Aromaa & Heiskanen, 2015: 93-104).

Büyük zorluklardan biri yeni ürün tasarım felsefesini benimsemek ve geri dönüşümü mümkün kılan alternatif malzemeler ve yapıların kullanımınıdır. Doğal kaynakların tükenmesi ve bununla ilişkili atık üretimi, sürdürülemez insan tutumları ve davranışlarıyla ilişkilendirilmiştir. Bununla birlikte, atık üretiminin ardındaki düşünce süreçleri ve faaliyetlerin anlaşılması, insan davranışlarında ve yaşam tarzlarında önemli bir denemesi olmadan kaynak koruma çabaları da dahil olmak üzere atık önlemenin nasıl teşvik sağlayabileceği karmaşık bir konudur. Yerel, ulusal ve uluslararası hükümetlerin karşı karşıya olduğu bir konudur. Atık yönetiminde, yönetim, disiplinlerarası dünya görüşlerinin bütünleştirilmesini gerektirebilirken, anlayış açısından çeşitli sosyo-kültürel bakış açıları kullanılarak daha da geliştirilebilir. Çalışmalardan elde edilen bulgular, dünya çapında birçok atık yönetimi stratejisinin tasarlanmasını teşvik eden yasal çerçeveler de dahil olmak üzere farklı çevre politikalarına ilham vermiştir. Atık geri dönüşüm bilgilerinin açıklanması, atık geri dönüşümünün neden ve nasıl yapılması gerektiği hakkında daha fazla bilgi olmadan tamamlanmış sayılmaz. “Neden” geri dönüşümünün nedenleri veya gereklilikleri hakkında gerekli bilgileri sağlarken “nasıl” geri dönüşümdeki süreci veya prosedürü açıklar (Oke & Kruijsen, 2016: 271-282).

Geri dönüşüm, ABD ekonomisinin kritik bir parçasıdır; işlere, ücretlere ve hükümet vergi gelirlerine katkıda bulunur. Geri dönüşüm, Çevre Koruma Ajansı'nın (EPA) Kaynak Koruma ve Geri Kazanım Yasası'nı (RCRA) uygulamak için on yıllardır süren çabalarının ve yaşam döngüsü boyunca malzemelerin çevresel etkilerini azaltmayı amaçlayan "Sürdürülebilir Malzeme Yönetimi" (SMM) yaklaşımını benimsemek için daha yakın zamanda yaptığı çabaların önemli bir bileşeni olmuştur. Geri dönüşüm ayrıca kaynakları koruma ve çevreyi korumanın bir yoludur. Çevresel faydalar arasında, depolama alanlarına ve yakma tesislerine gönderilen atık miktarının azaltılması; kereste, su ve mineraller gibi doğal kaynakların korunması ve yeni hammadde toplama ihtiyacını azaltarak kirliliğin önlenmesi yer alır. Ekonomik ve toplumsal faydalar arasında, yerel bir malzeme kaynağına dokunarak ekonomik güvenliğin artırılması, Amerikan imalatının desteklenmesi ve geri dönüşüm ve imalat endüstrilerinde iş yaratılması yer alır. Ancak, ABD geri dönüşüm sistemi-malzemelerin toplanması, işlenmesi, geri dönüştürülmesi ve yeni ürünlere dönüştürülmesi dahil- uluslararası pazarlardaki değişiklikler, atık akışları ve gelişen malzemelerle aynı hızda ilerlemeyen işleme altyapısı gibi zorluklarla karşı karşıyadır. Geri dönüşüm, iş büyümesi ve ekonomi arasındaki bağlantıyı anlamak, bu zorlukların ele alınmasında önemli bir unsur olacaktır. Geri dönüştürülebilir malzeme akışları, nihai veya ara kullanım için toplanabilen, işlenebilen ve başka bir ürüne dahil edilebilen ürünleri ve malzemeleri içerir. Geri dönüşüm işlemleri, malzemelerin geri dönüştürülmesinde veya geri dönüştürülmüş malzemelerin nihai veya ara ürünlerde kullanılmasında yer alan süreçlerdir. Geri dönüşüm faaliyetlerini ayırmak karmaşıktır çünkü bunlar ya bir üretim sektörünün daha geniş faaliyetlerine gömülüdür ya da atık yönetimi ve iyileştirme hizmetleri sektöründe bir araya getirilmiştir.

Geri dönüşüm, Sürdürülebilir Malzeme Yönetimi'nin (SMM) sadece bir bileşenidir, ancak hayati öneme sahiptir ve malzeme yaşam döngüsünün diğer bölümlerinin ekonomik etkilerini belgelemek için ek çalışmalara ihtiyaç vardır. Geri dönüşümün sosyal ve çevresel faydalarının yanı sıra, ekonomik etkiler ABD'de geri dönüşümün olumlu bir rol oynadığını göstermektedir. Bu nedenle, SMM uygulamalarını benimsemek sosyal etkilerimizi iyileştirmeye, istihdam ve hayati ücretler sağlamaya yardımcı olabilirken çevresel kaynakları da koruyabilir (REI, 2020: 1-12).

Atık taşıyıcıları, imtiyaz sahipleri, ziyaretçiler, gönüllüler, bakım/ alan personeli ve medyanın geri dönüşüm programı(ları) konusunda bilgilendirilmesi gerekir. Bu, mesajları ve talimatları basit tutarak, katılımı teşvik etmek için insanların çevre konusundaki endişelerine ve yurttaşlık duygularına hitap ederek veya programı tanıtmak ve yönetmek için yerel

grupları veya kulüpleri görevlendirerek gerçekleştirilebilir. En önemlisi ise, pazarlama stratejilerinin yeşil girişimleri duyurmayı içerdiğinden ve böylece topluluğun dahil olabileceğinden emin olmaktır (Barber, Kim & Barth, 2014: 617). Atık bertarafının çevresel etkilerinin potansiyel olarak neden olabileceği olumsuz sonuçların algılanan ciddiyeti ve ikincisi kirlenmiş ortamlardan etki alma olasılığıdır. Başa çıkma değerlendirmesiyle ilişkili diğer iki bağımsız değişken öz yeterlilik ve yanıt etkinliğidir. Algılanan risk ve algılanan öz yeterlilik düzeyi yüksek olan bireylerin atık yönetimi davranışlarını gerçekleştirmek için daha aktif olacağı varsayılmaktadır (Janmaimool, 2017: 5).

Ekolojik farkındalık ve dolayısıyla belirli insan davranış tipleri hala tartışılmaktadır. Ekoloji ve çevre koruma ile ilgili konular hala çeşitli popülasyonlar arasında birçok şüphe uyandırmaktadır. Son zamanlarda, çevre koruma ile ilgili konular ve dolayısıyla toplumun ekolojik farkındalık sorunları hem bilim insanları hem de farklı ülkeler tarafından sıklıkla tartışılmaktadır. Ekolojik farkındalık, doğaya karşı büyük bir sorumluluk taşıyan bir insan tutumunu ifade eder. Doğa hakkında kapsamlı bir bilgiden ve onu birincil halinde koruma kararlılığından kaynaklanır. Belirleyicileri arasında, diğerlerinin yanı sıra, doğaya saygı, doğanın korunmasına ilişkin kurallara uyma ve çevresel risklere karşı koyma yer alır. Dahası, ekolojik farkındalık bazen sakinlerin doğaya ve korunmasına olan ilgilerinin derecesi, çevresel bozulma hakkındaki görüşleri ve yaban hayatının korunmasını geliştirecek olası eylemler hakkındaki bilgileri olarak algılanır. Ekolojik farkındalık, doğa hakkında bir dizi veri ve inanç ve durum ile doğal çevrenin karakteri ve insan yaşamının koşulları ve kalitesi arasındaki bağlantıların algılanmasıdır. Ayrıca insanların doğal çevreye karşı tutumları, toplanan veri kümesi ve bu konudaki inançlar ve insan davranışını yönlendiren değerler sistemidir. Ekolojik farkındalık hem betimleyici hem de aksiyolojik-normatif bir şekilde tanımlanabilir. Betimleyici ve teknik yaklaşım bunu doğal çevre hakkındaki bilgi ve inançların toplamı ve durum ile doğal çevrenin karakteri ve insan yaşamının koşulları ve kalitesi arasındaki bağlantıların algılanması olarak tanımlar. Ekolojik farkındalık karmaşık ve çok boyutlu bir kavramdır ve bu nedenle konu hakkındaki literatür farklı türlerini, boyutlarını, şekillerini ve bileşenlerini ayırt eder. Temel tipoloji bireysel ve toplumsal farkındalığın tanımlanmasına olanak tanır. Öte yandan boyutlar açısından gerçek ve ideal boyutlardan bahsetmek mümkündür. Ekolojik farkındalık farklı biçimlerde ifade edilebilir. Bunlar; sağduyulu düşünme, ideolojiler, kamuoyu veya bilimsel bilgidir. Bileşenleri ise: duygusal-değerlendirici bileşen (insanlar ve toplum tarafından benimsenen değerler sistemi), bilişsel bileşen (medeniyet ve doğa bilimi modeli vizyonu) ve davranışsal bileşenlerden (doğal

zenginliklerin kullanımı ve çevre koruma için bireysel faaliyetlerle ilgili insan ihtiyaçları ve talepleri) oluşur (Piekarski, Dudziak, Stoma, Andrejko & Ślaska-Grzywna, 2016: 1117, 1118).

Sonuç ve Öneriler

Yenilenemeyen doğal kaynakların yeniden kullanımı, yeniden faydalanma ve geri kazanma yöntemleriyle mümkün hale gelmektedir. Geri kazanma oranının artması, çevre kirliliğini azaltmanın yanı sıra hammadde ve enerji talebini de düşürmektedir (Berkes ve Kışlalıoğlu,2010). Katı atık miktarının azaltılması ve mevcut atıkların yeniden kullanım ve geri dönüşümle kazanılması, bireyler, ülkeler ve dünya için büyük öneme sahiptir. Daha temiz bir çevre ve sağlıklı bir yaşam için tüm geri dönüşümü mümkün atıkların geri dönüşümü konusunda çaba sarf edilmesi gerekmektedir (Akın, 2009). Bugün doğaya karşı sergilenen tutum ve davranışlar, gelecekteki nesillerin kaderini etkileyecektir (Çepel, 2006). Toplumun giderek bu konularla ilgili farkındalıklarının artması, özellikle yeni neslin çevreye olan duyarlılığının yükselmesi, özellikle çevrenin insan hayatında olmazsa olmaz en önemli varlık olduğunu görmesi açısından yapılan bu tür akademik yayınların bu yolu açma konusunda ışık tutacağı söylenebilir.

Kaynakça

- Agamuthu, P., Khidzir, K. M. & Hamid, F. S. (2009). Drivers of Sustainable Waste Management in Asia. *Waste Management & Research*, 27(7), 625-633.
- Akdoğan, A. & Güleç, S. (2007). Sürdürülebilir Katı Atık Yönetimi ve Belediyelerde Yöneticilerin Katı Atık Yönetimiyle İlgili Tutum ve Düşüncelerinin Analizine Yönelik Bir Araştırma. *Hacettepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 25 (1), 39-69.
- Akın, G. (2009). *Ekoloji-çevre bilimi ve çevre sorunları*. Ankara: Tiydem Yayıncılık.
- Amasuomo, E. & Baird, J. (2016). The Concept of Waste and Waste Management. *Journal of Management and Sustainability*, 6(4), 88-96.
- Anishchenko, V., Marhasova, V., Fedorenko, A., Puzyrov, M. & Ivankov, O. (2019). Ensuring Environmental Safety Via Waste Management. *Journal of Security and Sustainability Issues*, 8(3), 507-519.
- Arduin, R, H., Grimaud, G., Leal, J.M., Pompidou, S., Charbuillet, C., Laratte, B., Alix, T. & Perry, N. (2019). Influence of Scope Definition in Recycling Rate Calculation for European E-Waste Extended Producer Responsibility. *Waste Management*, 84, 256-268.
- Asmatulu, R. & Asmatulu, E. (2011). Importance of Recycling Education: A Curriculum Development at WSU. *Journal of Material Cycles and Waste Management*, 13(2), 131-138.
- Basu, R. (2009). Solid Waste Management-A Model Study. *Sies Journal of Management*, 6 (2), 20-24.
- Barber, N. A., Kim, Y. H. & Barth, S. (2014). The Importance of Recycling to U.S. Festival Visitors: A Preliminary Study. *Journal of Hospitality Marketing & Management*, 23(6), 601-625.
- Behera, D. (2023). Promoting Sustainable Development Through Environmental Policy, Green Technologies, and Effective Waste Management: A Comprehensive Review. *Journal of Multidisciplinary Science: Mikailsys*, 1(2), 179-198.
- Berkes, F., & Kışlalıoğlu, M. (2010). *Çevre ve Ekoloji*, İstanbul: Remzi Kitabevi.
- Boca, G. D. & Saraçlı, S. (2019). Environmental Education and Student's Perception, For Sustainability. *Sustainability*, 11(6), 1553-1571.
- Bradley, J. C., Waliczek, T. M. & Zajicek, J. M. (1999). Relationship Between Environmental Knowledge and Environmental Attitude of High School Students. *The Journal of Environmental Education*, 30(3), 17-21.
- Çepel, N. (2006). *Ekoloji, doğal yaşam dünyaları ve insan*. Palme Yayıncılık,

- Elsaid, S., & Aghezzaf, E. H. (2015). A framework for Sustainable Waste Management: Challenges and Opportunities. *Management Research Review*, 38(10), 1086-1097.
- Gakungu, N. K., Gitau, A. N., Njoroge, B. N. K. & Kimani, M. W. (2012). Solid Waste Management in Kenya: A Case Study of Public Technical Training Institutions. *ICASTOR Journal of Engineering*, 5(3), 127-138.
- Giusti, L. (2009). A review of Waste Management Practices and Their Impact on Human Health. *Waste Management*, 29(8), 2227-2239.
- Guo, B. & Liu, Y. X. (2014). Towards Integrated Municipal Solid Waste Management: A Case of Urumqi, China. In *Advanced Materials Research*, Trans Tech Publications Ltd., 878, 3-14.
- Janmaimool, P. (2017). Application of Protection Motivation Theory to Investigate Sustainable Waste Management Behaviors. *Sustainability*, 9 (7), 1-16.
- Jouhara, H., Czajczyńska, D., Ghazal, H., Krzyżyńska, R., Anguilano, L., Reynolds, A. J. & Spencer, N. (2017). Municipal Waste Management Systems for Domestic Use. *Energy*, 139(15), 485-506.
- Karatekin, K. & Merç, Z. (2015). Attitudes of Preservice Social Studies Teachers Towards Solid Wastes and Recycle. *Bayburt Eğitim Fakültesi Dergisi*, 10(2), 297-314.
- Kim, T. (2023). A Review of Recycling and Waste Management Systems Through the Lens of the COVID-19 Pandemic. *Journal of Student Research*, 12(1), 1-13.
- Mehta, D., Paliwal, D., Tege, S. & Sankhla, V.S. (2018). Sustainable Waste Management: An Approach Towards Sustainability. *Journal of Emerging Technologies and Innovative Research*, 5(9), 101-104.
- Messineo, A. & Panno, D. (2008). Municipal Waste Management in Sicily: Practices and Challenges. *Waste Management*, 28(7), 1201-1209.
- Oke, A. & Kruijssen, J. (2016). The Importance of Specific Recycling Information in Designing a Waste Management Scheme. *Recycling*, 1, 271-285.
- Owojori, O. M., Mulaudzi, R. & Edokpayi, J. N. (2022). Student's Knowledge, Attitude, and Perception (KAP) to Solid Waste Management: A Survey towards a More Circular Economy from a Rural-Based Tertiary Institution in South Africa. *Sustainability*, 14 (3), 1310-1333.
- Pickarski, W., Dudziak, A., Stoma, M., Andrejko, D. & Ślaska-Grzywna, B. (2016). Model Assumptions and Analysis of Ecological Awareness and Behaviour: an Empirical Study. *Polish Journal of Environmental Studies*, (23), 1187-1195.
- Reyes, P. B. & Furto, M. V. (2013). Greening of the Solid Waste Management in Batangas City. *Journal of Energy Technologies and Policy*, 3(11), 187-194.

- Scadon, J. K. (2010). Sustainable Waste Management Systems. *Journal of Cleaner Production*, 18, 1639-1651.
- Svensson, J. P. (2010). The importance of recycling. *Nature Structural Biology*, 3, 813-814.
- Ngoc, U. N. & Schnitzer, H. (2009). Sustainable Solutions for Solid Waste Management in Southeast Asian Countries. *Waste Management*, 29(6), 1982-1995.