



İSTANBUL AREL
ÜNİVERSİTESİ 15 yıl



ULUSLARARASI STRATEJİK ARAŞTIRMALAR
UYGULAMA ve ARAŞTIRMA MERKEZİ

ULUSAL KONGRE

TÜRKİYE'DE SIFIR ATIK: TESPİTLER, BEKLENTİLER VE FIRSATLAR

KONGRE BİLDİRİ KİTAPÇIĞI



ULUSAL KONGRE

TÜRKİYE'DE SIFIR ATIK: TESPİTLER, BEKLENTİLER VE FIRSATLAR

TAM METİN BİLDİRİ KİTAPÇIĞI

Temmuz 2023

ISBN:

240 Sayfa, 21x29,7 cm

Editör: Doç. Dr. Ülger BULUT KARACA

Editör Yardımcıları: Arş. Gör. Barış YÜKSEL, Arş. Gör. Asena Nur DAĞLI

Yayın Yönetmeni: Prof. Dr. Oktay Bingöl

Grafik Tasarım: Buse ÖZCAN



İÇİNDEKİLER

Kongre Düzenleme Kurulu	4
Kongre Bilim ve Danışma Kurulu	4
Özel Sektör Temsilcileri.....	5
Ekonomide Bir Paradigma Değişimi Olarak Döngüsel Ekonomi Hilal Kuvvetli Yavaş	6
Avrupa Birliği'nin Sıfır Atık Politikaları Laçın Akyıl	35
Türkiye'de Sıfır Atık Politikasının Aşılması Gereken Eşikleri Levent Memiş	51
Atık Sorununa Yenilikçi ve Yerel Çözümler: Avrupa'nın Öncü Sıfır Atık Belediyelerinin Uygulamaları Sibel Çalışkan	66
Geri Dönüşüm İçin Plastik Atık İthalatının Türkiye Örneği Üzerinden Analizi Ali Bilgin Varlık	82
İmalattan Sıfır Atık Serap Çelen	96
Aydınlatma Alanındaki E-Atıkların Yeniden Kazanımı Şeyma Günaydın & Damla Altuncu	120
Şanlıurfa'da Hastane Atıklarının Sıfır Atık Yönetim Sistemi Bağlamında Değerlendirilmesi: Örnek Bir Çalışma Mehmet Öncel & Benan Yazıcı Karabulut & Hatice Çelik & Mehmet İrfan Yeşilnacar	134
Sağlık Kuruluşu Personelinde Tıbbi Atık Bilinci Şükriye Ceren Öçal Dirican & Sinem Sipahioğlu Kara	142
Üniversite Kampüslerinde Oluşan Atıkların Geri Dönüşümü Üzerine Öneriler: Balıkesir Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Örneği Mustafa Serhan Ünlütürk & Figen Altınır	157
Sıfır Atık Yönetiminde Örnek Kampüsler ve Başkent Üniversitesi İç Ve Dış Mekân Uygulamaları Nazmiye Erdoğan	176
Atık Taşıt Lastiklerinin Geri Kazanımında Sürdürülebilir Uygulamaların Geliştirilmesi ve Önemi Fazliye Karabörk	198
Kongre Programı	211



KONGRE DÜZENLEME KURULU

Dr. Öğr. Üyesi Selma Şekercioğlu Bozacıoğlu, İstanbul Arel Üniversitesi (Kongre Başkanı)
Mustafa Lütfi İlbahar, Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği İstanbul İl Müdürlüğü
(Kongre Başkanı)

Prof. Dr. Oktay Bingöl, İstanbul Arel Üniversitesi (Kongre Koordinatörü)

Doç. Dr. Ülger Bulut Karaca, İstanbul Arel Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Hilal Kuvvetli Yavaş, İstanbul Arel Üniversitesi

M. Fatih Peker, İstanbul Çevre Yönetimi Sanayi ve Ticaret Anonim Şirketi İSTAÇ AŞ.

Mustafa Öztürk, İstanbul Arel Üniversitesi

Arş. Gör. Asena Nur Dağlı, İstanbul Arel Üniversitesi

Arş. Gör. Asya Salman, İstanbul Arel Üniversitesi

Arş. Gör. Barış Yüksel, İstanbul Arel Üniversitesi

Arş. Gör. Emrullah Aydın, İstanbul Arel Üniversitesi

KONGRE BİLİM VE DANIŞMA KURULU

Prof. Dr. Ayşe Yiğit Şakar

Prof. Dr. A. Ferdane Oğuzöncül, İstanbul Arel Üniversitesi

Prof. Dr. Ayşenur Uğurlu, Hacettepe Üniversitesi

Prof. Dr. Barış Çallı, Marmara Üniversitesi

Prof. Dr. Burcu Onat, İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa

Prof. Dr. Dilek Ünal, İstanbul Kültür Üniversitesi

Prof. Dr. Doğan Karadağ, Yıldız Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Ersin Göse, İstanbul Arel Üniversitesi

Prof. Dr. Gökhan Orhan, Bandırma Onyedli Eylül Üniversitesi

Prof. Dr. Hasan Merdun, Akdeniz Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi

Prof. Dr. H. Hulusi Acar, İstanbul Yeni Yüzyıl Üniversitesi

Prof. Dr. Mehmet Sinan Bilgili, Yıldız Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Nihal Bektaş, Gebze Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Nilgün Cılız, Boğaziçi Üniversitesi

Prof. Dr. Nurdan Büyükkamacı, Dokuz Eylül Üniversitesi



Prof. Dr. Nurdan Çolakoğlu, İstanbul Arel Üniversitesi
Prof. Dr. N. Kamil Salihoğlu, Bursa Uludağ Üniversitesi
Prof. Dr. Özcan Sezer, Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi
Prof. Dr. Turgut Tüzün Onay, Boğaziçi Üniversitesi
Prof. Dr. Vedat Uyak, İstanbul Teknik Üniversitesi
Doç. Dr. Çağdaş Gönen, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi
Doç. Dr. Çiğdem Tuğaç, Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi
Doç. Dr. Murat Yaman, Kütahya Dumlupınar Üniversitesi
Doç. Dr. Yasemin Kaya, Bursa Uludağ Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi Serdar Menekay, İstanbul Arel Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi, Sırrı Uyanık, KTO Karatay Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi Tolga Barışık, İstanbul Yeni Yüzyıl Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi Züleyha Reçber, Iğdır Üniversitesi
Öğr. Gör. H. Gözde Keskin, Ankara Medipol Üniversitesi

ÖZEL SEKTÖR TEMSİLCİLERİ

Ali Can Karadut, Acıbadem – Aplus, Planlama ve Maliyet Yön. Direktör Yardımcısı
Zeynep Serbest, Çevre Mühendisi
Emrah Özsu, Çevre Mühendisi
Filiz Laçın, ISS Kalite Direktörü
Can Başar, Çevre Mühendisi- ISS Kalite Yönetim Uzmanı
Alp Er Tunga Ünal, Kayseri Erciyes A.Ş



EKONOMİDE BİR PARADİGMA DEĞİŞİMİ OLARAK DÖNGÜSEL EKONOMİ

Hilal KUVVETLİ YAVAŞ*

ÖZET

İnsan kaynaklı küresel iklim değişikliği, kaynakların tükenmesi, okyanus, su, hava ve toprak kirliliği, ormansızlaşma, çölleşme, buzulların erimesi, biyo-çeşitlilik kaybı, katı atıklar, plastik kirliliği gibi çevresel sorunlar insanlığın geleceğini tehdit etmektedir. Çevresel sorunların en önemli nedenlerinin başında, mevcut al-yap-at odaklı lineer endüstriyel üretim ve tüketim anlayışı ve yapısı gelmektedir. Mevcut lineer endüstriyel üretim ve tüketim yapısının neden olduğu sosyal, ekonomik ve çevresel etkilerin ortadan kaldırılması, sürdürülebilir kalkınmanın odağında yer almaktadır. Döngüsel ekonomi, mevcut lineer üretim yapısına/anlayışına alternatif bir üretim yapısı/anlayışı olarak hem iş dünyasında hem akademi dünyasında hem de politika yapımcıların gündeminde yer edinmiştir. Sürdürülebilirliği sağlamak, çevresel sorumlulukları başarılı bir şekilde üstlenebilmek, kaynak ve enerji verimli temiz ürün ve üretim teknolojileri ile rekabet üstünlüğü elde edebilmek adına önemi giderek artan döngüsel ekonomi, kimi yazarlar tarafından bir paradigma değişimi olarak ifade edilmektedir. Kaynak ve karbon yoğun, sürekli atık üreten bir endüstriyel üretim ve tüketim yapısının, kaynak kullanımı ve çevresel değer kayıplarından koparılmış bir ekonomik büyüme (decoupling) patikasına sevk edilmesi gerçekten de mevcut üretim anlayışının, teknolojik gelişmenin yönünün, yeniliklerin doğasının ve iş örgütlenmelerinin temelden değişimine işaret etmektedir. 1990'lı yıllarla birlikte içeriği belirginleşmeye başlayan döngüsel ekonomi kavramının, 1960'lı yıllara dayanan, biyoloji bilimi ve sistem teorisinin etkisiyle şekillenen bir geçmişinden bahsetmek mümkündür. Doğadaki döngüsellik, döngüsel ekonomi anlayışının doğal (biyo-fiziksel) sistemlerin ekonomik sistemler tarafından taklit edilebileceği argümanının temel dayanağıdır. Biyo-fiziksel sistem analojisi, atık kavramının adeta ortadan kalktığı, atık denilen unsurların aynı sistemde veya başka sistemlerde yeniden döngüye girdiği bir işleyişi ifade etmek için kullanılmaktadır. Ekolojik iktisadın ürettiği -yine biyolojiden ilham alan- endüstriyel ekoloji, endüstriyel metabolizma ve endüstriyel simbiyoz gibi kavramlarla iç içe geçmiş ancak onlardan daha kapsamlı olmasının yanı sıra birçok belirsizliği de bünyesinde taşıyan döngüsel ekonomi kavramı, yeni araştırmalar ve çeşitli uygulama örnekleriyle gelişmeye devam etmektedir. Bu çalışmada, tarihsel gelişimi ve teorik çerçevesi ile döngüsel ekonomi kavramı incelenecek, döngüsel ekonomi kavramının sürdürülebilir kalkınma ve sürdürülebilir kalkınma amaçları ile ilişkisi, ekonomi politikalarına girişi ve belli başlı uygulama örnekleri ele alınacaktır.

Anahtar Kelimeler: Döngüsel ekonomi, endüstriyel ekoloji, endüstriyel metabolizma, endüstriyel simbiyoz, eko-inovasyon

* Dr. Öğr. Üyesi, İstanbul Arel Üniversitesi, hilalkuvvetliyavas@arel.edu.tr



Giriş

Küresel iklim değişimi, buzulların erimesi, çölleşme, ormansızlaşma, biyo-çeşitlilik kaybı, toprak, su, hava kirliliği, artan seller, kuraklığın yanı sıra plastik kirliliği, hızla artan e-atık gibi birçok sorun, modern toplumsal örgütlenme biçimleri ve ekonomik yapının direkt sonuçları olarak insanlığın geleceğini tehdit etmektedir. İnsan uygarlıklarının ortaya çıktığı jeolojik devre olan Holosen'in nispeten istikrarlı ve mutedil yapısı birçok araştırmacıya göre yine insan kaynaklı çevresel etkiler nedeniyle istikrarsızlaşmakta, atmosferin bileşimi, su kaynaklarının, su döngülerinin ve karasal yüzeyin yapısı küresel ölçekte değişmektedir. Bu nedenle, birçok bilim insanı Antroposen devrinin başladığını ileri sürmüştür. Her ne kadar resmi bir jeolojik devir tanımı olmasa da pek çok kesim tarafından yaygın bir şekilde tartışılan Antroposen'in Britanya'da 18. Yüzyılda ortaya çıkan Birinci Endüstri Devrimi ile başladığı ve antropojenik etkilerin II. Dünya Savaşı sonrası dönemde hızlandığı ve artık gezegensel sınırlara dayandığı ileri sürülmektedir. Büyük Hızlanma olarak adlandırılan II. Dünya Savaşı sonrası dönem, gelişmiş ülkelerin yanı sıra yeni bağımsızlığını kazanmış birçok ülkenin de endüstrileşmeye yöneldiği, bütün dünyada endüstrileşme ve ekonomik büyümenin hızlandığı bir dönemdir. Petrol Krizlerine sahne olan 1970'li yıllarda, mevcut ekonomik yapının yol açtığı çevresel sorunların daha yüksek sesle tartışılmaya başlanmıştır. Çevresel yıkım ve ekonomik büyümeyi tartışan Büyümenin Sınırları Raporu'ndan itibaren uluslararası örgütlerin, bazı ülkelerin politikalarının ve sivil toplum örgütlerinin en önemli gündemlerinden biri çevresel sorunlar olmaya başlamıştır. 1980'li yıllarda çevresel sorunlarla ekonomik ve sosyal sorunların ilişkisine odaklanan sürdürülebilir kalkınma kavramı ortaya atılmıştır. Savaş sonrası hakim olan kalkınma ve büyüme anlayışının ötesinde gezegenin sınırlarını, kalkınmanın sosyal ve çevresel boyutlarını hesaba katan sürdürülebilir kalkınma, aynı dönemde gelişmeye başlayan döngüsel ekonomi, endüstriyel ekoloji, endüstriyel simbiyoz, endüstriyel metabolizma gibi kavram ve politika gündemlerine ışık tutan jenerik bir kavram haline gelmiştir. Birleşmiş Milletler'in zamanla geliştirdiği sürdürülebilir kalkınma kavramı, 2015 yılında Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları ile en kapsamlı, evrensel ve bütünlük halini almıştır.

Bugün sürdürülebilir kalkınmanın gerçekleştirilebilmesi için yaygın bir şekilde tartışılan ve politika gündemi haline gelen kavramlardan bir döngüsel ekonomidir. Döngüsel ekonomi, büyük ölçüde sıfır atık prensibine dayanmakta, üretim ve tüketim örüntülerinin atık üretiminden bağımsızlaştığı radikal bir değişimi ifade etmekte ve birçok yazarın ifadesiyle paradigma değişimine işaret etmektedir. İlk ortaya çıktığı dönemlerde daha çok geri dönüşüm ile özdeşleştirilen döngüsel ekonominin zaman içinde kapsamı ve ölçeği ile farklılaşmış; üretimi, tüketimi ve tüm bir ekonomik sistemi kapsayan son derece geniş bir kavram ve politika gündemi olarak tartışılmaya başlanmıştır. Ancak sürdürülebilirliğin altın anahtarı olarak tartışılan döngüsel ekonomi birçok belirsizlikle birlikte gelişmektedir. Döngüsel ekonomiyi dar ve geniş biçimlerde ele alan farklı anlatılar, kavramsal karışıklığın ve tartışmanın sürdüğünü göstermektedir. Bu çalışmanın kavramsal tartışma bölümünde sürdürülebilir kalkınma, döngüsel ekonomi ve döngüsel ekonomiyle ilgili bazı kavramlar

değerlendirilecektir. Bu bölümde, mevcut üretim ve tüketim sisteminin gezegensel sınırları dikkate almayan yapısını ifade eden ve döngüsel ekonomiye atfen geliştirilen lineer ekonomi kavramı da ele alınacaktır. Üçüncü bölümde ise genel olarak döngüsel ekonomiye yönelik strateji ve politikalara değinilecek ve döngüsel ekonomiye dönük eleştirilere yer verilecektir.

1. Kavramsal Tartışma

Bu bölümde başta sürdürülebilir kalkınma, lineer ekonomi ve döngüsel ekonomi olmak üzere, döngüsel ekonomiyle ilgili endüstriyel ekoloji, endüstriyel simbiyoz, endüstriyel metabolizma kavramları ele alınacaktır.

1.1. Sürdürülebilir Kalkınma Kavramı

Mevcut sistemin tek olumsuz sonucu çevre sorunları değildir; işsizlik, artan sosyal ve ekonomik eşitsizlikler, yoksulluk, istihdamın kalitesiyle ilgili sorunlar ve güvencesizlik, gıda güvencesizliği gibi sosyal sorunlar da artmaktadır (Banerjee ve Duflo, 2011; Milanovic, 2012; Saez ve Zucman, 2020; Chancel vd., 2021; ILO, 2022; FAO, IFAD, UNICEF, WFP ve WHO, 2021). Ayrıca tedarik zinciri riskleri, enflasyon ve stagflasyon riskleri, değişken emtia fiyatları tüm dünyada insanların refahını tehdit etmektedir (Sachs, 2015; World Bank, 2022; IMF, 2022). Mevcut üretim ve tüketim sisteminin sonuçları olan bu çevresel, ekonomik ve sosyal sorunlar, birbiriyle güçlü bir şekilde ilişkilidir (UN, 1992, s. 18; WCED, 1987, s. 241; ILO, 2015, s. 4). Bu karmaşık ilişkileri gözetken önemli bir gündem sürdürülebilir kalkınma gündemidir. Roma Kulübü tarafından 1972 yılında yayımlanan Büyümenin Sınırları Raporu, çevresel, ekonomik ve sosyal sorunlar arasındaki karşılıklı ilişkilerinin küresel kamuoyuna sunulması bakımından bir dönüm noktasıdır. Raporun yazarları Meadows ve diğerleri, hızlanan sanayileşmeyi, hızlı nüfus artışını, yaygın yetersiz beslenmeyi, yenilenemeyen kaynakların tükenmesini ve bozulan çevreyi, tümü birbiriyle bağlantılı olan ve insanlığın geleceğini tehdit eden beş ana küresel endişe verici eğilim olarak belirlemiştir (1972, s. 21, 24). Sürdürülebilir kalkınma kavramı ise ilk olarak Birleşmiş Milletler Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu tarafından 1987 yılında Ortak Dünyamız Raporu (Brundtland Raporu) ile ortaya konulmuştur (Ekins, 2019, s. 14). Rapordaki tanım, sürdürülebilir kalkınma kavramının genel kabul görmüş tanımı olmuştur: "Sürdürülebilir kalkınma, bugünün ihtiyaçlarını, gelecek nesillerin kendi ihtiyaçlarını karşılama yeteneğinden ödün vermeden karşılayan kalkınmadır." (WCED, 1987, s. 41). Çevresel, sosyal ve ekonomik sorunları kapsayan üç ayaklı sürdürülebilir kalkınma yaklaşımı ise 1992'de Birleşmiş Milletler Rio Zirvesi'nde tanımlanmıştır (Ekins, 2019, s. 14; Nikolaou vd., 2021, s. 6).

Tablo 1: Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları (United Nations, 2015, s. 18)

1. Yoksulluğa Son
2. Açlığa Son
3. Sağlıklı Bireyler
4. Nitelikli Eğitim
5. Toplumsal Cinsiyet Eşitliği
6. Temiz Su ve Sıhhi Koşullar
7. Erişilebilir ve Temiz Enerji
8. İnsana Yakışır İş ve Ekonomik Büyüme
9. Endüstri, İnovasyon ve Altyapı
10. Eşitsizliklerin Azaltılması
11. Sürdürülebilir Şehir ve Yaşam Alanları
12. Sorumlu Tüketim ve Üretim
13. İklim Eylemi
14. Sudaki Yaşam
15. Karasal Yaşam
16. Barış, Adalet ve Güçlü Kurumlar
17. Hedefler için Ortaklıklar

Sürdürülebilir kalkınma kavramı ve gündeminin gelişiminde bir diğer önemli kilometre taşı ise yoksulluk, sağlık, eğitim, sanitasyon, iklim değişikliği ve sürdürülebilir üretim ve tüketim unsurları kapsayan, sürdürülebilir kalkınma perspektifini çok yönlü bir biçimde ortaya koyan Gündem 2030 belgesi ve Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları'dır (SKA) (Nikolaou vd., 2021, s. 6). Birleşmiş Milletler, 2015 yılında "Dünyamızı Dönüştürmek: Sürdürülebilir Kalkınma için 2030 Gündemi (Transforming Our World: The 2030 Agenda For Sustainable Development)" ile 17 SKA ve bu SKA'lara bağlı 169 Hedef belirlemiştir (BM, 2015, s. 41).

Sürdürülebilir kalkınma kavramı içinde gömülü ve radikal bir kavram olan sürdürülebilirlik, ne mevcut küresel sistemin teknolojik bir özelliğidir ne de baskın sosyal paradigmada mevcuttur (Ehrenfeld, 2000, s. 34). Dolayısıyla sürdürülebilir kalkınma, mevcut sosyal yapıların neden olduğu çevresel, sosyal ve ekonomik problemleri elimine etmeye dönük olduğundan tanım gereği radikal bir değişimi öngörmektedir. Birleşmiş Milletler'in formüle ettiği SKA çerçevesi, sürdürülebilir kalkınmanın üç ayağını -ekonomik, sosyal ve çevresel- güçlü bir şekilde kavrayan, evrensel bir içeriğe sahiptir. SKA ve hedefleri, farklı ulusal gerçekleri, kapasiteleri ve gelişme düzeylerine, ulusal politikalara ve önceliklere saygı duyar ve "entegre ve bölünmez, doğası gereği küresel ve evrensel olarak uygulanabilir" (United Nations, 2015, s. 16). Ancak, 2030 SKA Gündemi'nin piyasa ekonomisi episteminin (veya paradigması) güçlendirilmesine dayandığı ve dolayısıyla insanlığın çok yönlü sorunlarıyla baş etmede son derece yetersiz olduğu konusunda eleştiriler de söz

konusudur (Weber, 2017, s. 410). Örneğin, kimi yazarlara göre ekonomik büyümeye yönelik sürekli vurgunun yeniden dağıtım veya ekolojik sonuçları konusunda geleneksel lineer ekonominin bakışından herhangi bir farklılık söz konusu değildir (Weber, 2017, s. 409; Arora-Jonsson, 2023, s. 4, 12; Mignolo, 2019, s. 61) ve evrensel piyasa merkezli bakışın bir devamıdır (McMichael, 2017, s. 335). Oysa mevcut piyasa-merkezci ekonomik yapı lineer ekonomi paradigması üzerine kurulu, kısmi denge analizine dayanan çok kısa vadeli optimizasyon hedefleyen, üretim ve tüketimin geniş toplumsal sonuçlarını, gezegenin sınırlarına ve gelecek nesillerin hayatına olan etkilerini hesaba katmayan bir büyüme anlayışına sahiptir ve bu haliyle mevcut çok yönlü sorunların en önemli nedenidir.

1.2. Geleneksel Ekonomi Paradigması: Lineer Ekonomi

Dünya birçok önemli çevresel değişim döneminden geçmiştir ve son 10.000 yıldır Holosen olarak bilinen, insan uygarlıklarının doğuşu ve gelişimine sahne olan istikrarlı bir dönem yaşamıştır. Ancak 18. Yüzyıldaki ilk Endüstri Devrimi'nden bu yana, insan eylemlerinin küresel çevresel değişiminin ana itici gücü haline geldiği yeni bir çağ olarak Antroposen tartışılmaktadır (Crutzen, 2002, s. 23; Steffen vd., 2007, s. 614; Rockström vd., 2009, s. 472; Zalasiewicz vd., 2016, s. 5). Endüstri Devrimi, insanların doğal kaynak kullanımında ve çevre üzerindeki etkisinde dramatik değişiklikler meydana getirmiş; nüfus artışı, artan üretim ve tüketim, kentleşme, ticaretin genişlemesi, ulaştırma faaliyetlerinin artması, tarımın yoğunlaşması, doğada kolayca parçalanamayan yeni sentetik malzemelerin geliştirilmesi ve kullanılması gibi olgular karmaşıklaşmış ve coğrafi olarak genişlemiştir (Anderberg, 1998, s. 313). Avrupa, Kuzey Amerika gibi erken sanayileşmiş bölgelerinde endüstrileşme kaynaklı çevresel sorunlar ortaya çıkmış, endüstrileşmenin yayılmasıyla birlikte bu sorunlar da dünyaya yayılmıştır. II. Dünya Savaşı'nın hemen ardından insan etkisi hızlanmış, Savaş sonrasında 2000'lere gelindiğinde nüfus ikiye katlanmış, küresel ekonomi 15 kattan fazla büyümüş, fosil kaynak tüketimi hızla artmış, sanayileşme ivmelenmiş ve bu durum Büyük Hızlanma (Great Acceleration) olarak adlandırılmıştır (Steffen vd., 2007, s. 614; Steffen vd., 2015, s. 3). Nitekim bugün antropojenik iklim değişimi, biyoçeşitlilik kaybı, farklı türlerin yok olması, kaynakların tükenmesi, okyanus, su, hava ve toprak kirliliği ve aşırı arazi kullanımı, katı atıklar, karbon ve sera gazı salımları insan türünün geleceğini tehdit etmektedir (Rockström vd., 2009; IPCC, 2021; IPBES, 2019; Sachs, 2015, UN, 2015; UNEP, 2015, s. 2).

Antropojenik çevresel ve iklim değişiminin en önemli nedeni lineer üretim ve tüketim sistemidir (Stahel, 1982, s. 73; Geng and Doberstein, 2008, s. 22; Geissdoerfer, 2017, s. 759; De Jesus, 2018, s. 3002; UNIDO, 2017, s. 3). Mevcut küresel ekonomik sistem, malzemelerin ve enerjinin fiziksel akışları açısından büyük ölçüde lineer (doğrusal) bir akış ekonomisidir (Korhonen, 2018, s. 42). Lineer ekonominin varlığı aslında çok daha eskilere dayanmasına rağmen, genellikle sanayi devrimi ile ilişkilendirilir (Morseletto, 2023, s. 5). Lineer ekonomi, bakir doğal kaynakların çıkarılması, emisyon ve atıkların bertaraf edilmesiyle işleyen, "al-yap-kullan-at" yaklaşımı üzerine kuruludur (Anderberg, 1998, s. 312; McDowall vd., 2017, s. 1; Korhonen vd., 2018, s. 40; De Jesus, 2021, s. 1; Morseletto, 2023, s. 1). Mevcut ekonomik sistemde, doğadan büyük miktarlarda madde çıkarılmasını, tüketim için nihai ürünlerin üretilmesi yani işleme ve değişik formlara dönüştürme süreçleri takip eder (Ayres, 1989,

s. 2). Doğal kaynakların üretim ve tüketim yoluyla atığa dönüştürülmesine neden olan lineer ekonomik sistem iki şekilde çevrenin bozulmasına yol açar: doğal sermayenin çevreden uzaklaştırılması (endüstriyel üretim/madencilik/sürdürülemez tarım) ve atıktan kaynaklanan kirliliğin neden olduğu doğal sermayenin değerinin azalması (Murray vd., 2017, s. 371; Korhonen vd., 2018, s. 37).

Şekil 1: Lineer Ekonomi (Yazar tarafından oluşturulmuştur.)



Sürdürülebilirlik sorunu, lineer ekonomik paradigmanın yetersizliklerinden kaynaklanmaktadır (Ehrenfeld, 1997). Mevcut paradigmanın kökeni bireycilik, rekabet ve endüstriyel faaliyetlerin özel ellerde toplanmasıdır (Ehrenfeld, 2000, s. 238). Bir paradigma, insan eylemine rehberlik eden bir dizi kavram, inanç ve standart uygulamadır (Kuhn, 1970, s. 42; Ehrenfeld, 1997, s. 88; Korhonen, 2003, s. 303). Tarihin herhangi bir döneminde ortaya çıkan belirli sosyal yapı biçimleri, kültürel olarak temel kavramların veya paradigmaların açık örgütsel biçimlere -hükümet, aile, şirket vb.- ilişkilere yayılmasının sonucudur (Ehrenfeld, 1997, s. 87). Nitekim geleneksel ekonomik anlayışa göre refahın maksimizasyonu, fayda maksimizasyonu peşindeki tüketiciler ve kar maksimizasyonu peşindeki üreticilerin piyasa mekanizması aracılığıyla gönüllü mübadelesine bağlıdır (Ayres ve Knees, 1969, s. 283). Kâr maksimizasyonu hedefi (üretimin optimizasyonu), aynı zamanda lineer ekonomiyi hızlandıran ve yoğunlaştıran büyük ölçekli sanayileşmenin birincil itici gücüdür (Morseletto, 2023). Bu nedenle geleneksel lineer ekonomi modeli, yalnızca ekonomik büyümeye (GSYH büyümesi) odaklıdır ve çevre yıkım pahasına elde edilir (Qiao ve Qiao, 2013, s. 253, 268). Ekonomik büyüme -Gayri Safi Yurtiçi Hasıla'daki (GSYH) reel artışlar-, insanların yaşam standardındaki eğilimlerin temel göstergesi olarak kabul edilmektedir (Cooper, 1999, s. 10).

Ekonomik büyüme kavramı, 20. Yüzyılın ortalarından önce yaygın olarak kullanılmazken 1950'lerden itibaren yalnızca ekonomi ve diğer sosyal bilimlerde değil, aynı zamanda siyasi söylemlerde ve günlük konuşmada da temel bir kavram ve kapitalist toplumların temel özelliği haline gelmiştir (Schmelzer, 2015, s. 263). Büyüme paradigması, ekonomik büyümenin modern toplumların en acil sorunlarından bazıları için evrensel bir çare olduğunu ve ekonomik ve sosyal krizlerden kaçınmak için zorunlu olduğunu ileri sürmektedir (Schmelzer, 2015, s. 266). Büyüme paradigması savaş sonrası Fordist rejimde Keynesçi ve müdahaleci bir unsur olarak ortaya çıkarken, neoliberal ve piyasa köktencisi dönemde de güçlü etkisini sürdürmeye devam etmiştir (Schmelzer, 2015, s. 266). Ancak



GSYH, ana akım iktisadın negatif dışsallık olarak tanımladığı çevresel sorunların ve doğal kaynakların tükenmesini hesaba katmamaktadır (Hoff, vd. 2021, s. 1). Çevresel sorunlar nedeniyle doğal sermaye kaybı, ortaya çıkan sağlık sorunları ve düşen yaşam kalitesi gibi unsurları göz ardı ederek bu maliyetleri göz ardı etmekte ve topluma yüklemektedir. Oysa ekonomik sistemin çevresel etkilerini anlayabilmek için dışsallıkların -en azından- parasal değerle ifade edilerek GSYH tahminlerinde içerilmesi gerekir (Bordt ve Saner, 2022, s. 7). Ekonomik büyümenin önceliği ve ekonomik büyümeyi önceleyen sosyal ve ekonomik politikalar, toplumları ve gezegenin kendisini temelden ve geri dönülmez bir şekilde yeniden şekillendirmiş ve benzeri görülmemiş oranlarda çevresel değişikliklere neden olmuştur (Schmelzer, 2015, s. 262). Çünkü doğal çevreden sağlanan birçok kaynak, -hava, okyanuslar, biyosferin genetik havuzu, güneş- doğası gereği ortak mülkiyet konusu olarak ya fiyatlandırılmamış ya da (en iyi ihtimalle) önemli ölçüde düşük fiyatlandırılmış olduğu için aşırı kullanım ile sonuçlanmıştır (Ayres, 1989, s. 5). Ekonomilerin ölçekleri büyüdükçe -ekonomik büyüme- çevre üzerindeki etkileri de artmaktadır (Rockström vd., 2009, s. 472; Norton vd., 1998, s. 194; Steffen vd., 2007, s. 614; Steffen vd., 2015, s. 3). Kaynak verimliliğinin şu anda maksimize edilememesinin bir nedeni, temel üretim faktörlerinin (iş gücü, enerji ve hammaddeler) görece maliyetinin yüksek olması ve üreticilerin kaynak üretkenliğini iyileştirmek yerine (örneğin otomasyon yoluyla) işgücü üretkenliğini artırmaya odaklanmasıdır (Cooper, 1999, s. 12). Bu durum, yasal düzenlemeler, ekonomi politikaları ve bunları belirleyen ekonomik paradigmanın bir sonucudur. Ana akım iktisat (neoklasik) esas olarak piyasada lineer bir ekonomi modeli çerçevesinde kaynakların verimli bir şekilde tahsisine odaklanır ve doğal kaynakların sınırlı ve tükenbilir doğasını hesaba katan analitik araçlar sağlamaz (Ghisellini vd., 2016, s. 17).

Ana akım iktisat, kaynaklar arasında sonsuz ikame olasılıkları ve sınırsız teknolojik değişim varsaydıkları için, ölçeksel sorunları ve zamanlar arası dağıtım konularını büyük ölçüde görmezden gelmiştir (Norton vd., 1998, s. 194). Doğal çevrenin atıkları ve kirliliği masetme konusunda sınırsız bir kapasiteye sahip olduğu varsayılmıştır (Cooper, 1999, s. 10). Ana akım iktisat, tüketicilerin zevkleri ve tercihlerinin verili olduğu ve ekonomik sorunun bu tercihleri en iyi şekilde tatmin etmekten ibaret olduğu varsayımına dayanmaktadır (Norton vd., 1998, s. 195). Bu nedenle lineer ekonomi modeli, ekonomik, ekolojik ve sosyal açıdan sürdürülemezdir (Korhonen, 2018, s. 37-38). Lineer ekonominin neden olduğu atık sorunu, mevcut sistem dinamikleriyle çözüme kavuşturulamamaktadır. Atıklar (kötü mallar-bads) talebe göre kit olmadıkları, sahiplenilmelerini ve piyasada değiş tokuş edilmelerini sağlayan güçlü toplumsal kurumlar olmadığı için çoğunlukla sıfır fiyata aktarılır (Ayres ve Knees, 1969, s. 291). Ancak tüm girdiler, atığa neden olmaksızın çıktılarına dönüştürülmedikçe ve tüm doğal kaynakların özel mülkiyet altında ve rekabetçi piyasalarda değiş tokuş edilmedikçe çevre kirliliği gibi dışsal ekonomilerden kurtulmak mümkün olamaz. Ancak gerçekte bunlar, özel piyasalarda serbest mübadelenin çözemeyeceği önemli ve zor tahsis sorunlarına neden olan, büyük ve değeri artan ortak mülkiyet kaynaklarıdır (Ayres ve Knees, 1969, s. 283).



Ana akım iktisadın kısmi denge yaklaşımı (*ceteris paribus*), çevre kirliliği gibi negatif dışsallıkların oluşumuna izin vermekte ve tekil durumları genel karşılıklı ilişkilerden bağımsız değerlendirmektedir (Ayres ve Knees, 1969, s. 295). Bu kısmi analiz yaklaşımı, piyasanın tüketim ve üretimin tüm sosyal maliyetlerini ve faydalarını dikkate almadığını göstermektedir (Tabrizian, 2019, s. 539). Mevcut lineer ekonomi paradigması, kısmi denge analizine dayanan çok kısa vadeli, üretim ve tüketim geniş toplumsal sonuçlarını, gezegenin sınırlarına ve gelecek nesillerin hayatına olan etkilerini hesaba katmayan bir büyüme anlayışına sahiptir. Lineer ekonomi, doğanın kimyasal ve biyolojik döngüsü üzerinde aşırı yük birikimine neden olmakta, endüstriyel kirliliğe ve atıklara yönelik eski çözümler artık işe yaramamaktadır (Frosch ve Gallopoulos, 1989, s. 144). Bu nedenle ekonomik ve sosyal yapının, mülkiyet haklarının yeniden tanımlanmasını gerekmektedir (Hardin, 1968, s. 1245). Her zaman kaynakları sömürmek için sermaye fikrine atıfta bulunan ekonomik kıtlık kavramı, artık mutlak bir temelde incelenmeli, büyüme ve yenilik potansiyeli, dünya ekosisteminin sınırlarına göre değerlendirilmelidir (Ehrenfeld, 1997, s. 90)

1.3. Döngüsel Ekonomi

Döngüsel ekonomi, günümüzde akademi, sivil toplum örgütleri, uluslararası kurumlar, iş dünyası ve politika yapımcıların artan biçimde ilgi gösterdiği bir kavramdır. Döngüsel ekonomi, Avrupa Birliği (AB), çeşitli ulusal hükümetler ve birçok şirket tarafından desteklenmektedir (Didenko vd., 2018, s. 5; Murray vd., 2017, s. 371). Döngüsel ekonomi, birçok kesim tarafından sürdürülebilir kalkınmanın gerçekleştirilmesi için uygulanabilir bir yol olarak değerlendirilmektedir (Yuan vd., 2006, s. 5; Bonciu, 2014, s. 89; Brennan vd., 2015, s. 219; Ghisellini vd., 2016, s. 12; Geissdoerfer vd., 2017, s. 764; Murray vd., 2017; Korhonen vd., 2018, s. 42; De Jesus vd., 2018, s. 2999; Horbach ve Rammer, 2019, s. 2; Kristensen ve Mosgaard, 2020, s. 2; Prieto-Sandoval vd., 2021, s. 426; Valverde ve Avilés-Palacios, 2021, s. 2; Franco vd., 2021, s. 1165; Qu vd., 2022, s. 2; 369; Lim vd., 2022, s. 131; Alberich vd., 2022, s. 1). Birçok yazar, döngüsel ekonominin yeni radikal örüntülerin ortaya çıkması ve sürdürülebilirliğin sağlanması bakımından lineer ekonomiye bir alternatif olduğunu ileri sürmektedir (Sauve vd., 2016, s. 53; Blomsma ve Brennan, 2017, s. 603; Bocken vd., 2017b, s. 476; Ghisellini vd., 2018, s. 12; Lim vd., 2021, s. 131). Örneğin Schroeder ve diğerlerinin çalışmasına göre (2018, s. 92) döngüsel ekonomi pratiklerinin ve ilgili iş modellerinin, 169 hedef barındıran SKA'ların 21 hedefini doğrudan, 28 hedefini ise dolaylı olarak gerçekleştirmeye yardımcı olacaktır. Rodriguez-Anton ve diğerlerinin (2021, s. 85), döngüsel ekonomi ve SKA ilişkisine odaklı çalışmasında Avrupa'da çoğu SKA'lar döngüsel ekonomiye geçiş için belirlenen endikatörlerle ilişkilidir. Gupta, Kumar ve Wasan (2021, s. 12) yaptığı bir çalışma, döngüsel ekonomiye, temiz üretime ve Endüstri 4.0'a yönelik uygulamaların sürdürülebilirlik performansını geliştirme bakımından son derece etkili olduğuna dair ampirik kanıtlar ortaya çıkarmıştır. Walker ve diğerlerinin (2022, s. 750) araştırmasına göre, öncü firmalar sürdürülebilirliği esasen geniş bir kavram olarak değerlendirirler ve bu firmaların sürdürülebilirlik konusundaki motivasyonları farklılaşsa da SK ve döngüsel ekonomiyi sıkı bir şekilde ilişkili görmektedir. Nitekim AB, 2030 SKA'nın hayata geçirilmesi için küresel ölçekte döngüsel ekonomi



dönüşümüne liderlik etme arzusunu ortaya koymaktadır (European Commission, 2015, s. 5; European Commission, 2020, s. 3).

Gezegende birçok biyojeokimyasal döngü vardır. Örneğin, yaşam için basit ama temel bir döngü şudur: okyanuslardan buharlaşan su yağmur bulutları oluşturur, karaya yağmur olarak düşer, nehirlere akar ve okyanusa geri döner (Murray, 2015, s. 371). Bu döngüler atık üretmeksizin sürekli olarak devam eder. Döngüsel ekonomi, ekonomik faaliyetlerin atık üretiminden tamamen bağımsızlaştığı bir yapı olarak doğal sistem analogisini temel almış, biyomimetiği önemli bir ilke olarak benimsemiştir (Murray vd., 2017, s. 377). Döngüsel ekonomi her ne kadar yeni bir kavram gibi düşünülse de aslında kökleri 1960'lı yıllara kadar uzanmaktadır (Kumar vd., 2019, s. 1068). Birçok yazar, döngüsel ekonomi kavramını Kenneth Boulding'e dayandırmıştır (Ghisellini vd., 2016, s. 14; Geissdoerfer vd., 2017, s. 759; Masi vd., 2018, s. 540; Kumar vd., 2019, s. 1068; Grafstrom ve Aasma, 2021, s. 2). Boulding'e göre (1966, s. 7-8) "... insan, enerji kullanımından kaçamasa da maddi formun sürekli olarak yeniden üretilmesini sağlayan döngüsel bir ekolojik sistemdeki yerini bulmalıdır.". Boulding, döngüsel ekonomi kavramını ima eden geleceğin kapalı ekonomisine uzak aracı ekonomisi ismini vermiştir (1966, s. 8). Boulding, eserinde Von Bertalanffy'nin açık sistem kavramı ve entropi gibi biyoloji ve fizik bilimlerinden kavramlara yer vermiştir. Nitekim kimi yazarlara göre döngüsel ekonomi biyoloji ve fizik bilimlerinin ekonomi ile kesişiminden ortaya çıkmıştır (Moreau vd., 2017, s. 499).

1969 yılında Ayres ve Kneese, endüstriyel faaliyetlerin bir metabolizma gibi çalışabileceğini, farklı aktörlerin kaynak ve atık aracılığıyla entegre olabileceği, sistemin kaynak envanterinde kesintisiz bir döngüsellüğün gerçekleştirilebileceğini ileri sürmüştür (1969, s. 292). 1989 yılında Frosch ve Gallopoulos endüstriyel sistemlerin adeta bir biyolojik ekosistemler -endüstriyel ekosistem- gibi çalışabileceğini ileri sürmüştür (1989, s. 144-146). Aynı yıl "Industrial Metabolism" isimli çalışmasında Ayres, materyallerin döngüsel kullanımından bahsetmiş; su döngüsü, karbon döngüsü ve nitrojen döngüsünü örnekler olarak sıralamıştır (1989, s. 13). Ancak 1990 yılına dek döngüsel ekonomiye kavramı belirgin bir şekilde kavramsallaştırılmamıştır (Ekins, 2019, s. 7). Pearce ve Turner, "Economics of Natural Resources And The Environment" isimli kitaplarında döngüsel ekonomi kavramını ilk defa açık bir şekilde ortaya koymuşlardır (Ghisellini vd., 2016, s. 14; Kumar vd., 2019, s. 1068; Moreau vd., 2017, s. 499-500; Masi vd., 2018, s. 540; Genovese ve Pansera, 2021, s. 97). Pearce ve Turner'ın tanımına göre "Döngüsel ekonomik sistem, her ne kadar yenilenemeyen kaynakları kullanmaya devam etse de tıpkı doğal bir sistem gibi işleyecektir".

Tablo 2: Döngüsel Ekonomi Tanımları (Yazar tarafından derlenmiştir.)

“Döngüsel bir ekonomi yaklaşımı, “doğal kaynaklar → üretilmiş ürünlere dönüştürme → diğer endüstriler için kaynak olarak kullanılan imalat yan ürünleri” süreciyle doğal ekosistemleri taklit eden geri bildirim süreçleriyle ekonomik faaliyetlerin organizasyonunu teşvik eder.” (Geng ve Doberstein, 2008, s. 232)

“Döngüsel ekonomi, niyet ve tasarım gereği onarıcı veya yenileyici olan ve ‘yaşam sonu’ kavramını restorasyonla değiştiren, yenilenebilir enerji kullanımına geçiş yapan, yeniden kullanımı bozan zehirli kimyasalların kullanımını ortadan kaldıran, üstün malzeme, ürün, sistem tasarımı ve iş modelleri ile israfın ortadan kaldırılmasını amaçlayan bir endüstriyel sistemdir.” (EMF, 2013, s. 7).

“Döngüsel ekonomi, mevcut malzeme ve ürünlerin mümkün olduğunca uzun süre paylaşılmasını, kiralanmasını, yeniden kullanılmasını, onarılmasını, yenilenmesini ve geri dönüştürülmesini içeren bir üretim ve tüketim modelidir.” (European Parliament, 2023, s. 1)

“Döngüsel ekonomi, malzemelerin üretimini, tüketimini ve atılmasını en aza indirirken refah yaratmayı amaçlar.” (World Bank, 2022, s. 27)

“Döngüsel ekonomi, sürdürülebilir kalkınmayı sağlamak amacıyla mikro düzeyde (ürünler, tüketiciler, şirketler) üretim, dağıtım ve tüketim süreçlerinde malzemelerde azaltma, alternatif kullanım, geri dönüşüm ve iyileştirme, orta düzeyde (eko-endüstriyel parklar) ve makro düzeyde (şehirler, bölgeler, uluslar ve ötesi) bugünkü ve gelecek nesiller için çevresel kalite, ekonomik refah ve sosyal eşitlik yaratmayı hedefleyen bir ekonomik sistemi tanımlar.” (Kirchherr vd., 2017, s. 224-225)

“Döngüsel ekonomi, uzun ömürlü tasarım, bakım, onarım, yeniden kullanım, yeniden üretim, yenileme ve geri dönüşüm yoluyla malzeme ve enerji döngülerini yavaşlatarak, kapatarak ve daraltarak kaynak girişinin ve atık, emisyon ve enerji sızıntısının en aza indirildiği rejeneratif bir sistemdir.” (Geissdoerfer vd., 2017, s. 766)

“Döngüsel ekonomi, doğal ekosistemlerden ilham alan, lineer ekonomi kavramından (tek yönlü çıkarma, üretim, dağıtım, tüketim ve bertaraf) uzaklaşarak, bir ürünün tüm ömrünü yeniden düşünme çabasıyla şekillenen rejeneratif bir ekonomiye doğru geçiştir.” (De Jesus vd., 2018, s. 2999)

“Döngüsel ekonomi, refahı kaynak tüketiminden ayırmayı, yani bakir kaynakların çıkarılmasına bağlı olmadan mal ve hizmetleri nasıl tüketebileceğimizi ve böylece tüketilen malların düzenli depolama sahalarında nihai olarak bertaraf edilmesini önleyecek kapalı döngüler sağlamayı amaçlar.” (Sauve vd., 2016, s. 53)

“Döngüsel ekonomi, çevreyi korumayı ve kirliliği önlemeyi amaçlayan,

böylece sürdürülebilir ekonomik kalkınmayı kolaylaştıran bir ekonomik kalkınma biçimidir.” (Ma vd., 2014, s. 506)

“Döngüsel ekonomi, kaynak akışlarının ekonomik ve ekolojik döngülerini kapatarak hem işlenmemiş malzeme girdisini hem de atık çıktısını azaltmayı amaçlayan basit ama inandırıcı bir stratejidir.” (Haas vd., 2015, s. 765).

“Döngüsel ekonomi, doğanın yeniden üretim oranlarına saygı duyarak üretim akışını doğanın tolere edebileceği ve kullanabileceği bir düzeyde sınırlar.” (Korhonen vd., 2018, s. 39).

“Döngüsel ekonomi, ekonomik büyüme, sürdürülebilirlik ve sıfır atık ile uyumlu uzun vadeli bir hedeftir.” (Greyson, 2007, s. 1383)

“Döngüsel Ekonomi, ekosistem işleyişini ve insan refahını en üst düzeye çıkarmak için planlama, kaynak sağlama, tedarik, üretim ve yeniden işlemenin hem süreç hem de çıktı olarak tasarlandığı ve yönetildiği bir ekonomik modeldir.” (Murray vd., 2017, s. 377).

“Döngüsel ekonomi kavramı, eski lineer sürdürülemez ekonomiyi daha onarıcı ve yenileyici bir sistemle değiştirmek için uygulanabilir bir sosyo-teknik sistemdir.” (De Jesus vd., 2018, s. 2999).

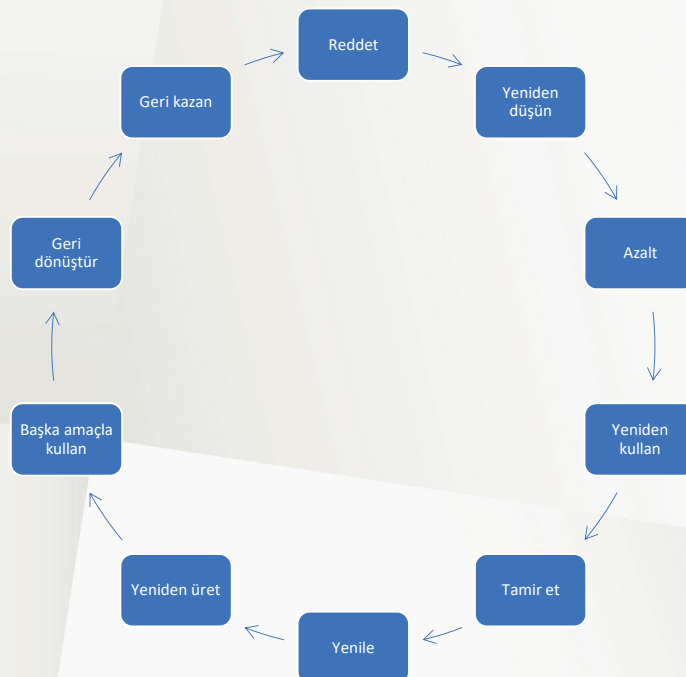
Her ne kadar akademik ve akademik olmayan çevrelerden artan bir ilgi var ise de döngüsel ekonomi kavramı ile ilgili hala bir belirsizlik söz konusudur ve henüz herkes tarafından benimsenmiş tek bir tanımdan bahsetmek mümkün değildir (De Jesus vd., 2018, s. 3004; Kirchherr vd., 2017, s. 223). Görece yeni bir konu olan döngüsel ekonominin, hem çevre hem de toplum için potansiyel yararının ortaya çıkmasını sağlayacak bir anlam edinebilmesi için dikkatli bir şekilde tanımlanması gerekmektedir (Murray vd., 2017, s. 377). Örneğin, mevcut küresel ekolojik ve sosyal krize yanıt olarak döngüsel ekonomi, yalnızca üretim süreçlerinin teknik olarak yeniden yapılandırılması olarak değil, aynı zamanda insanların birbirleriyle maddi etkileşimini düzenleyen kurumların tam bir sistemik dönüşümü olarak da görülebilir (Alberich vd., 2022, s. 2). Bu nednele döngüsel ekonomi yeni sosyo-teknik örgütlenme biçimlerini ve kurumsal değişimleri içermektedir (Horbach ve Rammer, 2019, s. 2; Potting vd., 2017, s. 5).

Şu anda hakim olan modellerle karşılaştırıldığında döngüsel ekonomi, üretim ve tüketim alanlarında farklı bir insan etkileşimi sistemini varsayar ve dikkatli tasarım yoluyla israfı ortadan kaldırır. Döngüsel ekonominin metodolojisi, bir ürünün imalatçısının üretim aşamasındaki tüm düşünce ve eylemlerinin, hizmet ömrü tamamlandıktan sonra ürünle ne yapılacağını anlamaya yönelik olması gerektiği düşüncesine dayanmaktadır (Didenko vd., 2018, s. 1). Döngüsel ekonominin temel prensibi, enerji ve hammadde kullanımının minimize edildiği, malzeme, enerji ve atık döngülerine dayanan üretim sistemleri ile doğal sistemlerin taklit edilmesidir (Masi vd., 2018, s. 540; Sauve vd., 2016, s. 53). Döngüsel

ekonomi esasen kaynakların çok daha iyi şekilde kullanılabilceği, atık ve emisyonların azaltılabileceği yönündeki gözlemlere dayanmaktadır (Geissdoerfer vd., 2017, s. 764). DE'nin çekirdeği, malzemelerin dairesel (kapalı) akışı ve çok fazlı ham madde ve enerji kullanımınıdır (Yuan vd., 2006, s. 5). Ayrıca döngüsel ekonomi pratiklerinin, ekonomik büyümenin bakir kaynak kullanımından, çevresel yıkımdan ve karbon/kaynak- yoğun endüstriyel gelişmeden ayrıştırılması (decoupling) için bir dönüştürücü güce sahip olduğu ileri sürülmektedir (World Bank, 2021, s. 12). Bu temel prensipleri nedeniyle döngüsel ekonomi birçok yazar tarafından paradigma değişimi bakımından bir fırsat olarak görülmektedir (Rincón-Moreno vd., 2020, s. 1; Scarpellini vd., 2019, s. 2212; Prieto-Sandoval vd., 2018, s. 605; Neves ve Marques, 2022, s. 1; Bocken vd., 2016, s. 309; Kristensen ve Mosgaard, 2020, s. 16; Geissdoerfer vd., 2017, s. 757; Bonciu, 2014, s. 84; Schröder vd., 2020, s. 5).

Döngüsel ekonomiye geçiş için çok kritik bir kavram eko-inovasyondur. Eko-inovasyon kavramı, zararlı çevresel etkileri azaltan ürünleri, süreçleri, hizmetleri ve oragnizasyon biçimlerini ifade eden (Pichlak ve Szromek, 2022, s. 4, 7), pozitif çevresel performans yaratan ya da daha az çevresel zarara neden olan inovasyonları ifade etmektedir (Kemp ve Pearce, 2007, s. 5, 6). Literatürde döngüsel ekonominin çok seviyeli bileşenleri hakkında fikir birliği görülmektedir: mikro düzey (organizasyon, tüketici), mezo düzey (firma ağları, eko-endüstriyel parklar, eko-kümelenmeler, endüstriyel simbiyoz) ve makro düzey (bölgesel ve ulusal politika ve düzenlemeler) (Yuan vd., 2006, s. 6, Geng ve Doberstein, 2008, s. 234; Mathews ve Tan, 2011, s. 436; Ghisellini vd., 2016, s. 12; Masi vd., 2018, s. 540; De Jesus vd., 2018, s. 3004; Didenko vd., 2018, s. 6; Prieto-Sandoval vd., 2021, s. 426; Nikolaou vd., 2021, s. 8). Eko-inovasyon mikro, mezo ve makro düzeylerde sürdürülebilirliğe ve döngüsellığe geçiş için son derece önemli bir araçtır (De Jesus vd., 2019, s. 1496).

Şekil 2: Döngüsel Ekonomi R Stratejileri (Yazar tarafından oluşturulmuştur.)



Döngüsel ekonomi kaynak kullanımını, döngüleri yavaşlatma, daraltma ve kapatma ile azaltmayı amaçlamaktadır (Geissdoerfer vd., 2017). Döngüyü yavaşlatma (slowing loops), ürünlerin daha uzun süre kullanımı ve yeniden kullanımını; döngünün kapatılması (closing loops) ise geri dönüşüm yoluyla materyallerin yeniden kullanımını; döngüyü daraltma (narrowing loops) ise ürün ve üretim süreçleri ilişkili olarak kaynak kullanımının azaltılması anlamına gelmektedir (Bocken vd., 2016, s. 309; Bauwens, 2021, s. 1). Döngüyü kapatma, tüketim-sonrası süreçte geri dönüşüme yönelik iken, döngüyü yavaşlatma, bakım (maintenance), tamir (repair), tadilat/yenileştirme (refurbishment) ve yeniden imal (remanufacturing) gibi unsurları kapsarken, döngüyü daraltma ise verimlilik iyileştirmeleridir bu lineer ekonomide hali hazırda uygulanan bir stratejidir (Bocken vd., 2017a, s. 487).

Tablo 3: Döngüsel Ekonominin R Stratejileri (Potting vd., 2017, s. 5)

Refuse (Reddet)	İşlevinden vazgeçerek veya aynı işlevi tamamen farklı bir ürünle sunarak ürünün gereksiz kılınması.
Rethink (Yeniden düşün)	Ürünlerin paylaşılması veya çok işlevli ürünleri piyasaya sürülmesiyle ürün kullanımının daha yoğun hale getirilmesi.
Reduce (Azalt)	Daha az doğal kaynak ve malzeme tüketerek ürün imalatında veya kullanımında verimliliğin artırılması.
Re-use (Yeniden kullan)	Hala iyi durumda olan ve orijinal işlevini yerine getiren atılmış ürünün başka bir tüketici tarafından yeniden kullanılması.
Repair (Tamir et)	Arızalı ürünün orijinal işlevi ile kullanılabilmesi için tamir ve bakımı.
Refurbish (Yenile)	Eski bir ürünün güncel hale getirilmesi.
Remanufacture (Yeniden üret)	Atılan ürünün parçalarının aynı işleve sahip yeni bir üründe kullanılması.
Repurpose (Başka amaçla kullan)	Atılan ürün veya parçalarının farklı işleve sahip yeni bir üründe kullanılması.
Recycle (Geri dönüştür)	Aynı (yüksek dereceli) veya daha düşük (düşük dereceli) kaliteyi elde etmek için malzemelerin işlenmesi.
Recover (Geri kazan)	Enerji geri kazanımı ile malzemelerin yakılması.



Doğal kaynak ve malzeme tüketimini azaltacak ve üretimden kaynaklanan atıkları minimize edecek birçok döngüsellik stratejisi bulunmaktadır. Döngüsel ekonomi yaklaşımının evrimi, döngüsel ekonomi ile ilişkilendirilen faaliyetlerin artmasıyla birlikte ilerlemiştir. Döngüsel ekonomi kavramının ilk ortaya çıktığı dönemde sıklıkla atık yönetiminin iyileştirilmesi gibi son derece sınırlı bir yaklaşım olarak ele alınmakta (Ghisellini vd., 2016, s. 12) ve özellikle geri dönüşüm (recycling) döngüsel ekonomi yaklaşımında anahtar unsur olarak değerlendirilmekteydi (Ekins, 2019, s. 11). Ancak tek başına geri dönüşüm (recycling), lineer ekonomiyle aslında sıkı bir şekilde ilişkilidir, düşük dereceli çözümler sunar ve yüksek oranlarda doğal kaynak kullanımına ve/veya enerji kullanımına neden olur (Potting vd., 2017, s.7; Korhonen vd., 2018, s. 42). Geri dönüşüm diğer "R" stratejilerine göre nispeten daha kolaydır çünkü geri dönüşümde lineer ekonomi modelinin yapısını değiştirmek gerekmemektedir (Ranta vd., 2018, s. 988; Yang vd., 2022, s. 2). Ancak geri dönüşüm yüksek nitelikli olduğunda ve ürünün orijinal kalitesi korunabildiğinde döngüsel ekonomi bakımından kabul edilebilirdir (Potting vd., 2017, s. 7).

Zaman içinde için geri dönüşüme (recycle), önce azaltma (reduce) ve yeniden kullanma (reuse) eklenmiştir ve 3R stratejisi ortaya çıkmıştır. Japonya'nın "3R Initiative" (reduce, reuse, recycle), AB'nin Katı Atık Çerçeve Direktifi (2008) ile R'ler dörde çıkarılmış (reduce, reuse, recycle, recover) ve nihayet 2017 yılında 9R'li bir strateji ortaya çıkmıştır (Potting vd. 2017, s. 15; Ekins, 2019, s. 11; Moraga vd., 2019, s. 453). 9R stratejisi, aslında reddet (refuse) ile toplamda 10 R stratejisine denk düşmektedir. Reddet, yeniden düşün, azalt, yeniden kullan, tamir et, yenile, yeniden üret, başka amaçla kullan, geri dönüştür ve geri kazan gibi kapsamlı bir "10 R" stratejisi seti, döngüsellik seviyelerine göre de kategorize edilebilir (Potting vd., 2017, s. 5, 7; Horbach ve Rammer, 2019, s. 2; Franco vd., 2021, s. 1170-1171). Geri dönüşüm ve enerji geri kazanımı, döngüsel ekonominin en düşük döngüsellik stratejileri iken, ürün ömrünün uzatılması (yeniden kullanma, yeniden üretim, yenileme, onarım ve yeniden kullanım) daha yüksek döngüsellik stratejileri kapsamında değerlendirilir (Potting vd., 2017, s. 4; Mesa vd., 2020, s. 2; Franco vd., 2021, s. 1167). Genel bir kural olarak, çevresel fayda yaratan döngüsellik aranmalıdır (Potting vd., 2017, s. 4). Yüksek seviye döngüsellik, ürün zincirlerinde yeni ürün üretimi için daha az doğal kaynağa ve malzemeye ihtiyaç duyulması anlamına gelir ve bunun için de radikal sosyo-kültürel değişime ihtiyaç vardır (Potting vd., 2017, s. 7, 14).

Döngüsel ekonomi dönüşümünde özellikle verimlilik artışlarına odaklanılması, çevresel etkilerin azaltılması için yeterli değildir. Ekolojik iktisatta önemli bir tartışma konusu olan Jevons Paradoksu, üretim verimliliği artışları sonucunda üretim maliyetlerinin ve nihai ürünlerin fiyatlarının düşmesinin tüketimi artırdığı ve sonuçta ortaya çıkan genel ekonomik büyümenin, verimlilik artışlarıyla elde edilen çevresel kazanımları dengeleyebildiğini ortaya koymaktadır (Korhonen vd., 2018, s. 43; Schröder vd., 2019, s. 191). Ekonomik bir yenilik pazara sunulduğunda hemen etki gücünü belirleyen bir süreç başlamakta, genellikle ilk kabul edilen fikir hakim olmakta ve bu olgu patika bağımlılığı ve kilitlenme olarak ifade edilmektedir (Norton vd., 1998, s. 202). Mevcut ve yeni döngüsel ekonomi modelleri arasında rekabet olacaktır. Ayrıca geleneksel doğrusal akış modelleri, malzeme kullanımı için rekabette yer almaktadır (Korhonen vd., 2018, s. 44). Dolayısıyla döngüsel ekonominin bütün sistemde öngördüğü değişimi sağlaması, R stratejilerinin iş dünyasına tanıtılıp uygulamanın onların insafına bırakılması sürdürülebilirlik yönündeki bir döngüsel ekonomi dönüşümü için yeterli değildir. Döngüsel ekonomi dönüşümü sadece "yeşil" teknolojilerin

daha fazla kullanımı yerine, çok daha geniş ve kapsamlı bakış gerektirmekte, tasarımdan tüketim sonrasına kadar bütün ürün yaşam döngüsünü ilgilendiren radikal değişiklikleri mümkün kılacak, tüm bir ekonomik modelin değişimi anlamına gelmektedir (Ghisellini vd., 2016, s. 12). Çünkü sürdürülebilir kalkınma etik kültürel ve normatif bir olgudur (Korhonen, 2003, s. 304).

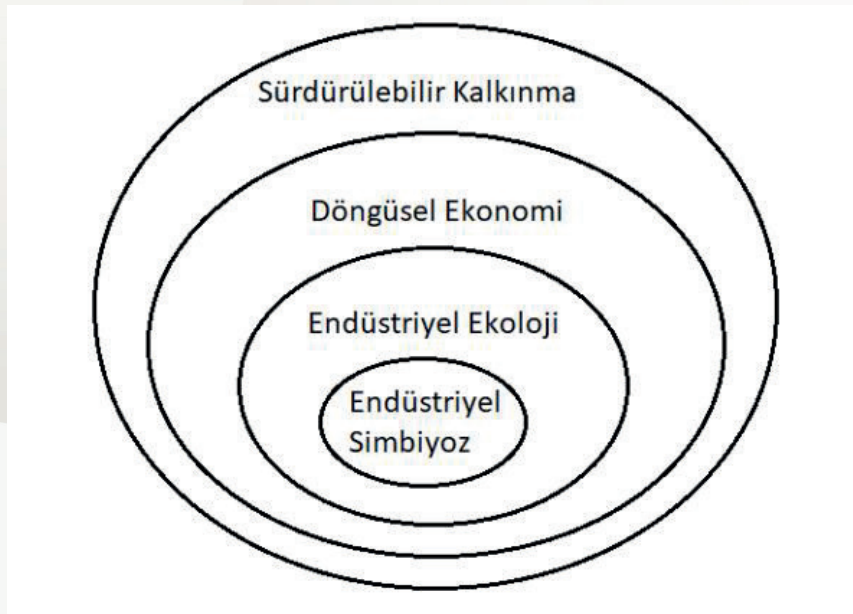
1.4. Döngüsel Ekonomiyle İlgili Kavramlar

Bu bölümde, döngüsel ekonomiyle ilgili endüstriyel ekoloji, endüstriyel simbiyoz, endüstriyel metabozluma kavramları değerlendirilecektir. Bu kavramlar, döngüsel ekonominin endüstriyel üretim, endüstriyel organizasyon ve coğrafi yakınlığın yarattığı sinerjilerle ilgilidir.

1.4.1. Endüstriyel Ekoloji

Endüstriyel ekoloji ve döngüsel ekonomi, büyük ölçüde örtüşen ortak bir kökene sahiptir (Murray vd., 2017, s. 372). Endüstriyel ekoloji, döngüsel ekonominin ortaya çıkan fikirleri için entelektüel bir temel sağlamaktadır (Chertow, 2008, s. 4, 17). Endüstriyel ekoloji, çevre üzerindeki etkilerini azaltmak için endüstriyel sistemlerin enerji ve kaynak döngülerini kapatarak ekosistemi bir analogi olarak değerlendiren ve tüm kaynakların entegre yönetimini amaçlayan bir disiplindir (Erkman, 1997, s. 5; Ayres, 2002, s. 49; Erkman, 2002, s. 27; Lifset ve Graedel, 2002, s. 4; Chertow ve Ehrenfeld, 2012, s. 19). Endüstriyel ekoloji, endüstriyel sistemlerin nasıl çalıştığını, nasıl düzenlendiğini ve biyosfer ile etkileşimini anlamak ve endüstriyel sistemlerin işleyişini doğal ekosistemlerin işleyişiyle uyumlu hale getirmek için nasıl yeniden yapılandırılabilirliğini belirlemek amacıyla (Erkman, 1997, s. 1; Ehrenfeld, 2000, s. 229).

Şekil 3: EEP ile ilgili Kavramsal İlişkiler (Kuvvetli Yavaş, 2022, s. 106)

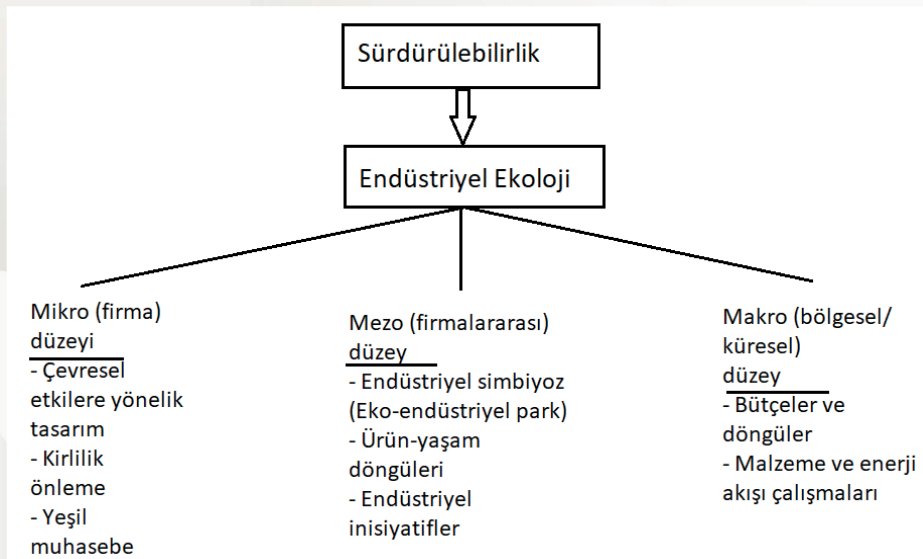


Endüstriyel ekoloji, ürün ve süreçlerin tasarımına rehberlik edecek bir dizi stratejik ilkedir (Ehrenfeld, 1997, s. 91). Endüstriyel ekoloji kavramı, endüstriyel üretimin doğal kısıtlamalardan bağımsız olduğu düşüncesinden vazgeçilmesi anlamına gelmektedir (Lowe ve Evans, 1995, s. 48). Bu nedenle, endüstriyel ekolojinin, hem firma içi hem firmalar arası ilişkiler hem yerel, bölgesel ve küresel düzeyde temel hedefi sürdürülebilirliktir (Chertow, 2008, s. 4; Lowe ve Evans, 1995, s. 48; Roberts, 2004, s. 998; Deutz ve Gibbs, 2004, s. 348; Erkman, 1997, s. 2; Ehrenfeld, 1997, s. 88). Endüstriyel ekoloji, gelişmiş Batı toplumlarının dayandığı daha köklü modern, ekonomik, kapitalist, demokratik ideallerden farklıdır (Ehrenfeld, 1997, s. 88). Şekil 3'te, sürdürülebilir kalkınma, döngüsel ekonomi, endüstriyel ekoloji ve endüstriyel simbiyoz kavramlarının ilişkilerini göstermektedir. Sürdürülebilir kalkınma, döngüsel ve ekonomi ve diğer ilgili kavramları kapsayan, evrensel çerçeveyi oluşturmaktadır.

1.4.2. Endüstriyel Simbiyoz

Yerel, bölgesel ve küresel ölçekte malzeme ve enerji akışına odaklanan endüstriyel ekolojinin endüstriyel simbiyoz olarak bilinen kısmı, malzeme, enerji, su ve yan ürünlerin fiziksel değişimini firmalar arası işbirliği ile birleştirir (Chertow, 2000, s. 314; Ehrenfeld ve Chertow, 2002, s. 334). Ekolojik olarak sürdürülebilir endüstriyel faaliyete yönelik işbirliği aracılığıyla firmalar arasında kaynakların döngüsel akışını ve atıkların minimizasyonunu hedefleyen (Chertow ve Lombardi, 2005, s. 6535), daha sürdürülebilir ve entegre bir endüstriyel sistem yaklaşımıdır (Chertow ve Ehrenfeld, 2012, s. 15). Farklı ülkelerdeki deneyimler, endüstriyel simbiyozun döngüsel ekonomiyi ve sürdürülebilir kalkınmayı destekleyebilecek bir çevresel planlama stratejisi olduğunu göstermektedir (Boom-Cárcamo ve Peñabaena-Niebles, 2022, s. 24). Endüstriyel simbiyoz terimi, iyi gelişmiş yoğun firma etkileşimleri ağının ortaya çıktığı Danimarka'daki Kalundborg endüstriyel kümelenme deneyiminden türetilmiştir (Chertow, 2008, s. 10-11). Ehrenfeld ve Chertow'a göre yaklaşık 18 firmalar arası fiziksel girdi-çıkış bağlantısının yanı sıra küme dışından firmalar da yan ürün-hammadde değişimine dahil olmuş ve Kalundborg endüstriyel kümelenmesindeki endüstriyel simbiyozun somut yönünün önemli bir kısmını oluşturmuştur (2002, s. 334). Çok bilinen ve tartışılan Kalundborg deneyimiyle birlikte Avrupa, İngiltere, Finlandiya, Çin, Japonya ve ABD'de bildirilen çok sayıda endüstriyel simbiyoz örneği ortaya çıkmıştır (Neves vd., 2019, s. 2).

Şekil 4: Endüstriyel Ekolojinin Üç Seviyesi (Chertow, 2000, s. 315)





Endüstriyel simbiyoz, sürdürülebilir kalkınma ve döngüsel ekonominin sıfır atık prensibine dayanan mezo ölçekteki örgütlenmesi bakımından son derece önemlidir. Endüstriyel simbiyozun anahtarı, yerel düzeydeki firma iş birliği ve coğrafi yakınlığın sunduğu sinerjik olanaklardır (Chertow, 2000, s.314).

1.4.3. Endüstriyel Metabolizma

Endüstriyel simbiyoz ile bağlantılı bir kavram, endüstriyel metabolizmadır (Ayres, 1989). Endüstriyel metabolizma kavramı, 1988 yılında Robert U. Ayres tarafından ortaya atılmış, Ayres kavramı, "hammaddeleri ve enerjiyi artı emeği nihai ürünlere ve atıklara dönüştüren fiziksel süreçlerin bütünleşik toplamı" olarak tanımlamıştır (Anderberg, 1998, s. 312). Metabolizma terimi, biyolojide, canlı organizmalarda ve hücrelerde meydana gelen, büyüme, enerji üretimi gibi faaliyetlerle sonuçlanan kimyasal süreçleri tanımlamaktadır (Nehm ve Ulhoi, 2002, s. 3). Endüstriyel metabolizma, endüstriyel sistemlerde girdi-çıkış süreçleri örüntüsünü yani endüstriyel sistemden geçen malzeme ve enerji akışlarını ifade etmektedir (Erkman, 1997, s. 1; Nehm ve Ulhoi, 2002, s. 5). Metabolizma analogisinin temeli, doğadaki bir organizmanın metabolik yaşamında, besinleri sindirim sistemine alarak atıklarını çıktı olarak vermesine dayanmaktadır (Korhonen, 2003, s. 302). Endüstriyel metabolizma, endüstriyel ekoloji (ve döngüsel ekonomi) ile sıkı bir şekilde ilişkilidir (Korhonen, 2003, s. 305).

2. Ekonomi Politikası Gündemi Olarak Döngüsel Ekonomi ve Döngüsel Ekonomi Anlatılarına Yönelik Eleştiriler

Bu bölümde, belli başlı döngüsel ekonomi politikalarından bazıları ele alınacak ve ardından literatürde farklı döngüsel ekonomi anlatılarına yönelik eleştirilere değinilecektir.

2.1. Döngüsel Ekonomiye Yönelik Ekonomi Politikaları

Özellikle gelişmiş ülkelerde artan çevre bilinci, hem endüstri hem de kamu otoriteleri tarafından kirlilik kontrolüne yönelik düzenlemelerin ve yatırımların geliştirilmesine neden olmuştur (Anderberg, 1998, s. 313-314). Döngüsel ekonomi kavramı, Avrupa, Çin ve dünyanın başka yerlerinde politika yapımcılar ve büyük işletmeler açısından yeni bir sürdürülebilirlik paradigması olarak ortaya çıkma potansiyeline sahiptir (Schröder vd., 2019, s. 190). Döngüsel ekonomi (CE), şu anda AB tarafından, Çin, Japonya, Birleşik Krallık, Fransa, Kanada, Hollanda, İsveç ve Finlandiya dahil olmak üzere birçok ulusal hükümet ve ayrıca dünya çapında birçok işletme tarafından desteklenen bir kavramdır (Korhonen vd., 2018, s. 37; Corvellec vd., 2022, s. 421).

Almanya'nın "Closed Substance Cycle and Waste Management Act" (1996) ve Japonya'nın "Basic Law for Establishing Promoting the Creation of a Recycling-oriented Society" (2000) gibi adımları öncü adımlar arasında yer almaktadır. Bu adımların ardından 2000'li yılların başından itibaren Çin, döngüsel ekonomiyi teşvik etmek için yeni kalkınma stratejisini benimsemeye karar vermiştir (Mathews vd., 2010, s. 474; Saavedra vd., 2018, s. 1517). Çin'de 2008 yılında "kaynak kullanım etkinliğini, doğal çevreyi korumayı ve sürdürülebilir kalkınmayı gerçekleştirmek" amacıyla 2009 yılında yürürlüğe giren "Döngüsel Ekonomiyi Teşvik Kanunu" kabul edilmiştir (Mathews vd., 2010, s. 464; Geng vd., 2012, s. 216; Korhonen vd., 2018, s. 37). On Birinci Beş Yıllık Plan'da (2006-2010) döngüsel ekonomiye odaklanılmış, kömür, çelik, elektronik, kimya ve petrokimya sektörlerine yönelik hedefler belirlenmiş ve On İkinci Beş Yıllık Plan'da (2011-2015) döngüsel ekonomi ulusal bir kalkınma stratejisine yükseltilmiştir (Genovese ve Pansera, 2021, s. 98).



Avrupa ülkelerinde döngüsel ekonomi ve döngüsel ekonomi ve ilgili diğer kavramlara ilişkin deneyimler daha eskiye dayanmaktadır. Örneğin, endüstriyel simbiyoz kavramının çıkış noktası olan Kalundborg endüstriyel kümelenmesi, 1990'lı yılların başlarında Danimarka'da keşfedilmiştir. Kalundborg endüstriyel simbiyoz kümelenmesinin ardından birçok ülkede benzeri çalışmalar başlamıştır. Avrupa Birliği, 2015 yılından itibaren döngüsel ekonomiye yönelik olarak birçok doküman, direktif açıklamış ve ilgili düzenlemeler açıklamıştır (Friant vd., 2021, s. 341). Avrupa Komisyonu, 2015 yılında Döngüsel Ekonomi için Eylem Planını (European Commission, 2015), 2019 yılında Avrupa Yeşil Mutabakatını (AYM) (European Commission, 2019) ve 2020 yılında da AYM'ye bağlı olarak Yeni Döngüsel Eylem Planını (European Commission, 2020) ilan etmiştir. Komisyon, 2020 yılında sürdürülebilir piller, 2021 yılında atıklardaki kalıcı organik kirleticiler, atıkların nakliyatı ve benzeri birçok konuda yasal düzenlemelere yönelik çalışmalarda bulunmuştur ve bu çalışmalar hali hazırda devam etmektedir.

Döngüsel Ekonomi için Eylem Planında (2015), döngüsel ekonominin sürdürülebilir, düşük karbon, kaynak-verimli ve rekabetçi bir Avrupa ekonomisi oluşturabilmek, büyüme ve istihdam hedeflerini gerçekleştirebilmek için gerekli olduğu ifade edilmiştir (European Commission, 2015, s. 2). Dokümanda SKA'nın hedeflendiği belirtilmiş ve özellikle SKA-12 ile ilgili olarak üretim kapsamında ürün tasarımı, üretim süreçleri; tüketim; atık yönetimi gibi döngüsel ekonomiye yönelik öncelikli temel ekonomik faaliyet kategorileri ve plastik, gıda atığı, kritik hammaddeler, inşaat ve yıkım, biyokütle ve biyo-esaslı ürünler gibi sektörler belirlenmiştir (European Commission, 2015). Komisyon'un 2019 yılında açıkladığı AYM, kaynak-verimli ve rekabetçi, 2050 yılında gerçekleştirilecek net sıfır emisyon hedefi ile ekonomik büyümeyi kaynak kullanımından ayırtırmayı başaracak Avrupa Birliği'nin çevresel sorunlara cevabı olan büyüme stratejisi olarak ifade edilmiştir (European Commission, 2019, s. 2). Avrupa'nın doğal sermayesi, vatandaşlarının sağlığı ve iyi olma halini gözetecek adil ve kapsayıcı bir geçiş hedeflenmiştir. AYM'nin 2030 SKA'yı gerçekleştirmek için konulan stratejinin ayrılmaz bir parçası olduğu belirtilmiş ve Paris Anlaşması'nın önemi vurgulanmıştır (European Commission, 2019, s. 3, 20). AB'nin çevresel bozulma ve iklim değişimi gibi küresel sorunlara yönelik çözüm arayışlarında küresel lider olarak hareket etmesi gerektiği ifade edilmiştir. İklim nötr ve döngüsel ekonomi için Avrupa endüstrisinin tam mobilizasyonunun sağlanması gerektiği ve bunun için de yeni bir endüstri stratejisi ve döngüsel ekonomi eylem planı yapılacağı ve dijitalleşmenin hem sürdürülebilirlik hem de döngüsellik bakımından hayati önemi olduğu belirtilmiştir (European Commission, 2019, s. 7). Dokümanda döngüsel ekonomiye dönük birçok hedefe de yer verilmiştir. Komisyon, önceden belirlenen takvim gereğince 2020 yılında, yeni döngüsel ekonomi eylem planını açıklamıştır. Bu dokümanda, 2050 net sıfır emisyon ve ekonomik büyümenin kaynak kullanımından ayırtırılması hedefleri, döngüsel ekonomi uygulamalarında küresel liderlik, 2030 SKA'ya bağlılık, farklı R stratejilerine yönelik hedefler ifade edilmiştir (European Commission, 2020, s. 2-4). Elektronik, bilgi ve iletişim teknolojileri (BİT), piller ve araçlar, paketleme, plastik, tekstil, inşaat ve yapı, gıda ve su gibi bazı anahtar niteliğindeki değer zincirleri belirlenmiştir (öncelikli sektör ve faaliyetler) (European Commission, 2020). Dokümanda -görece kısa olsa da- döngüsel ekonomik dönüşümün sosyal boyutuna, adil geçiş mekanizmalarına, işgücünün becerilerinin yükseltilmesi ve işgücüne yeni beceriler kazandırılmasına dair politika gündemlerine yer verilmiştir (European Commission, 2020, s. 15-16).

Oldukça kapsamlı ve detaylı düzenlemelerle ilerleyen AB sürdürülebilirlik ve dögüsel ekonomi politikaları, teknosantrik dögüsel ekonomi anlatısına uygun bir biçimde, büyük ölçüde kaynak verimliliğine ve teknolojik değişime, özellikle de dijitalleşmeye odaklıdır (Fariant vd., 2021, s. 345-346). Ancak AB'nin strateji, politika ve düzenlemelerinin kapsamlı ve hızlı bir şekilde geliştirildiğini eklemek gerekir.

2.2. Dögüsel Ekonomiye Yönelik Eleştiriler

Dögüsel ekonominin sosyal eşitsizlikleri, değer zincirlerindeki güç ilişkilerini, tüketicilerin, kullanıcıların ve vatandaşların rolleri ve hakları, kaynakların dağılımı ve emeğin sömürsünü nasıl etkileyeceği belirsizdir (Schröder vd., 2019, s. 190). Mevcut anlatılar, yeni teknolojilerin dögüsel ekonomiyi yaratma, ekonomiyi daha rekabetçi kılmak, kaynak ve enerji verimli kılmak gibi temel motiflere dayanmaktadır (Geissdoerfer vd., 2017, s. 766). Egemen anlatı, teknosantrik bir söylem ile 21. yüzyılın sosyo-ekolojik zorluklarından ziyade büyümeye ve rekabet edebilirliğe ve üretime odaklanmaktadır (Friant vd., 2021, s. 348). Dögüsel ekonominin, sosyal sorunları nasıl çözeceği ve nasıl daha fazla sosyal eşitlik sağlayacağı bilinmemektedir (Murray vd., 2017, s. 376; Corvellec vd., 2022, s. 426).

Dögüsel ekonomi araştırma ve uygulamaları, stoklardan çok akışlara odaklıdır (Corvellec vd., 2022, s. 423). Jevons Paradoksu olarak da bilinen potansiyel geri tepme etkisi, dögüsel ekonomi için çözülmemiş bir sorundur (Schröder vd., 2019, s. 191). Stanley Jevons'ın 1865'te İngiltere'de kömür üretiminde artan verimliliğin talep artışlarına yol açtığına dair gözlemi, Jevons paradoksu ifadesinin türetilmesine neden olmuştur (Freeman vd., 2015, s. 342). Geri tepme etkileri, artan verimliliğin sağladığı düşük fiyatlar nedeniyle ilgili mal veya hizmete olan talebin artırmasının verimlilik artışını telafi etmesi ve hatta ondan daha ağır basmasıdır (Coroamă ve Mattern, 2019, s. 1; Fich vd., 2022, s. 1; Gossart, 2015, s. 2).

Dögüsel ekonomi, sürdürülebilirlik sorununa pratik bir çözüm olarak sunulmasına karşın yeniden kullanım, yeniden üretim ve geri dönüşüm gibi uygulamaların kısa vadeli ve uzun vadeli çevresel etkileri de bilinmemektedir (Korhonen vd., 2018, s. 42), dögüsel ürünlerin gerçekte geleneksel doğrusal ürünlerin yerine ne düzeyde geçebileceği belirsizdir (Corvellec vd., 2022, s.425). Örneğin, dögüsellik uygulamaları ekonomide gerçekten aşamalı olarak ortadan kaldırılması gereken tehlikeli maddeleri dögüde tutabilir ve böylece tehlikeli unsurların dağılımını artırabilir (Johansson vd., 2020, s. 155). Ayrıca istenmeyen sonuçlara da neden olabilir; görünüşte olumlu olan pek çok sürdürülebilir faaliyetin çok olumsuz çevresel sonuçları olabilir (Murray vd., 2017, s. 376). Ayrıca birçok politika ve strateji dokümanı ortaya konulmasına ve çeşitli düzenlemeler yapılmasına rağmen hali hazırda küresel ekonomide dögüsel ekonominin payı oldukça düşüktür. Circle Economy'nin Deloitte ile işbirliği ile yayımladığı Circularity Gap Report'a göre, küresel ekonomi halihazırda yalnızca %7,2 oranında dögüselidir. Artan malzeme çıkarma ve kullanımı yıldan yıla daha da artmakta, ekonomik faaliyetler daha fazla bakır kaynaklardan elde edilen malzemelere dayanmaktadır (Circle Economy, 2023, s. 8).

Zayıf temellere dayanan aşırı basitleştirilmiş hedefler, dögüsel ekonominin yararlılığı açısından önemli riskler oluşturabilir (Murray vd., 2017, s. 377). Dögüsel ekonomi kavramının içeriğinin oldukça yüzeysel ve bilimsel olarak örgütlenmemiş olduğu ileri sürülmektedir (Didenko vd., 2018, s. 5). Anlatılardaki devrimci dile rağmen dögüsel gelecek planlanmamıştır (Corvellec vd., 2022, s. 428). Lineer bir modelden dögüsel bir modele

geçiş dinamiklerini yakalamak için analiz birimleri ve metrikler konusunda belirsizlik vardır (Schröder vd., 2019, s. 190). AB, Çin dahil olmak üzere döngüsel ekonominin önde gelen savunucuları, döngüsel ekonomi stratejilerini formüle ederken temel referans göstergesi olarak hala GSYH'ye bel bağlamaktadır (Alberich vd., 2022, s. 3). Bu nedenledir ki, Genovese ve Pansera'ya göre, döngüsel ekonominin baskın formülasyonu teknosantrik, teknokratik, eko-modernist bir anlayışa sahiptir (2021, s. 96). Döngüsel ekonominin, sürdürülebilirlikle ilişkili sorunlarının temel nedenlerini ele alma ve çözüm sunma yeteneği, döngüsel ekonominin anlaşılma ve uygulanma biçimine bağlıdır (D'Amato, 2021, s. 237). Döngüsel ekonomiye giden yolda çabalar, sosyal anlamda kapsayıcı olmak zorundadır. Aksi takdirde döngüsel ekonomi, üretimi, tüketimi ve tüm maddi akışların sürdürülebilirliğe yönelik gerçek çabaları gölgeleyen bir ütopyaya dönüşebilir (Schröder vd., 2019, s. 191; Corvellec vd., 2022, s. 429). Leipold ve diğerlerine göre, "döngüsel ekonomi" yerine "döngüsel toplum" çağrısında bulunan anlatılar, döngüsel ekonomi dönüşümünde toplumsal sorunların merkeze yerleştirilmesine daha fazla yardımcı olabilir (2021, s. 6).

Sonuç

Döngüsel ekonomi, sürdürülebilir kalkınmanın gerçekleştirilebilmesi adına akademi, iş dünyası, sivil toplum ve politika yapıcılar tarafından büyük ilgi gören, evrimi devam eden ve belirsizliklerle ilerleyen bir kavram ve politika gündemidir. Başlarda, geri dönüşüm (recycle) ile özdeşleştirilen döngüsel ekonomi, zamanla farklı R stratejilerini de kapsayacak şekilde genişleyerek çok geniş bir perspektiften ekonomik dönüşümü kavrayabilecek radikal anlatıların ortaya çıkmasını da sağlamıştır. Bu nedenler dolayısıyla bir paradigma değişimine işaret ettiği ilgili birçok yazar ve kurum tarafından ifade edilmektedir. Döngüsel ekonomi, genel olarak, sıfır atık ve ekonomik faaliyetlerde doğadaki biyo-fiziksel sistemlerin taklidi, ekonomik faaliyetlerin bakir kaynak kullanımından ayrıştırılması, üretimde kaynak ve enerji verimliliğinin en yüksek seviyeye çıkarılması gibi prensiplerine dayanan, mevcut sistemin tek yönlü lineer mantığının tamamen dışında bir anlayışa sahiptir. Bu yönleriyle sürdürülebilir kalkınma ve SKA'nın gerçekleştirilebilmesi için son derece önemli olduğu genel kabul görmüştür. Nitekim, zaman içinde gelişen R stratejileri, makro (bölge, ülke, şehir), mezo (firmalararası iş birlikleri) ve mikro (firma içi) ölçeklerde, döngüsel ekonomik dönüşümün gerçekleştirilmesine yönelik güçlü önerilerde bulunmaktadır.

1990'lı yıllarla birlikte hızlanan edüstriyel üretimi ve ekonomik büyümesi nedeniyle çevresel bozulma sorunu derinleşen Çin'in yanı sıra ekonomik dinamizmini ve rekabetçiliğini yeniden kazanmak ve ekonomide verimli yatırımların ve istihdam artışının önünü açmak isteyen Japonya, Avrupa Birliği, Güney Kore ve yanı sıra pek çok ülke döngüsel ekonomiye yönelik politikalar geliştirmeye yönelmişlerdir. Ancak akademik çalışmalar hem de politika dokümanlarında döngüsel ekonomi farklı sorunsallaştırma biçimleri ve içeriklerle tartışılmaktadır. Atık yönetimi ve ürün döngüsü analizlerinden paradigma değişimine kadar genişleyen farklı döngüsel ekonomi anlatıları ve elbette eleştiriler söz konusudur. Döngüsel ekonominin, sürdürülebilir kalkınma ve SKA ile ilişkilendirilmesi dönüşüm için anlamlı bir adım olsa da, döngüsel ekonomiye yönelik siyasi, ekonomik ve sosyal çabaların nasıl sonuçlar yaratacağı, sosyal sorunlara çözüm getirip getiremeyeceği, bunun da ötesinde, ekolojik etkilerinin neler olacağı henüz net değildir. Döngüsel ekonominin özellikle gelişmiş ülkelerin, endüstriyel üretim küresel rekonfigürasyonu ve ticaret akışlarının yeniden organizasyonu ve bu çerçevede rekabet gücü sağlanması için endüstriyel bir teşvik olmanın ötesine geçip geçemeyeceği yanıt bekleyen en önemli sorudur.

Kaynakça

- Alberich, J.P., Llorente-González, L.J., Ramezankhani, M.J., Bimpizas-Pinis, M., Lowe, B.H. (2022). Using Macroeconomic Indicators to Enact an Ambitious Circular Economy. *Circular Economy and Sustainability*, <https://doi.org/10.1007/s43615-022-00232-3>.
- Anderberg, S. (1998). Industrial Metabolism And The Linkages Between Economics, Ethics And The Environment. *Ecological Economics*, 24, 311 – 320. 0921-8009(97)00151-1.
- Arora-Jonsson, S. (2023). The sustainable development goals: A universalist promise for the future. *Futures*, 146, 103087, <https://doi.org/10.1016/j.futures.2022.103087>.
- Ayres, R.U. (1989). Industrial Metabolism. R. U. Ayres, V. Norberg-Bohm, J. Princet, W. M. Stigliani & J. Yanowitz (ed.). *The Environment, And Application Of Materials-Balance Principles For Selected Chemicals* içinde (1-16), Novographic, Vienna, Austria. 8-7045-0097-6.
- Ayres, R. U. (2002). On industrial ecosystems. R.U. Ayres & L.W. Ayres (Ed.). *A Handbook of Industrial Ecology* içinde (44-59). Edward Elgar. Cheltenham, UK- Northampton MA, USA. ISBN 1 84064 506 7.
- Ayres, R.U., Kneese, A.V. (1969). Production, Consumption, and Externalities. *The American Economic Review*, 59(3), 282-297, <https://www.jstor.org/stable/1808958>.
- Banerjee, A., Duflo, E., 2011. Poor economics: A radical rethinking of the way to fight global poverty. *Public Affairs*, New York.
- Bauwens, T. (2021). Are the circular economy and economic growth compatible? A case for post-growth circularity. *Resources, Conservation & Recycling*, 175, 105852. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2021.105852>.
- Bocken, N. M. P., de Pauw, I, Bakker, C., Van Der Grinten, B. (2016). Product design and business model strategies for a circular economy. *Journal of Industrial and Production Engineering*, 33(5): 308–320.
- Bocken, N.M.P., Ritala, P., Huotari, P. (2017a). The Circular Economy: Exploring the Introduction of the Concept Among S&P 500 Firms. *Journal of Industrial Ecology*, 21(3), 487-490, DOI: 10.1111/jiec.12605.
- Bocken, N. M. P., Olivetti, E. A., Cullen, J. M., Potting, J., Lifset, R. (2017b). Taking the Circularity to the Next Level A Special Issue on the Circular Economy. *Journal of Industrial Ecology*, 21(3), 476-482. DOI: 10.1111/jiec.12606.
- Boom-Cárcomo, E. & Peñabaena-Niebles, R. (2022). Analysis of the Development of Industrial Symbiosis in Emerging and Frontier Market Countries: Barriers and Drivers. *Sustainability*, 14, 4223. <https://doi.org/10.3390/su14074223>.
- Boulding, K. E. (1966). The economics of the coming spaceship Earth. H. Jarrett (Ed.) *Environmental quality in a growing economy* içinde (3-14) . Baltimore: Resources for the Future/Johns Hopkins University Press.
- Bordt, M., Saner, M. (2022). Beyond GDP: The idea of global sustainability accounting. *UNESCAP Statistical Division Working Paper Series*. <https://www.unescap.org/resource-series/sd-working-papers> (04.04.2023).
- Brennan, G., Tennant, M., Blomsma, F. (2015). Business and production solutions: Closing Loops & the Circular Economy. H. Kopnina, & E. Shoreman-Ouimet (Ed). *Sustainability: Key Issues* içinde (219-239). Routledge: EarthScan.

- Chancel, L., Piketty, T., Saez, E., Zucman, G. vd. (2021). World Inequality Report 2022. *World Inequality Lab*. wir2022.wid.world.
- Chertow, M. R. (2000). Industrial Symbiosis: Literature and Taxonomy. *Annual Review of Energy Environment*, 25:313–37. DOI: 10.1146/annurev.energy.25.1.313.
- Chertow, M. R., Lombardi, M. (2005). Quantifying Economic and Environmental Benefits of Co-Located Firms. *Environmental Science & Technology*, 39(17), Erişim adresi: <https://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/es050050%2B>.
- Chertow, M. R. (2007). “Uncovering” Industrial Symbiosis. *Journal of Industrial Ecology*, 11 (1), 11-30.
- Chertow, M. R. (2008). Industrial Ecology In A Developing Context. C. Clini, I. Musu & M. Gullino. (Ed.), *Sustainable Development and Environmental Management*, Springer.
- Chertow, M., Ehrenfeld, J. (2012). Organizing Self-Organizing Systems Toward a Theory of Industrial Symbiosis. *Journal of Industrial Ecology*, 16 (1). DOI: 10.1111/j.1530-9290.2011.00450.x.
- Circle Economy (2023). The Circularity Gap Report 2023. https://assets.website-files.com/5e185aa4d27bcf348400ed82/63ecb3ad94e12d3e5599cf54_CGR%202023%20-%20Report.pdf (28.04.2023).
- Cooper, T. (1999). Creating an economic infrastructure for Sustainable product design. *Journal of Sustainable Product Design*, 8, 7–18, ISSN 1367–6679.
- Corvellec, H., Stowell, A.F., Johansson, N. (2022). Critiques of the Circular Economy. *Journal of Industrial Ecology*, 26, 421- 432, DOI: 10.1111/jiec.13187.
- Crutzen, P.J. (2002). Geology of mankind. *Nature*. 415 (3), 23.
- D’Amato, D. (2021). Sustainability Narratives as Transformative Solution Pathways: Zooming in on the Circular Economy. *Circular Economy and Sustainability*, 1, 231–242, <https://doi.org/10.1007/s43615-021-00008-1>.
- De Jesus, A., Antunes, P., Santos, R. And Mendonça, S. (2018). Eco-innovation in the transition to a circular economy: An analytical literature review. *Journal of Cleaner Production*, 172, 2999-3018. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.11.111>.
- De Jesus, A., Antunes, P., Santos, R., Mendonça, S. (2019). Eco-innovation pathways to a circular economy: Envisioning priorities through a Delphi approach. *Journal of Cleaner Production*, 228, 1494-1513, <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.04.049>.
- De Jesus, A., Lammi, M., Domenech, T., Vanhuyse, F., Mendonça, S. (2021). Eco-Innovation Diversity in a Circular Economy: Towards Circular Innovation Studies. *Sustainability*, 13, 10974. <https://doi.org/10.3390/su131910974>
- Didenko, N. I., Klochkov, Y.S., Skripnuk, D. F. (2018). Ecological Criteria for Comparing Linear and Circular Economies. *Resources*, 7(48), 1-17, doi:10.3390/resources7030048.
- Domenech, T., Bleischwitz, R., Doranovab, A., Panayotopoulosa, D., Roman, L. (2019). Mapping Industrial Symbiosis Development in Europe_ typologies of networks, characteristics, performance and contribution to the Circular Economy. *Resources, Conservation & Recycling*. 141, 76-98. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2018.09.016>.
- Ehrenfeld, J.R. (1997). Industrial Ecology: A Framework And Process Design. *Journal of Cleaner Production*. 5(1-2), 87-95. PII: SO959-6526(97)00015-2.

- Ehrenfeld, J.R. (2000). Industrial Ecology: Paradigm Shift or Normal Science?. *American Behavioral Scientist*, 44(2), 229-244, <https://doi.org/10.1177/0002764200044002006>.
- Ehrenfeld, J.R., Chertow, M.R. (2002). Industrial symbiosis: the legacy of Kalundborg. R.U. Ayres & L.W. Ayres (Ed.). *A Handbook of Industrial Ecology* içinde (334-348). Edward Elgar.
- Ekins, P., Domenech, T., Drummond, P., Bleischwitz, R., Hughes, N. and Lotti, L. (2019), “The Circular Economy: What, Why, How and Where”, Background paper for an OECD/EC Workshop on 5 July 2019 within the workshop series “Managing environmental and energy transitions for regions and cities”, Paris.
- Ellen MacArthur Foundation. (2013). *Towards The Circular Economy*, Vol.1, (Ellen MacArthur Foundation), Cowes, Isle of Wight.
- Erkman, S. (1997). Industrial ecology: an historical view. *Journal of Cleaner Production*. 5, (1-2), 1-10.
- Erkman, S. (2002). The recent history of industrial ecology.. R.U. Ayres & L.W. Ayres (Ed.). *A Handbook of Industrial Ecology* içinde (27-35).Edward Elgar. Cheltenham, UK-Northampton MA, USA. ISBN 1 84064 506 7.
- European Commission (2015). *Closing the Loop, an EU Action Plan for the Circular Economy*. Brussels, COM(2015) 614 final.
- European Commision (2019). *The European Green Deal*. COM(2019) 640 final.
- European Commision (2020). *Circular Economy Action Plan: For a cleaner and more competitive Europe*. Brussels, COM(2020) 98 final.
- Franco, N.G., Almeida, M.F.L., Calili, R.F. (2021). A strategic measurement framework to monitor and evaluate circularity performance in organizations from a transition perspective. *Sustainable Production and Consumption*, 27, 1165–1182, <https://doi.org/10.1016/j.spc.2021.02.017>.
- Friant, M.C., Vermeulen, W.J.V., Salomone, R. (2021). Analysing European Union circular economy policies: words versus actions. *Sustainable Production and Consumption*, 27, 337–353 <https://doi.org/10.1016/j.spc.2020.11.001>.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), the International Fund for Agricultural Development (IFAD), the United Nations Children’s Fund (UNICEF), the World Food Programme (WFP) or the World Health Organization (WHO) (2021). *The State of Food Security and Nutrition in the World 2021. Transforming food systems for food security, improved nutrition and affordable healthy diets for all*. Rome, FAO. <https://doi.org/10.4060/cb4474en>.
- Frosch, R. A. and Gallopoulos, N. E. (1989). Strategies for Manufacturing. *Scientific American*, 261 (3), 144-153, Erişim adresi: <https://www.jstor.org/stable/10.2307/24987406>.
- Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, N. And Hultink, E. J. (2017). The Circular Economy – a new sustainability paradigm?. *Journal of Cleaner Production*, 143, 757-768. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.048>.
- Geng, Y., Doberstein, B. (2008). Developing the circular economy in China: Challenges and opportunities for achieving ‘leapfrog development’. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, 15, pp.231–239. DOI 10.3843/SusDev.15.3:6

- Geng, Y., Fu, J., Sarkis, J., Xue, B. (2012) Towards a national circular economy indicator system in China: an evaluation and critical analysis. *Journal of Cleaner Production*, 23, 216-224, doi:10.1016/j.jclepro.2011.07.005.
- Genovese, A., Pansera, M. (2021). The Circular Economy At A Crossroads: Technocratic Eco-Modernism Or Convivial Technology For Social Revolution? *Capitalism Nature Socialism*, 32(2), 95–113, <https://doi.org/10.1080/10455752.2020.1763414>.
- Ghisellini, P., Cialani, C., Ulgiati, S. (2016). A review on circular economy: the expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems. *Journal of Cleaner Production*, 114, 11-32.
- Grafstrom, J., Aasma, S. (2021). Breaking circular economy barriers. *Journal of Cleaner Production*, 292, 10, <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126002>.
- Greyson, J. (2007). An Economic Instrument For Zero Waste, Economic Growth And Sustainability. *Journal of Cleaner Production*, 15 1382-1390, doi:10.1016/j.jclepro.2006.07.019.
- Gupta, H., Kumar, A. and Wasan, P. (2021). Industry 4.0, cleaner production and circular economy: An integrative framework for evaluating ethical and sustainable business performance of manufacturing organizations. *Journal of Cleaner Production*, 295, 126253, <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126253>.
- Haas, W., Krausmann, F., Wiedenhofer, D. and Heinz, M. (2015). How Circular is the Global Economy? An Assessment of Material Flows, Waste Production, and Recycling in the European Union and the World in 2005. *Journal of Industrial Ecology* 19(5), 765-777, <https://doi.org/10.1111/jiec.12244>.
- Hardin, G. (1968). The Tragedy of the Commons. *Science, New Series*. 162(3859), 1243-1248, <http://www.jstor.org/stable/1724745>
- Hoff, J.V., Rasmussen, M.M.B., Sørensen, P.B. (2021). Barriers and opportunities in developing and implementing a Green GDP. *Ecological Economics*, 181, 106905, <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2020.106905>
- Horbach, J., Rammer, C. (2019). Circular economy innovations, growth and employment at the firm level: Empirical evidence from Germany. *Journal of Industrial Ecology*. 1–11. DOI: 10.1111/jiec.12977.
- International Labour Organization (ILO) (2022). World Employment and Social Outlook: Trends 2022. ISBN 9789220356982 (web PDF).
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2021). Climate Change 2021 The Physical Science Basis: Summary for Policymakers. ISBN 978-92-9169-158-6.
- Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (IPBES) (2019): Global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the. E. S. Brondizio, J. Settele, S. Díaz, and H. T. Ngo (ed.). IPBES secretariat, Bonn, Germany. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3831673>.
- International Monetary Fund (IMF) (2022). World Economic Outlook International Monetary Fund: Rising Caseloads, a Disrupted Recovery, and Higher Inflation.
- Johansson, N., Henriksson, M. (2020). Circular economy running in circles? A discourse analysis of shifts in ideas of circularity in Swedish environmental policy. *Sustainable Production and Consumption*, 23, 148–156. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2020.05.005>.

- Kemp, R., Pearson, P. (2007). Final Report of the MEI Project Measuring Eco-Innovation; MEI: Eindhoven, The Netherlands.
- Kirchherr, J., Reike, D., Hekkert, M. (2017). Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. *Resources, Conservation & Recycling*, 127, 221-232. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.09.005>.
- Kristensen, H. S., Mosgaard, M. A. (2020). A review of micro level indicators for a circular economy e moving away from the three dimensions of sustainability?. *Journal of Cleaner Production*, 243 (10), 1-20, <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118531>.
- Korhonen, J. (2003). On the Ethics of Corporate Social Responsibility – Considering the Paradigm of Industrial Metabolism. *Journal of Business Ethics*, 48: 301–315, <https://link.springer.com/article/10.1023/B:BUSI.0000005798.88294.31>.
- Korhonen, J., Honkasalo, A. And Seppälä, J. (2018). Circular Economy: The Concept and its Limitations. *Ecological Economics*, 143, 37–46. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolecon.2017.06.041>.
- Kuhn, T.S. (1970). *The Structure of Scientific Revolutions*. Enlarged Second Edition. The University Of Chicago Press.
- Kumar, V., Sezersan, I., Garza-Reyes, J.A., Gonzalez, E.D.R.S. and AL-Shboul, M.A. (2019). Circular economy in the manufacturing sector: benefits, opportunities and barriers. *Management Decision*, 57 (4), 1067-1086. <https://doi.org/10.1108/MD-09-2018-1070>.
- Kuvvetli-Yavaş, H. (2022). Sürdürülebilir Kalkınma, Eko-Endüstriyel Parklar ve Türkiye’de Yeşil OSB’ler. E. Yüksel Acı, F.H. Segin, G. Sart (Ed.), *Yeşil ve Dijital Dönüşüm Güncel Yaklaşımlar* içinde (101-116), Bursa: Ekin Yayınevi.
- Leipold, S., Weldner, K., Hohl, M. (2021). Do we need a ‘circular society’? Competing narratives of the circular economy in the French food sector. *Ecological Economics*, 187, 107086, <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2021.107086>.
- Lifset, R., Graedel, T. E. (2002). Industrial ecology: goals and definitions. R.U. Ayres & L.W. Ayres (Ed.). *A Handbook of Industrial Ecology* içinde 3-15. Edward Elgar.
- Lowe, E.A., Evans, L.K. (1995). Industrial ecology and industrial ecosystems. *Journal of Cleaner Production*, 3 (1-2), 47-53, 0959--6526/95.
- Ma, S., Wen, Z.Z., Chen, J., Wen, Z.Z. (2014). Mode of circular economy in China's iron and steel industry: a case study in Wu’an city. *Journal of Cleaner Production*, 64, 505-512. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.10.008>.
- Masi, D., Kumar, V., Garza-Reyes, J. A., Godsell, J. (2018). Towards a more circular economy: exploring the awareness, practices, and barriers from a focal firm perspective. *Production Planning & Control*, 29:6, 539-550, DOI: 10.1080/09537287.2018.1449246.
- Mathews, J.A., Tang, Y., Tan, H. (2010). China’s move to a Circular Economy as a development strategy. *Asian Business & Management*, 10 (4) 463–484, Macmillan Publishers Ltd. 1472-4782.
- Mathews, J. A. and Tan, H. (2011). Progress Toward a Circular Economy in China. The Drivers (and Inhibitors) of Eco-industrial Initiative. *Journal of Industrial Ecology*, 15 (3), DOI: 10.1111/j.1530-9290.2011.00332.x

- McDowall, W., Geng, Y., Huang, B., Bartekova, E., Bleischwitz, R., Turkeli, S., Kemp, R. and Domenech, T. (2017). Circular Economy Policies in China and Europe. *Journal of Industrial Ecology*, 21 (3), <https://doi.org/10.1111/jiec.12597>.
- McMichael, P. (2017). The Shared Humanity of Global Development: Biopolitics and the SDGs. *Globalizations*, 14(3), 335-336, DOI: 10.1080/14747731.2017.1281627.
- Meadows, D. H., Meadows, D. L., Randers, J. and Behrens III, W. W. (1972). *The Limits to Growth: A Report For The Club Of Rome's Project On The Predicament Of Mankind*. A Potomac Associates Book.
- Mesa, J., González-Quiroga, A., Maury, H. (2020). Developing an indicator for material selection based on durability and environmental footprint: A Circular Economy perspective. *Resources, Conservation & Recycling*, 160, 104887 <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.104887>.
- Mignolo, W. D. (2019). Sustainable Development or Sustainable Economies? Ideas Towards Living In Harmony And Plenitude. Socioscapes. *International Journal of Societies, Politics and Cultures*, 1 (1), 48-65, DOI 10.48250/1004
- Milanovic, B. (2012). Global Income Inequality by the Numbers: in History and Now An Overview. World Bank Policy Research Working Paper 6259.
- Moraga, G., Huysveldt, S., Mathieux, F., Blengini, G. A., Alaerts, L., Van Acker, De Meester, S. and Dewulf, J. (2019). Circular economy indicators: What do they measure?. *Resources, Conservation & Recycling*, 146: 452–461. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.03.045>.
- Moreau, V., Sahakian, M., Van Griethuysen, P. And Vuille, F. (2017). Coming Full Circle Why Social and Institutional Dimensions Matter for the Circular Economy. *Journal of Industrial Ecology*, 21(3), DOI: 10.1111/jiec.12598. pp. 497-506.
- Morseletto, P. (2023). Sometimes linear, sometimes circular: States of the economy and transitions to the future. *Journal of Cleaner Production*, 390, 136138 <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.136138>.
- Murray, A., Skene, K. And Haynes, K. (2017). The Circular Economy: An Interdisciplinary Exploration of the Concept and Application in a Global Context. *Journal of Business Ethics*, 140:369–380. DOI 10.1007/s10551-015-2693-2.
- Nehm, I. B., Ulhoi, J. P., (2002). Industrial Symbiosis In An Extended Perspective. Working Papers 2000-6, University of Aarhus, Aarhus School of Business, Department of Management.
- Neves, A., Godina, R., Azevedo, S. G., Pimentel, C. and Matias, J.C.O. (2019). The Potential of Industrial Symbiosis: Case Analysis and Main Drivers and Barriers to Its Implementation. *Sustainability*, 11, 7095; doi:10.3390/su11247095.
- Nikolaou, I. E., Jones, N. and Stefanakis, A. (2021). Circular Economy and Sustainability: the Past, the Present and the Future Directions. *Circular Economy and Sustainability*, 1, 1–20. <https://doi.org/10.1007/s43615-021-00030-3>.
- Norton, B., Costanza, R., Bishop, R.C. (1998). The Evolution Of Preferences Why ‘Sovereign’ Preferences May Not Lead To Sustainable Policies And What To Do About It. *Ecological Economics*, 24, 193-211, PII S 0 9 2 1 - 8 0 0 9 (9 7) 0 0 1 4 3 – 2.

- Pichlak, M., Szromek, A.R. (2022). Linking Eco-Innovation and Circular Economy—A Conceptual Approach. *Journal of Open Innovation Technology Market Complexity*, 8, 121. <https://doi.org/10.3390/joitmc8030121>
- Potting, J., Hekkert, M., Worrell, E. and Hanemaaijer, A. (2017). Circular Economy: Measuring Innovation In The Product Chain Policy Report. Erişim adresi: <https://www.pbl.nl/sites/default/files/downloads/pbl-2016-circular-economy-measuring-innovation-in-product-chains-2544.pdf> (13.06.2022).
- Prieto-Sandoval, V., Torres-Guevara, L. E., Ormazabal, M., Jaca, C. (2021). Beyond the Circular Economy Theory: Implementation Methodology for Industrial SMEs. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 2021 – 14(3): 425-438 – Online ISSN: 2013-0953 – Print ISSN: 2013-8423. <https://doi.org/10.3926/jiem.3413>.
- Qiao, F., Qiao, N. (2013). Circular Economy: An Ethical and Sustainable Economic Development Model. *Prakseologia*, 154. <http://cejsh.icm.edu.pl/cejsh/element/bwmeta1.element.desklight-3ccfe695-bab5-47e5-a5ad-2499ce994f4d>, (12.02.2023).
- Qu, D., Shevchenko, T., Xia, Y., Yan, X. (2022). Education and instruction for circular economy: A review on drivers and barriers in circular economy implementation in China. *International Journal of Instruction*, 15(3), 1-22. <https://doi.org/10.29333/iji.2022.153>.
- Ranta, V., Aarikka-Stenroos, L., Makinen, S.J. (2018). Creating value in the circular economy: A structured multiple-case analysis of business models. *Journal of Cleaner Production*, 201, 988-1000 <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.08.072>.
- Rockström, J., Steffen, W., Noone, K., Persson, A., Chapin, F. S., Lambin, E.F., Lenton, T.M., Scheffer, M., Folke, C., Schellnhuber, H.,J., Nykvist, B., De Wit, C.A., Hughes, T., Van Der Leeuw, S., Rodhe, H., Sörlin, S., Snyder, P.K., Costanza, R., Svedin, U., Falkenmark, M., Karlberg, L., Corell, R.W., Fabry, V.J., Hansen, J., Walker, B., Liverman, D., Richardson, K., Crutzen, P, Foley, J.A. (2009). A Safe Operating Space For Humanity. *Nature*, 461(24), 472-475.
- Rodríguez-Antón, J. M., Rubio-Andrada, L., Celemín-Pedroche, M. S., Ruíz-Peñalver, S. M. (2021). From the circular economy to the sustainable development goals in the European Union: an empirical comparison. *Int Environ Agreements*. 22:67–95 <https://doi.org/10.1007/s10784-021-09553-4>.
- Saavedra, Y.M.B., Iritani, D.R., Pavan, A.L.R., Ometto, A.R. (2018). Theoretical Contribution of Industrial Ecology to Circular Economy. *Journal of Cleaner Production*, 170, 1514-1522, <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.09.260>.
- Sachs, J. D. (2015). *The Age of Sustainable Development*. Columbia University Press. New York, Chichester, West Sussex.
- Saez, E. and Zucman, G. (2020). The Rise of Income and Wealth Inequality in America: Evidence from Distributional Macroeconomic Accounts. *Journal of Economic Perspectives*, 34 (4), 3–26.
- Sauve, S., Bernard, S. and Sloan, P. (2016). Environmental sciences, sustainable development and circular economy: Alternative concepts for trans-disciplinary research. *Environmental Development*, 17, 48–56. <http://dx.doi.org/10.1016/j.envdev.2015.09.002>.

- Scarpellini, S., Portillo-Tarragona, P., Aranda-Uson, A. and Llana-Macarulla F. (2019). Definition and measurement of the circular economy's regional impact. *Journal of Environmental Planning and Management*, 62(13), 2211–2237, <https://doi.org/10.1080/09640568.2018.1537974>
- Schroeder, P., Anggraeni, K. and Weber, U. (2018). The Relevance of Circular Economy Practices to the Sustainable Development Goals. *Journal of Industrial Ecology*, 23(1), DOI: 10.1111/jiec.12732.
- Schröder, P., Bengtsson, M., Cohen, M., Dewick, P., Hofstettere, J., Sarkis, J. (2019). Degrowth Within – Aligning Circular Economy And Strong Sustainability Narratives. *Resources, Conservation & Recycling*, 146, 190–191, <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.03.038>.
- Schröder, P., Lemille, A., Desmond, P. (2020). Making the circular economy work for human development. *Resources, Conservation & Recycling*, 156, 104686, <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.104686>.
- Schmelzer, M. (2015). The Growth Paradigm: History, Hegemony, And The Contested Making of Economic Growthmanship. *Ecological Economics*, 118, 262-271, <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolecon.2015.07.029>.
- Stahel, W. R. (1982). The Product-Life Factor. An Inquiry into the Nature of Sustainable Societies: The Role of the Private Sector, Houston Area Research Center. Susan Grinton Orr (eds.) <https://www.quebeccirculaire.org/data/sources/users/4/32217.pdf>.
- Steffen, W., Crutzen, P.J., McNeill, J.R. (2007). Are Humans Now Overwhelming the Great Forces of Nature?. *Ambio*, 36 (8), 614-621, <https://www.jstor.org/stable/25547826> (21.02.2023).
- Steffen, W., Broadgate, W., Deutsch, L., Gaffney, O., Ludwig, C. (2015). The trajectory of the Anthropocene: The Great Acceleration. *The Anthropocene Review*, 1–18, DOI: 10.1177/2053019614564785.
- Tabrizian, S. (2019). Technological innovation to achieve sustainable development—Renewable energy technologies diffusion in developing countries. *Sustainable Development*, 27, 537–544, DOI: 10.1002/sd.1918.
- United Nations (1992). Agenda 21. <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/Agenda21.pdf> (Access: 12.09.2022).
- United Nations (2015). Transforming Our World: The 2030 Agenda For Sustainable Development. A/RES/70/1.
- United Nation Environment Programme. (2015). Global Waste Management Outlook ISBN: 978-92-807-3479-9.
- United Nations Industrial Development Organization. (2017a). Circular Economy. https://www.unido.org/sites/default/files/2017-07/Circular_Economy_UNIDO_0.pdf.
- United Nations Industrial Development Organization. (2017b). Implementation Handbook For Eco-Industrial Parks. file:///C:/Users/hilal/OneDrive/Documents/MAKALELER/CE-EI/UNIDO%20Eco-Industrial%20Park%20Handbook_English.pdf
- Valverde, J.-M., Avilés-Palacios, C. (2021). Circular Economy as a Catalyst for Progress towards the Sustainable Development Goals: A Positive Relationship between Two

Self-Sufficient Variables. *Sustainability*, 13, 12652.
<https://doi.org/10.3390/su132212652>.

Walker, A. M., Opferkuch, K., Roos Lindgreen, E., Raggi, A., Simboli, A., Vermeulen, W. J. V., Caeiro, S., Salomone, R. (2022) What Is the Relation between Circular Economy and Sustainability? Answers from Frontrunner Companies Engaged with Circular Economy Practices. *Circular Economy And Sustainability*, 2, 731–758.
<https://doi.org/10.1007/s43615-021-00064-7>

WCED (World Commission on Environment and Development) (1987). Our Common Future (The Brundtland Report). Oxford University Press, Oxford/New York.
<https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/5987our-common-future.pdf> (Erişim tarihi: 22.08.2022).

WEBER, H. (2017). Politics of ‘Leaving No One Behind’: Contesting the 2030 Sustainable Development Goals Agenda. *Globalizations*, 14 (3) 399 – 414,
<http://dx.doi.org/10.1080/14747731.2016.1275404>.

World Bank (2021). Circular Economy in Industrial Parks: Technologies for Competitiveness.
https://circulareconomy.europa.eu/platform/sites/default/files/emf_completing_the_picture.pdf. (Access: 07.09.2022).

World Bank (2022). Global Economic Prospects. ISBN (electronic): 978-1-4648-1844-8. DOI: 10.1596/978-1-4648-1843-1.

Yang, Y., Guan, J., Nwaogu, J.M., Chan, A.P.C., Chi, H., Luk, C.W.H. (2022). Attaining higher levels of circularity in construction: Scientometric review and cross-industry exploration. *Journal of Cleaner Production*, 375, 133934,
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.133934>.

Yuan, Z., Bi, J. and Moriguichi, Yuichi (2006) The Circular Economy A New Development Strategy in China. *Journal of Industrial Ecology*, 10, 1–2. DOI: 10.1162/108819806775545321.



AVRUPA BİRLİĞİ'NİN SIFIR ATIK POLİTİKALARI

Laçin AKYIL*

ÖZET

Avrupa Birliği'nde oldukça gündemde olan atık yönetimi, atığın çevresel ve sağlık üzerindeki olumsuz etkilerini azaltmayı ve Avrupa Birliği'nin kaynak verimliliğini iyileştirmeyi amaçlamaktadır. Avrupa Birliği, bu amaçlarını hayata geçirmek için çeşitli uygulamalar gerçekleştirmektedir. Ancak her üye ülkenin farklı düzeyde atık bilinci ve uygulamaları bulunmaktadır. Avrupa Birliği, sıfır atık konusundaki hedeflerine yönelik üye ülkelerine bilgi sağlamak ve üye ülkelerinin çevresel performanslarını geliştirmelerine yardımcı olmak için birtakım belgeler hazırlayarak ve düzenlemeler yaparak üye ülkelerin sıfır atık faaliyetlerine katılımlarına yönelik bir anlayış geliştirmelerini istemektedir. Bu çalışmada ise Avrupa Birliği'nin sıfır atığa yönelik politikaları konusunda üye ülkelerin sıfır atık ile ilgili neden ortak bir düzeye gelemediği üzerine değinilecektir.

Anahtar Kelimeler: Avrupa Birliği, sıfır atık, Avrupa Çalışmaları, döngüsel ekonomi, Avrupa Birliği Ekonomisi.

* Dr. Öğr. Üyesi, İstanbul Arel Üniversitesi, Meslek Yüksekokulu, lacinakyil@arel.edu.tr



Giriş

Tarihsel açıdan atık yönetimi, bugünkü şekliyle modern uygarlığın gelişmesinden önce oluşturulmuştur. Tarihsel süreç içinde atık yönetimi, 6 yenilik dalgası halinde ele alınmaktadır. Birinci dalga; M.Ö. 3000 yılında Knossos'da oluşturulan ilk çöplüğün kayıtlara geçmesiyle başlamıştır. Dolayısıyla ilk dalga; açık alana atıkların boşaltıldığı bir dönemdir. İkinci dalga; kontrolsüz depolamanın aktif olduğu bir dönemdir. Üçüncü dalga; atık yönetiminde M.Ö. 2000 yılından itibaren kullanılmaya başlanan atık kompostlamanın yapılmasıyla ilgilidir. Dördüncü dalga; geri dönüşüm ve kontrollü depolamanın aktif olduğu bir dönemdir. Özellikle 1970'lerde yaşanan petrol krizinden sonra kaynakların geri kazanılması ve atıkların geri dönüştürülmesi tüm dünyada yaygınlaşmıştır. Bu nedenle beşinci dalga; biyolojik arıtma, atıktan enerjiye teknolojiler, ileri düzeyde geri dönüşüm ve kaynak geri kazanımı odaklı bir yaklaşımı benimsemiştir. 2000'li yıllar itibarıyla sıfır atık, atık yönetiminin altıncı dalgasını oluşturarak gerçek bir sürdürülebilir atık anlayışına ulaşmayı hedeflemiştir. Böylece atıktan kaynak geri kazanımına yönelik bütüncül bir yaklaşımı içermektedir (UNEP/GRID-Arendal. A History of Waste Management, Norway, 2006'dan aktaran Zaman, Lehmann, 2011, s. 76-77).

Avrupa Birliği, temelde ekonomik amaçlı kurulan bir Birlik olsa da Avrupa Birliği'nin uzun yıllardan bu yana sürdürmekte olduğu çevrenin korunmasına yönelik bir yaklaşımı bulunmaktadır. Üye ülkelerin kalkınmasının iktisadi büyüme aracılığıyla gerçekleşeceği fikri ile politikalar, kalkınma odaklı gerçekleştirilmiş ve bunun sonucunda çevreye verilen zarar, ilk başlarda fark edilmemiştir. Ancak bütün bu politikalar sonucunda artan çevre kirliliğinin hem çevreyi hem de ekonomik faaliyetleri olumsuz yönde etkilediğinin ortaya çıkması sonucu Birlik, atık yönetimine yönelik girişimlerine ağırlık vermiştir.

Çevre sorunlarının önemli bir bölümünü atıklar oluşturmaktadır. Atıkların hem çevreye hem de ekonomiye olumsuz etki yaratmasından dolayı Avrupa Birliği, atığın kaynağında yok edilmesini sağlayan sıfır atık yaklaşımını 2010'lu yılların ortalarından itibaren benimsemeye yönelik çalışmalarını gerçekleştirmektedir. Ancak Avrupa Birliği'nin atık yönetimi ile ilgili politikalarının ve Birlik mevzuatlarının üye ülkeler tarafından farklı düzeylerde uygulanması, sıfır atık yaklaşımını olumsuz yönde etkilemektedir. Ortaya çıkan bu sorunla birlikte bu çalışmada; Avrupa Birliği'nin atık yönetimi ve sıfır atık politikalarına yönelik yaklaşımlarından, üye ülkelerin atık yönetimi ile ilgili uygulamalarından ve hem Avrupa Birliği üye ülkelerinde hem de Birlik genelinde sıfır atık yaklaşımının daha fazla benimsenmesi için gerekli önerilerden bahsedilecektir.

1. Sıfır Atık Kavramı ve Tarihçesi

Günümüzde tüketim odaklı anlayışın yaygınlaşması, kentleşme faaliyetleri ve hızlı nüfus artışı atık üretiminin artmasına sebep olmaktadır. Meydana gelen büyük miktarlardaki atıklar ise başta çevre olmak üzere enerji ve ekonomi gibi alanları etkilemektedir. Özellikle kentleşme ve sanayileşme faaliyetleri, yüksek oranda atığın oluşmasına sebep olmaktadır. Dünyadaki kaynakların kıt ve bir gün tükenecek olmasından ötürü sıfır atık kavramı günümüzde dikkat çeken bir kavram haline gelmiştir.



Sıfır atık, Uluslararası Sıfır Atık İttifakı (Zero Waste International Alliance) tarafından “ürünlerin, ambalajların ve malzemelerin üretimi, tüketimi, yeniden kullanımı ve geri kazanımı yoluyla yanmadan ve çevreyi ve insan sağlığını tehdit eden unsurların toprağa, suya veya havaya karışmadan bütün kaynakların korunması” şeklinde tanımlanmaktadır (Zero Waste International Alliance, Zero Waste Definition).

Bir ürün üretilmekte ve bu ürün tüketiciyle buluşturulmaktadır. Tüketicinin ürünü kullanması ve tüketmesi sonucunda ürün, bir süre sonra atık haline gelmektedir. Bu atıklar ise toplanarak yakılmakta veya depolama alanlarında biriktirilmektedir. Zaman içerisinde ise atık miktarının artmaya başlaması ile atıklar çok uzun yıllar boyunca buldukları alanda kalmaktadır. Sıfır atık uygulamalarında ise atıklar yakılma veya depolarda bekletilmeden kaynağında tüketilecektir. Bu şekilde ürünler, atık halinde uzun yıllar boyunca yok olmayı beklemeden pek çok kez kullanılarak hem ekonomik hem de çevre açısından yararlı hale gelecektir (İklim Gazetesi, AB'nin Sıfır Atık Şehirler Planı ve başarabildikleri, 02.06.2021).

Çevreci aktivist ve yazar Bea Johnson, kaleme aldığı “Zero Waste Home” adlı kitabında sıfır atıkla ilgili 5R (refuse, reduce, reuse, recycle, rot) kavramından bahsetmiştir. Böylece evdeki atıkları azaltmak için bireylerin gereksinimi olmayan şeyleri reddetmeleri, gereksinimi olan unsurları azaltmaları, tüketmiş olduklarını yeniden kullanmalarını, yeniden kullanılamayacak olanları geri dönüştürmeyi ve geri kalanları ise çürütmeyi önermektedir (Johnson, 2013, s. 14-15). Johnson'ın sıfır atık kavramına dikkat çekmesi ve sosyal medyanın gücü ile birlikte sıfır atık kavramı geniş kesimlere ulaşmaya devam etmektedir.

Sıfır atık kavramı, ilk olarak 1970'li yıllarda Amerika Birleşik Devletleri'nde yer alan laboratuvarlardaki kimyasal atık miktarını azaltmak için “Sıfır Atık Sistemleri” (Zero Waste Systems) adlı şirketin kurucusu kimyager Paul Palmer tarafından kullanılmıştır. Palmer, daha sonra Sıfır Atık Enstitüsü (Zero Waste Institute)nü kurmuştur. 1990'lı yıllar itibarıyla geri dönüşüm vurgusunun öne çıkmasıyla birlikte sıfır atık kavramı da önem kazanmaya başlamıştır. 2002 yılına gelindiğinde San Fransisco şehri, sıfır atık hedefi belirleyerek Amerika Birleşik Devletleri'nin en yeşil şehri unvanını almıştır. 21. yüzyıl ile birlikte bilgi ve iletişim teknolojileri sayesinde bilginin daha erişilebilir hale gelmesiyle dünya çapında sıfır atık temsilcilerinin sayısı artmaya başlamıştır (Zero Waste Republic). Özellikle atıklarla ilgili meselelerin 1860'lı yıllarda kaleme alındığı gözlenmektedir. Böylece o dönemde atıklarla ilgili endişeler bugün sıfır atık yaklaşımına doğru evrilmeye başlamıştır (Bilgili, 2021, s. 693).

1986 yılında Toplu Yakmalara Karşı Ulusal Koalisyon (the National Coalition Against Mass Burn Incineration) kurulmuştur. 1989 yılında Amerika Birleşik Devletleri'nde Kaliforniya Entegre Atık Yönetimi Yasası; (the California Integrated Waste Management Act) 1995 yılına kadar atık depolama alanından %25, 2000 yılına kadar ise %50 oranında atık ayrıştırma amacıyla kabul edilmiştir. 1997 yılında Yeni Zelanda'da, Yeni Zelanda Sıfır Atık Vakfı (the Zero Waste New Zeland Trust) ve yine aynı yılda Amerika Birleşik Devletleri'nde California Resource Recovery Association sıfır atık konusunda bir konferans düzenlemiştir. 1998 yılında Amerika Birleşik Devletleri'nde sıfır atık; Kuzey Karolina, Seattle, Washington



ve Washington DC’de yol gösterici ilkeler olarak kapsam altına alınmıştır. 2000 yılında Amerika Birleşik Devletleri’nde Yakma Fırını Alternatifleri İçin Küresel İttifak (the Global Alliance for Incinerator Alternatives) kurulmuştur. 2002 yılında ABD’de Uluslararası Sıfır Atık İttifakı kurulmuştur. İlk sıfır atık zirvesi Yeni Zelanda’da düzenlenmiştir. 2004 yılında Sıfır Atık Güney Avustralya (Zero Waste SA) adlı bir örgüt Avustralya’da kurulmuştur. 2012 yılında Amerika Birleşik Devletleri’nde Sıfır Atık İş Konseyi (the Zero Waste Business Council) kurulmuştur (Paul Connett, the Zero Waste Solution, Chelsea Green Publishing, Vermont, 2013’ten aktaran Zaman, 2015, s. 13). Sıfır atığın dünyada meydana gelen oluşumlarına bakıldığında Avrupa Birliği’nin bu konuda biraz geç kaldığını söylemek mümkündür. Çünkü Sıfır Atık Avrupa 2014’te kurulmuştur. Avrupa İçin Sıfır Atık Programı belgesi ise 2014 yılında yayımlanmıştır.

2. Avrupa Birliği’nde Sıfır Atık Yaklaşımı

İklim krizinin etkileri her geçen yıl daha da etkisini göstermeye başlamıştır. Kaynak yönetimi açısından incelendiğinde küresel tedarik zincirindeki ve enerji fiyatlarındaki değişim nedeniyle döngüsel bir ekonomiye duyulan gereksinim de artmaktadır. Dayanıklılık ve yeniden kullanılabilirlik günümüzde avantajlı hale gelmiştir. 10 yıl öncesine kadar sıfır atık kavramı Avrupa genelinde gündemde olan bir kavram değilken bugün sıfır atık, döngüsel bir ekonomiyi uygulamaya yönelik küresel bir kavram haline gelmiştir (Zero Waste Europe, Strategic Framework 2022–2024, 2022, s. 2–11).

2.1. Sıfır Atık Avrupa

Sıfır Atık Avrupa, Avrupa belediyelerini bir araya getiren, uluslararası kâr amacı gütmeyen yerel sıfır atık gruplarının da katılımıyla sürdürülebilirliği, ekonomik dayanıklılığı ve sosyal uyumu iyileştirmek amacıyla atığı, kademeli olarak ortadan kaldırmak için oluşturulan bir harekettir. Ayrıca Sıfır Atık Avrupa, Uluslararası Sıfır Atık İttifakı üyesidir (Zero Waste Europe, Introducing Zero Waste Europe–the main principles, 2013).

Sıfır Atık Avrupa (Zero Waste Europe), israfın yok edilmesi için kuruluşların, yerel liderlerin ve uzmanların bir araya geldiği bir Avrupa ağı olarak tanımlanmaktadır. İnsanların ve gezegenin yararı için sıfır atığa doğru bir geçiş sağlamak amacıyla sürdürülebilir sistemlerin ve kaynaklarla ilişkilerin yeniden tasarlanmasına yönelik çalışmalar gerçekleştirilmektedir. 2014 yılında kurulan Sıfır Atık Avrupa; ürün tasarımından, yeniden kullanılabilirliğe ve belediyelerin sıfır atık stratejilerine kadar zaman içerisinde faaliyet alanını genişletmiştir (Zero Waste International Alliance, Our Journey and Values).

Sıfır Atık Avrupa’nın 2022–2024 yıllarını kapsayan Stratejik Çerçeve 2022–2024 (Strategic Framework 2022–2024) belgesinde yenileyici, insan odaklı, örnek teşkil eden ve sıfır atığa doğru küresel bir geçiş için katalizör görevi görebilecek bir Avrupa yaratmanın amaçlandığı belirtilmiştir. Belgede, Avrupa’yı sıfır atık haline dönüştürmek için vatandaşların kaynaklarla



ve kendisiyle olan ilişkisini dönüştürmenin gerekli olduğu vurgulanmaktadır. Kaynak yönetimini değiştirmek, tüketici davranışını etkilemek, yeni iş modellerini desteklemek ve bu geçişi sağlamak için uygun yasal çerçeveyi ve ekonomik teşvikleri yaratmak gereklidir. Stratejik Çerçeve belgesi, 3 sütun kapsamında ve bu 3 sütunu birbirine entegre ederek sıfır atıklı bir Avrupa haline dönüştürmeyi hedeflemektedir. 1. sütun ile şehirleri, işletmeleri ve yatırımları harekete geçirerek sahada sıfır atık çözümleri uygulamak, 2. sütun ile politika ve finansman enstrümanlarını kullanarak mümkün kılan koşullar yaratmak, 3. sütun ile organizasyon içinde ve dışında yer alan grupları organize ederek hareket oluşturmak istenmektedir. 1. sütunun 2024 yılı hedeflerinde toplam belediye atığı üretiminin her yıl azaltılması, ambalaj atıklarının azaltılması, sıfır atık ile ilgili çözümlerin giderek daha yaygın hale gelmesi yer almaktadır. 2. sütunun 2024 yılı hedeflerinde yeni yasal ve mali düzenlemelerin geri dönüşüm yerine önleme ve yeniden kullanıma öncelik vermesi, Avrupa Birliği ve ulusal yönetmeliklerin daha iyi geri dönüşümünü kolaylaştırması, yasal ve finansman etmenlerin sıfır atığa geçiş için en iyi uygulama çözümlerine öncelik vermesi ve ambalajın yeniden kullanımına ve geri dönüşümüne izin verilerek en tehlikeli kimyasalların yasaklanması yer almaktadır. 3. sütunun 2024 yılı hedeflerinde ise; daha iyi eğitim, kaynaklar, bağlantılar ve organize yaklaşımlar yoluyla daha büyük etki yaratması, Ulusal Sıfır Atık İttifakı (National Zero Waste Alliances)'nin döngüsel ekonomi ve sıfır atık konusunda stratejik ulusal mevzuatların birlikte oluşturulmasında önemli bir paydaş rolüne sahip olması yer almaktadır (Zero Waste Europe, Strategic Framework 2022-2024, 2022, s. 2-11).

2.2. Sıfır Atık Şehirler

Sıfır Atık Şehirler (Zero Waste Cities), şehirlerin sıfır atığa geçişine yardımcı olmak için oluşturulmuş bir program olmakla beraber yerel paydaşların sıfır atıkla ilgili en iyi uygulamaları gerçekleştirmeleri için Avrupa çapında uzman bir bilgi birikimini bir araya getirmeyi sağlamaktadır. Programın amaçları arasında; şehirler düzeyinde sıfır atığa geçişi hızlandırmak ve her ölçekten belediyeyi destekleyerek atık üretiminde önemli bir azalmanın, ayrı toplamanın ve vatandaşların yaşam kalitesinin iyileştirilmesinin sağlanması için Avrupa Birliği mevzuatlarına dayalı yerel iş birliğini gerçekleştirmek yer almaktadır. Sıfır atık şehirler, geri dönüşümün ötesine geçerek atığın oluşmasını en baştan önleyen sistemlere odaklanmaktadır. Örneğin bebek bezlerinin yeniden kullanımına öncelik veren politikaların geliştirilmesi vb. Sıfır atık şehir düşüncesi Avrupa'da 2007 yılında bir ilkökul öğretmeni olan Rossano Ercoli'nin liderliğinde oluşan bir topluluk hareketi yerel bir çöp yakma fırınının inşasını durdurarak Avrupa'da sıfır atık şehir hareketinin doğmasına sebep olmuştur. 2011 yılına gelindiğinde ise Avrupa çapındaki kuruluş ve aktivistler iş birliği yapmaya başlamış ve öylece Sıfır Atık Avrupa'nın kurulmasına giden yolu oluşturmuşlardır. 2014 yılında Slovenya'nın başkenti olan Ljubljana, Avrupa'nın ilk sıfır atık başkenti olmasıyla bu durum sıfır atık konusunda önemli bir dönüm noktası olmuştur. Sıfır Atık stratejilerini benimseyen Sloven belediyelerinin sayısındaki artış, Slovenya'yı Avrupa Birliği içindeki en yüksek geri dönüşüm oranına sahip ülkelerden biri haline getirmiştir. (Zero Waste Europe, The State of Zero Waste Municipalities 2020, s. 4-7).



2010'ların ikinci yarısından itibaren sıfır atık şehir hareketi İtalya ve Slovenya'da yaygınlık kazanırken, Romanya ve Hırvatistan'da da benzer politikalar benimsenerek bu ülkelerde de atıkların azaltılması, atık önleme konusunda farkındalığın artması yönünde çalışmalar sürdürülmüştür. 2018 yılında ise Avrupa Birliği, atıklarla ilgili mevzuat değişikliğini kabul ederek Avrupa içinde döngüsel ekonomiyi sağlayacak önemli adımlar atmıştır. Atıklarla ilgili gözden geçirilmiş yasal çerçeve Temmuz 2018 tarihinde yürürlüğe girerek atıkların azaltılması ile ilgili net hedefler belirlenmiş ve önümüzdeki 15 yıl boyunca atık yönetimi ve geri dönüşüm için bir yol haritası oluşturulmuştur. Bununla birlikte 2019 yılında Avrupa Birliği tarafından çevre ve suya karşı plastik akışını durdurmak için tek kullanımlık plastikleri aşamalı bir şekilde kaldırmayı öngören bir direktif (Directive on the Reduction of the Impact of Certain Plastic Products on the Environment) oluşturulmuştur (Zero Waste Europe, The State of Zero Waste Municipalities 2020, s. 8). Ancak Break Free From Plastic tarafından 2020 yılında yürütülen çalışma doğrultusunda şu ana kadar Avrupa Birliği ülkelerinden sadece birkaçının direktifi uygulamak için çalışmalar başlattığı, öte yandan Bulgaristan, Hırvatistan ve Polonya'nın ise çalışmalara hiç başlamadığı belirtilmiştir (Break Free for Plastic, 2020).

Sıfır atık bir şehirde malzeme akışı döngüsel olmalı ve kaynaklar verimli kullanılmalıdır. Bu nedenle atık yönetim sisteminin performansı, sıfır atık performansını yansıtmaktadır (Zaman, Lehmann, 2013, s. 125). Gelecekte daha az atık üreterek ve tüm atıkları şehirden toplayarak %100 geri dönüşümün gerçekleştiği ve kaynak geri kazanımı sağlayarak ve sürdürülebilir kaynak kullanımlarının sağlandığı sıfır atık şehirleri planlanmaktadır. Sıfır atık şehirlerde mevcut şehirlerin daha sürdürülebilir hale gelmesi için yeniden yapılandırılması gereklidir. Yüksek karbonlu fosil yakıt kullanımından düşük karbon emisyonu teknolojilere kadar binaları inşa etme, geri dönüştürme yöntemlerinin yeniden şekillendirilmesi gereklidir. Sürdürülebilir tüketim konusunda vatandaşların bilinçlenmesi önemlidir. Sürdürülebilir tüketim için ise eğitim, bireylerin ve sosyal grupların daha sürdürülebilir tüketim toplumuna doğru değişiminin itici gücü olmalarını sağlamak açısından önemlidir. (Zaman, Lehmann, 2022, s. 82-86).

2.3. Avrupa Birliği'nin Atık Yönetimi ve Sıfır Atık Uygulamaları

Avrupa Birliği'ndeki tüm ekonomik faaliyetlerinden kaynaklanan yıllık atık üretimi yaklaşık 2,5 milyar tondur. Komisyon, Döngüsel Ekonomi Eylem Planı'nda atık oluşumunun nasıl azaltılacağına dair bir yol belirleyerek 2035 yılına kadar kentsel atık depolama alanı payını %10 ile sınırlandırmasını hedeflemiştir. Avrupa Birliği'nin atık yasaları ve politikaları atık yönetiminde önemli gelişmelere yol açmıştır. Aynı zamanda Komisyon, gerektiğinde üye ülkelere bu konudaki mevzuatları uygulamak için de destek sağlamaktadır. Mevzuata uyulmadığı takdirde ise gerekli önlemleri almaktadır. Bu bağlamda Komisyon, Avrupa Birliği'nin atıkla ilgili mevzuatına uymadıkları gerekçesiyle Romanya, Bulgaristan, Hırvatistan, Yunanistan ve Slovakya üye ülkelerine karşı yasal sürecin yürütülmesi ile ilgili çalışmalarını gerçekleştirmiştir. Ayrıca Romanya'nın 26 Nisan 1999 tarihli 1999/31/EC sayılı Konsey Direktifine uymaması gerekçesiyle Komisyon, Avrupa Birliği Adalet Divanına ek bir dava göndermeye karar vermiştir. Komisyon tarafından bu 5 ülkede başlatılan incelemeler



neticesinde ülkelerdeki depolama alanlarında eksiklikler tespit edilmiştir. Bulgaristan'ın depolama alanlarında arıtması, Hırvatistan'ın belediye atıklarının herhangi bir işleme tabi tutulmadan depolanması, Yunanistan'ın yeterli düzeyde arıtma tesisine sahip olmaması, Romanya'nın atıklarının çoğunun herhangi bir işleme tabi tutulmadan depolanması, Slovakya'nın atık türlerinin seçimini yapmak için yeterli kurulumla sahip olmaması tespit edilmiştir. Buna ek olarak da 26 Nisan 1999 tarihli 1999/31/EC sayılı Konsey Direktifine göre Romanya'da 109 depolama alanının 16 Temmuz 2009 tarihine kadar kapatılması ve rehabilite edilmesi gerekmesine rağmen 18 Ekim 2018 tarihinde Avrupa Birliği Adalet Divanı, Romanya'nın 68 depolama alanının ilgili yükümlülüklerini yerine getirmediğini tespit etmiştir. Benzer ihlal durumları Bulgaristan, İtalya ve Slovenya ile yaşanmaktadır (European Commission, Circular Economy: Commission Takes Action Against Five Member States to Improve Waste Management, 2021). Buradan da anlaşılacağı üzere Avrupa Birliği üye ülkeleri arasında atık uygulamalarını örnek teşkil edecek düzeyde uygulayan ülkelerin yanında sorumluluklarını yerine getirmeyen ve bu durumun Avrupa Birliği Adalet Divanına taşınmasına sebep olan üye ülkeler de yer almaktadır.

Avrupa Komisyonu'nun 02.07.2014 tarihli COM(2014)398 sayılı "Döngüsel Bir Ekonomiye Doğru: Avrupa İçin Sıfır Atık Programı" (Towards a circular economy: A zero waste programme for Europe)nda döngüsel ekonomi sistemlerinin, ürünlerdeki katma değeri mümkün olduğu kadar uzun süre koruması ve israfı ortadan kaldırması konusunda önemli olduğundan ve döngüsel ekonomik modellere geçişin Avrupa ekonomisi için olumlu etkileri olacağından bahsedilmiştir. Böylece kaynakları tekrar üreterek israfı azaltmanın aynı zamanda dayanıklılığı ve rekabet gücünü arttırmanın ve bunun sonucunda kalıcı olarak ekonomik açıdan sürdürülebilir bir büyümenin gerçekleşeceğinden bahsedilmiştir. Ayrıca belgede akıllı, sürdürülebilir ve kapsayıcı büyüme için Avrupa 2020 Strateji belgesi ile de kaynak verimliliği sağlanmak amacıyla daha döngüsel bir ekonomiye doğru ilerlemenin önemli olduğu vurgulanmıştır (European Commission, COM(2014)398, s. 2-3).

Avrupa Birliği atıklarla ilgili 11 Mart 2020 tarihinde "Yeni Döngüsel Ekonomi Eylem Planı" adında bir plan yayımlanmıştır. Plan ile birlikte malların bütün yaşam eğrisi süresince yeni girişimler ortaya çıkararak iktisadi yapıyı daha modern bir hale dönüştürmek ve bununla birlikte çevreyi korumak hedeflenmektedir. Döngüsel ekonominin ana ekseninde sürdürülebilir malların üretilmesi, Avrupa Birliği vatandaşlarının bu döngüye katılımlarının gerçekleşmesi ve vatandaşların döngüsel ekonominin kazanımlarından yararlanmalarının sağlanması açısından bu planın uygulanması son derece önemlidir (Avrupa Komisyonu, 2020).

Avrupa Birliği'nin uzun yıllardır süregelen Avrupa Birliği Yeşil Haftası (EU Green Week), Avrupa Birliği'nin çevre politikası kapsamındaki önemli etkinliklerinden birini oluşturmaktadır. Avrupa Birliği Yeşil Haftası etkinliklerinde çevre politikaları anlayışını geliştirilerek, politikaların gelişimiyle ilgili görüş alışverişi yapılarak Avrupa'daki vatandaşlar ve paydaşlar arasında diyaloglar oluşturulmaktadır (European Commission, EU Green Week). 2021 yılındaki Avrupa Birliği Yeşil Haftasının teması ise "Sıfır Kirlilik-Sıfır Atık Zorluklar ve Fırsatlar" olmuştur.



Etkinlik kapsamında endüstriyel atıkların daha iyi yönetilmesine ve depolama alanlarında bertaraf edilen atık miktarının azaltılmasına yönelik katkı sağlamak hedeflenmiştir (European Commission, EU Green Week 2021). Avrupa Birliği'nin Yeşil Haftasında sıfır atığa yönelik bir tema belirlemesi bu konuya önem verdiğini göstermektedir.

Dünyada meydana gelen çevre sorunlarıyla mücadele etmek için "Avrupa Yeşil Mutabakatı" ile finans, çevre, enerji, iklim, araştırma gibi alanlarda stratejiler geliştirilmiştir. Küresel sorunların başında gelen iklim değişikliklerinin meydana gelmesi ve çevrenin bozulması sadece Avrupa'yı değil, tüm dünyayı tehdit etmektedir. Bu sorunlara meydan okuyabilmek amacı ile oluşturulan Avrupa Yeşil Mutabakatı, Avrupa Birliği'ni kaynaklarını en verimli şekilde kullanan, küresel rekabetin olduğu bir ekonomiye sahip bir örgüt haline getirmeyi amaçlamaktadır (European Commission, A European Green Deal). Avrupa Yeşil Mutabakatındaki stratejilerin yerine getirilmesi amacıyla Avrupa Komisyonu tarafından "Avrupa Birliği Mavi Ekonomi Raporu" (the EU Blue Economy Report) ile artırılmayan atık suyun çevreye olan olumsuz etkisi üzerinde durulmuştur. Avrupa Birliği Mavi Ekonomi Raporu, Avrupa Birliği'ndeki mavi ekonominin kapsamını ve büyüklüğünü analiz ederek okyanusların, denizlerin ve kıyı kaynaklarının sürdürülebilir bir şekilde geliştirilmesini vurgulamaktadır. 2018 yılından itibaren hazırlanan Plan, Avrupa Yeşil Mutabakatı kapsamındaki politikaların ve girişimlerin geliştirilmesi ve uygulanması konusunda destek sağlamayı amaçlamaktadır (European Commission, The EU Blue Economy Report 2022, 2022). Deniz biyoteknolojisinde meydana gelen ilerlemeler, denizlere atılan atıkların biyolojik olarak rafine edilebilmesi için çaba sarf etmektedir. Bu sebeple denizlerin atıklardan arıtılması da sıfır atık konusunu ilgilendiren bir meseledir.

Avrupa Komisyonu aynı zamanda Avrupa Yeşil Mutabakatın önemli bir parçası olan "Tarladan Sofraya" (The Farm to Fork Strategy) adlı stratejisini de oluşturarak sürdürülebilir gıda üretimini desteklediğinin altını çizmiştir. Bu strateji, sürdürülebilir gıda sistemine geçişi hızlandırmak amacıyla oluşturulmuştur. Böylece iklim değişikliğini hafifletmek, herkesin yeterli, güvenli, sürdürülebilir gıdaya ulaşmasını sağlamak ve Avrupa Birliği tedarik ağının rekabet gücünü arttırarak gıdanın karşılanabilirliğini korumak hedeflenmiştir (European Commission, Farm to Fork Strategy)

Avrupa Komisyonu tarafından 12 Mayıs 2021 tarihinde yayımlanan "Hava, Su ve Toprak İçin Sıfır Kirliliğe Doğru" (Towards Zero Pollution for Air, Water and Soil) eylem planında, 2050 yılına kadar hava, su ve toprak kirliliğinin doğal ekosistemler için zararlı kabul edilmeyecek seviyeye inmesine, gezegenin başa çıkabileceği sınırlara saygı duyulmasına ve toksik olmayan bir ortamın yaratılmasına yönelik hedefler ortaya konulmuştur. Ayrıca 2030 yılına kadar da plastiklerin, hava kirliliğinin, kentsel katı atıkların ve kimyasal pestisit kullanımının azaltılmasına yönelik hedefler de geliştirmiştir (European Commission, EU Action Plan: 'Towards Zero Pollution for Air, Water and Soil', 2021).

Avrupa Birliği'nin atık yönetimi konusunda gerçekleştirmiş olduğu en büyük yeniliklerden



biri de Avrupa Birliği sınırları içerisinde 3 Temmuz 2021 tarihinden itibaren plastik tıbbi malzeme ve hijyenik ped, plastik içeriğe sahip sigara filtreleri gibi bazı plastik ürünler haricindeki tek kullanımlık plastiklerin yasaklanması yönündeki mevzuatın yürürlüğe girmesi olmuştur. Yasak kapsamında olan rnlerin Avrupa Birliği sınırları içinde kamuya açık alanlardaki çöplerin yaklaşık %20'sini oluşturması ve bu plerin Avrupa Birliği'ndeki belediyelere yılda yaklaşık 700 milyon avroya mal olması, mevzuatın yürürlüğe girmesini gerekli hale getirmiştir (Euronews, 03.07.2021). 2023 yılında ise Avrupa Birliği'nde kullanımı yasaklanan bazı tehlike içerikli kimyasalların ihracatını yasaklayan bir mekanizmanın oluşturulması planlanmaktadır (European Commission, Hazardous chemicals – prohibiting production for export of chemicals banned in the European Union).

2.4. Avrupa Birliği lkelerinde Atık Yönetimi ve Sıfır Atık Uygulamaları

Avrupa Birliği, atığı kaynağa dönüştürme ve sürdürülebilir atık yönetimlerini teşvik etme konusunda önemli ilerleme kaydetse de ye ülkeler arasında önemli farklılıklar da bulunmaktadır. Örneğin 2014 yılında bazı ye ülkeler belediye atıklarının depolanmasına son verirken, bazı ye ülkelerde belediye atıklarının %90'ından fazlası depolanmaktadır (European Commission, COM (2014)398, s. 9).

Avrupa Birliği lkeleri içinde evre koruma ve sürdürülebilirlik açısından İsveç, sıfır atık hedefine ulaşma yakınlığıyla Avrupa Birliği'nin örnek ülkelerinden biridir. Bu noktada İsveç'in yıllar öncesinden gelen çevreye yönelik sürdürülebilir yaşam tarzının büyük bir rolü bulunmaktadır. İsveç, 1984 yılından beri metal kutuları depozito karşılığında iade etme sistemini uygulamaktadır. Benzer bir uygulamayı plastik şişeler için 1994 yılından beri uygulamaktadır. İsveç'in Eskilstuna şehrinde kullanılmış ürünler için dünyanın ilk alışveriş merkezi bulunmaktadır. Böylece rnler burada satılarak döngüsel ekonomiye katkı sağlamaktadır. 2017 yılında İsveç hükümeti, vatandaşların kullanılmış ürünlerin ömrünü uzatmak amacıyla vergi sisteminde reform gerçekleştirmiştir. Ayrıca İsveç yerel olarak ürettiği atıkların yaklaşık %99'unu geri dönüştürmektedir. Geri dönüştürülen evsel atık oranı 1975 yılında %38 iken 2019 yılında %99 olmuştur (ESG, 2023). Bütün bunlar neticesinde İsveç'in Avrupa Birliği lkeleri içerisinde evre ve sürdürülebilirlik konularında önemli bir rol oynadığını söylemek mümkündür.

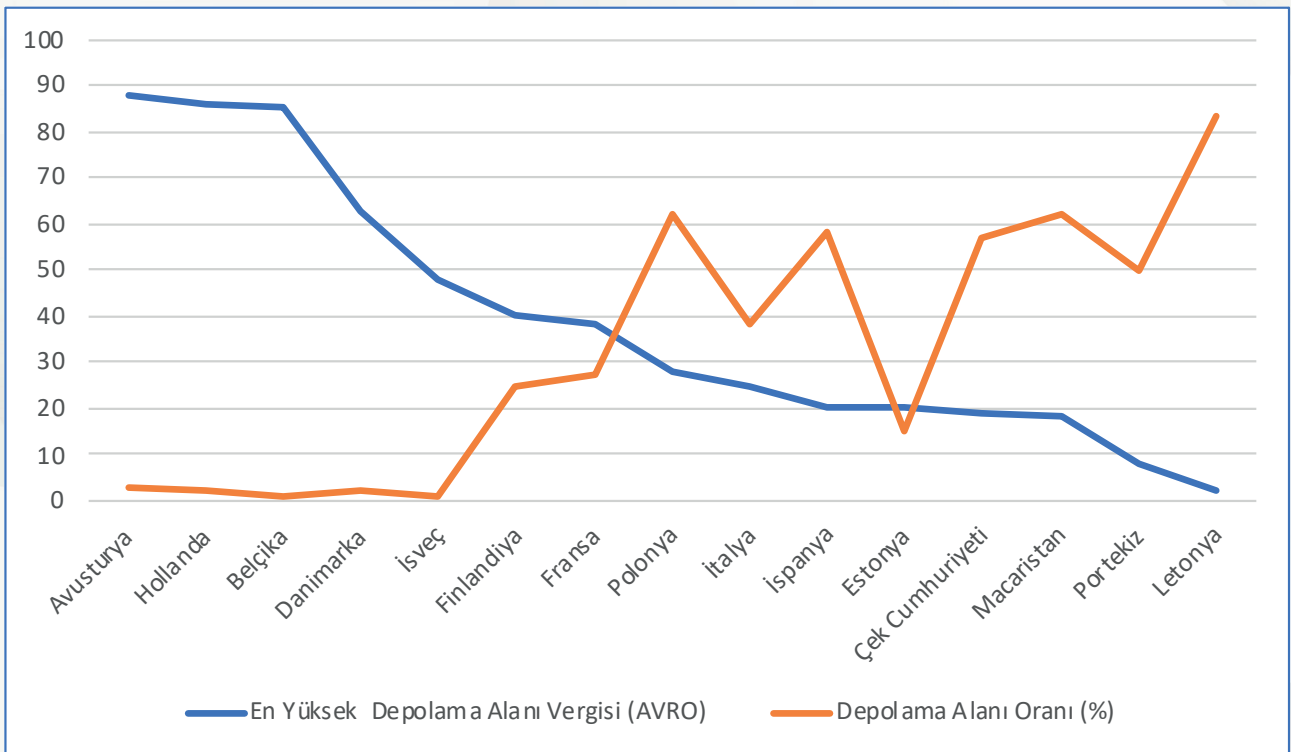
Fransa, Avrupa'nın en fazla atık üreten ülkeleri arasında yer almaktadır. İspanya, İtalya atıklarının yaklaşık %40'ını geri dönüştürürken, Fransa ise atıkların yaklaşık dörtte birini geri dönüştürmektedir. Ancak buna rağmen Fransa, geri dönüştürülmüş atıklarının oranını 2040 yılına kadar %100'e yükseltmeyi ve tek kullanımlık plastiklerin yasaklanmasını planlamaktadır. Ancak Fransa'nın bu hedefleri belirlenen sürede yerine getirip getiremeyeceği de tartışma konusudur (Euronews, 04.06.2021).

Slovenya'daki Bled ve Gorje belediyeleri, Avrupa Birliği'nde sıfır atık taahhüdünde bulunan 462 yerel yönetim arasında sıfır atık sertifikası alan ilk belediyeler olmuştur. Sıfır

atık sertifikası ise Sıfır Atık Avrupa'nın Avrupa şehirlerinde sıfır atığa geçişi hızlandırmak için başlatmış olduğu bir girişimin çıktısıdır (Balkan Green Energy News, 13.04.2022). Bu noktada Slovenya'nın da sıfır atıkla ilgili çalışma yapan ülkeler arasında yer aldığını söylemek mümkündür.

Sıfır atık depolama, atık depolama alanlarından kaynak geri kazanımı ve sera gazı emisyonları konusunda artan farkındalık nedeniyle önem kazanmıştır. Örneğin Stockholm, şehir atıklarının düzenli depolama alanlarından %100 oranda elden çıkarılmasının üzerinde çalışmalar yapmaktadır (Zaman, Lehmann, 2022, s. 87). Avrupa İstatistik Ofisi (Eurostat)'nin 2010 yılı verilerine göre Almanya ve Hollanda, katı atık sahasını sıfırlamış ve böylece Avrupa Birliği üyeleri arasında sıfır depolama hedefini gerçekleştiren ilk ülkelerden olmuştur. Avusturya, Belçika ve İsveç ise; sıfır depolama alanlarına ulaşmak üzeredir. Ancak öte yandan Bulgaristan, Romanya, Litvanya ve Letonya gibi ülkelerde katı atık sahası oranı %90'dan fazladır. Geri dönüşüm oranları açısından %70 ile Avusturya ilk sırayı alırken %0 ile Bulgaristan son sırada yer almaktadır (CEWEP, 12.04.2012). 2017 yılının verilerine göre atıktan enerji elde etme konusunda en başarılı Avrupa Birliği üyesi ülke %57 oran ile Finlandiya olmuştur. Finlandiya'yı %53 ile İsveç takip etmektedir. Hırvatistan, Letonya gibi ülkelerde ise bu oran %1'den azdır. Avrupa Birliği'nin genel ortalaması ise %28 civarındadır (CEWEP, 2018). Görüldüğü üzere ülkeler arasında atık yönetimi konusunda homojen bir dağılım bulunmamaktadır.

Grafik 1: Avrupa Birliği Üye Ülkelerinin Depolama Alanı Vergisi (Avro) ve Depolama Atık Oranı (%) (OECD iLibrary)





Avrupa Birliği üye ülkeleri arasında atık depolama vergisi ve depolama alanına giden atık miktarları farklılık göstermektedir. Ekonomik Kalkınma ve İş Birliği Örgütü (The Organisation for Economic Co-operation and Development-OECD)nün dünyadaki belli başlı ülkelerin atık depolama vergisini ve depolama alanına giden atık miktarlarının 2013 yılına ait çalışması bulunmaktadır. Grafik 1'de Avrupa Birliği üye ülkelerinin verilerine yer verilmiştir. Grafiğe göre Avusturya, Hollanda ve Belçika ülkelerinde depolama alanı vergisinin yüksek miktarlarda olmasına karşın depolama alanına giden atıkların yüzdesi düşük miktarlardadır. Öte yandan Letonya'da depolama alanı vergisi son derece düşükken, depolama alanına giden atıkların yüzdesi bir hayli yüksektir. Bu durumda vergi miktarının yüksek olması, depolama alanına giden atık miktarı için caydırıcı bir unsur olabilmektedir.

Avrupa Birliği ülkeleri arasında 2021 yılında da ton cinsinden depolama alanı vergisi Avusturya, Yunanistan, Belçika, Bulgaristan, Çekya, Danimarka, Estonya, Finlandiya, Fransa, Macaristan, İtalya, Litvanya, Lüksemburg, Letonya, İrlanda, Hollanda, Polonya, Portekiz, Romanya, İsveç, Slovenya ve Slovakya ülkelerinde yer almaktadır. Almanya, Güney Kıbrıs, Hırvatistan ve Malta'da depolama vergisi bulunmamaktadır. Öte yandan Avusturya, Belçika, Almanya, Danimarka, Estonya, Finlandiya, Fransa, Macaristan, Hırvatistan, Litvanya, Lüksemburg, Hollanda, Polonya, İsveç, Slovenya ve Slovakya depolama alanı kısıtlamalarını uygulamaktadır. Bulgaristan, Güney Kıbrıs, Çekya, Yunanistan, İspanya, İtalya, İrlanda, Letonya, Romanya, Malta ve Portekiz ülkelerinin ek kısıtlamaları bulunmamaktadır (CEWEP, 2021). Sonuç olarak, Avrupa Birliği üye ülkelerinin atık konusunda farklı yaklaşımları olduğunu söylemek mümkündür.

3. Avrupa Birliği'nde Sıfır Atık Yaklaşımının Benimsenmesinde Yapılması Gerekenler

Avrupa Birliği vatandaşlarının, sıfır atık bilincine sahip bir sıfır atık toplumuna dönüşmesi için vatandaşlarda malzeme ve enerji kullanımının azaltılmasına yönelik bir bilincin yerleşmesi gereklidir. Sıfır atık planının başarılı bir şekilde işlemesi için vatandaşların sıfır atık konusunda eğitilmesine, vatandaşların atıksız uygulamalar icat etmelerine ve atıkların azaltılmasına yönelik kaynak yönetim sistemlerinin oluşturulmasına teşvik edilmelidir. Vatandaşların katılımını teşvik edecek halk eğitim kampanyaları düzenlenmelidir. Atık önleme, yerel ve sektörel düzeyde de planlanmalıdır. Uzun ömürlü, bakımı kolay ve onarılabilir ürünler tasarlanması ve yeniden kullanılamayan veya geri dönüştürülemeyen ürünlerin ambalajlarının azaltılması, atılan ürün ve malzemelerden elde edilen parçaların her atık çıktısının bir başkası için girdi haline geldiği ve böylece malzemenin kullanımının en üst düzeye çıkarıldığı döngüsel bir ekonomi doğrultusunda yeniden kullanılması gereklidir (Zero Waste Europe, Introducing Zero Waste Europe-the main principles, 2013).

Sıfır atık uygulamalarının önemli özellikleri arasında yüksek düzeyde ayrı toplama faaliyetlerinin yapılması yer almaktadır (Balkan Green Energy News, 13.04.2022). Çeşitli geri dönüşebilir malzemelerin, gıda ve bahçe atıklarının ve artık atıkların kaynağında ayrılması gereklidir. Atık artışını önlemek ve malzemelerin kaynağında temiz bir şekilde ayrılmasını sağlamak teşvik edilmelidir. Aşırı atık üretimi durumunda gerekli yaptırımlar uygulanmalıdır. Artık atıklar atık tesislerinde analiz edilmelidir. Depolama alanları veya



yakma fırınları gibi yeni bertaraf altyapısı inşa edilmemelidir ve bunlar aşamalı bir şekilde kaldırılmalıdır (Zero Waste Europe, Introducing Zero Waste Europe–the main principles, 2013).

Geri dönüşüm, döngüsel ekonominin ön koşulu olarak değerlendirilmektedir. Döngüsel bir ekonomide, kullanım ömrünün sonuna gelen malzemeler geri dönüşüm yoluyla geri kazandırılmalıdır. Geri kazanılmış malzemeler konusunda Avrupa Birliği hala yeterli gelişmeyi gösterememiştir. Büyük şirketlerden çıkan atık malzemelerin %45'i yeniden satılırken, bu rakam KOBİ'lerde %25 civarındadır. İkincil hammaddelerin kalitesini sağlamak için yeterli araçların bulunmaması Avrupa Birliği'nin döngüsel ekonomisine engel teşkil etmektedir. Bu noktada Deselnicu vd.'nin Komisyon'a birtakım önerileri bulunmaktadır. Avrupa Birliği ülkeleri içinde birbirinden farklı kuralların olması gıda atıkları, kanalizasyon veya gübre gibi girdilerden organik gübrelerin üretimini engellemektedir. Bu sebeple Komisyon, Avrupa Birliği gübrelerinin güvenliğini ve kalitesini sağlarken, biyo besinler için Avrupa Birliği çapında bir Pazar geliştirmeye yardımcı olmak için gübrelerle ilgili olarak Avrupa Birliği yönetmeliğini revize etmelidir. Arıtılmış suların yeniden kullanılması Avrupa genelinde çok yaygın değildir. Komisyon, arıtılmış atık suyunun yeniden kullanımını teşvik etmek için asgari gerekliliklere ilişkin mevzuat da dahil olmak üzere çeşitli önlemler almalıdır. Kaynağında ayırma uygulamaları ile plastiklerin geri dönüşüm oranı artırılmalıdır. Komisyon, deniz çöprü gibi konuları ele alan bir strateji geliştirmelidir (Deselnicu ve diğerleri, 2018, s. 566-567).

Sıfır atık yönetiminde depolama ve atık yakma faaliyetlerine yer verilmemektedir. Sıfır atık uygulamaları, doğrusal (lineer) ekonomi olarak adlandırılan sürdürülebilirliği olmayan ekonomi uygulamalarının terk edilip, döngüsel ekonominin uygulandığı bir yöntemle mümkün olabilmektedir. Doğrusal ekonominin var olduğu uygulamalarda sıfır artık projelerinin uygulanabilir olması mümkün gözükmemektedir. Döngüsel ekonominin hayata geçirilmesi ile birlikte doğal kaynakların boşa harcanmaması, yeni istihdam alanlarının yaratılması ve böylece verimliliğin artması söz konusu olacaktır (Mne, 2021, s. 3-4).

Sonuç

Dünyada yaklaşık 50 yıl önce hayatımıza giren sıfır atık kavramı, Avrupa'da nispeten daha geç bir zamanda önem kazanmıştır. Bugün atık yönetiminin önemli bir parçası olan sıfır atık yaklaşımlarının hem çevresel hem ekonomik açıdan etkileri bulunmaktadır.

Avrupa Birliği sıfır atık politikalarına yönelik birtakım düzenlemeler hazırlamıştır. Ancak 27 üyeli bir birliğin içerisinde farklı demografik özelliklere, farklı ekonomik düzeylere, farklı teknolojik altyapıya, farklı bilinç düzeylerine ve farklı tüketim miktarına sahip üye ülkeler bulunmaktadır. Dolayısıyla üye ülkelerin sıfır atık politikalarında standart bir uyumun sağlanması kısa vadede mümkün gözükmemektedir. Örneğin İsveç, atık yönetimi konusunda Avrupa Birliği'nin örnek ülkelerinden bir olarak gösterilirken, Bulgaristan, Hırvatistan, Romanya, İtalya ve Yunanistan gibi ülkelerde çeşitli sebeplerden dolayı



bu ülkelerin atık yönetim süreçlerinde birtakım usulsüzlükler ve ihmaller Avrupa Birliği tarafından tespit edilerek konu Avrupa Birliği Adalet Divanı'na kadar götürülmüştür.

Avrupa'nın sıfır atık konusundaki girişimlerinin başında Sıfır Atık Avrupa örgütü gelmektedir. Her ne kadar kuruluşu 2010'lu yıllardan sonra olsa da örgütün kısa sürede önemli yol kat ettiği görülmektedir. Avrupa Birliği'nin 2021 yılında Avrupa Birliği Yeşil Haftasının ana temasının da sıfır atık olarak belirlenmesi, Birliği bu konuya dikkat çekmek istediğini göstermektedir. Avrupa Birliği aynı zamanda Yeni Döngüsel Ekonomi Eylem Planı, Avrupa Yeşil Mutabakatı, Avrupa Birliği Mavi Ekonomi Raporu, Tarladan Sofraya, Hava, Su ve Toprak için Sıfır Kirliliğe Doğru ve tek kullanımlık plastiklerin yasaklanmasına ilişkin direktif gibi sıfır atık konusunu da ilgilendiren çeşitli belgeler yayımlamıştır. Böylece atıkların kaynağında yok edilmesi, israftan kaçınılması ve böylece ekonomik açıdan da olumlu yönde etkilerinin artması hedeflenmektedir. Bir başka ifade ile, sıfır atık uygulamalarının üye ülkeler tarafından tam anlamıyla gerçekleşmesi uzun vadede ülkelerin ekosistemlerini korumasına, sürdürülebilirliğin sağlanmasına ve hem üye ülkelerin hem de Birliğin ekonomisine katkı sağlamasına neden olacaktır.

Avrupa Birliği'nin üye ülkelere sıfır atık politikalarına adapte olması için öncelikle vatandaşlarına sıfır atık kavramının önemini vurgulamak amaçlı eğitim vermesi ve sıfır artık kavramına yönelik bir bilincin oluşturulması gereklidir. Avrupa Birliği'nin özellikle atık yönetimine odaklanan hibe desteğinin sağlanması da son derece önemlidir. Ayrıca uzun vadeli kullanılacak ürünlerin üretilmesi döngüsel bir ekonomiyi devam ettirmek için gereklidir. Özellikle Avrupa Birliği'nin mevzuatlarına uymayan, ihlal eden üye ülkelere karşı da yaptırımların caydırıcı nitelikte olması, üye ülkelerin sıfır atık uygulamalarına daha dikkatli yaklaşmasına sebep olacaktır. Avrupa Birliği ve üye ülkeler, döngüsel ekonomiye yönelik inovasyon yatırımına teşvik edilmelidir. Böylece hem çevrenin korunmasına hem de nispeten daha düşük bir maliyetle ekonomik büyüme yönünde olumlu katkı sağlanacaktır.

Kaynakça

- Avrupa Komisyonu. (Mart 2020). Döngüsel Ekonomi ve Eylem Planı: Avrupa Yeşil Düzeni. Erişim adresi: <https://www.abbilgi.eu/tr/assets/docs/je0320456trc.pdf>, Erişim tarihi: 08.02.2023.
- Balkan Green Energy News. (13.04.2022). Slovenian Municipalities are First European Waste Certified Cities. Erişim adresi: <https://balkangreenenergynews.com/two-slovenian-municipalities-are-first-european-zero-waste-certified-cities/>, Erişim tarihi: 09.02.2023.
- Bilgili, M.Y. (2021). Sıfır Atık Yaklaşımının Kökenleri ve Günümüzdeki Anlamı. İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, Cilt: 20, Sayı: 40, 683-703.
- Break Free for Plastic. (2020). Midway assessment of EU countries transposition of single-use plastics Directive. Erişim adresi: <https://www.breakfreefromplastic.org/2020/07/16/breakfreefromplastic-midway-assessment-of-eu-countries-transposition-of-single-use-plastics-directive/>, Erişim tarihi: 18.02.2023.
- CEWEP. (12.04.2012). Waste-to-Energy in Europe. Erişim adresi: https://www.enea.it/it/seguiuci/events/federambiente_12apr12/EllaStenglerApril2012Rome.pdf, Erişim tarihi: 01.03.2023.
- CEWEP. (2018). Municipal Waste Treatment in 2018. Erişim adresi: <https://www.cewep.eu/wp-content/uploads/2020/01/CEWEP-Municipal-waste-treatment-2018.pdf>, Erişim tarihi: 01.03.2023.
- CEWEP. (2021). Landfill-taxes-and-restrictions-overview. Erişim adresi: <https://www.cewep.eu/wp-content/uploads/2021/10/Landfill-taxes-and-restrictions-overview.pdf>, Erişim tarihi: 01.03.2023.
- Deselnicu, D.C., Military, G., Deselnicu, V., Zainescu, G., Albu, L. (2018). Towards a Circular Economy-A Zero Waste Programme for Europe. ICAMS 2018 7. International Conference on Advanced Materials and Systems, 563-568.
- ESG. (2023). Examples of Europe: Sweden's Zero Waste Target. Erişim adresi: <https://esgnews.bg/en/examples-from-europe-swedens-zero-waste-target/>, Erişim tarihi: 09.02.2023.
- Euronews, (03.07.2021). AB'de 'tek kullanım plastikler yasağı' başladı: 5 maddede bilinmesi gerekenler. Erişim Adresi: <https://tr.euronews.com/2021/07/03/ab-de-tek-kullan-m-plastikler-yasag-baslad-5-maddede-bilinmesi-gerekenler>, Erişim tarihi: 18.02.2023.
- Euronews. (04.06.2021). Sıfır Plastik Atık Mücadelesinde Fransa Örneği: Hedefler Gerçekçi Mi?. Erişim adresi: <https://tr.euronews.com/2021/06/04/s-f-r-plastik-at-k-mucadelesinde-fransa-ornegi-hedefler-gercekci-mi>, Erişim tarihi: 19.02.2023.
- European Commission. (12.05.2021). EU Action Plan: 'Towards Zero Pollution for Air, Water and Soil'. COM(2021)400 Final, Brussels, Erişim adresi: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=CELEX:52021DC0400&from=EN>, Erişim tarihi: 09.02.2023.
- European Commission. (12.11.2021). Circular Economy: Commission Takes Action Against Five Member States to Improve Waste Management. Erişim adresi: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_21_5649, Erişim tarihi: 21.02.2023.

- European Commission. (2014). Towards a circular economy: A zero waste programme for Europe. COM(2014) 398 final, Brussels.
- European Commission. (2022). The EU Blue Economy Report 2022. Luxembourg: Publication Office of the European Union. Erişim adresi: https://oceans-and-fisheries.ec.europa.eu/system/files/2022-05/2022-blue-economy-report_en.pdf, Erişim tarihi: 17.02.2023.
- European Commission. A European Green Deal. Erişim adresi: https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en, Erişim tarihi: 17.02.2023.
- European Commission. EU Green Week 2021. Erişim adresi: <https://ec.europa.eu/environment/archives/greenweek2021/partner-events/zero-pollution-zero-waste-challenges-and-opportunities/>, Erişim tarihi: 24.03.2023.
- European Commission. EU Green Week. Erişim adresi: https://environment.ec.europa.eu/eu-green-week_en, Erişim tarihi: 18.02.2023.
- European Commission. Farm to Fork Strategy. Erişim adresi: https://food.ec.europa.eu/horizontal-topics/farm-fork-strategy_en, Erişim tarihi: 18.03.2023.
- European Commission. Hazardous chemicals – prohibiting production for export of chemicals banned in the European Union. Erişim adresi: https://ec.europa.eu/info/law/better-regulation/have-your-say/initiatives/13750-Hazardous-chemicals-prohibiting-production-for-export-of-chemicals-banned-in-the-European-Union_en, Erişim tarihi: 14.03.2023.
- İklim Gazetesi. (02.06.2021). AB'nin Sıfır Atık Şehirler Planı ve Başarabildikleri. Erişim adresi: <https://iklimgazetesi.com/sifir-atik-sehirler-ab/>, 02.02.2023.
- Johnson, B. (2013). Zero Waste Home. United States of America: Simon&Schuster.
- Mne. (Aralık 2021). Sıfır Atık ve Belçika, İtalya ve İspanya Modelleri. Erişim adresi: http://www.mneproje.com/public/website/news/ab-sehirleri-sifir-atik_20211205093952.pdf, Erişim tarihi: 08.02.2023.
- OECD, iLibrary. Main trends and recent developments. Erişim adresi: <https://www.oecd-ilibrary.org/sites/9789264268586-7-en/index.html?itemId=/content/component/9789264268586-7-en>, Erişim tarihi: 04.03.2023.
- Zaman, U.A. (2015). A Comprehensive Review of the Development of Zero Waste Management: Lessons Learned and Guidelines. Journal of Cleaner Production, Vol: 91, 12-25.
- Zaman, U.A., Lehmann, S. (2011). Challenges and Opportunities in Transforming a City into a “Zero Waste City”. Challenges, Vol: 2, 73-93.
- Zaman, U.S., Lehmann, S. (2013). The Zero Waste Index: A Performance Measurement Tool for Waste Management Systems in a ‘Zero Waste City’. Journal of Cleaner Production, No: 50, 123-132.
- Zero Waste Europe. (05.2022). Strategic Framework 2022-2024. Erişim adresi: <https://zerowasteurope.eu/wp-content/uploads/2022/05/ZWE-Strategic-Framework-2022-24.pdf>, Erişim tarihi: 08.03.2023.



Zero Waste Europe. (09.2013). Introducing Zero Waste Europe-the main principles. Erişim adresi: <https://zerowasteurope.eu/wp-content/uploads/2021/08/Introducing-Zero-Waste-Europe-the-main-principles-1.pdf>, Erişim tarihi: 14.02.2023.

Zero Waste Europe. (2020). The State of Zero Waste Municipalities 2020, Erişim adresi: https://zerowastecities.eu/wp-content/uploads/2020/12/zwe_report_state-of-zero-waste-municipalities-2020_en.pdf, Erişim tarihi: 04.02.2023.

Zero Waste International Alliance. Our Journey and Values. Erişim adresi: <https://zerowasteurope.eu/about/our-journey-values/>, Erişim tarihi: 08.02.2023.

Zero Waste International Alliance. Zero Waste Definition. Erişim adresi: <https://zwia.org/zero-waste-definition/>, Erişim tarihi: 08.02.2023.

Zero Waste Republic, The Zero Waste Movement. Erişim adresi: <https://zerowasterepublic.com/the-zero-waste-movement/>, Erişim tarihi: 10.02.2023.



TÜRKİYE'DE SIFIR ATIK POLİTİKASININ AŞILMASI GEREKEN EŞİKLERİ

Levent MEMİŞ*

ÖZET

Türkiye’de atık yönetimi konusunda, 2000’li yılların ortalarından itibaren oluşturulan ve geliştirilen mevzuatla birlikte önemli gelişmelerin olduğu görülmektedir. Bu gelişmelerin bir kısmını da katı atıklar ve özelde de ambalaj atıkları bağlamında sürdürülebilir temelli atık yönetimi oluşturmaktadır. Sürdürülebilir atık yönetimi veya diğer bir ifadeyle bütünleşik atık yönetimi, var olan ekonomik yapı ile barışık bir sistemdir. Bu sistem üzerinde dünya genelinde bir uzlaşının olduğu söylenebilir. Bu yaklaşım belirli aşamalardan oluşmaktadır. Bu aşamalar genel olarak: Atıkların minimizasyonu/azaltımı, tekrar kullanımı, geri dönüşümü, geri kazanımı ve bertarafı basamaklarından oluşmaktadır. Bu aşamalar etkin şekilde işletildiğinde ideal bir ölçüt olarak belirlenen sıfır atığa yaklaşmak mümkün olmaktadır. Türkiye’de sıfır atık politikası, önce bir kampanya ve proje sonrasında 2019 yılında yayınlanan bir yönetmelikle düzenlenerek resmî bir biçim kazanmıştır. Bu bağlamda sıfır atık politikasını yürütmek konusunda diğer ilişkili mevzuatta da düzenlemelere gidilerek Türkiye’de ortalama dört yıldır sıfır atık politikası uygulanmaya çalışılmaktadır. İfade edilenler çerçevesinde bu çalışmada Türkiye’de uygulanmakta olan sıfır atık politikasına yönelik ortaya çıkan engeller, aşılması gereken eşikler tespit edilmeye çalışılmaktadır. Bu tespitler uygulamadaki gözlemler, ilgili mevzuat, ilgili literatür ve hazırlanan bazı raporlar üzerinden yapılmaktadır. Söz konusu bu eşikler fark edildiğinde ve gerekli iyileştirmeler yapıldığında, sıfır atık yönetimi sürecini daha etkin kılmak mümkündür. Çalışmanın sonunda bu konuda bazı öneriler gündeme getirilmektedir.

Anahtar Kelimeler: sıfır atık, politika, eşikler/engeller

*Doç. Dr., Giresun Üniversitesi, levent.memis@giresun.edu.tr



Giriş

Üretim-tüketim sisteminin doğal bir çıktısı olarak atıklar, ihmal edildiğinde, iyi yönetilmediğinde, yerelden küresele birçok çevre sorunlarının kaynağını da oluşturmaktadır. Dolayısıyla atıklardan gündeme gelen sorunları azaltmak için üretimden tüketime geçen evreler arasında yeni yaklaşımlara ve politikalara ihtiyaç duyulmaktadır. Bu bağlamda var olan üretim-tüketim sistemini değiştirecek alternatif sistemler öne sürüldüğü gibi var olan üretim-tüketim sistemini dönüştürerek iyileştirecek alternatifler de gündeme getirilmektedir. Var olan üretim-tüketim sistemini iyileştirme vaadiyle öne çıkan yaklaşımlardan birini entegre atık yönetimi veya sürdürülebilir atık yönetimi oluşturmaktadır. Bu yaklaşım genel olarak atığı ortaya çıkmadan ele almakta, ortaya çıkması kaçınılmaz olduğunda da en az zararlı sürecin yönetilmesine katkı sunmaktadır. Söz konusu bu yaklaşımın adımlarını sırasıyla önleme/kaçınma, tekrar kullanım, geri dönüşüm, geri kazanım ve bertaraf oluşturmaktadır. Yer verilen bu süreç etkin işletildiğinde kaynakların verimli kullanımı sağlandığı gibi atıklardan gündeme gelen çevresel zararlar azaltılabilmekte ve ekonomik açıdan bazı kazanımlar elde edilebilmektedir. Tam da bu noktada yer verilen entegre atık yönetiminin etkin şekilde işletilmesi, aynı zamanda ideal bir durumu gösteren sıfır atık politikası olarak da nitelendirilmektedir.

İfade edilenler çerçevesinde Türkiye’de 2017 yılında atıkların etkin yönetilmesi adına ulusal düzeyde sıfır atık yönetimine yönelik bir kampanya ve proje başlatılmıştır. Bu proje kapsamında, ilk etapta “Sıfır Atık El Kitabı” yayınlanmıştır. Bu kitapçıkta, sıfır atığın odağını “israfın önlenmesi, atığın azaltılması ve atıkların geri dönüştürülmesi” oluşturmaktadır. Ayrıca adı geçen kitapçıkta, sıfır atık projesinin hedeflerinden, elde edilebilecek kazançlardan, bir kurumda hangi aşamalar üzerinden uygulanabileceğine yer verilmektedir. Yine kitapçıkta, uygulayıcılar tarafından hazırlanacak Sıfır Atık Yönetimi Eylem Planı kapsamında 2018 yılı itibarıyla öncelikle kamu kurumları ve yoğun kullanımı olan diğer örgütlerde, 2023 yılında ise ülke genelinde hayata geçirileceği hedeflerine yer verilmektedir. Öncesinde bir proje olarak başlayan sıfır atık çalışmaları, 2019 yılında çıkarılan Sıfır Atık Yönetmeliği (SAY) ile resmi bir nitelik kazanmıştır. Yönetmelik incelendiğinde, ambalaj atıklarının ortaya çıktığı farklı mekânlar dikkate alınarak kaynağında ayrıştırma odaklı geri dönüşüme yoğunlaştırıldığı anlaşılmaktadır. SAY’ın yayınlanmasında sonra Ambalaj Atıkları Kontrolü Yönetmeliği (AAKY) de güncellenmiş, sıfır atık yönetimi yaklaşımına ve depozito sistemine entegrasyon sağlanmaya çalışılmıştır. Bu yönetmelik (AAKY) incelendiğinde, ambalaj atıklarının önlenmesi, yeniden kullanımı, geri dönüşümü ve geri kazanımı aşamalarının etkinliğini artırarak sıfır atık politikasına katkı sağlama amacı güdüldüğü anlaşılmaktadır. Bu kapsamda farklı tarafların sorumluluklarına, görev ve yetkilerine, yükümlülüklerine ve hedeflerine yer verilmektedir. Diğer taraftan yer verilen düzenlemelerle birlikte sıfır atık politikası On Birinci Kalkınma Planı’na dahil edilmiştir. Ayrıca 2021 yılında “Atık Getirme Merkezlerinin Kurulması ve İşletilmesi ile Sıfır Atık Uygulamalarına İlişkin Usul ve Esaslar” yayınlanmıştır (<https://sifiratik.gov.tr/kutuphane/kilometre-taslari>).

Yer verilen düzenlemelerin uygulamaya aktarılmasına destek olacak örgütsel açıdan yeni düzenlemelere gidilmiştir. Bu noktada önemli düzenlemelerden biri Türkiye Çevre



Ajansının kurulmasıdır. 2020 yılında çıkarılan bir Kanun ile düzenlenen Ajansın temel görevi, depozito sisteminin etkin işlemlerini sağlayarak geri dönüşüm sistemine katkı sağlamak olarak anlaşılmaktadır. Diğer taraftan Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı bünyesinde bulunan Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü altında Sıfır Atık Uygulama Dairesi Başkanlığı kurulmuştur. Ayrıca yerel yönetimler bağlamında da örgütsel açıdan yeni düzenlemeye gidilmiştir. Bu noktada 2020 yılında Belediye ve Bağlı Kuruluşları ile Mahalli İdare Birlikleri Norm Kadro İlke ve Standartlarına Dair Yönetmelik'te yapılan düzenlemeyle büyükşehir belediyelerinde sıfır atık dairesi başkanlığı, il ve ilçe belediyelerinde ise sıfır atık şube müdürlüğünün oluşturulmasına imkân tanınmıştır.

Diğer taraftan sıfır atık politikasının uygulamada karşılık bulması için Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından farklı sektörlerde yer alan örgütleri kapsayacak şekilde uygulama kılavuzları yayınlanmıştır.

Genel çerçevesi çizildiği gibi Türkiye'de sıfır atık politikası uygulanmaya çalışılmaktadır. Fakat uygulama sürecinde aşılması gereken bazı eşiklerin olduğu tespit edilmektedir. Bu eşikler şöyle sıralanmaktadır: (1) Belediyelerin, bütünleşik atık yönetimini kapsayacak kapasite geliştirmemesi, (2) farklı aktörler arasında iş birliği ve katılım eksikliği, (3) sıfır atık politikasının ambalaj atıklarına odaklanması ve geri dönüşümle sınırlandırılması, (4) genel olarak geri dönüşüm sisteminin ve özde depozito sisteminin işlememesi, (5) gerçekleştirilen geri dönüşümün de uygun şartlarda gerçekleşmemesi ve başka sorunlara yol açması, (6) geri dönüşüm mekanizmasının finansmanının etkinliği ve muafiyet aralığının genişliği, (7) meselenin teknik olarak ele alınması, uygulama detaylarının iyi anlatılmaması ve bu nedenle toplumsallaşamaması/gündelikleşmemesi, (8) ödül sisteminin göz ardı edilmesi, (9) denetim/izleme mekanizmasının etkin şekilde işletilmemesi, (10) etkin bir veri yönetiminin gerçekleştirilmemesi, (11) geri dönüşüm sistemin kent odaklı kurulmaya çalışılması, kırsalın ihmal edilmesi. Bu çalışmada üzerinde durulan eşikler, uygulamadaki gözlemler, ilgili mevzuat, ilgili literatür ve hazırlanan bazı raporlar üzerinden yapılmaktadır.

1. Belediyelerin, Sürdürülebilir/Bütünleşik Atık Yönetimini Kapsayacak Kapasite Geliştirmemesi

Atık yönetimi kapsamında yerel yönetimler bağlamında önemli atılan adımlardan birini, belediyeleri kapsayacak şekilde sıfır atık odaklı örgütlenmenin desteklenmesi konusunda Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığının "Belediye ve Bağlı Kuruluşları ile Mahalli İdare Birlikleri Norm Kadro İlke ve Standartlarına Dair Yönetmelik'te (08. 04. 2020) yaptığı düzenleme oluşturmaktadır. Bu düzenlemeyle ilgili belediyeler sıfır atık odaklı norm kadro bulundurarak alt örgütlenmeye gidebilmektedir. Bu noktada yer verilen düzenlemenin, büyükşehir belediyeleri ve il belediyeleri kapsamında uygulamaya aktarıldığı, fakat diğer belediyelerde aynı düzeyde karşılık bulmadığı görülmektedir. Oysa ki niceliği değişmekle birlikte atıklar, tüm yerleşimlerin önemli bir gerçekliğidir. Yer verilen sıfır atık odaklı alt örgütlenme, uygulamada, meselenin klasik çöp yönetiminin dışına taşınmasında önemli görülmektedir. Diğer taraftan örgütlenmeyle birlikte önemli bir detayda, nitelikli personel



veya personelin bu konudaki niteliğinin artırılmasıdır. Bu bağlamda hizmet içi eğitim çalışmaları önem kazanmaktadır. Mevcut durumda belediyeler düzeyinde bu tarz hizmet içi eğitimlere yeterince yer verilmediği anlaşılmaktadır (il sıfır atık yönetim planlarında veriler dikkate alındığında). Bu eksiklikler, çöp yönetimi anlayışının devam etmesini desteklemektedir.

Bu başlık altında belediyelerle ilgili bir diğer husus, atık planları kapsamında önem kazanmaktadır. Önceki Ambalaj Atıkları Kontrolü Yönetmeliği'ne göre belediyeler, ambalaj atıkları yönetim planı hazırlamakta ve Bakanlıkça onaylandıktan sonra yürürlüğe girebilmekteydi. Bu kapsamda büyükşehirler ve büyükşehir ilçe belediyeleri tarafından bu planların hazırlandığı anlaşılmaktadır. Diğer belediyelerin söz konusu planları hazırlamadığı görülmektedir (Sayıştay Raporu, 2022, s.32). Güncellenen AAKY'de, "...Mevcut ambalaj atıkları yönetim planları mahalli idarelerin Sıfır Atık Yönetmeliğinde öngörülen geçiş takvimi uyarınca sıfır atık yönetim sistemine geçişleri ile birlikte son bulur." ifadesi yer almaktadır. Bu noktada yer verilen ambalaj atıkları yönetim planının yerini il düzeyinde hazırlanan İl Sıfır Atık Yönetim Sistemi Planı almıştır. Bu değişiklik planlama sürecini sadeleştirirken yerleşimler arasındaki farklılıkları göz ardı etmektedir.

2. Farklı Aktörler Arasında İş Birliği ve Katılım Eksikliği

Genel olarak atıkların ortaya çıkışı ve etkisi dikkate alındığında karmaşık bir meseleye karşılık gelmektedir. Bu nedenle farklı tarafların varlığına ve bu taraflar arasında etkin iş birliklerine ihtiyaç duyulmaktadır. İlgili düzenlemelere bakıldığında farklı taraflara farklı yükümlülükler çerçevesinde yer verildiği anlaşılmaktadır. Uygulamada, farklı taraflar açısından tanımlanan yükümlülükler saklı kalarak, iş birliklerine ve katılıma ihtiyaç duyulmaktadır. Kentsel alan açısından ele alındığında, sıfır atık yönetiminin etkinliğinin sağlanmasında önemli aktörlerden biri belediyelerdir. Dolayısıyla belediye öncülüğünde, kaynakta ayırıştırma ve geri dönüşüm etkinliği için farklı taraflarla iş birliğine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu noktada SAY'da belediyelere "Sıfır atık yönetim sisteminin tasarım aşamasından başlayarak uygulamaların izlenmesi faaliyetlerini de içeren tüm süreci kent konseyi gündemine dahil etme" yükümlülüğü getirilmiştir. Hatta SAY'da (örneğin Sıfır atık yönetim sistemini kurmakla yükümlü olanlar ile sistemi gönüllü olarak kurmak isteyenler...) ve AAKY'de (piyasaya süren işletmeler ve tedarikçileri, bu Yönetmelik ile getirilen yükümlülük ve sorumluluklarının yerine getirilmesinde Ajans ile gönüllü anlaşmalarda bulunabilir...) gönüllülük mekanizmasına yer verilmektedir. Fakat uygulama dikkate alındığında belediyelerin daha çok kendilerinin çaba gösterdiği, politikaların belirlenmesi ve hayata geçirilmesinde iş birliği oluşturma konusunda zayıf kaldığı görülmektedir. Oysa ki ilgili yönetmeliklerde yer verilen aktörlerin yanında muhtarlıklar, site yönetimleri, ilgili STK'lar, üniversiteler (öğrenci toplulukları, konuyla ilgili bölümler) süreç içerisinde önemli aktörler olabilmektedir. Ayrıca ilgili yönetmeliklerde yer verildiği üzere, sıfır atık sistemine gönüllü katılımı sağlayacak motivasyonun işletilmediği gözlemlenmektedir.



3. Sıfır Atık Politikasının Ambalaj Atıklarına Odaklanması ve Geri Dönüşümle Sınırlandırılması

Sıfır atık yönetmeliğinde sıfır atık: Üretim, tüketim ve hizmet süreçlerinde atık oluşumunun önlenmesi/azaltılması, yeniden kullanıma öncelik verilmesi, oluşan atıkların ise kaynağında ayrı biriktirilerek toplanması ve geri dönüşüm ve/veya geri kazanımının sağlanarak bertarafı gönderilecek atık miktarının azaltılması... şeklinde tanımlanmaktadır. Anlaşılacağı üzere bu açıklama ağırlıklı olarak katı atıkları kapsamamaktadır. Yönetmeliğin devamı incelendiğinde, katı atıklar arasında da ambalaj atıklarına odaklanıldığı anlaşılmaktadır. Yine yönetmeliğin detaylarına bakıldığında, öncesinde yer verilenin aksine ağırlıklı olarak sürdürülebilir atık yönetiminin geri dönüşüm aşamasına odaklanıldığı; önleme, azaltma, tekrar kullanma gibi atığın ortaya çıkmasını engelleyecek aşamalara aynı ölçüde önem verilmediği görülmektedir. Ambalaj atıkları bağlamında geri dönüşüme odaklanıldığı bir göstergesi de sıfır atık yönetmeliğiyle birlikte bu yönetmeliğe entegrasyonu sağlayacak şekilde ambalaj atıkları yönetmeliğinde gerçekleşen güncellemedir. Bu yapıyı tamamlayan bir diğer gösterge ise depozito sistemine odaklanan Türkiye Çevre Ajansının kurulmasıdır.

İfade edilenler çerçevesinde belirtmek gerekir ki, Türkiye’de farklı atık türlerini kapsayacak şekilde yönetmelik niteliğinde düzenlemeler bulunmaktadır. Fakat sıfır atık politikası gibi genel bir atık politikası altında sadece ambalaj atıklarına yer vermek, yeterli bulunmamaktadır. Katı ve sıvı haliyle farklı biçimlerde karşılık bulacak atıkları da kapsayacak şekilde sıfır atık politikasını genişletmek uygun olacaktır. Aksi takdirde mevcut politika üzerinden sınırlı düzeyde bir kazanım söz konusu olacaktır.

Ayrıca sürdürülebilir atık yönetiminin diğer parçalarına işlerlik kazandıracak çalışmaların da önemsenmesi gerekmektedir. Örneğin atığın minimizasyonun sağlanması için tek kullanımlık ürünlere belirli sınırlandırmalar getirilebilir (İPA, 2022, s.49).

4. Genel Olarak Geri Dönüşüm Sisteminin ve Özeldde Depozito Sisteminin İşlememesi

Öncesinde de yer verildiği üzere Türkiye’de gerçekleşen sıfır atık politikasının odağını geri dönüşüm oluşturmaktadır. Yine etkin bir geri dönüşüm sisteminin en önemli ayağının kaynakta ayrıştırma olduğu bilinmektedir. Bu noktada mevcut durumda sınırlı düzeyde kaynağında ayrıştırma yapıldığı, ayrıştırmanın daha çok klasikleşen ve her türlü atığın bir araya getirildiği çöp kovaları üzerinden (Şeker ve Tanyeri, 2022, s.33) veya bu kovalardaki çöplerin toplanarak götürüldüğü düzenli depolama alanları üzerinden yapıldığı görülmektedir. Bu bağlamda TÜİK’in yayınladığı belediye atık verilerine bakıldığında düzenli depolama alanına giden çöplerin, toplam çöplerin %70’ine yakın olduğu anlaşılmaktadır. Bu durum Sayıştay Raporu’nda (2022, s.33) şöyle yer verilmektedir:

“Mevzuatta bulunan düzenlemelere rağmen atıkların kaynağında ayrı toplanması tüm ülkede belirli bir standartta yürütülememektedir. Özellikle konutlarda oluşan ambalaj atıkları yeterli düzeyde ayrı biriktirilmemekte ve toplanmamaktadır. Zorlayıcı idari ve ekonomik araçlar bulunmadığından ambalaj atıklarını ayrı biriktirmek tamamen bireylerin tercihine bırakılmış durumdadır.”



Kaynakta ayrışmanın etkin şekilde gerçekleştirilmemesinin çeşitli sebepleri sıralanabilir. Bunlardan biri örgütlenmeyle ilişkili olarak öne sürülebilir. Her ne kadar ilgili yönetmelikler belirli aktörlere yükümlülük vererek sorumluluğu dağıtmış olsa da bir kentin geneli açısından ele alındığında belediye, farklı aktörler üzerin oluşan düğümlerin birleşiminde önemli bir aktördür. Ayrıca belediye, sıfır atık sistemini artıracak gönüllülük mekanizmasının harekete geçirilmesinde önemli bir aktör konumundadır. Bu noktada SAY'da belediyelere verilen yükümlülüklerden biri de: "Kaynağında ayrı biriktirilen atıkların birbirleriyle karıştırılmadan toplanmasına yönelik altyapıyı geliştirip yaygınlaştırmak"dır. Bu bağlamda belediyeler, doğrudan veya dolaylı olarak ayrıştırmayı sağlayacak ekipmanların sağlanması, toplama noktalarının belirlenmesi gibi durumlarda geri dönüşüm sistemi açısından da önemli bir aktördür.

Gerçekleştirilen geri dönüşümün kâğıt ve plastik üzerine yoğunlaştığı görülmektedir (Şeker ve Tanyeri, 2022, s.34). Örneğin cam ambalajlara aynı önemin verilmediği bilinmektedir. Burada da piyasa mekanizmasının kurallarının işlerlik kazandığı anlaşılmaktadır. Toplanan cam ambalajların geri dönüşümü sağlayacak ekonomik bir getirisi olmadığından göz ardı edildiği ifade edilebilir. Bu noktada bu durumu telafi edecek bazı teşviklerin uygulanmaya sokulması mümkün olabilir. Ayrıca işletilecek depozito mekanizması, cam ambalajların geri dönüşümüne katkı sağlayabilir.

Diğer taraftan değinilmesi gereken bir diğer husus, malzeme türü üzerinden belirlenen hedeflerin, yeni AAKY ile birlikte genel tutulmasıdır. Bir önceki yönetmelikte, ambalaj atıklarını piyasaya sürenlere belirli oranlarda geri dönüşüm yükümlülüğü verilmekteydi. Söz konusu bu yükümlülükler, yetkilendirilmiş kuruluşlarla gerçekleştirilen iş birliği üzerinden yerine getirilmeye çalışılmaktaydı (Memiş, 2016). Mevcut AAKY'de ise malzeme türü üzerinden hedefler belirlenmekte fakat bu hedefler herhangi bir aktöre indirgenmemekte, genel olarak yer verilmektedir. Çünkü 01.01.2020 sonrasında genişletilmiş üretici sorumluluğu ilkesi çerçevesinde Geri Kazanım Katılım Payı (GEKAP) uygulaması başlamıştır. Bu GEKAP ile birlikte geri dönüşüm sistemi finanse edilmek istenmektedir. Burada önemli bulunan husus hem önceki hem de mevcut yürürlükteki yönetmelikte, geri dönüşüm oranlarının yerleşim bazlı belirlenmemesidir. Geri dönüşümün yerleşim bazlı belirlenmesi, geri dönüşüm gündeminin oluşması ve ortak katılım açısından daha doğru bir sistem olacağı kanaati oluşmaktadır.

Etkin geri dönüşümün en temel bileşenlerinden birini depozito sistemi oluşturmaktadır. Bu noktada depozito sisteminin kurulması ve işletilmesini sağlamak amacıyla Türkiye Çevre Ajansı kurulmuştur. Ajansın kurulmasını düzenleyen ilgili kanunda amaç olarak: "çevre kirliliğini önlemek ve yeşil alanların korunmasına, iyileştirilmesine ve geliştirilmesine katkı sağlamak, döngüsel ekonomi ve sıfır atık yaklaşımı doğrultusunda kaynak verimliliğini artırmak ile ulusal ölçekte depozito yönetim sistemi kurulmasına, işletilmesine, izlenmesine ve denetimine yönelik faaliyetlerde bulunmak" ifadesine yer verilmektedir.



Anlaşılabacağı üzere Ajansın amacı bağlamında en önemli vurgu depozito sistemine yöneliktir. 15.04.2021 tarihinde çıkarılan bir yönetmelikle (Türkiye Çevre Ajansının Teşkilatı ve Çalışma Usul ve Esasları Hakkında Yönetmelik) Ajansın örgütsel yapısı düzenlenmiş ve takiben fiili olarak Ajansın kurulumu gerçekleştirilmiştir. Gerçekleştirilen bu düzenlemeler kapsamında 01.01.2022 tarihinde depozito uygulamasına geçilmesi planlanmıştır. 01.12.2022 tarihinde Zorunlu Depozito Yönetim Sistemi Uygulamalarına İlişkin Usul ve Esaslar yayınlanmıştır. Mayıs 2023 itibariyle, planlandığı gibi depozito sisteminin uygulanmasına geçilmemiştir. Bu sistemin tüm parçalarının etkin işleyecek şekilde bir an önce hayata geçirilmesi, sıfır atık politikası açısından önemli kazanımları ortaya çıkaracaktır. Ayrıca bu sistemin vatandaşlar tarafından desteklendiği, gerçekleştirilen bir araştırmada tespit edilmektedir (Şeker ve Tanyeri, 2022, s.70-71).

5. Gerçekleştirilen Geri Dönüşümün De Uygun Şartlarda Gerçekleşmemesi ve Başka Sorunlara Yol Açması

Öncesinde de belirtildiği üzere kaynakta ayrıştırılmayan ambalaj atıkları, sokakta uygun olmayan şartlarda gerçekleştirilmeye çalışılmaktadır. Bu işin Türkiye'ye özgü olmadığını belirtmek gerekir. Özellikle az gelişmiş veya gelişmekte olarak sınıflandırılan ülkelerde (Brezilya, Hindistan, Mısır, Meksika, Arjantin, Kolombiya gibi) benzer bir durum söz konusudur (Oran, 2019, s.72). Sokakta ayrıştırma işini "katı atık toplayıcıları" olarak tanımlanan biçimsel olmayan aktörler yerine getirmektedir. Türkiye'de bu işi yapan 500.000 kişi olduğu tahmin edilmektedir (İPA, 2022, s.15). Bu aktörlerin bazı ortak özelliklerini sıralamak mümkündür: Göçmen (iç göç ve dış göç), yıl boyunca bu işi yapan, el arabasıyla (çek çek/motor) işi yapan, biçimsel olarak bir işe dâhil olamayan, işsiz, yoksul, ilköğretim ve altı düzeyde eğitilmiş, bekâr, vb. Bu noktada sokakta ayrıştırma yapanların yaşadığı en temel sorunlar şu şekilde öne çıkmaktadır: Güvencesiz çalışma koşulları, çalışma şartlarından kaynaklanan sağlık sorunları ve kazancın düşük olması (Şeker ve Tanyeri, 2022, s.41; İPA, 2022, s.20-21).

Bu işi yapan aktörlerin kendi aralarında "bölge paylaşımı" yaparak bir düzen kurmaya çalıştıkları anlaşılmaktadır. Söz konusu bu biçimsel olmayan sisteminin etkin işleyişini sağlayacak bir düzen kurulmadığında, aktörler arasında çatışmalar oluşabilmektedir (Oran, 2019, s.140-142). Diğer taraftan biçimsel olmayan düzeyde oluşan bu örgütlenme, farklı noktalarda kentsel alanda "güvenlik riski" oluşturabilmektedir. Bu durum özellikle İstanbul, Ankara gibi büyükşehirlerde daha belirgin şekilde öne çıkmaktadır. Söz konusu riskleri azaltmak amacıyla Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı 22.06.2022 tarihinde atık toplayıcıları konulu bir genelge yayınlamıştır. Bu genelgede, SAY ile getirilen düzenlemelere, araçlara ve aktörlerin sorumluluklarına dikkat çekilmekte, sonrasında herhangi bir işletmeye bağlı olmaksızın atık toplayıcılığı yapanlara yönelik bazı kararlara yer verilmektedir. Alınan kararlar gereği belediyelerce atık toplayıcılarının çalışma usul ve esaslarının belirlenmesi, başvurular üzerinden uygun bulunan kişilerin kayıt altına alınması, Bağımsız Sıfır Atık Toplayıcısı Kartı düzenlenmesi, iş yapma sürecinde belirli araç-gereçlerin

*Bkz. <https://www.ankarahaberleri.net/ankarada-kagit-toplayicilara-yasak-geldi> ;
<https://www.star.com.tr/yazar/devletin-zabitasi-cop-toplayicilarla-neden-mi-ugrasiyor-yazi-1096610/>



kullanılması, elde edilen ambalaj atıklarının verisinin oluşturulması, izin verilmeyen kişilere müsaade edilmemesi gibi detaylara yer verilmektedir. Bu genelge çerçevesinde büyükşehir belediyeleri kapsamında yapılan işin yeniden düzenlendiği anlaşılmaktadır. Fakat büyükşehir belediyeleri dışında genelge çerçevesinde yeni düzenlemeye gidilmediği görülmektedir. Tüm belediyelerin genelgede yer verildiği şekliyle düzenlemeye gitmesi önemli olacaktır.

Gerçekleştirilen bir araştırmada, "sokakta gerçekleştirilen ayrıştırma sürecinin iyileştirilmesi için hangi kurum görev almalıdır" diye gündeme getirilen soruya katılımcı toplayıcılar, ağırlıklı olarak büyükşehir ve ilçe belediyelerini adres göstermişlerdir (Şeker ve Tanyeri, 2022, s.44). Diğer taraftan atık toplayıcıları biçimselleştiren dünya genelinde farklı uygulamalar yer almaktadır. Bu noktada Hindistan'da 2007 yılında belediye tarafından yetkilendirilmiş bir kooperatif kurulmuştur. Bu kooperatif, hanelerden atıkları toplayarak ayrıştırılmasına katkı sunmaktadır. Ayrıca üyelerine çeşitli sosyal destekler sunmaktadır. Yine Arjantin ve Brezilya'da da kurulan kooperatiflerle belediyeler arasında etkin bir iş birliği üzerinden geri dönüşüm sisteminin işletilmeye çalışıldığı anlaşılmaktadır (İPA, 2022, s.43-44). Yer verilen bu gibi alternatif yapılar da dikkate alınabilir.

Diğer taraftan gelişen teknolojik araçlar geri dönüşüm sisteminin etkinliği açısından da yeni fırsatlar sunmaktadır. Bu noktada ayrıştırma kutularına yerleştirilebilecek sensörler ve nesnelerin interneti teknolojileri, geri dönüşüm sürecinin etkinliğini artırabilmektedir (Memiş, 2017). Ayrıca yine önemli bir teknolojik araç olarak gelişen blokzincir teknolojisi, geri dönüşüm sisteminin etkinliği açısından yeni fırsatlar sunmaktadır (Memiş ve Güç, 2023).

6. Geri Dönüşüm Mekanizmasının Finansmanının Etkinsizliği ve Muafiyet Aralığının Genişliği

Burada, 01.01.2020 tarihi öncesi ve sonrasını kapsayan iki durum söz konusu olmaktadır. Yer verilen tarih öncesinde, o tarihte geçerli olan AAKY gereği, geri dönüşümün sorumluluğu "genişletilmiş üretici sorumluluğu" ilkesi çerçevesinde piyasaya sürenlere verilmiştir. Ambalaj atığını piyasaya sürenler (PS), ilgili yönetmelikten gelen yükümlülüklerini Bakanlıkça yetkilendirilmiş kuruluşlar üzerinden yerine getirmektedir. Bu yapı içinde resmi ve resmi olmayan toplayıcıların da devreye girmesiyle bir iş birliği yapısı ortaya çıkmaktadır. Bu yapı, aynı zamanda geri dönüşüm verisinin oluşmasına aracı olmaktadır. Fakat bu sistem, belirlenen geri dönüşüm hedeflerinin yerine getirilmesi açısından etkili olmamıştır. Bu noktada Sayıştay Raporu'nda şöyle ifade edilmektedir: "YK'lere üye olarak aidat ödeyen PS'ler açısından geri kazanım yükümlülüklerinin yerine getirilmesine imkân sağlamış olmakla birlikte, toplam geri kazanım hedeflerine ulaşılması açısından yeterince etkili olamamıştır".

01.01.2020 tarihinde "Geri Kazanım Katılım Payına İlişkin Yönetmelik" (GEKAP) yürürlüğe girerek öncesinde yer verilen sistem değişmiştir. GEKAP ile birlikte piyasaya sürenlerin doğrudan geri dönüşüm yükümlülükleri kaldırılmıştır. Bu yeni düzenlemeyle piyasaya ambalaj atığı sürenler, merkezi yönetim bütçesine dahil olacak şekilde belirli oranlar üzerinden katılım payı ödemekle zorunlu tutulmuştur. GEKAP, 26.06.2021 tarihinde



yayınlanan AAKY'ye entegre edilmiştir. Bu haliyle GEKAP'ın geri dönüşüm sisteminin finansmanı açısından yeni bir kaynak oluşturduğu belirtilmektedir. Gelir İdaresi Başkanlığı kayıtlarına göre 1.135.926 adet piyasaya ambalaj atığı süren işletme yer almaktadır. Fakat 1000 kg.'ın altında piyasaya ambalaj atığı süren tarafların geri dönüşüm hedeflerinden muaf tutulması, geri dönüşüm sistemini finanse eden kaynağın oluşmasında önemli bir engel olarak görülmektedir. Bu muafiyet, aynı zamanda Ambalaj Bilgi Sistemine veri girişini azaltmakta, haksız bir rekabet durumu ortaya çıkardığı vurgulanmaktadır. 2020 yılında 887.417 piyasaya ambalaj atığı süren işletme, toplamda 2.233.818.538 TL tutarında GEKAP'ı yerine getirmiştir. Bu tutarın Yetkilendirilmiş Kuruluşların bütçesinin yirmi katı olduğu hesaplanmaktadır (Sayıştay Raporu, s.24-25). İfade edilenler çerçevesinde Sayıştay Raporu'nda (s. 26):

- Geri kazanım ve dönüşüm sisteminin fiziki işleyişi ile finansman sisteminin ayrı ayrı kurgulanması, geri kazanım sisteminin finansmanı açısından geri kazanım yükümlülüklerinin yetkilendirilmiş kuruluşlar aracılığıyla yerine getirildiği modele göre daha başarılı olan GEKAP sisteminin etkin bir şekilde uygulanması,
- PS durumundaki bütün işletmelerin ABS sistemine dahil olmasının sağlanması, minimum düzeyde muafiyet alanı bırakılması ve muafiyet şartlarına uygunluğun denetlenmesi,
- GEKAP gelirlerinin geri kazanım ve geri dönüşümün finansmanında kullanılabilmesi açısından konuya ilişkin usul ve esasların öncelikle belirlenmesi ve yürürlüğe konulması, hususlarına dikkat çekilmektedir.

7. Meselenin Teknik Olarak Ele Alınması, Uygulama Detaylarının İyi Anlatılmaması ve Bu Nedenle Toplumsallaşamaması/Gündelikleşmemesi

Oran (2019, s.61)'nin de vurguladığı üzere Türkiye'deki katı atık ve geri dönüşüme dair literatürün ağırlıklı olarak fen bilimlerinin ilgili alanları kapsamında ele alındığı, dolayısıyla sosyal boyutunun ihmal edildiği anlaşılmaktadır. Elbette meselenin kendine özgü bir teknik boyutu söz konusudur, özellikle çevreye olan olumsuz etki, atık işleme gibi durumlar açısından. Fakat eğer atıkların minimizasyonu, tekrar kullanımı ve geri dönüşüm sistemi açısından ele alındığında, teknik boyutundan öte sosyal boyutu daha fazla önem kazanmaktadır. Atık yönetiminin karmaşık bir meseleye karşılık gelmesinden dolayı farklı aktörleri kapsayacak şekilde sosyal boyutunu ele alan faaliyetlere ve akademik çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

SAY'a göre (md. 13) kurumlarda sıfır atık sisteminin kurulması için şu aşamalar belirlenmiştir: Çalışma ekibinin belirlenmesi, planlama yapılması (mevcut durumun belirlenmesi, ihtiyaç analizi), eğitim/bilinçlendirme faaliyetleri ve uygulamaya geçilmesi, izleme, kayıt tutulması ve iyileştirme faaliyetleri. Yer verilen bu aşamalar, belirli bir plan (Sıfır Atık Yönetim Planı) dahilinde gerçekleştirilmeye çalışılmaktadır. Bu aşamaların en önemli parçasını eğitim/bilinçlendirme faaliyetleri oluşturmaktadır. Bu konuda SAY doğrudan yerel yönetim birimlerine şu şekilde yükümlülük getirmektedir: "Sıfır atık yönetim sisteminin yaygınlaştırılması ve bu konudaki farkındalığın artırılmasına yönelik bilinçlendirme ve



eğitim faaliyetleri yapmakla, bu kapsamda düzenlenen faaliyetlere katkı ve katılım sağlamakla," (Md. 9/j). Aslında Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından farklı sektörlere ve kurumlara/işletmelere yönelik sıfır atık sürecinin etkin işlemesine yönelik hazırlanan kılavuzlar bulunmaktadır. Bu kılavuzlar, aynı zamanda gerçekleştirilecek eğitim/bilinçlendirme faaliyetlerine rehberlik etme potansiyeli taşımaktadır. Ayrıca yine Bakanlık tarafından "Sıkça Sorulan Sorular" uygulaması kapsamında plastik poşet uygulamasının ücretlendirilmesi ve diğer detaylarına yer verilmektedir.

Bu husus, kişilerin var olan konfor alanından çıkarak, kaynağında ayrıştırma yaparak geri dönüşüm sürecine katkı sağlayacak "değişimin yönetilmesinde" önemli bir konuma sahiptir. Gerçekleştirilen bir araştırmada, SAY'ın yayınlanmasıyla kamuoyu üzerinden geri dönüşüm konusunda bilinçlendirmeye katkı sağladığı görüşü ağırlık kazanmaktadır (Şeker ve Tanyeri, 2022, s. 66). Fakat söz konusu eğitim/bilinçlendirme/farkındalık oluşturma faaliyetleri, farklı yöntemlerle ve tüketimin/yaşamın gerçekleştiği farklı noktalarda (iş yerlerinde, kurumlarda, sitelerde, okullarda, kampüslerde, mahallede, vb.), belirli zaman aralıklarında tekrarlanarak gerçekleştirilmesi önemli bulunmaktadır. Bu noktada öncesinde de yer verildiği üzere, mahalli idarelere önemli görevler düşmektedir. Diğer taraftan geri dönüşüm düşüncesinin formal eğitim yapısı içine daha geniş şekilde yer alması, ekolojiyi kapsayacak ayrı bir ders içinde yer verilmesi önemli bulunmaktadır. Bu şekilde kurulacak altyapıyla hanede de bir dönüşüm oluşması muhtemel görülmektedir. Ayrıca ayrıştırma kutularının yaşam alanlarını kapsayacak şekilde yaygınlaştırılması önemli bulunmaktadır (İPA, 2022).

Bu süreç işletilmediğinde, kurulmak istenen kaynakta ayırma sistemiyle elde edilebilecek kazanımlar üzerinden kişiler ikna olmamakta, dolayısıyla eski alışkanlıklar varlığını korumaktadır. Diğer taraftan sürekliliği olan eğitim çalışmaları yürütülmediğinde, mevcut durumda yaygın şekilde gözlemlendiği üzere, yönetmelikte belirtilen renkler üzerinden kovaların yer aldığı, şekilsel unsurların öne çıktığı bir yapı ortaya çıkmaktadır.

8. Ödül Sisteminin Göz Ardı Edilmesi

Sayış Raporu'nda, ambalaj atıklarının kaynakta ayrı toplanması dikkate alınarak şu tespit yapılmaktadır: "Zorlayıcı idari ve ekonomik araçlar bulunmadığından ambalaj atıklarını ayrı biriktirmek tamamen bireylerin tercihine bırakılmış durumdadır." (s.33). Anlaşılacağı üzere bireysel düzeyde bir irade ortaya çıkmadığında, zorlayıcı bir durum da söz konusu olmadığında, geri dönüşüm sistemini etkin kılmak mümkün olmamaktadır.

Bir davranış değişikliğine gitmenin temel olarak iki yönteminden söz edilebilir. Bunlardan biri ceza, diğeri ise ödüldür. Uygulamada kalıcı sonuçların elde edilmesi için, her iki yönetime de dengeli şekilde yer vermek, önemli bulunmaktadır. Dolayısıyla sadece ceza sistemine ağırlık vermek, bazı kazanımları ortaya çıkarmakla birlikte değişimin sürdürülmesini sağlamayabilmektedir. Bu bağlamda sıfır atık yönetimi süreci içinde yer alan piyasaya sürenler, araçlar ve tüketicilere yönelik ödül mekanizmaları/araçlarına ihtiyaç duyulmaktadır. İfade edilenler bağlamında mevzuata bakıldığında, bazı düzenlemelere



yer verildiği görülmektedir. Bu bağlamda SAY'da yer verilen Genel Esaslar arasında şöyle denilmektedir: "...sıfır atık yönetim sisteminin geliştirilmesi, yaygınlaştırılması, etkin bir şekilde uygulanması amacıyla bilinç ve farkındalık oluşturulması, çevreye duyarlı tutum, davranış ve faaliyetlerin teşvik edilerek desteklenmesi esastır." Yine SAY'da mahalli idarelere: " Halkı, atıklarını ayırmaya ve ayrı biriktirmeye teşvik etmekle,", "Atık oluşumunun önlenmesi için israfı önlemeye teşvik edecek çalışmalarda bulunmakla," görevleri verildiği görülmektedir. Diğer taraftan yine SAY'da gerekli şartları yerine getirenlere gümüş, altın ve platin olarak nitelendirilen sıfır atık belgesinin düzenlenmesine yer verilmektedir. AAKY'de ise satış noktalarının yükümlülükleri altında: "Tüketicilerin plastik poşet talebi ve kullanımını en aza indirecek tedbirleri almak ve teşvik edici uygulamalarda bulunmakla, ..." yer verilmektedir.

Bu düzenlemelere paralel olarak uygulamada da teşvik edici mekanizmaların önemsendiği görülmektedir. Bu noktada gerçekleştirilen bir araştırmada katılımcılar geri dönüşüm sürecinde, bir ödül verilmesini veya karşılık olarak bir ödeme yapılmasını önemsediklerini ifade etmektedir. Hatta aynı araştırmada doğrudan "Geri Dönüşebilir Atıklar Karşılığında Size Bir Ücret Ödenirse, Bunları Bölgenizde Bulunan Bir Geri Dönüşüm Noktasına Götürür Müsünüz?" sorusuna %78 oranında katılımcılar evet cevabını vermişlerdir. Ayrıca ayrıştırılan atıklar üzerinden oluşan değer, kişinin çıkarının dışında diğer sosyal konulara destek olarak verilmesine de katılımcılar tarafından sıcak bakıldığı sonucu ortaya çıkmaktadır (Şeker ve Tanyeri, 2022, s.68).

İfade edilenler çerçevesinde İPA (2022, s.49) tarafından hanelerde ayrıştırma dikkate alınarak "Eko Kimlik Kartı" önerisi gündeme getirilmektedir. Ayrıştırılan ambalaj atıklarının miktarı üzerinden doldurulan kimlik kartı, farklı karşılıklar için kullanılabilir.

9. Denetim/İzleme Mekanizmasının Etkin Şekilde İşletilmemesi

Denetim, yönetimin en temel fonksiyonları arasında yer almaktadır. Etkin bir denetim mekanizması olmadan bir amaca ulaşmak mümkün olmayacaktır. Bu nedenle belirlenen amaçlara ulaşma sürecinde aksaklıkların görülmesi ve yerinde müdahaleler yaparak iyileştirilmesi için denetim önemli bulunmaktadır. Bu bağlamda Türkiye'deki sıfır atık yönetimi sürecinde denetim işlevi, merkezi yönetim aktörleri tarafından yerine getirilmektedir. Bu noktada SAY'da Bakanlığın (Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı) görev ve yetkileri arasında, "Bu Yönetmeliğin uygulanmasına yönelik işbirliği ve koordinasyonu sağlamak, izleme ve denetim altyapısını oluşturmak ve gerekli idari tedbirleri almakla," bulunmaktadır. Bakanlığın taşradaki uzantısı olan il müdürlüklerini de, "Yetki sahaları içinde Bakanlıkça belirlenen usuller çerçevesinde bu Yönetmeliğin uygulanmasına yönelik işbirliği ve koordinasyonu sağlamak, izleme, denetim faaliyetlerini gerçekleştirmekle," görevi verilmektedir.

İlgili mevzuatta yer verilen görevler üzerinden ilgili aktörler denetim fonksiyonunu yerine getirmektedir. Bu bağlamda sıfır atığı kapsayacak denetimlerin genel çerçevesini şu sorular oluşturabilmektedir: İlgili mevzuattan gelen kurumsal düzeyde belirlenen hedefler ne düzeyde gerçekleştirilmektedir? Taraflar sorumluluklarını ne düzeyde gerçekleştirmektedir?,

Taraflar, sıfır atık bilgi sistemine kayıtlanarak beyanlarını zamanında yapıyor mu?, Taraflar, il düzeyinde belirlenen sıfır atık planına göre hareket ediyor mu?, yine taraflar sahip oldukları sıfır atık belgesine göre hareket ediyor mu?. Burada yer verilen genel çerçeve üzerinden gündeme getirilen denetimler, biçimsel (tarafların yasal sorumluluklarını yerine getirmesi gibi) ve biçimsel olmayan (ilgili görevlinin kendini gizleyerek, müşteri rolüyle yaptığı denetimler gibi) farklı yöntemlerle ve sürekliliği olacak şekilde gerçekleştiğinde amacına ulaşabilmektedir. Bu şekilde etkin denetimler gerçekleşmediğinde, örneğin bir market poşetleri ücretlendirirken başka bir market ücretlendirmeyebilmektedir.

Yer verilen denetimler sonrası aksaklıkların giderilmesinde, çeşitli yaptırımların uygulanmasına ihtiyaç duyulabilmektedir. Sayıştay Raporu'nda şu tespitlere yer verilmektedir: "Katı atık yönetimi ile görevli ve yetkili kuruluşlar olan belediyelerin Kabahatler Kanunu'na göre denetim ve idari yaptırım uygulama yetkisi olmakla birlikte, ambalaj atıkları konusunda Çevre Kanunu'na göre denetim ve idari yaptırım uygulama yetkisi bulunmamaktadır." Ayrıca yine aynı Rapor'da: "Ambalaj atıklarının belediye atık toplama sistemine verilmesini engelleyecek denetimler bulunmamakta, yaptırımlar uygulanmamaktadır." Dolayısıyla belediyeler, zabıta gibi sahip olduğu örgütsel yapı üzerinden denetimin etkinliğini sağlamak adına daha fazla rol üstlenebilir. Bu bağlamda Sayıştay Raporu'nda "Belediyelere, Çevre Kanunu kapsamında denetim ve idari yaptırım uygulama yetkisinin verilmesi, ambalaj atıklarının yönetimi ile ilgili olarak belediyelere verilen görev ve sorumlulukların daha etkin bir biçimde sürdürülebilmesine katkı sağlayacaktır." Yer verildiği gibi Bakanlık, öncesinde bazı çevre konularında (bitkisel atık yağ, gürültü, hafriyat atığı, gemilerden kaynaklanan deniz kirliliği, denizlerde kurulan balık çiftlikleri ve ısınmadan kaynaklanan hava kirliliği) denetimi etkin kılmak adına yaptığı yetki devrini, ambalaj atıklarının denetimi konusunda da gerçekleştirebilir.

10. Etkin Bir Veri Yönetiminin Gerçekleştirilmemesi

Veri, gerçekleştirilen faaliyetlerin somut delilini yansıtmaktadır. Bu nedenle atık yönetiminin durumunu görmek adına atık verisi önemli kaynak oluşturmaktadır. Dolayısıyla veriyi oluşturacak mekanizmaların kurulması ve işletilmesi önemli bulunmaktadır. İfade edilenler çerçevesinde atık verisi konusunda Bakanlık örgütü içerisinde oluşturulan bilgi sistemleri ve TÜİK'in belirli periyotlarla yayınladığı veriler bulunmaktadır. Sıfır atık ve ambalaj atıkları açısından ele alındığında iki bilgi sisteminin uygulamada olduğu anlaşılmaktadır. Bunlardan birisi AAKY'de düzenlenen Ambalaj Atıkları Bilgi Sistemidir. Bu bağlamda ilgili yönetmelikte ambalaj atıkları bilgi sistemi şöyle açıklanmaktadır: "Bu Yönetmelik kapsamındaki ambalaj ve ambalaj atıklarına ilişkin beyan ve bildirimlerin gerçekleştirileceği, genişletilmiş üretici sorumluluğu uygulamalarına ilişkin çalışmalara ait bilgi ve belgelerin sunulacağı Bakanlıkça hazırlanan çevrimiçi programı". Diğer bir bilgi sistemi ise SAY'da yer verilen Sıfır Atık Bilgi Sistemidir. Bu sistem de ilgili yönetmelikte şöyle ifade edilmektedir: "Sıfır atık yönetim sistemini uygulayacak yerleri kayıt altına almak, belgelemek, izlemek ve sistem kapsamında yönetilen atıkların izlenebilirliğini sağlamak amacıyla Bakanlıkça oluşturulan çevrimiçi sistemi,". Ayrıca bu Sıfır Atık Bilgi Sisteminin, sıfır



atık belgesi alma sürecinde aracı bir rolünün olduğu anlaşılmaktadır. Bu iki bilgi sistemi üzerinden geri dönüşüm sistemi işletilmeye çalışılmaktadır.

TÜİK, belirlediği sınırlar çerçevesinde atıkları kapsayacak çeşitli verileri ilan etmektedir. Bu noktada TÜİK'in atık konusunda güncel olan verilerinden bazıları şunlardır: Atık İstatistikleri, 2020; Belediye Atık Göstergeleri, 2021. Yer verilen bu veriler, genel olarak atıkla ilgili bazı durumların ne olduğunu anlamakta katkı sağlasa da, ambalaj atıklarının kaynağında ne derece ayrıştırıldığı gibi önemli detayların görülmesine imkân vermemektedir. Ayrıca TÜİK verileri, dinamik bir veri içeriğine sahip değildir, ancak belirli bir zaman aralığını (iki yıl) vermektedir (Sayıştay Raporu, 2022, s.40). "Bu nedenle kaynağına göre ayrı toplama düzeyinin izlenmesine imkân verecek göstergelerin belirlenerek yayınlanan istatistiklere dâhil edilmesi gerekmektedir." (Sayıştay Raporu, 2022, s.VI).

Diğertaraftanyer verilenbilgisistemlerine veri girişlerinin, tarafların beyanı doğrultusunda yapılması, verinin sağlıklı oluşması açısından sınırlılıkları taşıyabilmektedir. Bu noktada Sayıştay Raporu'nda: "Veri girişleri ilgililerin beyanı doğrultusunda yapıldığından kayıtlarda hatalı bilgi bulunma riski mevcuttur." vurgusu yapılmaktadır. Ayrıca ambalaj atığını piyasaya sürenlerin önemli bir kısmının istisna tutulması, bilgi sistemi üzerinden verinin oluşmasına engel teşkil etmektedir.

Atık konusunda bir veri de Bakanlık tarafından Ambalaj Bilgi Sistemi verileri üzerinden yıllık olarak yayınlanan Ambalaj İstatistikleri Bülteni başlığıyla yayınlanmaktadır. Fakat bu verinin de ambalaj atığını piyasaya sürenler odaklı olduğu, üretilen ambalaj miktarı ile piyasaya sürülenler arasında farkı ortaya koyacak bir detayın olmadığı anlaşılmaktadır (Sayıştay Raporu, 2022, s.42).

Yukarıda sözü edilen veriler, ülke genelini kapsayacak genel durumu göstermektedir. Bu veriler, yerleşim yeri ölçeğinde detayları göstermemektedir (Memiş ve Güç, 2023, s.41). Bu bağlamda yerleşim yerlerini ayrı ayrı ele alacak verilerin üretilmesi ve yayınlanması, ilgili yerel yönetim birimlerin atık konusundaki performansının iyileştirilmesine katkı sağlayabilir. Bu noktada önemli bulunan bir diğer husus, atık yönetimi kapsamında üretilen verilerin, ki tüm boyutlarıyla ele alındığında büyük veriye karşılık gelmekte, açık veri biçiminde yayınlanmış olması, atıkların karmaşık yapısı dikkate alındığında, farklı aktörlerin katılımıyla atıkların yönetilmesinde katkı sağlama potansiyeli taşımaktadır.

11. Geri Dönüşüm Sistemin Kent Odaklı Kurulmaya Çalışılması, Kırsalın İhmal Edilmesi

Aşılması gereken eşikler açısından üzerinde duracağımız son mesele ise sıfır atık düzenlemesinde olsun, ambalaj atıklarına yönelik yapılan düzenleme de olsun, mahalli idareler başlığı altında belediyelerin yanında il özel idaresine de yer verilse de (köy yönetimine yer verilmemekte), ilgili düzenlemeler incelendiğinde atık meselesinin ağırlıklı olarak kent ölçeğinde ele alınmasıdır. Oysaki kır, her ne kadar nüfusun ağırlığı kentlerde yaşamış olsa da, bugünkü haliyle atık yönetimi konusunda da dikkatleri üzerine çekmektedir.

Bu noktada iki durum söz konusu olmaktadır. Birincisi, köyde yaşayan kişilerin daha fazla endüstriyel ürün tüketerek atık ortaya çıkarmalarıdır. İkincisi ise, tarımsal faaliyetler sonucunda atıkların ortaya çıkmasıdır. Bu noktada ilaçlama ambalajları, üretim sürecinde paketlenme, örtü gibi amaçlarla kullanılan plastikler, tarımsal faaliyetlerden oluşan önemli atıklardır. Dolayısıyla ambalaj atıklarının yönetimi meselesini, kırda da içine alacak şekilde genişletilmesine ihtiyaç duyulmaktadır.

Sonuç

Türkiye’de atıklarla ilgili gerçekleştirilen düzenlemeler incelendiğinde, farklı atık türlerine (ambalaj atıkları, bitkisel yağlar, piller, elektronik cihazlar, araç lastikleri, madeni yağ, tıbbi atıklar gibi) yönelik veya oluşan atıkların çevreye zararını azaltmaya yönelik 2000 yılı sonrası dönemde yeni adımlar atıldığı görülmektedir. Atılan adımlardan birini de sıfır atık politikası oluşturmaktadır. Öncesinde bir projeye başlayan çalışma sonrasında resmi bir politikaya dönüşmüştür. Bu noktada bir yönetmelik yayınlanmış, ilişkili yönetmelikler güncellenmiş, yeni örgütlenmelere giderek atık yönetiminin iyileştirilmesine yönelik çabalar gösterilmiştir. Sıfır atık politikası, proje aşamasından itibaren tüketiciler üzerinden ortaya çıkan atığın yönetilmesinde farkındalık oluşturmuş ve kazanımlar ortaya çıkarmaya başlamıştır. Fakat sıfır atık politikası kapsamında gerçekleştirilen faaliyetlerin yapısal olarak uygulamada bazı aksayan yönlerini tespit etmek mümkündür. Bu bağlamda bu çalışmada aksayan yönler aşılması gereken eşikler olarak gündeme getirilmeye çalışılmıştır. Çalışmada ayrı ayrı üzerinde durulan bu eşikler dikkate alınarak öneri olarak şunları söylemek mümkündür:

- Öncelikle atık meselesini, hangi türünü ele alırsak alalım, karmaşık/çetrefilli bir mesele olarak konumlandırmak gerekir. Buradan hareketle süreç içine ilgili yönetmeliklerde yer verilen ve verilmeyen (site görevlileri, muhtarlar gibi) farklı aktörlerin dahil olabileceği yöntemlere,
 - Atık yönetiminin çok değişkenli yapısıyla bağlantılı olarak sistemin etkin işlemesi için gönüllülük mekanizmasına,
 - Denetimlerin etkin şekilde yerine getirilmesine,
 - Bütünleşik atık yönetiminin geri dönüşüm gibi sadece bir aşamasına odaklanmayacak, aşamaların tamamını kapsayacak politikalara,
 - Özellikle belediyelerin, sıfır atık sistemini kapsayacak şekilde kendi kapasitelerini geliştirmesine,
 - Belediyelerin, sıfır atık yaklaşımını kapsayacak atık planlarını hazırlamasına,
 - Atık yönetim süreçlerinde teknolojik gelişmelerin dikkate alınması ve uygulanmasına,
 - Ambalaj Bilgi Sistemi’ne yönelik muafiyet alanının daraltılmasına,
 - Ambalaj Bilgi Sistemi’ne girilen verilerin doğruluğunu sağlayacak mekanizmaların kurulmasına,
 - GEKAP’ın etkin işlemesi için usul ve esaslarının belirlenmesine,
 - Denetim yetkisinin belediyeleri de kapsayacak şekilde genişletilmesine ihtiyaç duyulmaktadır.



Kaynakça

Ambalaj Atıkları Kontrolü Yönetmeliği, 202

Atık Getirme Merkezlerinin Kurulması ve İşletilmesi ile Sıfır Atık Uygulamalarına İlişkin Usul ve Esaslar, 2021.

Belediye ve Bağlı Kuruluşları ile Mahalli İdare Birlikleri Norm Kadro İlke ve Standartlarına Dair Yönetmelik, 2020.

İPA (2022). Kentin yükünü sırtlananlar: İstanbul'un katı atık toplayıcıları, Edt. Suat Hayri Küçük, *Sorunlar ve Talepler* içinde, İstanbul: İPA yayınları.

Memiş, L. Ve Güç, M. (2023): Sürdürülebilir atık yönetiminde blokzincir teknolojisi, *Toplum ve Doğa İçin Blokzincir Sempozyumu*, 16-17 Mayıs 2022, Ankara.

Memiş, L. (2016). *Sürdürülebilir Kentsel Kalkınma ve Katı Atık Yönetiminde Ağ Yönetişimi: Giresun İli Örneği*, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Sakarya.

Memiş, L. (2017). Akıllı Kentler ve Akıllı Katı Atık Yönetimi, Edt. Mahmut Güler ve Menaf Turan, *Belediyelerin Geleceği ve Yeni Yaklaşımlar* İçinde (s. 483-503), İstanbul: Marmara Belediyeler Birliği Kültür Yayınları.

Oral, S. (2019). *Emeğin sokak hali: Türkiye'de katı atık toplayıcıları*. Ankara: Nika Yayınevi.

Sayıştay Raporu (2022). Plastik Atık Yönetimi, <https://sayistay.gov.tr/reports/download/qZoxee1g5P-plastik-atik-yonetimi>

Sıfır Atık, <https://sifiratik.gov.tr/>

Sıfır Atık Yönetmeliği, 2019

Şeker, M. Ve Tanyeri, F. N. (2022): Sokak Toplayıcıları Sosyo-Ekonomik Araştırma Raporu, AGED-Kağıt Geri Dönüşüm Sanayicileri Derneği, İstanbul.

Türkiye Çevre Ajansının Kurulması ile Bazı Kanunlarda Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun, 2020.

Türkiye Çevre Ajansının Teşkilatı ve Çalışma Usul ve Esasları Hakkında Yönetmelik, 2021

Zorunlu Depozito Yönetim Sistemi Uygulamalarına İlişkin Usul ve Esaslar, 2022



ATIK SORUNUNA YENİLİKÇİ VE YEREL ÇÖZÜMLER: AVRUPA'NIN ÖNCÜ SIFIR ATIK BELEDİYELERİNİN UYGULAMALARI

Sibel ÇALIŞKAN*

ÖZET

Atık, tüm dünyanın ortak sorunudur. Atık sorunuyla mücadele edebilmek için yıllardır farklı ölçek ve nitelikte çözümler önerilmektedir. Bu çalışmada yerel ölçekli ve 'sıfır atık' olarak nitelendirilen atık yönetim anlayışına yönelik çözüm önerilerine odaklanılmakta olup, Avrupa'nın öncü sıfır atık belediyelerinin güncel atık yönetimi uygulamaları incelenmektedir. Söz konusu belediyeler, şehirlerin ve toplulukların sıfır atığa geçişine yardımcı olmaya adanmış bir Sıfır Atık Avrupa Programı olan Sıfır Atık Şehirler'den (Zero Waste Cities) referansla belirlenmiştir. Bu bağlamda İspanya'daki Hernani ve Pontevedra, İtalya'daki Bitetto ve Milano ve Galler'deki Merthyr Tydfil belediyeleri atık yönetimi uygulamaları açısından incelenmiştir. Çalışmanın temel amacı, Avrupa'nın Sıfır Atık Şehirlerinde çok çeşitli bağlamlarda sergilenen yerel sıfır atık stratejilerinin ve hayata geçirilen uygulamaların ekolojik, ekonomik ve sosyal faydalarına dikkat çekmek ve bilhassa Türkiye'deki belediyelere ilgili konuda ışık tutmaktır. Dolayısıyla bu çalışmada Avrupa'nın Sıfır Atık Şehirlerinin hikayelerine yer verilmesinin nihai amacı, başka şehirlerin yerel yönetim birimlerine aynı yolu izlemeleri için umut ve ilham kaynağı olabilmektir. Ayrıca araştırma sonuçları, yerel makamların atık sorununu nasıl ve neden fark etmesi ve gelecekte harekete geçmeye zorlanmak yerine şimdi harekete geçmeye karar vermesi gerektiğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Atık Yönetimi, Belediye, Sıfır Atık, Sıfır Atık Avrupa, Sıfır Atık Şehirler

* Dr. Öğr. Üyesi, İstanbul Arel Üniversitesi, İİBF, Siyaset Bilimi ve Kamu Yönetimi Bölümü, sibecaliskan@arel.edu.tr ORCID: 0000-0001-8675-0643



Giriş

Atık, önemli ve küresel bir sorundur. Uzun yıllardır küresel nüfus ve yaşam standartlarının giderek yükselmesinin etkisiyle, artan hacimlerde atık üretildiği görülmektedir (Minghua vd., 2009, s. 1227). Evsel katı atıklar başta olmak üzere, tehlikeli atıklar, endüstriyel atıklar, tarımsal ve hayvansal atıklar, tıbbi atıklar, radyoaktif atıklar, inşaat ve yıkım molozları, maden atıkları, petrol ve gaz üretim atıkları, fosil ve kanalizasyon dahil olmak üzere birçok farklı türde atık üretilmektedir. ABD gibi gelişmiş toplumlarda genellikle büyük miktarlarda evsel katı atık (gıda atıkları, ambalajlı ürünler, tek kullanımlık ürünler, kullanılmış elektronikler vb.), ticari ve endüstriyel atıklar (yıkım molozları, yakma kalıntıları, rafineri çamurları vb.) üretildiği görülür. Rakamlar ise çarpıcıdır; küresel olarak her yıl 120-130 milyar ton doğal kaynak tüketilmekte ve yaklaşık 3,4 ila 4 milyar ton evsel katı atık üretilmektedir (Chalmin ve Gaillochet, 2009). Ancak ne var ki modern ekonomiyle bağlantılı olarak artan atık hacmi ve karmaşıklığı, ekosistemler ve insan sağlığı için ciddi bir risk oluşturmaktadır. Toplama sistemlerinin yokluğundan etkisiz bertarafı kadar değişen kötü atık yönetimi, günün sonunda hava, su ve toprak kirliliğine neden olmakta; açık ve sıhhi olmayan depolama alanlarının içme suyunu kirletmesi sonucunda ciddi sağlık sorunlarıyla karşılaşmakta ve salgın hastalıklar söz konusu olabilmektedir. Yönetilmeyen, atılan veya yakılan atıklar insan sağlığına, çevreye ve iklime zarar vermekle birlikte aynı zamanda hem fakir hem de zengin ülkelerde ekonomik büyümeyi engellemektedir. Dolayısıyla atık, pek çok boyutuyla geniş bir etki alanına sahip olan bir sorunu temsil etmektedir.

Atık sorunu, her ne kadar insanların farkında olduğu bir konu olsa da yapılan araştırmalar ve ulaşılan veriler, atık üretiminin ürkütücü bir hızla arttığına işaret etmektedir. Hal böyleyken, atık üretimi ve etkileri konusunda giderek daha fazla endişe duyulmakta ve uzun zamandır bu sorunla başa çıkmanın yolları aranmaktadır. Söz konusu çözüm arayışlarının belki de en ses getiren ürünü "Sıfır Atık" olmuştur. Dünya gündemini meşgul eden atık sorunu karşısında yıllardır gerek ülke çapında gerekse dünya çapında birçok topluluk "Sıfır Atık" yaklaşımını benimseyerek bu yönde çalışmalar yürütmektedir. Sıfır Atık, "atıkların ve malzemelerin hacminin ve toksisitesinin önlenmesi ve ortadan kaldırılması, tüm kaynakların korunması ve geri kazanılması, atıkların yakılması ve gömülmesinin engellenmesi için ürün ve süreçlerin sistemli olarak tasarlanması ve yönetilmesi" anlamına gelir (Zero Waste Definition-Sıfır Atık Tanımı, 2018). Sıfır atık uygulamaları da bu bağlamda gezegen, insan, hayvan veya bitki sağlığını tehdit eden karaya, suya veya havaya yapılan tüm deşarjları ortadan kaldırmak üzere gerçekleştirilmektedir.

Toplulukları etkili ortaklıklarda bir araya getiren "Sıfır Atık Şehirler (Zero Waste Cities)" programı da sıfır atık konusunda yapılan önemli çalışmalar arasında yer alır. Bu program, Avrupa'nın yerel atık yönetimi konusunda acilen ihtiyaç duyduğu değişimin aracı olarak geliştirilen bir programdır. Sıfır Atık Şehirler, şehirlerin ve toplulukların sıfır atığa geçişine yardımcı olmaya adanmış Sıfır Atık Avrupa (Zero Waste Europe) programıdır. Programın amacı, vatandaş merkezli modellere dayalı sıfır atık stratejileri ile şehir düzeyinde -bilhassa küçük ve orta ölçekli belediyelerde- sıfır atığa geçişi hızlandırmak ve atıklarda önemli bir azalma sağlamaktır. Atık üretimindeki korkutucu artış eğilimi düşünüldüğünde;



Sıfır Atık Şehirler programıyla amaçlanan şeyin, ne denli önemli olduğu anlaşılabilir. Bu araştırmanın temel motivasyonu da buradan kaynaklanmakta olup; çalışmada, söz konusu programa dahil olan Avrupa'nın öncü sıfır atık belediyelerinden üç tanesinin güncel atık yönetimi uygulamaları incelenmektedir. Atık sorununa karşı geliştirilmiş olan yenilikçi ve yerel çözümlere odaklanılan bu çalışmada, İspanya'daki Hernani, İtalya'daki Bitetto ve Galler'deki Merthyr Tydfil belediyelerinin atık yönetimi uygulamaları değerlendirilmiştir. Çalışmada öncelikle atık, atık yönetimi ve sıfır atık konularına değinilerek kavramsal çerçeve oluşturulmaya çalışılmış ve akabinde Sıfır Atık Avrupa (ZWE) ağının bir programı olan Sıfır Atık Şehirler ve bu şehirlerden bazılarının sıfır atıkla ilgili süreçleri ve uygulamalarına ilişkin detaylara yer verilmiştir. Çalışma, seçilen öncü sıfır atık belediyelerinin iyi uygulama örneklerinden hareketle saptanmış olan öneriler ile sonuçlandırılmaktadır.

1. Kavramsal Çerçeve: Atık, Atık Yönetimi ve Sıfır Atık

Atık kavramının farklı tanımları yapılmıştır. Bu tanımlar arasındaki ortak nokta, atığın üreticisi tarafından "istenmeyen bir malzeme" olarak algılanması üzerinedir. İstenmeyen malzemeler, bir üretim sürecinin yan ürünleri olabileceği gibi (örneğin bir fırından çıkan uçucu kül) mevcut sahibi açısından içsel değeri tüketilmiş ürünler de (örneğin, okunmuş bir gazete, açılmış ve içindekiler boşaltılmış bir paket veya çekirdeğine kadar yenmiş bir elma) olabilmektedir. Yani tüketicilerin bakış açısına göre orijinal içsel değerlerini yitirdikleri sürece hepsi benzerdir. Bu bağlamda atık, "üreticisi olan kişi veya kuruluş tarafından gereksiz ve istenmeyen olarak atılan insan ve hayvan faaliyetlerinden kaynaklanan malzemeler" olarak tanımlanabilir (Open Wash, 2016; Mishra vd., 2020, s. 229). Atık, esasında dünya ekonomilerinin çoğunu yönlendiren tüketici temelli yaşam tarzlarının bir yan ürünüdür. Çoğu şehirde, atık hacimlerini azaltmanın en hızlı yolu ekonomik faaliyeti azaltmaktır, ancak bu genellikle çekici bir seçenek değildir. Katı atık, kaynak yoğun, tüketici temelli ekonomik yaşam tarzının en görünür ve zararlı yan ürünüdür. Sera gazı emisyonları, su kirliliği ve endokrin bozucular, kentsel yaşam tarzlarımızın benzer yan ürünleridir. Dolayısıyla atıklar, yönetilmesi zorunlu olan temel sorunlardan biridir. Bu durum da konuyu atık yönetimine çekmektedir.

Tchobanoglous ve Kreith'e (2002) göre atık yönetimi, atıkların halk sağlığı ilkelerine uygun olarak üretilmesi, depolanması, toplanması, taşınması, işlenmesi ve bertaraf edilmesinin kontrolü ile ilişkili ve aynı zamanda ekonomiye ve halkın tutumlarına duyarlı olan bir disiplindir (Rushton, 2003, s. 184). Genel olarak yerel yönetimler kapsamında belediyeler tarafından yürütülen katı atık yönetimi de benzer şekilde kentsel alanlarda üretilen katı atıkların toplanması, aktarılması, işlenmesi, geri dönüştürülmesi, kaynakların geri kazanılması ve bertaraf edilmesi anlamına gelmektedir. Katı atık yönetimi, hızlı kentleşmenin yanı sıra atık miktarı ve bileşimindeki değişiklikler nedeniyle sıklıkla başarısız olan temel hizmetlerden biridir. Belediye katı atığının miktarı ve bileşimi ülkeden ülkeye değişir, bu da onların başka yerlerde başarılı olabilecek atık yönetim sistemini benimsemesini zorlaştırır. Buna ek olarak, kentsel yerleşimden kaynaklanan kentsel atık miktarı insani gelişme endeksinin bir fonksiyonudur ve bu da ortalama yaşam süresi, gayri safi yurtiçi hasıla ve eğitim endekslerine bağlıdır. Temel olarak, kentsel katı atık miktarı,



gelişmekte olan ülkelerle karşılaştırıldığında gelişmiş ülkelerde her zaman daha yüksektir (Chandrappa ve Das, 2012). Öte yandan, katı atıkların özellikleri de sosyo-ekonomik, kültürel ve iklimsel koşullara bağlı olarak büyük farklılıklar göstermektedir. Buna paralel olarak, mevcut sistemi iyileştirirken mevcut atık yönetim sistemlerini izlemek ve kontrol etmek için katı atıkların kaynakları, üretim oranları, üretilen atık türleri ve bileşimleri ile karakterize edilmesi gerekmektedir. Atık yönetiminin bu zorlu tarafı, daha kapsamlı ve genele hitap edebilecek bir çözüm yolunu zorunlu kılmış ve toplumdan ve çevre hareketlerinden geleneksel atık sistemlerine eleştiri yöneltilerek, alternatifler geliştirilmesi talebi gelmiştir. Buna cevaben, dünyanın farklı yerlerinde yerel ve bölgesel yönetimler yeni politikaları desteklemeye başlamıştır. Söz konusu politikaların gündem maddelerinden birisi ise şüphesiz sıfır atık olmuştur. Dolayısıyla bu noktada atık bertarafının karanlık çağını yeni bir Sıfır Atık çağına taşımak isteyen politikacıların, süreci yönlendirici anahtar bir rolü olduğu söylenebilir (Murray, 2002, s. 3). Sıfır atığa giden sürecin ana itici gücü ise atıkların bertaraf edilmesinden kaynaklanan kirliliğe ilişkin yeni bir farkındalık oluşmasıdır. Bu, toplulukların ve hükümetlerin şimdiye kadar dokunulmaz bir sorun olan konuya müdahil olmaları için giriş noktası olmuştur ve olmaya devam etmektedir (Murray, 2002, s. 4). Ancak elbette ki geleneksel atık yönetiminin sıfır atık vizyonuna dönüştürülmesinin kolay olmadığı da belirtilmelidir.

Sıfır atığa kavramsal çerçevede bakıldığında; sıfır atık, “üretilen atıkların kaynaktan önlenmesi, azaltılması, yeniden kullanılması, geri dönüştürülmesi ve kazanılması nosyonu üzerine inşa edilen ve atıkların ortadan kaldırılması yoluna giderek sorunu kökten çözmeyi amaçlayan bir yaklaşımdır” (Bilgili, 2021, s. 696). Sıfır atık yaklaşımına ilişkin standartları belirleme amacından hareketle 2002 yılında kurulan Sıfır Atık Uluslararası Birliği'nin tanımı ise şöyledir: “ürün, ambalaj ve malzemelerin, yakma yoluna gidilmeden, çevre ve insan sağlığını tehdit eden toprağa, suya ve havaya bırakılmadan, sorumlu üretim, tüketim, yeniden kullanım ve geri kazanım yoluyla tüm kaynakların korunması” (Zero Waste Definition-Sıfır Atık Tanımı, 2018). Ayrıca sıfır atığın, tüm ürünlerin geri dönüştürülmesi için kaynakların yaşam döngülerinin yeniden tasarlanmasını teşvik eden bir felsefe olduğu da söylenebilir (Curran ve Williams, 2012, s. 3). Bu tanımlar ışığında özetle sıfır atık, atıkların kaynağında önlenmesi ve azaltılması, geri kazanılabilir atıkların değerlendirilmesi ve tüm atıkların geri dönüştürülebilir forma kavuşmasını önceleyen bir atık yönetim sistemidir (Uz Zaman ve Lehmann, 2011, s. 77).

On yıl önce, sıfır atık kavramı hafife alınırken, günümüzde sıfır atık, döngüsel bir ekonomiye yönelik pratik bir yaklaşım olarak kabul edilerek küresel olarak yaygınlaşmıştır. Bu dönüşüm, Avrupa ve dünya genelindeki sivil toplum gruplarının çabaları sayesinde gerçekleşmiştir. Bu süre zarfında, sıfır atığa ilişkin algının değişmesi, atık yönetimi konusundaki dönüşümü ve ilerlemeleri tetiklemiştir. “Sıfır Atık Avrupa (Zero Waste Europe-ZWE)” ise bu değişikliği ileriye taşımayı hedefleyen bir ağ olarak faaliyet göstermektedir.

2. Sıfır Atık Avrupa (Zero Waste Europe-ZWE)

Sıfır Atık Avrupa (ZWE), toplumumuzda israfın ortadan kaldırılması için çalışan topluluklar,



kuruluşlar, yerel liderler, uzmanlar ve değişim temsilcilerinden oluşan bir Avrupa ağıdır. Üye kuruluşlar, sıfır atık hiyerarşisi doğrultusunda sıfır atığı teşvik eder, sıfır atık belediyeleri ağını yönetir ve karar vericiler ve şirketlerle ilişki kurar. Sıfır Atık Avrupa, insanların ve gezegenin yararına sıfır atığa doğru adil bir geçişi hızlandırmak için sürdürülebilir sistemleri ve kaynaklarla ilişkimizin yeniden tasarlanmasını savunmaktadır. Avrupa çapında bireyler ve kuruluşlar ile çalışmalar yürüten ve Yakma Fırını Alternatifleri için Küresel İttifak'ın (GAIA) Avrupa bölgesel şubesi olarak 2014 yılında kurulmuş olan bu ağ, döngüsel ekonomi ve daha adil, israfsız bir gelecek yaratmak için çalışmalar yürütmektedir. Ağ bünyesinde çalışan personeller ise sıfır atık hareketini desteklemek ve Avrupa düzeyinde politikalar yürütmek için çalışmaktadır. Sıfır Atık Avrupa, İtalya'nın Capannori şehri tarafından oluşturulan ilk sıfır atık vizyonu ve kodu üzerine inşa edilmiştir ve günümüzde bu ağın 28 Avrupa ülkesinden 35 üyesi bulunmaktadır. Ayrıca Sıfır Atık Avrupa'nın ürün tasarımından yeniden kullanılabilirliğe, plastiğin kaldırılmasından atık ticaretine ve belediye sıfır atık stratejilerine kadar çeşitli faaliyetleri söz konusudur. Bu oluşum, politika açısından elverişli koşulları yaratarak sıfır atık Avrupa'ya geçişi desteklemekte ve bu kapsamda düzenlemeleri finansal süreçler, sahada sıfır atık çözümlerinin uygulanması, örgüt içindeki ve dışındaki diğer grupların örgütlenmesi ve seferber edilmesi, sıfır atığa dayalı anlatının daha da ilerlemesini sağlamak için koalisyonlar başlatılması yönünde çalışmalar yürütmektedir. Bu bağlamda Sıfır Atık Avrupa'nın çalışma alanları üç ana sütunda bütünleşmektedir (Zero Waste Europe, 2021):

- AB politikaları üzerinde çalışarak koşulları etkinleştirme
- Sıfır atık stratejilerinin uygulanması
- Hareket oluşturma ve koordinasyon

Sıfır Atık Avrupa ağının iddiası, AB politika yapımında etkili olma konusunda güçlü bir sicile sahip oldukları; kurumlara ve medyaya iyi erişebildikleri, katkıda buldukları ve bu anlamda güvenilir bir aktör oldukları; döngüsel ekonomi ve iklim gündemi alanında baskı grupları, politika yapıcılar ve paydaşlar tarafından büyük saygı gördükleri yönündedir. Dahası, yerel ve bölgesel düzeyde sıfır atık stratejilerinin uygulanmasında uzman olduklarını iddia eden bu ağ, sıfır atık yolunda yürümek isteyenlere uzmanlık, teknik rehberlik ve kolaylaştırma sağladıklarını ifade etmektedir. Bunlarla birlikte 35 Avrupa üye kuruluşundan oluşan bir ağı koordine etmekte olan Sıfır Atık Avrupa; koordinasyon, hareket oluşturma ve süreç kolaylaştırma konusundaki uzmanlıklarıyla öne çıktıklarını açıklamaktadır (Zero Waste Europe, 2021).

Ayrıca önemli bir noktaya dikkat çekmekte yarar vardır. Sıfır Atık Avrupa, atık üretimini sürekli olarak azaltma ve atıkların ayrı toplanmasını iyileştirme ve dolayısıyla insan ve atık arasındaki ilişkiyi yeniden tasarlama hedefini açıkça taahhüt eden Avrupa belediyelerini bir araya getirmekte ve temsil etmektedir. Üstelik sıfır atığa yönelik Avrupa belediyeleri ağı, Avrupa'nın en iyi performans gösteren kuruluşu, İtalya'nın Veneto bölgesindeki Contarina bölgesi gibi, atık kaynakları ve yönetimi alanında öncülerden oluşmaktadır. Bununla birlikte, Sıfır Atık Avrupa'nın amacı yalnızca en iyi performans gösterenlere görünürlük sağlamak



değil, aynı zamanda şu anda tatmin edici olmayan sonuçlar vermelerine rağmen sıfır atığa doğru sürekli olarak ilerlemeye kararlı olan belediyelerin taahhüdünü kolaylaştırmak ve tanımadır (Zero Waste Europe, 2021). Çünkü bugün yerel düzeyde sıfır atık stratejilerinin nasıl benimseneceğine ilişkin anlayış ve bilgi düzeyinde bir boşluk bulunmaktadır (Mission Zero Academy, 2021).

3. Sıfır Atık Şehirler (Zero Waste Cities) Programı ve Sertifikasyonu

Sıfır Atık Şehirler, şehirlerin ve toplulukların sıfır atığa geçişine yardımcı olmaya adanmış Sıfır Atık Avrupa Programıdır. Program, yerel paydaşların en iyi uygulamaları gerçekleştirmeleri için bir Avrupa bilgi platformu oluşturmanın yanı sıra belediyeler için bir mentorluk ve tanıma programını bir araya getirmektedir. Sıfır Atık Şehirler programı, Sıfır Atık Avrupa ve üye kuruluşları tarafından ortaklaşa yürütülmektedir ve atıkları aşamalı olarak ortadan kaldırmaya yönelik gerçekleştirilen sürekli bir çabanın ürünüdür. Buradaki temel amaç, atıkları yakarak veya çöpe atarak değil, bunun yerine en başta atık oluşturmayan sistemler oluşturmak uygulamaktır. Bu bağlamda programın amacı, vatandaş merkezli modellere dayalı sıfır atık stratejilerinin uygulanmasıyla, özellikle küçük ve orta ölçekli belediyeler olmak üzere şehir düzeyinde sıfır atığa geçişi hızlandırmak ve atıkta önemli bir azalma sağlamaktır. Kısaca Sıfır Atık Şehirler programı, yerel düzeyde sıfır atığa geçişi hızlandırmaya yardımcı olma vizyonuna yönelik bir çalışmadır. Sıfır Atık Şehirler programı kapsamında belediyelere, atık uzmanlarına ve toplum liderlerine sıfır atık en iyi uygulamaları ve bunların yerel olarak nasıl uygulanacağı hakkında ilk elden deneyimler kazanmalarına yardımcı olmayı amaçlayan bir dizi çevrimiçi ve canlı etkinlik yapılmaktadır (Zero Waste Europe, 2021).

Bugün, 9 farklı Avrupa ülkesinden yaklaşık 400 belediye, sıfır atık stratejisi geliştirmeyi ve uygulamayı taahhüt ederek Sıfır Atık Avrupa Şehirleri Programına katılmış ve şu anda atık üretimlerini azaltmak için çalışmaktadır (Mission Zero Academy, 2021). Buna binaen Avrupa'da giderek daha fazla sayıda karar mercii, politikacı ve vatandaş, sıfır atığın faydalarını kabul ederken, bu geçişi desteklemek için yasal çerçeveler devreye sokulmaktadır. Bu bağlamda Avrupa belediyelerini sıfır atığa doğru yönlendirmek için daha sağlam ve resmi bir sisteme olan bu ihtiyacın farkında olan "Mission Zero Academy (MIZA)", Sıfır Atık Avrupa (ZWE) ile birlikte dünyanın ilk "Sıfır Atık Şehirler Sertifikasyonu"nu tasarlamıştır (Mission Zero Academy, 2021). Bu bağımsız üçüncü taraf değerlendirmeli sertifika standardı, 10 yılı aşkın uzmanlığa, Sıfır Atık Avrupa ve üyelerinin yerel düzeydeki deneyimlerine dayanmakla birlikte, Avrupa çapında topluluk merkezli sıfır atık modellerinin benimsenmesini desteklemektedir. Tüm sertifikasyon sürecini bizzat koordine eden Mission Zero Akademisi, çevrimiçi ve çevrimdışı kaynaklar ve hizmetler aracılığıyla, kuruluşlara ve belediyelere sıfır atık yolculuklarında rehberlik etmektedir. Ürettiği atık hacmini azaltmak isteyen herhangi bir Avrupa belediyesi için Sertifikasyon, sıfır atık stratejisi için bir belediye yapılacaklar listesi haline gelebilecek sağlam bir çerçeve sağlamaktadır. Bu çerçevede sertifikasyona katılan her belediyeye, etkili ancak uygulanabilir stratejilerin tasarlanıp uygulanmasını sağlamak için çalışmalara rehberlik edecek kendi sıfır atık danışmanı atanmakta ve rehberler, akademi tarafından (Mission Zero) düzenli olarak eğitilmekte ve



belediyeleri ilgili kaynaklara bağlayarak doğru yönde ilerlemelerini sağlamaktadırlar.

Sıfır Atık Şehirler Sertifikasyon süreci 5 temel adımdan oluşmaktadır (Mission Zero Academy, 2021):

- Beyan: Belediyenin yerel Sıfır Atık Avrupa (ZWE) üyelerine veya Mission Zero Akademi'ye beyanını iletmesi.
- Taahhüt: Belediyenin Sıfır Atık Aday Şehir statüsünü alması ve burada belirtilen özel gereksinimler kapsamında kendi sertifikasyon yol haritasını oluşturması ve sunması.
- Uygulama: Belediyenin en fazla 2 yıla kadar, puan kartının oluşması için ve belgelendirmek üzere, süreçteki faaliyetleri ve sonuçlarıyla ilgili resmi denetçiye kanıtlarını sunması.
- Sertifikasyon: Performans düzeyine ve etkiye odaklanan başarılı bir üçüncü taraf değerlendirmesinin ardından uygun görülen Aday Belediyenin Sıfır Atık Sertifikalı Şehir olması.
- Yıllık iyileştirmeler: Sertifikasyonunu takiben, bir Belediye elde edilen sonuçları izlemek ve geliştirmek için yıllık iyileştirmeler yapması. Belediyenin sertifikasyon durumunun teyit edilmesi için her 3 yılda bir yeni denetim süreçlerine tabi tutulması ve 5 yıldızlı bir sistem altında seviye atlama imkanına sahip olması.

Avrupa'da ortalama olarak artan atık üretim seviyeleri göz önüne alındığında, Sıfır Atık Şehirler duyulan ihtiyacın her zamankinden daha önemli ve acil olduğu açıktır. Bu noktada sertifikasyon uygulaması, yalnızca Avrupa'nın en iyi performans gösteren belediyelerini kutlamakla kalmayıp, aynı zamanda sıfır atık yönünde yeni bir Avrupa belediye dalgasını desteklemek ve yönlendirmek için sağlam bir çerçeve sağlamaktadır. Böylece Sıfır Atık Şehirler programı ve Mission Zero Akademisi sertifikasyon uygulaması birbirini tamamlayarak, Avrupa'nın dögüsel bir geleceğe geçişini hızlandırmaktadır.

3.1. Sıfır Atık Şehirler'in Öncü Belediyelerinden Atık Yönetimi Uygulama Örnekleri

Sıfır Atık Avrupa bünyesindeki Sıfır Atık Şehirler programı kapsamında her yıl belediyelerin sıfır atık durum raporları hazırlanmakta ve yayınlanmaktadır. En son yayınlanan 2020 ve 2021 yılına ait raporlarda (The State Of Zero Waste Municipalities Report 2020, 2021) sıfır atık şehirlerin önemine ilişkin bariz bir farkındalık olduğu ve yerel sıfır atık stratejilerini uygulayan belediyelerin sayısında ciddi artış görüldüğü belirtilmektedir (Zero Waste Europe, 2021, s. 6). Yayınlanan son raporun yazım aşamasında, Sıfır Atık Avrupa ağının sıfır atık şehir stratejilerini benimsemelerine yardımcı olmak için 17 Avrupa ülkesinin (Belçika, Bulgaristan, Hırvatistan, Kıbrıs, Almanya, Yunanistan, İtalya, İrlanda, Letonya, Karadağ, Kuzey İrlanda [İngiltere], Portekiz, Romanya, İspanya, Slovenya, İsviçre ve Ukrayna) farklı belediyeleriyle aktif olarak çalıştığı belirtilmiştir (Zero Waste Europe, 2021, s. 6). Dolayısıyla Sıfır Atık Şehirler Programı kapsamında son yıllarda şehirlerin kaynaklarını ve atıklarını yönetme biçiminde büyük dönüşümler yaratıldığı söylenebilir. Ancak Sıfır Atık Şehirler modeli, Avrupa sınırlarıyla sınırlı bir şey değildir; GAIA küresel ağı aracılığıyla, Asya, Afrika, Latin Amerika ve ABD/Kanada bölgesinde kendi yerel sıfır atık stratejilerini tasarlayan ve uygulayan artan sayıda şehir vardır.



Söz konusu raporların her baskısında, yerel bir sıfır atık programının farklı bileşenleri için var olan en iyi uygulamalardan bazıları derinlemesine incelenmektedir. Tüm AB Üye Devletlerinin 1 Ocak 2024'ten itibaren biyo-atık toplama zorunluluğu olacağı için ve etkili organik yönetim sistemlerinin belediyeler üzerinde çok olumlu etkileri olmasından dolayı, raporun 2021 baskısında Avrupa'nın en iyi organik atık toplama ve yönetim uygulamalarından bazıları incelenmiştir. Aşağıda sıfır atık uygulamaları açısından detaylarıyla incelenen belediyeler de söz konusu rapordan referansla belirlenmiş ve incelenmiştir.

3.1.1. İspanya Hernani Belediyesi: Kapıdan Kapıya Toplama Sistemi

İspanya, İber Yarımadası boyunca yayılmış farklı bölgelerden oluşan çeşitlilik içeren bir ülkedir. Takımadalar - Balear ve Kanarya Adaları, Ceuta ve Melilla. Son 15 yılda, İspanya'daki Sıfır Atık Şehirler programı, Katalonya, Balear Adaları, Comunidad de Madrid ve Bask gibi seçilmiş bölgelerden belediyelerle ilişki kurmaya odaklanmıştır. İspanya'nın 2021 yılında bu kapsamda yürüttüğü ana faaliyetlerden biri, Sıfır Atık Şehirler sertifikasyonunu ülkenin dört bir yanındaki belediyelere yaymak üzere düzenlediği bir dizi seminerdir. Bu seminerlerde özellikle büyükşehirler kapıdan kapıya organik atık toplama gibi sıfır atık eylemlerini hayata geçirmeleri için teşvik edilmektedir. Ayrıca gerçekleştirilen webinarlar sonucunda belediyelerin değişim yaratmanın anahtarı olduğuyula ilgili ortak bir görüş bildirilmekte ve tüm belediyelerin Sıfır Atık Şehirler Sertifikasyonu'na katılmasının gerekli olduğunun üzerinde durulmaktadır (Zero Waste Europe, 2021, s. 26).

Hernani belediyesi, İspanya'nın sıfır atık uygulamaları bilhassa organik atık toplama ve yönetim uygulamaları açısından öne çıkan belediyeleri arasında yer almaktadır. Hernani, İspanya'nın Bask Bölgesi'ndeki Gipuzkoa ilinde 20.000'den biraz fazla nüfusa sahip olan bir kasabadır. Gipuzkoa, 2011'den beri ana önceliği organik olan güçlü bir ayrı toplama sistemi uygulayarak uzun süredir sıfır atık öncüsü olmuş ve yalnızca dört yıl içinde, bölgede geri dönüşüm oranı ikiye katlanmış ve artık atık üretimi %32 oranında azalmıştır (Zero Waste Europe, 2021, s. 40). Burada yer alan bilhassa Hernani kasabası, uyguladığı başarılı organik yönetim sistemiyle, sıfır atık en iyi uygulama örnekleri arasında sayılmaktadır. Sıfır atık stratejisi, Belediye Meclisi ve vatandaşların erişimine ve katılımına büyük önem veren %100 kamu atık yönetimi şirketi olan "Garbitania Zero Zabor" tarafından ortaklaşa koordine edilmektedir.

Hernani'nin atık yönetim sistemi, başlangıçta evlerde atıkların ayrılması için sağlanmış olan kancalar ve kutularla ünlüdür. Bu bağlamda Hernani belediyesi 2010 yılında, hane başına iki küçük çöp kutusu dağıtmış; evlerin ve binaların önüne çöpleri ve çantaları asmak için kancalar yerleştirmiş; büyük konteynerleri sokaklardan kaldırmış ve kapıdan kapıya toplama sistemini (door-to-door collection system) başlatarak atık ayırımını zorunlu hale getirmiştir. Amaç, mümkün olan en az miktarda atık oluşturmak ve yeniden kullanımı ve geri dönüşümü en üst düzeye çıkarmaktır. Yıllar boyunca yapılan çeşitli iyileştirmeler ve optimizasyonlarla bu sistem bugün halen kullanılmaktadır. Aşağıda Hernani belediyesinin sıfır atık yönetim modeli ekseninde gerçekleştirdiği hizmetlere ilişkin bazı detaylar maddeler

halinde verilmektedir (Zero Waste Europe, 2021: 40, 41; Marc, 2013):

- Hernani’de atıklar evlerden; organik atıklar, ambalaj atıkları, kağıt/karton atıkları ve artıklar olmak üzere 4 grupta toplanmaktadır. Her atık grubunun toplanma günü farklı olmakla birlikte, her çöp kutusu ve her kanca, onları kullanan haneyi tanımlayan bir koda sahiptir. Bu, hükümetin her hanedeki ayrımı izlemesine olanak tanımaktadır. Toplayıcı, o toplama gününe uymayan bir durum tespit ederse, çöp kutusuna kırmızı çarpı işareti olan bir çıkartma yapıştırarak o atığı toplamadan bırakmaktadır. Akabinde idareye bilgi verilip, haneye de atığın neden toplanmadığını açıklayan bir tebligat gönderilmektedir.
- Her bir atık akışı için, nelerin dahil edilip nelerin edilemeyeceğine dair net bilgiler çevrimiçi olarak paylaşılmaktadır.
- Garbitania, 9 adımlık kılavuzuyla diğer belediyelerin kapıdan kapıya toplama sistemlerini geliştirmeleri ve takip etmeleri için net bir model sunmaktadır.
- Hernani’nin sistemi, belediye genelinde evde gübrelemeyi teşvik etmektedir. Öyle ki vatandaşlar isterse kompostlama kursuna kaydolabilmekte, evde kompostlaştırma kılavuzu talep edebilmekte ve yine isterlerse ücretsiz kompost kutusu alabilmekteledir.
- Vatandaşların kompost tavsiyesi alabilmesi için bir telefon hattı mevcuttur.
- Kompostlama işlemi için yardıma ihtiyacı olan evleri ziyaret edebilecek kompost uzmanları bulunmaktadır.
- Evde kompost yapmak için sisteme kaydolan kişiler, belediye atık yönetim ücretinde %25 indirim almaktadır.

Yukarıdaki maddelerden de anlaşılacağı üzere Hernani’de vatandaşların kompostlama konusunda farkındalık kazanmasına özen gösterilir ve bunun için iletişim kampanyaları, eğitimler ve uzman kişilerden teknik tavsiyeler gibi hizmetler sunulur. Hernani’de Kapıdan kapıya toplama sistemi sayesinde toplanan biyoatığın kalitesi etkileyici bir şekilde yüksektir. Hernani belediyesinden alınan en son sonuçlar (2019), %0,14’lük bir kirlilik oranı gösteriyor, bu da müteakip kompostun yüksek değerde olmasını ve dolayısıyla yerel topraklara yardımcı olmak için inanılmaz derecede faydalı olmasını sağlamaktadır. Ayrıca Hernani, topladığı biyolojik atıkları, Gipuzkoa Konsorsiyumu (GHK) tarafından yönetilen Zubietta’daki (Donostia) bir Biyometanasyon tesisine göndermekle yükümlüdür. Daha sonra başka bir kompostlaştırma tesisinde farklı işlemler daha gören organikler, nihai kompost olarak tarım topraklarını gübrelemek üzere kullanılır (Zero Waste Europe, 2021: 40; Marc, 2013).

Sonuç olarak topluluk merkezli yaklaşımıyla, atıkların ayrıştırılması için oluşturduğu sistemle ve yakmaya gönderilen atık hacmini en aza indirme arzusuyla yani kısaca sıfır atık pratikleriyle Hernani, can alıcı sıfır atık değerlerine sahiptir. 2009’dan bu yana Hernani’de atık geri dönüşümü neredeyse dört katına çıkarken, atık üretimi önemli ölçüde azalmıştır. 2020 yılında elde edilen sonuçlara göre Hernani’de ayrı toplama oranı kentsel alanlarda %80,6, endüstriyel alanlarda ise %88,70’e ulaşmış ve kişi başına 87,9 kg ayrı biyolojik atık toplanmıştır (Zero Waste Europe, 2021: 41). Hernani’nin etkileyici sonuçları, Avrupa’daki diğer belediyelerin de takip etmesi için iyi bir örnek oluşturmaktadır.

3.1.2. İtalya Bitetto Belediyesi: KAYT Modeli ve RFID Teknolojisi

PAYT (Pay-As-You-Throw) (Attığın Kadar Öde) ve KAYT (Know-As-You-Throw) (Attığın Kadar Bil) isimli atık yönetimi modelleri, son birkaç yıldır dünyada yerel atık yönetimi politikalarının ayrılmaz bir parçası olmuştur ve birçok yerel ve bölgesel makam bunları benimsemeyi düşünmektedir. Yerel olarak uygulanan ve daha az atık üreten vatandaşları daha düşük ücretlerle ödüllendiren PAYT, ayrıştırılmış biyo-atıklarını kompost malzemesi olarak kullananlara sunulan ücretlerde büyük bir indirim ile evde kompostlaştırmanın alımını teşvik etmek için özel olarak tasarlanmış bir modeldir. Güney İtalya'daki Bitetto, atık ayırma ve toplama için mevcuttaki PAYT modeline alternatif olarak, KAYT isimli yenilikçi bir model geliştirmiştir. KAYT, bilgi ve ikna odaklı bir yaklaşımla belediye atıklarını azaltmak ve ayrı toplamayı artırmak için yenilikçi bir kavramdır. Konseptin temelinde, vatandaşların sürekli ve kolay bir şekilde bilgilendirilmesi, teknolojinin birleştirilmesi, oyunlaştırma, uzmanlarla birebir görüşme ve bazı ek ekonomik ve/veya sosyal faydalar yer almaktadır. KAYT, daha iyi performans gösteren PAYT sistemlerini mümkün kılmaya yardımcı olacak temel eylemler olarak bilinçlendirme, erişilebilir bilgi ve vatandaşlarla iletişimin altını çizmektedir (Plastic Action Centre, 2021). Bitetto, atık yönetiminde KAYT modelini benimseyen ve bu modeli etkinleştirmek için Radyo Frekansı Tanımlama (RFID) teknolojisini kullanan örnek bir belediyedir. Bitetto, atıkların kaynağından ayrılması için kampanya mesajlarının nasıl kullanılacağına ve "Attığın Kadar Bil" (KAYT) kampanyası aracılığıyla kompostlaştırmanın nasıl teşvik edileceğine dair en iyi uygulama örneği olarak kabul edilmektedir (Plastic Action Centre, 2021). Bitetto Belediyesi, yalnızca kapıdan kapıya ayrı toplamanın yüksek yüzdesi için değil, her şeyden önce kentsel atığın zamanında fiyatlandırılmasına ilişkin yenilikçi model için de iyi bir model temsil etmektedir.

Bitetto (Bari) belediyesinin sıfır atık yönetimi çerçevesinde hayata geçirdiği KAYT isimli programın detaylarına aşağıda yer verilmektedir (Zero Waste Europe, 2021, s. 43):

- Bitetto'da hanelere, kişiselleştirilmiş kullanıcı tanımlamasına izin veren bir RFID etiketi ile donatılmış ayrı atık kapları sağlanmaktadır.
- Bitetto'nun atık toplayıcılarına, her bir evin atık toplama kabındaki benzersiz kodu taramak için el tipi RFID okuyucular sağlanmaktadır. Tüm bu bilgiler daha sonra, üretilen atık hacmini hesaplayarak yıl sonunda her hane için ücreti belirleyen merkezi bir veri tabanına kaydedilmektedir.
- KAYT modeli, Bitetto'daki atık toplama araçlarının da GPS takip cihazlarıyla donatılması anlamına gelmektedir, böylece vatandaşlar toplama turu sırasında her aracın yerini görme şansı elde etmektedir.
- Bitetto'da atıkları kurallara uygun şekilde ayırmadığı görülen herhangi bir hanenin çöp kutusuna, bir dahaki sefere aynı hatadan nasıl kaçınılacağına dair önemli bilgiler içeren bir uyarı yazısı iliştilmektedir.
- Yerel atık şirketi Navita tarafından sağlanan ücretsiz bir mobil uygulama aracılığıyla, vatandaşlara geri dönüştürülebilir öğeleri ayırmalarına yardımcı olmak ve sonuçta atıklarını azaltmak için çok çeşitli ve önemli bilgiler (atık toplama takvimi, ücretsiz bilgi hattı, atıkların ve geri dönüştürülebilir maddelerin nasıl ayrılacağına ilişkin yönergeler, önemli terimleri ve prosedürleri açıklayan bir atık sözlüğü, evden toplama talepleri veya GPS



teknolojisini kullanan diğer özel talepler, evlerinden toplanan atık ve geri dönüştürülebilir maddelerin hacmine ilişkin aylık veya yıllık rapor vb.) verilmektedir.

Bitetto örneği, vatandaşların atık üretimi ve ayrıştırma konusunda daha fazla bilgiye erişmesi ve onları evde kompost yapmaya teşvik etmesi ve dolayısıyla atıkların giderek azalmasını sağlayan bir iyi örnektir. Bitetto, iki temel faktör nedeniyle çok kısa bir süre içinde etkileyici atık azaltma sonuçları elde etmiştir (Plastic Action Centre, 2021). Söz konusu faktörlerden ilki, daha az atık üretmeye yönelik sağlanan ekonomik teşviklerdir. Diğer ise vatandaşların atık üretimini ve bunun nasıl azaltılacağını daha iyi anlamaları için çok çeşitli erişilebilir bilgilere sahip olmalarını sağlayacak ve yukarıda detaylarına değinilen sistemdir. Sonuç olarak Bitetto örneği, topluluk ve vatandaş odaklı sıfır atık modellerinin ve yerel çözümlerin ne kadar etkili olduğunu da göstermektedir.

3.1.3. Galler: Collections Blueprint Modeli ve Merthyr Tydfil Belediyesi Örneği

Yapılan son araştırmalara göre ev atıklarının geri dönüştürülme oranları açısından dünyada üçüncü sırada yer alan Galler, daha geniş bir sıfır atık stratejisinin parçası olarak, biyo-atıkları etkili bir şekilde toplamak ve yönetmek için ulusal ve yerel yönetimlerin nasıl birlikte ve etkili bir şekilde çalışabileceğinin mükemmel bir örneğini sunmaktadır (Zero Waste Europe, 2021, s. 44). Galler'in "Collections Blueprint" modeli, önemli atık akışlarının ayrılmasına dayanan ve ülkenin 2020 için %65,4'lük bir geri dönüşüm oranına ulaşmasına yardımcı olan bu sistemin başarısının merkezinde yer alır. Evlerden atıkların toplanması için tavsiye edilen bu model, kuru geri dönüştürülebilir maddelerin 'kaldırım kenarında ayırma' yoluyla haftalık olarak ayrı toplanmasıdır. Malzemeler ayrı ayrı kutularda ve/veya yeniden kullanılabilir çuvallarda toplanmakta, hane başına iki veya daha fazla kutu sağlanmakta ve geri dönüştürülebilir maddeler tasnif edilerek, toplama aracında ayrı bölmelere yerleştirilmektedir. Bu uygulama, hem geri dönüşüm performansının iyileştirilmesi hem de maliyetin düşürülmesi açısından evsel atık kapasitesinin kısıtlanmasına odaklanan politikaları destekleyen güçlü kanıtlar sunmakta ve böylece Galler'e ekonomik, sosyal ve çevresel açılardan iyi çözümler sağlamaktadır (Perchard, 2016). Ülkede organik atıkların toplanması hususuna özenle yaklaşıldığı için çoğu belediye, yiyecek atıklarını toplamaları için kent sakinlerine ücretsiz taşıma çantası sağlamaktadır.

Galler'in Merthyr Tydfil ilçesine bakıldığında; belediye, 2006 yılından beri gıda atıklarını ayrı toplamaktadır ve bu hizmeti başlatan ilk yetkililerden biri olduğu da bilinmektedir (Zero Waste Europe, 2021, s. 44). Şu an ilçedeki 25.000 hanenin tamamını kapsayan bu hizmetten büyük tasarruf ve başarı sağlandığı ifade edilmektedir. Yerel programın ana başarılarından biri, hane halklarından organik ayırmaya katılımın 2015'ten bu yana ikiye katlanmış olmasıdır. Aynı zamanda bu başarının büyük ölçüde belediyenin evlere ücretsiz kompostlanabilir astar sağlama kararına bağlı olduğu düşünülmektedir. Çünkü daha önce sakinlerden yiyecek maddelerini sarmaları için gazete kullanmaları veya yerel yönetim binalarından biyolojik olarak parçalanabilen taşıyıcı astarları satın almaları istenmekteydi. Ancak artık kompostlanabilir astarın yanında belediye Merthyr Tydfil sakinlerine mutfak için 5 litrelik mavi bir kutu (küçük çöp kutusu) ve ayrıca yiyecek



artıklarını boşaltmak için 23 litrelik mavi, kilitlenebilir bir dış mekan kabı sağlanmaktadır. Atıkların toplanmasını izleyen süreç de bir o kadar önemlidir. Öyle ki toplanan gıda atıkları, Merthyr Belediyesi'nin merkezi geri dönüşüm depolama alanına araçla 15 dakika uzaklıktaki bir anaerobik çürütme tesisine gönderilmekte; burada toplanan atıklar hem yenilenebilir enerjiye hem de biyo-gübreye dönüştürülmektedir. Bu süreçte üretilen metan ise, sahada 1,2 megavatlık kombine bir ısı ve güç motoruna güç sağlamak için kullanılmakta ve bu yolla sağlanan elektrik daha sonra Galler ulusal şebekesine gönderilerek, yılda 3.000 eve elektrik ulaştırılmaktadır.

Böylece gıda atıklarının toplanmasını da içeren, yerel olarak atık ve geri dönüşüm hizmetinde yapılan değişiklikler ile yalnızca 2015 yılında Merthyr'in 1.038.000 £ (yaklaşık 25 milyon TL) tasarruf etmesine yardımcı olunmuştur (Zero Waste Europe, 2021, s. 45).

Sonuç

Günümüzde dünyanın ortak ve temel bir sorunu haline gelmiş olan, artan insan faaliyetlerinin paralelinde üretimi giderek artış kaydeden, doğa ve insanlık üzerindeki olumsuz etkileri tahmin edilenin dahi ötesine geçmiş bulunan "atık", araştırmaya değer bir konu başlığıdır. Bu bağlamda yapılacak araştırmaların ve bu araştırmaların akabinde hayata geçirilecek olan atık yönetimi uygulamalarının etkili çözüm önerileri içermesi elzemdir. Ayrıca farklı ülkelerin ve farklılaşan düzeydeki yönetim birimlerinin, küresel dünyanın avantajlarından yararlanarak bu çözüm önerilerini dikkate alması da şarttır. Bu çalışmada yerel düzeydeki önerilere odaklanılmış ve bir Sıfır Atık Avrupa programı olan "Sıfır Atık Şehirler (Zero Waste Cities) kapsamında Hernani, Bitetto ve Merthyr Tydfil belediyelerinin atık yönetimi uygulamaları incelenmiştir.

İnceleme neticesinde öncelikle dünyadaki kötü bir gerçeğe bir kez daha yüzleşilmiştir; yönetilemeyen, atılan veya yakılan atıklar, insan sağlığına, doğaya ve canlı yaşamına doğrudan ve dolaylı olarak zarar getirmekte ve bununla da kalmayıp ülkelerin ekonomik gelişimini engelleyecek nitelikte olumsuzluklara yol açmaktadır. Bu yüzden atık yönetimi ve uygulamaları konusu, kritik öneme sahiptir ve bu noktada belediyelere büyük rol düşmektedir. Bu bağlamda belediyeler, yerel topluluklarda atık yönetimini sağlamak ve sürdürülebilir bir gelecek için atık azaltma, geri dönüşüm ve bertaraf faaliyetlerini yönetmekle sorumludur. Belediyelerin söz konusu faaliyetleri çevresel etkilerini en aza indirerek gerçekleştirmeye çalışmaları gerekir. Avrupa'daki sıfır atık hareketini teşvik etmek ve desteklemek için kurulmuş bir sivil toplum örgütü olan Sıfır Atık Avrupa (Zero Waste Europe - ZWE) ağı da, söz konusu gerekliliği bir hedef olarak benimsemiştir ve Avrupa'da sıfır atık hedefine doğru ilerlenilmesi için belediyelerin ve yerel toplulukların iş birliği yapmasını teşvik etmektedir. Bu hedefe ulaşmak için ağı, belediyelerin sıfır atık stratejilerini benimsemeleri ve uygulamaları konusunda destek sağlamaktadır. Ayrıca, belediyelerin sıfır atık hedeflerine ulaşmaları için gerekli olan kaynakları ve araçları sağlamakta ve sıfır atıkla ilgili en iyi uygulamaları paylaşarak belediyeler arasında iş birliği ve deneyim paylaşımını teşvik etmektedir. Sıfır Atık Avrupa ağının, belediyelerin sıfır atık hedeflerine ulaşmaları için gereken teknik, idari ve finansal kaynaklara erişimlerini



kolaylaştırmaya çalıştığı da eklenmelidir. Bu kaynaklara örnek olarak, sıfır atık toplama ve geri dönüştürme tesisleri, geri dönüştürülebilir malzeme toplama ve işleme sistemleri, atık azaltma stratejileri, eğitim ve farkındalık kampanyaları, belediye yönetiminde sıfır atık politikaları gibi konular verilebilir. Sıfır Atık Avrupa ve üye kuruluşları tarafından ortaklaşa yürütülen Sıfır Atık Şehirler programı kapsamında ise belediyeler, atık yönetiminde sıfır atık modelini benimseyerek atıkların kaynağında ayrıştırılması, geri dönüştürülmesi ve yeniden kullanımının sağlanması için çalışmaktadır. Programa dahil olan belediyeler, sıfır atık sertifikası alarak bu alanda örnek bir çalışma sergilemektedir.

Söz konusu belediyelerden İspanya'daki Hernani Belediyesi'nin sıfır atık uygulamaları incelendiğinde öncelikle atık ayrıştırma konusunda "kapıdan kapıya toplama sistemi" dikkat çeker. Bu sistemle belediye tarafından Hernani'de evsel atıklar ayrıştırılmakta ve geri dönüştürülebilir malzemeler yeniden kullanım veya geri dönüşüm için toplanmaktadır. Ayrıca belediye; atık kâğıt, karton, cam ve plastik gibi malzemeler için geri dönüşüm kutuları da sağlamaktadır. Atık ayrıştırmanın yanı sıra Hernani Belediyesi, atık üretimini azaltmak için kampanyalar düzenlemekte ve sürdürülebilir malzemelerin kullanımını teşvik etmektedir. Örneğin, her yıl "Zero Waste Week" adlı bir etkinlik düzenlenmektedir. Dahası belediye tarafından, atık toplama ve geri dönüşüm hizmetlerini optimize etmek için teknolojik çözümler kullanılarak, akıllı atık toplama noktaları kurulmuştur. Ayrıca Hernani Belediyesi, bazı atıkların yeniden kullanımını teşvik etmekte (örneğin kullanılmış yağların yeniden kullanımıyla biyodizel üretimi) ve sıfır atık uygulamaları hakkında eğitim ve farkındalık programları düzenlemektedir.

Öte yandan İtalya'daki Bitetto Belediyesi, sıfır atık uygulamaları konusunda KAYT (Attığın Kadar Bil) modelini RFID (Radyo Frekansı Tanımlama) teknolojisini kullanan örnek bir belediyedir. Belediye bu teknolojileri kullanarak geri dönüştürülebilir atıkların toplanmasını ve yönetilmesini kolaylaştırmaktadır. KAYT modeli, geri dönüştürülebilir atıkların toplanması ve taşınması için kullanılan özel tasarlanmış ambalajların kullanımını içermektedir. Bu ambalajlar, evlerde ve işletmelerde geri dönüştürülebilir atıkların toplanmasını kolaylaştırmakta ve atıkların ayrı toplanmasını sağlamaktadır. Bu sayede, geri dönüştürülebilir atıkların doğru bir şekilde ayrıştırılması ve geri dönüştürülmesi mümkün olmaktadır. RFID teknolojisi ise, ambalajların takip edilmesini ve atık yönetimi sürecinin izlenmesini sağlamaktadır. Bu teknoloji sayesinde, atık toplama araçlarının ne zaman ve hangi ambalajları topladığı, atıkların geri dönüşüm tesislerine nasıl taşındığı gibi bilgiler kaydedilmektedir. Bu bilgiler, atık yönetimi sürecinin daha verimli hale getirilmesine yardımcı olmakta ve atıkların geri dönüştürülmesi sürecinin izlenebilmesini sağlamaktadır. Bitetto belediyesinin KAYT modeli ve RFID teknolojisi kullanarak geri dönüştürülebilir atık yönetimindeki başarısı, diğer belediyelerin de benzer yöntemleri kullanmasına öncülük etmektedir.

Bir diğer öncü belediye ise Galler'de bulunmaktadır. Galler, Birleşik Krallık'ın ülke ve bölge yapılarından biridir. Galler hükümeti, 2010 yılında çevre sürdürülebilirliğinin artırılmasına yönelik bir dizi hedef belirlemiştir. Bu hedeflerden biri, belediyelerin sıfır atık uygulamalarını



benimsemesiydi. Merthyr Tydfil Belediyesi, Galler’de bu hedefi gerçekleştiren belediyelerden biridir. Bu bağlamda Merthyr Tydfil Belediyesi, sıfır atık hedeflerini gerçekleştirmek için bir dizi adım atmıştır. Belediye, geri dönüşüm programlarını teşvik ederek ve geri dönüştürülebilir malzemelerin toplanmasını kolaylaştırarak sıfır atık hedeflerine ulaşmaya çalışmıştır. Belediye, atık yönetimi hizmetleri sunan bir kuruluş olan Cwm Environmental ile birlikte çalışarak, atık miktarını azaltmak için stratejiler geliştirmiştir. Bunun yanı sıra, belediye sıfır atık hedeflerine ulaşmak için bir “Collections Blueprint Modeli” benimsemiştir. Bu model, atık toplama, geri dönüşüm ve atık azaltma konularında belediyelerin ve toplumun iş birliğini teşvik etmektedir. Bu model, belediye sınırları içindeki evlerde, işletmelerde ve okullarda atık yönetimini iyileştirmeyi amaçlamaktadır. Model, geri dönüştürülebilir malzemelerin ayrı ayrı toplanması ve sınıflandırılması için bir dizi rehberlik sunar. Merthyr Tydfil Belediyesi, bu sıfır atık hedefleri ile birlikte, atık yönetimi konusunda farkındalığı artırmak için de bir dizi eğitim programı düzenlemiştir. Bu programlar, atık azaltma, geri dönüşüm ve geri dönüştürülebilir malzemelerin doğru bir şekilde ayrılması gibi konuları kapsamaktadır. Bu eğitimler, belediye sakinlerinin atık yönetimi konusunda daha bilinçli olmalarını ve sıfır atık hedeflerine ulaşmaya yardımcı olmalarını amaçlamaktadır. Merthyr Tydfil Belediyesi’nin sıfır atık hedefleri, Galler ve diğer ülkelerdeki belediyeler için bir örnek teşkil etmektedir. Bu uygulamalar, sıfır atık hedeflerine ulaşmak için gerekli olan topluluk iş birliği, stratejik planlama ve eğitim gibi unsurların önemini vurgulamaktadır.

Kaynakça

- Bilgili, M. Y. (2021). Sıfır atık yaklaşımının kökenleri ve günümüzdeki anlamı. İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 20(40), 683-703. doi: 10.46928/iticusbe.787711
- Chalmin, P., & Gaillochet, C. (2009). From waste to resource, An abstract of world waste survey. Cyclope, Veolia Environmental Services, Edition Economica, France.
- Chandrappa, R. & Das, B. (2012). Solid Waste Management principles and practices: Environmental Science and Engineering. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, India. <http://www.springer.com/series/3234>, Erişim Tarihi: 29.01.2023.
- Curran, T. & Williams, I. D. (2012). A zero waste vision for industrial networks in Europe. Journal of Hazardous Materials, 207-208, 3-7. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2011.07.122>
- Mishra, K., Banerjee, A., Ranga, M. M., Jhariya, M. K., Yadav, D. K. & Raj, A. (2020). Solid waste management scenario in Ambikapur, Surguja, Chhattisgrah: A sustainable approach. In Raj, A., Jhariya, M. K., Yadav, D. K. & Banerjee, A. (Eds.), Climate Change and Agroforestry Systems; Adoption and Mitigation Strategies (pp. 297-336). Ontario-Florida: Apple Academic Press.
- Murray, R. (2002). Zero Waste. London, UK: Greenpeace Environmental Trust. <https://www.zerowasteurope.eu/wp-content/uploads/2011/04/zero-waste-by-robin-murray.pdf>, Erişim Tarihi: 31.01.2023.
- Open WASH (2016). *Urban Sanitation and Solid Waste Management*, The Open University UK/World Vision Ethiopia/UNICEF.
- Plastic Action Centre (2021). “Story 5: Small Community of Bitetto in Southern Italy: a Best Practice for Zero Waste Europe Cities Initiative”, 08.02.2023 tarihinde <https://plasticactioncentre.ca/directory/small-community-best-practice/> adresinden erişildi.
- Perchard, Edward (2016). “Welsh Collections Blueprint Still Presents Best Option”, 09.02.2023 tarihinde <https://resource.co/article/welsh-collections-blueprint-still-presents-best-option-10968> adresinden erişildi.
- Rushton, L. (2003). Health hazards and waste management. British Medical Bulletin, 68, 183-197. <https://doi.org/10.1093/bmb/ldg034>
- Song, Q., Li, J. & Zeng, X. (2015). Minimizing the increasing solid waste through zero waste strategy. Journal of Cleaner Production, 104, 199-210.
- Tchobanoglous, G. and Kreith, F. (2002). Handbook of solid waste management (2nd ed.), the McGraw-Hill Companies. New York, USA.
- Marc, Joan (2013). “ZW Best Practices: Hernani”, 08.02.2023 tarihinde <https://zerowasteurope.eu/2013/05/zw-best-practices-hernani/> adresinden erişildi.
- Minghua, Z., Xiumin, F., Rovetta A., Qichang, H., Vicentini, F., Bingkai, L., Giusti, A., Yi, L. (2009) Municipal solid waste management in Pudong New Area, China. *Waste Management*, 29(3), 1227-1233.
- Mission Zero Academy (2021). “The Zero Waste Cities Certification”, 07.02.2023 tarihinde <https://www.missionzeroacademy.eu/zwc-certification/the-zero-waste-cities-certification/> adresinden erişildi.



Uz Zaman, A. & Lehmann, S. (2011). Challenges and opportunities in transforming a city into a zero waste city. *Challenges*, 2, 73-93. <https://doi.org/10.3390/challe2040073>.

Zero Waste Europe (2021). “The State Of Zero Waste Municipalities Report 2021”, 07.02.2023 tarihinde https://zerowastecities.eu/wp-content/uploads/2021/12/SZWMR_2021-Final.pdf adresinden erişildi.

Zero Waste Europe (2021). “*Our journey and values*”, 03.02.2023 tarihinde <https://webdosya.csb.gov.tr/db/sifiratik/icerikler/k-tapc-k-2017-1-20180129130757.pdf> adresinden erişildi.

Zero Waste Definition-Sıfır Atık Tanımı (2018). 26.01.2022 tarihinde <http://zwia.org/zero-waste-definition/> adresinden erişildi.

GERİ DÖNÜŞÜM İÇİN PLASTİK ATIK İTHALATININ TÜRKİYE ÖRNEĞİ ÜZERİNDEN ANALİZİ

Ali BİLGİN VARLIK*

ÖZET

Plastik atıkların çevreye verdiği zarar küresel boyutlara ulaşmıştır. Plastik atıkların geri dönüşüm süreçleri oldukça kısıtlı ve pahalı olup geri dönüşüm oranları gelişmiş ülkelerde dahi oldukça düşük seviyelerde gerçekleştirilebilmektedir. Bununla beraber plastik atıkların geri dönüştürülerek sanayide kullanılmaları konusu uluslararası ticari bir sektör oluşturmuştur.

Yakın zamana kadar Türkiye bu sektörle küresel ölçekte bir ithalatçı ülke olarak konumlanmıştır. Greenpeace Akdeniz'in "Türkiye Plastik Çöplüğü Olmasın" projesi kapsamında bu ithalatı kısıtlamak yönündeki ısrarlı çalışmalara karşın Türk geleneksel ve sosyal medyasında son döneme kadar bu konu kamuoyunun gündemine yeterince taşınmamış. T.C. Resmî Gazete'nin 31 Aralık 2021 Tarih, Sayı: 31706 (s. 28) "Çevrenin Korunması Yönünden Kontrol Altında Tutulan Atıkların İthalat Denetimi Tebliği (Ürün Güvenliği ve Denetimi: 2022/3)" konulu tebliği ile plastik atık ithalatında en büyük paya sahip olan ve günlük hayatta sıklıkla kullanılan etilen polimer grubundaki atıkların ithalatı yasaklanmıştır. Türkiye'nin 2020'de ithal ettiği yaklaşık 660 bin ton plastik atığın %74'ünün bu tebliğ ile yasak kapsamına alınmış olması, Türkiye'nin yakın zamana kadar başta İngiltere olmak üzere Avrupa'nın gelişmiş Avrupalı devletleri için ne denli bir atık cenneti olarak kullanılmış olduğunu ortaya koymuştur.

Bu bildiriye, plastik atıkların geri dönüşümü endüstrisi ana hatlarıyla analiz edilerek bu konu hakkındaki spekülasyonların neler olduğu Türkiye örneği üzerinden araştırılmıştır. Bu temel araştırma sorusunu açıklamak maksadıyla sırasıyla; öncelikle plastik atık kaynaklı kirlenmenin küresel ölçekteki boyutuna ve geri dönüşüm endüstrisinin sınırlılıklarına genel hatlarıyla değinilmek suretiyle sorunsalın çerçevesi çizilmiştir. Plastik kirlenmeye karşı geliştirilen uluslararası sözleşmeler incelemenin kapsamı ölçüsünde bu çerçeveye dahil edilmiştir.

Müteakiben, yüksek teknolojiye sahip geri dönüşüm endüstrisine sahip ülkelerde dahi geri dönüşüm ve kazandırma oranlarının oldukça düşük olmasına rağmen bu sektörün Türkiye'de yakın zamana kadar neden büyük oranlı ithalata konu olduğu sorusunun cevabı aranmıştır. Bu kapsamdaki değerlendirme, adı geçen sektörün temsilcilerinin halkla ilişkiler faaliyetlerinde kullandıkları argümanlardan farklı olarak Immanuel Wallerstein'in "Dünya Sistemleri" kuramına istinaden merkez-çevre ilişkisi ve yeni emperyalizm olgusu üzerinden yapılmış, konunun ekonomik boyutu ile sınırlı kalınmaksızın çevresel ve insani güvenlik veçheleri de kapsama dahil edilmiştir. Bildiriye küresel atık ticaretinin işleyişi, ithalatçılar ve ihracatçılar inceleme birimleri üzerinden ele alınarak Türkiye'nin ithalatçı ülke konumu karşılaştırmalı analiz tekniğiyle incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Plastik atık, plastik atık geri dönüşüm, sıfır atık, plastik kirlenme, polimer

* Doç. Dr., İstanbul Arel Üniversitesi, alibilginvarlik@arel.edu.tr

1. Küresel Ölçekte Plastik Atık Sorunu Nedir?

1.1. Plastik Atığın Yarattığı Sorunlar

Plastik atıklar çevre kirliliği kapsamında doğrudan iki sorunun kaynağıdır. Bunlar; plastik kirliliği ve plastik atığın depolandığı ya da yığıldığı alanlarda yaratmış olduğu karbon salınımıdır.

Bu her iki sorun tek başlarına ya da birlikte;

- 1) Canlıların yaşam alanlarını (karalardaki ve denizlerdeki habitat) fiziksel olarak işgal etme
- 2) Yaşam ortamını kirletmek suretiyle ekolojik dengeyi bozma ve değiştirme
- 3) Bu atıklardan etkilenen hayvanların et ve süt ürünlerini tüketen ya da plastik kapların yanlış kullanımı nedeniyle plastiğe maruz kalan insanların karşılaştığı sağlık sorunları ve
- 4) Denizlerde 500 civarındaki canlıların hayatını tehdit etmek üzere doğrudan özellikli dört temel problem sahası yaratır.

Bunlara; geri dönüşüm esnasında kullanılan teknolojilerin büyük çoğunlukla çevre dostu olmamalarından kaynaklanan çevre kirliliğini, yakarak imhanın havada, gömerek imhanın yeraltı su kaynaklarında yarattığı kirliliği, geri dönüşüm sektöründe çalışanların maruz kaldığı kirliliği, bu sektörde özellikle çocuklar, sığınmacılar gibi sosyal güvenlik ve çalışma haklarını bir nedenle kullanma kısıtı olan dezavantajlı grupların yaygın bir şekilde istismar ediliyor olmalarını da eklemek gerekir.

Yukarıdakilerden başka, plastik üretimi esnasında ortaya çıkan sera gazı salınımını da plastik atık sorununu kapsamına dahil etmek gerekir. Plastik üretimi sektörü dünyadaki petrol ve gaz üretiminin % 4-8'ni kullanmaktadır (EC, 2017'den aktaran, OECD, 2018, s.6). 2012 yılı itibariyle, plastik üretiminin küresel ölçekte neden olduğu sera gazı hacmi 400 milyon ton olup bu oran dünyadaki toplam sera gazı salınımının %1'ine karşılık gelmektedir (EC, 2017'den aktaran, OECD, 2018, s.6).

1.2. Geri Dönüşümü Güçleştiren Nedenler

Plastik atık geri dönüşüm sorununun temelinde başlıca üç neden yatmaktadır. Bunlar; plastik çöp üretimindeki artış, geri dönüşümdeki teknolojik ve ekonomik kısıtlılıklar ve plastik atık sorununun azaltılmasına ya da aşılmasına yönelik siyasi, idari ve hukuki yetersizliklerdir.

Bunlardan birincisi, plastik malzemelerin üretilme hızlarının yüksek olması, plastiğin yaygın kullanım alanlarının bulunması ve bu ürünlerin büyük çoğunlukla tek kullanımlık olmaları nedeniyle kısa sürede atığa dönüşmeleridir. Plastik atığın büyük bir meblağ ve hızla üretilmesinin ana nedenini küresel ekonomik sistemin dikte ettiği üretim modelleri ve yaşam tarzında aramak gerekir. Plastik atıktaki bu artış körükleyen küresel ekonomik sistemin getirdiği üretim modellerinin temelini, 1980'lerin son döneminden itibaren Friedrich Hayek (1899-1992) ve Milton Friedman (1912-2006)'ın ekonomide talepten ziyade arzı artırarak büyümenin sağlanacağı, dolayısıyla da tüketimin körüklenmesi gerektiği yönündeki tezlerinin dünya çapındaki uygulamalarda yaygınlık kazanması ile büyük

ölçüde ilişkisi vardır. Bu üretim biçiminin getirdiği yaşam tarzı, ekonomik olduğu kadar Antonio Gramsci'nin hegemonyayı sosyal ve kültürel değerler üzerinden inşa eden yapının (Sassoon, 1991, s.230), Immanuel Wallerstein'in (1979) tanımlamasıyla sadece merkezdeki gelişmiş ekonomilerde değil aynı zamanda yarı-çevre ve çevredeki ekonomilerde de hâkim kılınmasıyla yaygınlık kazanmıştır. Bu durumun bir sonucu olarak, küresel ölçekte 1950-1970 döneminde nispeten yönetilebilir olan plastik atık üretimi 1970-1990 döneminde üç misli artış gösterirken 2000'li yılların başında, üretilen plastik atık miktarı son 40 yılda üretilenin toplamından daha fazla bir miktara ulaşmıştır (UN Environment Programme, 2023). Nitekim, 2017 ve 2018 yıllarında sırasıyla 350, 360 milyon ton plastik üretilmiştir (www.plasticseurope.org), 2018'den aktaran Rodrigo vd. 2022, s.1). OECD (2018, s.4), EMF (2017)'ye atfen, plastik üretiminde yıllık olarak gerçekleşen %5'lik artışı esas alarak 2050 yılında dünyada 1,6 milyar ton atık üretilebileceğini öngörmektedir. BM Çevre Programı (UN Environment Programme, 2023) ise bu rakamın 1,1 milyar ton olabileceğini hesaplamıştır.

İkinci neden, çok genel bir tanımla plastik olarak isimlendirilen bu atık kitesinin önemli bir bölümünün ticari kaygılar ve mevcut teknolojilerin kısıtlılığı nedeniyle geri [dönüştürülmesinin zahmetli ve pahalı ya da] dönüştürülemez olmasıdır (Hocevar, 2020, s.5).

Uluslararası kabul gören ABD kaynaklı sınıflandırmaya göre plastik atıklar, kimyasal yapılarına ve geri dönüştürme kolaylığına göre yedi kategoride tasnif edilmektedir. Bunlar:

- 1) Polietilen tereftalat (PET, PETE): Meşrubat, su şişeleri, kavanozlar, dondurma külahı kapakları; küçük endüstriyel olmayan elektronik.
- 2) Yüksek yoğunluklu polietilen (HDPE): Su boruları, gaz ve yangın boru hatları, elektrik ve iletişim boruları, beş galonluk kovalar, su, süt, meyve suyu ve şampuan şişeleri, market poşetleri, bazı tuvalet şişeleri.
- 3) Polivinil klorür (PVC): Gıda dışı streç film, şişe ve kaplar, blister ambalaj, elektrik kablosu yalıtımı, sert plastik; borular, müzik kaydında kullanılan vinil plaklar, çit, parmaklık, pencere.
- 4) Düşük yoğunluklu polietilen (LDPE): Sera örtüsü, film, ambalaj, elektrik sanayi, dondurulmuş gıda poşetleri, sıkılabilir (mayonez, ballı hardal vb.) şişeler, esnek muhafaza kapı kapakları.
- 5) Polipropilen (PP): Mikrodalgada yeniden kullanılabilir eşya veya paket servis kapları, mutfak eşyaları, yoğurt veya margarin kapları; bazı tek kullanımlık bardak ve tabaklar, meşrubat şişe kapakları.
- 6) Polistiren (PS): Yumurta kartonları; bazı tek kullanımlık bardak, tabak, tepsi ve çatal bıçak takımları; köpük gıda kapları, paket yastıklar ve oyuncak, video kaset, yalıtım malzemeleri.
- 7) Diğer (Polikarbonat, naylon vb.): İçecek şişeleri, bebek süt şişeleri, kompakt diskler, "kırılmaz" camlar, elektronik aparat muhafazaları, lensler (güneş gözlükleri dahil), gösterge panelleri.

Araştırmalar bu kategoriden sadece ilk üçünün (PET, PETE; HDPE ve PVC) ticari sınırlar içinde geri dönüşümünün mümkün olduğunu, geri kalanının ise malzemenin kimyasal



formunun muhafaza edilerek diğer sanayi sektörlerinde kullanılabilirdiğini ortaya koymuştur. Örneğin 2021 yılında ABD’de üretilen 51 milyon ton plastik atığın sadece %5’i geri dönüştürülebilmiştir (www.theguardian.com, 2021). Meseleye daha büyük ölçekten bakıldığında 1950’den 2018’e kadar olan dönemde dünya plastik atık üretiminin 6,3 milyar ton olduğu, bunun ise sadece %9’unun geri dönüştürülebildiği, %12’sinin yakılmak suretiyle enerjiye dönüştürülebildiği görülür (Geyer vd. 2017’den aktaran OECD, 2018, s.6; The Economist, 2018). Plastik atıkların kendiliğinden doğada yok olma ömürlerinin çok uzun olması bu sorunu daha da kötüleştirmektedir (OECD, 2018, s.7).

Birinci ve ikinci problem sahasına olumsuz katkı sağlayan bir diğer neden, son yıllarda geliştirilen teknolojiler yardımıyla yeni plastik üretiminin geri dönüşümle üretilen plastikten çok daha ucuz bir hale gelmiş olmasıdır (Hocevar, 2020, s.5). Bu durum ekonomik olarak pahalı olan geri dönüşüm teknolojilerinden uzaklaşmaya aradaki bedelin ise doğaya ödetilmesine neden olmuştur. Diğer taraftan, plastik kapların dönüşümle kazanılması yerine yeniden üretilmesinin kolay ve ucuz olmasının finansal bir maliyeti vardır. BM Çevre Programı bu maliyetin yıllık 80-120 milyar dolar civarında olduğunu değerlendirmektedir. Bu programa göre, plastik atıkların %36’sını oluşturan tek kullanımlıklar da dahil olmak üzere kapların %85’i doğaya terk edilmekte olup, bu kapsamdaki plastik atıkların 2040 yılına kadar %19 oranında artacağı öngörülmektedir (UN Environment Programme, 2023).

Plastik atıkların geri dönüşüm sorunun önündeki üçüncü engel, küresel ölçekte çevrenin korunmasına yönelik çabaların doğayı kirletmeye dair duyarsızlığın önüne geçebilecek rejim ve kuralların oluşturulup etkin ve süratle uygulamaya konamamış olmasıdır. Örneğin, BM Çevre Programı kapsamında, ilk kez çevreye zararlı ve tehlikeli maddelerin uluslararası ticaretine dair düzenlemeleri getiren Basel Sözleşmesi’nin 22 Mart 1989’da hazırlanmasının ardında yürürlüğe girmesi ancak üç yıl sonra (5 Mayıs 1992) mümkün olabilmiş, metin ve ekleri 2019’da güncellenmiştir (Basel Convention, 2019). Benzer şekilde 1998’de başlayan Rotterdam Sözleşmesi’nin dokuzuncu toplantısı 2019’da yapılmış (Rotterdam Convention, 2019), 2001’de başlayan Stockholm Sözleşmesi’nin dokuzuncu toplantısı 2019’da yapılmış olup (Stockholm Convention, 2019), çalışmalarda kısmi ilerleme sağlanabilmektedir.

Diğer taraftan, ağır bir hızla devam etse de çok sayıda uluslararası örgüt ve sivil toplum kuruluşunun katılımıyla başta BM ve OECD olmak üzere bölgesel ve küresel örgütün getirmiş olduğu düzenlemeler, uygulamada devletlerin çok azı tarafından karşılık bulmuştur. Özellikle büyüyen ekonomiler ve kurumsallaşmamış demokrasilerin yaygın olduğu coğrafyalarda yerel siyasi tercihler ya da idari görevlilerin yolsuzluk, bilgisizlik veya duyarsızlıkları nedeniyle bu düzenlemeler yeterince hayata geçirilememiştir. Burada temel sorunsal, plastik atıkların doğayı kirleten bir suç aracı olarak değil de çok daha farklı yaklaşımla ticari bir mal olarak görülüyor olmasıdır.

2. Küresel Ölçekte Plastik Atık Geri Dönüşüm Endüstrisi

OECD (2018, s.10) plastik atık geri dönüşüm pazarının sorunlu yapısını dört özelliğiyle not etmektedir:

İlk olarak pazar ve pazarın likidite hacmi sınırlıdır.

İkinci olarak, bu sektördeki ticaret akışı, toplam plastik atığa oranla küçüktür.

Üçüncüsü, üretim ve piyasa fiyatları oldukça değişkendir.

Son olarak, küresel plastik geri dönüşüm oranları düşüktür ve geri dönüştürülmüş plastiklerin plastik ürünler pazarı içindeki payı %10'un altındadır (OECD, 2018, s.10; UN Environment Programme, 2023).

Meseleye yakın ölçekli bir perspektiften bakan Geyer vd. (2017, s.10)'nin araştırmasına göre 2015 itibariyle küresel plastik atığın ancak %14-18'i geri dönüştürülebilmiş, %24'ü yakılarak enerjiye dönüştürülmüş, geri kalan %58-62'si ise ya gömülmüş ya da doğada serbest dolaşıma bırakılmıştır. Yukarıda da değinildiği üzere plastik atık sınıflandırmasında yer alan polimer cinslerinin geri dönüşüm oranlarında farklılıklar mevcuttur. Örneğin ABD'nin 2014 verilerine göre birinci ve ikinci kademe de yer alan PET ve HDPE'nin geri dönüşüm oranı sırasıyla %19,1 ve %10,5 iken bu oran PS'de %1,3; PP'de ise %0,8'dir (OECD, 2018, s.10).

UN COMTRADE (2018)'e göre plastik atıkların geri dönüşümünde büyük çoğunlukla atığı üreten ülkelerin kendi içlerinde tedbir getirdikleri görülmektedir. Örneğin 2015 yılı itibariyle toplam 300 milyon ton atığın ancak %4'ü (12 milyon ton) kısıtlı sayıda ülkeye ihraç edilmiştir (UN COMTRADE, 2018). Kayıtlı ihracatı içerdiğinden bu verinin doğruluğuna temkinli yaklaşılmalıdır. Bununla beraber, 2016 yılı itibariyle atık ithalatında 8 milyon ton (dünya plastik atık ithalatının %60'ı) ile Çin birinci sırada yer almıştır (UN COMTRADE, 2018). Gelişmiş ekonomilerin plastik atıktan kurtulma operasyonlarına dair sıhhatli veriler bulunmamakla beraber "The Last Beach Cleanup" isimli ağ sayfasının delilleriyle birlikte sunduğu tabloya göre 2010-2019 yılları arasında ABD ve Birleşik Krallık tarafından ihraç edilen plastik atıkların ithalatçıları arasında yer alan ülkeler Tablo-1'de sunulmuştur.

Tablo 1: ABD ve Birleşik Krallık Tarafından İhraç Edilen Plastik Atıkların İthalatçıları ve Yanlış Yönetişim Oranları

(The Last Beach Cleanup, <https://www.lastbeachcleanup.org/plastic-waste-exports>)

İthalatçı Devlet (Plastik Atıkta Yanlış Yönetişim)	ABD Plastik Atık İhracatı		Birleşik Krallık Plastik Atık İhracatı
	2010-2018 (milyon kg/bin ton)	2019 (milyon kg/bin ton)	2019 (milyon kg/bin ton)
Bangladeş (%87)	4	4,5	0
Çin (%74)	12.284	89,6	71,6
Hindistan (%85)	892	85,5	11,4
Endonezya (%81)	370	24,3	22,5
Malezya (%55)	535	60,6	40,0
Meksika (%12)	265,4	36,9	0
Pakistan (%86)	4	5,0	7,1

Filipinler	(%81)	15	7,9	0,36
Senegal	(%82)	0	7,8	0
Tayland	(%73)	178	27,2	1,2
Türkiye	(%16)	51	29,2	153,9
Vietnam	(%86)	447	3,2	0,02
Diğer*	(> %5)	15.234	436,3	320
Kanada**		1.432	151,4	0,02
Güney Kore**		100	31	4,5
Açıklama:				
* Yanlış Yönetişim oranı %5'ten büyük olan devletlerin toplamı				
** Aynı zamanda ihracatçı devlet				
Veri Tabanları:				
U.S. Plastic Waste Exports (U.S. Census Bureau data)				
U.K. Plastic Waste Exports (HM Revenue & Customs data)				
Country Waste Mismanagement Rates (Jambeck et. al, 2015)				
UN Environment Programme				

İthalatçı ülkelerin BM'nin insanı gelişmişlik endeksindeki konumları (Tablo 2.) ve Çin hariç olmak üzere bu devletlerin teknolojik gelişmişlikleri dikkate alındığında plastik geri dönüşüm endüstrisi olarak isimlendirilenin esasında "çöpten kurtulma operasyonu"ndan başka bir şey olmadığı ortaya çıkmaktadır. Bu nedenledir ki giriş bölümünde plastik atık geri dönüşümü bir endüstri olmaktan çok ticari bir sektör olarak tanımlanmıştır.

Tablo 2: Plastik Atık İthalatçısı Devletlerin BM İnsani Gelişmişlik Endeksindeki Konumları (*Jambeck vd., 2015), (**UNDP 2022)

İthalatçı Devlet (Çöpte Yanlış Yönetişim Oranı)*	İnsani Gelişmişlik Sıralaması (2022)	İthalatçı Devlet (Yanlış Yönetişim)	İnsani Gelişmişlik Sıralaması (2022)
Bangladeş (%87)	129	Pakistan (%86)	161
Çin (%74)	79	Filipinler (%81)	116
Hindistan (%85)	133	Senegal (%82)	170
Endonezya (%81)	114	Tayland (%73)	66
Malezya (%55)	62	Türkiye (%16)	48
Meksika (%12)	86	Vietnam (%86)	115

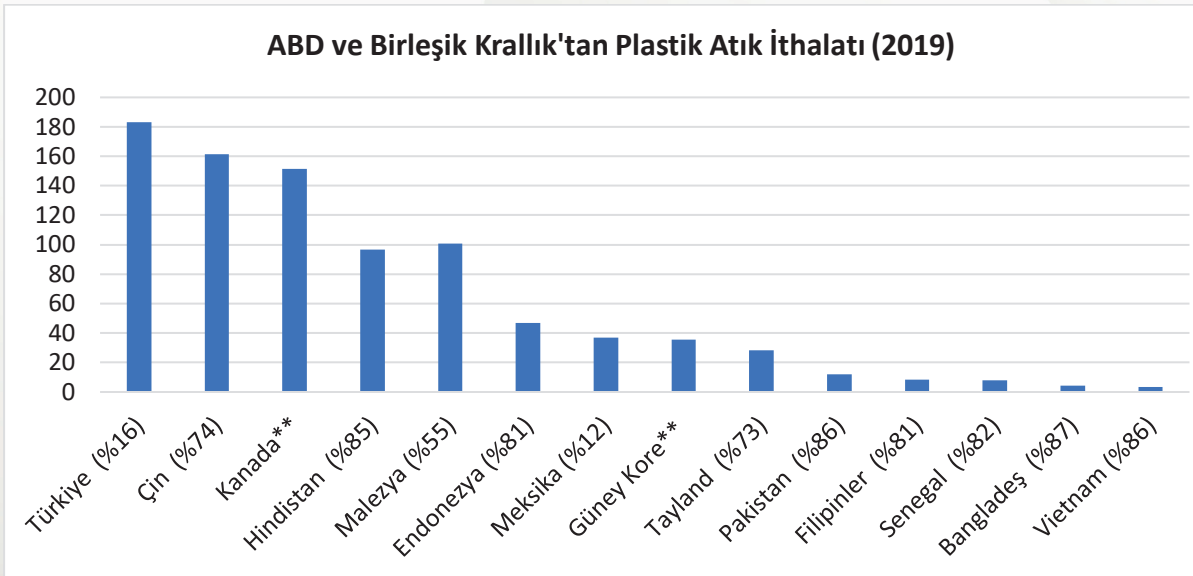
Ancak Çin'in Gümrük Tarife İstatistik Pozisyonu (GTIP) 3915 başlığı altında yer alan plastik atıkların 31.12.2018 tarihi itibarıyla ithalini yasaklaması ile pazar önemli ölçüde daralmıştır (Resource Recycling, 2018). Esasında, Çin'in ithal ettiği plastik atığın büyük bölümünü geri dönüştürmediği yaktığı ve gömdüğü yönünde 60 civarındaki soruşturma belgesi ile kanıtlanmıştır (Hocevar, 2020, s.32). Bu durum gelişmiş ekonomilerin plastik atık ihracatını, diğer bir deyişle; plastik atıktan kurtulma operasyonunu, çevre duyarlılığını siyasete aktaramayan ve çoğunluğunu sakat demokrasilerin, otoriter ya da totaliter rejimlerin oluşturduğu diğer gelişmekte olan ya da geri kalmış ekonomilere yöneltmiştir.

2. Plastik Atık İthalâtında Türkiye'nin Durumu

2.1. Türkiye'nin Plastik Atık İthalatı Plastik Atık Geri Dönüştürme Kapasitesi İkilemi

Geride dönüşüm endüstrisine girdi olarak plastik atık ithal eden Türkiye'nin bu sektördeki durumunu daha iyi anlayabilmek adına öncelikle, ülkemizin kendi ürettiği plastik atıkları ne ölçüde geri dönüştürebildiğini ortaya koyan verilere bakmak gerekir. Küresel ölçekte yapılan sınıflandırmaya göre Türkiye'nin plastik atık geri dönüşümde yanlış yönetim notu kayıtlarda %16 olarak yer almaktadır (UN Environment Programme, 2023; The Last Beach Cleanup, 2023). Bize göre bu oranın doğruluğu, plastik atık geri dönüşüm sektörünün büyüklüğü ve ülke içinde üretilen plastik atık hacmi hakkında sağlıklı verilerin olmaması nedeniyle, oldukça tartışmalıdır. Bu veriyi doğru kabul ettiğimiz taktide dahi, toplam plastik atıklarının %16'sını geri dönüştüremeyen bir devletin plastik atık ithal etmesi ilk bakışta şaşırtıcı görülebilir de bu durum sadece Türkiye'ye özgü değildir. Örneğin, 2019 yılı itibarıyla ülkesindeki plastik atıkların %74'ünü geri dönüştüremeyen Çin, %85'ini geri dönüştüremeyen Hindistan ABD ve Birleşik Krallık'tan plastik atık ithalatında sırasıyla ikinci ve dördüncü sırada yer almıştır (Grafik 1).

Grafik 1: ABD ve Birleşik Krallık'tan Plastik Atık İthal Eden Devletler (2019) Tablo 1.'den (The Last Beach Cleanup) üretilmiştir.



Açıklamalar:

Plastik atık geri dönüşümünde devletlerin yanlış yönetim oranları parantez içinde gösterilmektedir.

** Aynı zamanda plastik atık ihracatçısı devlet

Yukarıdaki veriler sadece 2019 yılında ABD ve Birleşik Krallık'tan yapılan ithalâtı kapsamakta olup, aynı yıl diğer ülkelerden yapılan ithalata dair güvenilir kayıtlara ulaşılammıştır. Bununla beraber bu veriler Türkiye'nin Ürün Güvenliği ve Denetimi Tebliği. (2022/3)'ni yürürlüğe koyduğu 2022 yılına kadar olan dönemde yaptığı ithalât hakkında genel bir fikir vermektedir.

2.2. İthalat – Geri Dönüşüm Kapasitesi İkileminde Cevaplandırılması Gereken Sorular

Kendi ülkesindeki plastik atıkları temizleme kapasitesi sorunlu olan devletlerin ekonomik bir bedel ödeyerek başka devletlerden plastik atık ithal etmesinin rasyonelitesini açıklamak gerekmektedir. Aynı zamanda hukuk yoluyla da sorulması gereken, bu nedenle savcılara da sorumluluk yükleyen bu durumu açıklamaya yönelik olarak ilk akla gelen ana soru: “Plastik atık geri dönüşüm yüzdesi düşük olan ve kendi ülkesindeki atıkların önemli bir bölümünü geri dönüştüremeyen ya da geri dönüştürmenin en verimsiz ve çevreye zarar veren yöntemi olan yakmak suretiyle enerjiye dönüştüren devletler arasında yer alan Türkiye’nin yurt dışından plastik atık ithal etmesinin gerekçeleri nelerdir?

Bu temel sorunun cevabının bulunmasına yardımcı olacak tamamlayıcı sorular şunlardır:

1. Türkiye’nin ithal ettiği plastik atıklar özellikleri itibariyle Türkiye’de yeterli miktarda bulunmadığından mı ithal edilmektedir?
2. İthal edilen plastik atıkların geri dönüştürülmesi neticesinde elde edilen kazanç ne kadardır? Diğer bir ifadeyle; (İthalata kaç dolar harcanmıştır + Geri dönüşümün maliyeti kaç dolardır) – Bunların satışından elde edilen ciro kaç dolardır?
3. İthal edilen plastik atıklar hangi yöntemlerle geri dönüştürülmüştür; geri dönüşümde kullanılan yöntemlerin ton cinsinden büyüklüğü ve nispi oranlaması nedir? Geri dönüşümde yeşil badana (green washing); dönüşüm yapıyormuş gibi yapma, oranı nedir?
4. Kayıt dışı olarak Türkiye’ye gelen plastik atık miktarı ne kadardır?

2.3. Plastik Atık İthalatı ve Geri Dönüşüm Endüstrisinin Tanımlanamaması Sorunu

Bu sektörün genel bir değerlendirmesinin yapılabilmesi için, toplam ticaret hacmi, karlılık oranı, sağladığı istihdam, neden olduğu çevresel ve insani sorunların mevcut ve gelecekteki maliyetleri hakkında bilgiye ihtiyaç vardır. Ancak bu bilgilerin Türkiye koşullarında elde edilebilme imkânı bulunmamaktadır. Bunun nedenini Türkiye’deki ekonomik yaşamın, kayıtlı, kayıt dışı ve yasa dışı olmak üzere üç katmandan oluşmasında ve giderek kayıt dışı ve yasa dışı ekonomik katmanların daha fazla iç içe girmesinde aramak gerekir.

Nitekim, bu konu ilk kez 2018’de Gökçe Saracoğlu’nun İngiltere’den Türkiye’ye gönderilen plastik atıkları konu alan haberinin The Guardian’da yayınlanmasıyla gündeme gelmiştir (Saracoğlu, 18 Oct 2018). 2021 yılında ise Yeşil Barış Örgütü’nün İzmir şubesi, İtalya’da kayıt dışı olarak getirilen plastik atıkları gündeme taşımıştır (Gündoğdu, 2022, s.8). 2022 yılında ise Gazeteci Kit Chellel’in Londra’da TESCO’ya ait geri dönüşüm kutularından üçüne GPS cihazı yerleştirerek başlattığı araştırmanın sonunda bu plastik atık kutularından birinin Adana’ya geldiği haberi Bloomberg’te yayınlandıktan sonra (Chellel ve Moskwa, 2022) TESCO ve İngiliz Hükümeti sessiz kalırken, Türk Hükümeti’nden yalanlama gelmiş (Greenpeace Türkiye, 1 Nisan 2022), bu konuda bir soruşturmanın yapıldığına dair bilgi kamuoyuna yansımamıştır. Başta, Adana, İzmir ve İstanbul olmak üzere ülkemizde, dışı yabancı devlet menşeli çok sayıda kayıt/yasa plastik atık çöplüğünün bulunmuş olmasına



rağmen, bu örneklerin ortaya koyduğu üzere sektörün belirsizliği nedeniyle bu çalışmada genel bir analize girilmemiş sadece ulaşılabilen veriler değerlendirilmeye alınabilmiş ve nitel değerlendirmelerle bir sonuca ulaşılmaya çalışılmıştır.

2.4. Türkiye'nin Plastik Atık İthalatı Seyrinin Trendi

Kaba bir değerlendirmeye, Türkiye'nin son dönemde plastik atık ithalatı seyrinin takip ettiği eğilimi başlıca iki kırılma noktası üzerinden takip etmek mümkündür. Bunlardan birincisi Çin'in 2018'den itibaren plastik atık ithalatında kısıtlamaya gitmesinin ardından bu devletin boş bıraktığı atık ithalat hacminin ilgili piyasaya olan etkisinin Türkiye'ye olan yansımadır. İkinci kırılma noktası ise Türkiye'nin 31 Aralık 2021 Tarih, 31706 Sayı ile Resmî Gazete'de yayınlanmış olan "Çevrenin Korunması Yönünden Kontrol Altında Tutulan Atıkların İthalat Denetimi Tebliği (Ürün Güvenliği ve Denetimi: 2022/3)" başlıklı tebliğ ile plastik atık ithalatına getirdiği kısıtlamadır.

Çin'in 2018'den itibaren plastik atık ithalatında kısıtlamaya gitmesinin ardından bu devletin ilgili pazarda yarattığı boşluk Türkiye'nin de aralarında bulunduğu ihtalaçtı devletler tarafından doldurulmuştur. Çukurova Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi öğretim üyesi, Doç. Dr. Sedat Gündoğdu (2022)'nin Avrupa İstatistik Ofisi (Eurostat), (2020)'ye atfen verdiği bilgiye göre:

"Çin'in ardından Malezya, Vietnam ve Tayland'ın da plastik atık ithalatına kısıtlama getirmesiyle, Türkiye Avrupa'nın yeni plastik atık rotası haline gelmiş, Avrupa ülkelerinden Türkiye'ye gönderilen plastik atıkların miktarı Eurostat verilerine göre 2004'ten bu yana [2022] 196 kat artmıştır. Türkiye yalnızca Avrupa'dan 2020'de 656,960 ton [Çevresel Etki Değerlendirmesi, İzin ve Denetim Genel Müdürlüğü verilerine göre bu rakam 775,342 ton'dur] plastik atık ithal etmiştir. Bu rakamın 209,642'si sadece İngiltere'ye aitti; bir önceki seneye göre [2019] %36 artış gerçekleşmiştir. Almanya ise 136,083 ton ile %102 artışla üçüncü ihracatçı konumuna gelmiştir." (Gündoğdu, 2022, s.7).

Çin'in plastik atık ithalatına getirdiği kısıtlamanın Türkiye'ye olan etkisinin sadece İngiltere'den ithal edilen plastik atık miktarı ölçeği üzerinde açıklaması bütün resmi yansıtmasa da genel durum hakkında bir fikir vermesi bakımından önem taşımaktadır. Çin'in plastik atık ithalatını durduğu 2018 yılında İngiltere'nin ülke dışına ihraç ettiği 611 bin ton plastik atığın 105 bin tonu Malezya (bir önceki yıla göre %68 artış) tarafından, 80 bin tonu ise Türkiye tarafından ithal edilmiş olup bu miktar bir önceki yıla göre %33'lük bir artışa karşılık gelmiştir (BBC News, 2019).

İngiltere örneği üzerinden devamla, 2021 yılındaki duruma bakılacak olursa, İngiltere Ticaret Bilgi Sistemi verilerine göre 2021'de Türkiye'nin ithal ettiği atıkların yaklaşık %18'inin İngiltere'den geldiği bu oranın İngiltere ihracatının %23'üne karşılık geldiği görülmektedir (Kara-Kaşka, Mart 2022). Bu durum tonaj olarak 2021'de Türkiye'nin İngiltere'den 123 bin 39 ton plastik atık ithal etti anlamına gelmektedir (Kara-Kaşka, Mart 2022).

Meseleye AB ölçeğinden bakıldığında ise 2020 yılı itibariyle AB'nin plastik geri dönüşüm ortalamasının %38 olduğu (Eurostat, 20.10.2022), diğer bir ifadesi plastik geri dönüşümünde başarısız yönetim oranının %62 olduğu görülmektedir. 2010-2022 döneminde AB'de kişi başına plastik atık üretiminin %23 oranında artarak (+6,5 kg. artışla) 34,6 kg.'a ulaştığı ve bunun 13,0 kg.'ının geri dönüştürülebildiği dikkate alındığında (Eurostat, 20.10.2022) geri kalan (34,6-13 = 21,6) miktarın AB nüfusuyla (446.828.803) (Eurostat, 17 October 2022) çarptığımızda (21,6 x 446.828.803 = 9.651.502.144,8) AB'nin ürettiği ve geri dönüştüremediği plastik atık miktarının yaklaşık 97 bin ton olduğu sonucuna ulaşılır. AB'nin en yakın coğrafyasının Kuzey Afrika, Rusya ve Türkiye olduğu dikkate alındığında bu meblağın ne kadarının kayıt/yasa dışı yollarla Türkiye'ye gönderilebileceği yönündeki tehdit potansiyelini ölçmek mümkün değilse de dünya yolsuzluklar sıralamasında 100 üzerinden 36 puanla 180 ülke arasında 101'inci sırada yer alan ülkemizdeki (Transparency International, 2022) durumun vahameti hakkında bir kanaat oluşturmak mümkündür.

İnceleme ölçeğini Türkiye'nin toplam plastik atık ithalatı verilerine taşıdığımızda ise 2021 yılında bir önceki yıla göre %11'lik görece azalmaya rağmen 2017-2021 döneminde önemli ölçüde artışlar yaşandığı görülmektedir (Grafik 2).

Grafik 2. Türkiye'nin Plastik Atık İthalatı (2017-2021)
(Çevresel Etki Değerlendirmesi, İzin ve Denetim Genel Müdürlüğü verilerinden üretilmiştir.)



Sayıştay'ın en son 2021 verilerini esas alan Ocak 2022'de yayımladığı Plastik Atık Yönetimi raporuna göre, plastik atıkların ithalatında son yıllarda yaşanan artış trendi, "lisanslı atık işleme tesislerinin sayısındaki artış ve ucuz hammadde temin etme imkânının ortaya çıkmasından kaynaklanmıştır" (T.C. Sayıştay Başkanlığı, 2022, s.7). Dünya genelindeki



en büyük ithalatçı Çin'in pazardan çekilmesini dikkate almayan bu değerlendirmenin yeniden gözden geçirilmesinin uygun olacağını değerlendiriyorum. Sayıştay'ın söz konusu raporunda (2022, s.23), Ambalaj Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği (2021, md. 21. b)'ne atıfta bulunularak 2026, 2031 ve sonrasında plastik atıkların geri dönüşüm hedeflerinin %55 ile sınırlı kaldığı belirtilirken ithalattaki bu artış şirket sayısının artması, ham madde teminindeki imkânların çoğalmasıyla izah edilemez. Bu noktada meseleyi; ulusal zenginliğimiz olan temiz çevrenin talanla tehdit edilmesinin yolunu açan uygulamalar ve dünya pazarlarındaki radikal değişiklikle açıklayan görüşlerin dikkate alınması yanlış olmayacaktır.

İkinci kırılma noktası ise yukarıda da değinildiği üzere Türkiye'nin belirli kategorideki plastik atıkların ithalatını yasaklayan 2022'de yayınladığı Ürün Güvenliği ve Denetimi Tebliği. (2022/3)'nin yarattığı etkidir. Bu tebliğin yarattığı sonuçları ancak, kayıt/yasa dışı ticaretin bu sektördeki etkisinin ortadan kaldırılması şartıyla önümüzdeki yıllarda daha sıhhatli bir şekilde görebilmek mümkündür.

Sonuç

Plastik atıklar, küresel ölçekte çevre kirliliğine neden olmaktadır. Bu durum; plastik atık üretimindeki artıştan, geri dönüşümdeki teknolojik ve ekonomik kısıtlılıklardan ve geri dönüşümde yetersiz ve yanlış yönetimden kaynaklanmaktadır. Plastik atıkların büyük çoğunlukla tek kullanımlık kaplardan oluşması geri çöp arışı-dönüşüm oranını oldukça düşürmektedir. Buna bir de yeni plastik malzeme üretiminin geri dönüşümle yeniden kazandırmaya göre daha kolay ve ucuz olması ve tüketim ekonomisine dayalı küresel kapitalist sistemin plastik atığı artırıcı etkisi eklendiğinde sorunun çözümünün ne kadar zorlaştığı ortaya çıkmaktadır.

Plastik atıkların çevreye zararlı etki yaratmadan geri dönüşüm oranları bu alanda gelişmiş teknolojilere sahip devletlerde dahi oldukça düşüktür. Uluslararası literatürde yedi kategoriye ayrılan plastik atıkların sadece ilk üç kategorisinde yer alanların geri dönüşüm için ekonomik ve gerçekleştirilebilir olması geri kalan dört kategorideki plastik atıkların yap fiziken parçalara ayrılarak kullanılması ya da yakılarak enerjiye dönüştürülmesi seçeneğini adeta zorunlu kılmaktadır.

BM Çevre Programı kapsamında yürütülen Basel, Rotterdam ve Stockholm süreçleri, Başta OECD olmak üzere diğer uluslararası kuruluşların çabaları plastik atık atışını önlemede yeterli olmamaktadır. Bunda devletlerin kötü yönetimi, toplumların bilinçsizliği etkili olmaktadır.

Diğer taraftan küresel ölçekte plastik atık sektörünün boyutları tam olarak bilinmemektedir. Bu pazar, genel özellikleri itibarıyla aksak nitelikli ve istikrarsızdır. ABD ve Birleşik Krallık'tan 2019 döneminde yapılan ithalatlarda ilk beş sırayı; Türkiye, Çin, Kanada (aynı zamanda plastik atık ihracatçısı), Hindistan ve Malezya almıştır. İthalatçı devletlerin yönetim kapasitesi, demokratikleşme düzeyi, insani gelişmişlik ölçütlerine bakıldığında bu



ölçütlerden en az birinde ciddi sorunlar yaşadıkları görülmektedir. Plastik atık üretiminde ciddi sorunları olan ve büyük hacim kaplayan AB'nin coğrafi yakınlığı Türkiye'ye yönelik potansiyel tehdit yaratmaktadır.

Türkiye'nin plastik atık ithalatı meselesi başlı başına araştırma ve soruşturmayı gerektiren problematik özellikler taşır. Burada temel soru; kendi plastik atığını geri dönüştürmede yetersiz olan Türkiye'nin neden dünya çapında bir ithalatçı olduğudur. Akademik olduğu kadar adli alanda da araştırılması gereken bu sorunun cevabı alınmadan Türkiye'nin plastik atık sorununun çözümlenmesi olanaklı görülmemektedir.

Türkiye'nin plastik atık ithalatı trendinde başlıca iki kırılma noktası yaşanmıştır. Bunlardan birincisi Çin'in plastik atık ithalatına getirdiği kısıtlamaların dünya piyasası ölçeğinde yarattığı etkinin Türkiye'ye olan yansımalarıdır. Çin'den kalan bu boşluk Malezya, Vietnam, Tayland gibi doğu ve güneydoğu Asya devletleri ve Türkiye tarafından doldurulmuştur. İkinci kırılma noktası ise 2022 yılında yürürlüğe giren "Çevrenin Korunması Yönünden Kontrol Altında Tutulan Atıkların İthalat Denetimi Tebliği (Ürün Güvenliği ve Denetimi: 2022/3)"nin getirdiği kısıtlamalardır. Bu kısıtlamaların nasıl bir etki yaratacağı henüz bilinmemekle beraber, önümüzdeki dönemde kayıt/yasa dışı ithalatın önüne geçilmediği sürece resmi rakamların durumu bütünüyle yansıtmayacağı değerlendirilmektedir.

Kaynakça

- Ambalaj Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği (26 Haziran 2021). Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Sayı: 31523. <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2021/06/20210626-18.htm>
- Avrupa İstatistik Ofisi (Eurostat), 2020
- Basel Convention. (2019). Text of the Convention. <http://www.basel.int/>, <http://www.basel.int/TheConvention/Overview/TextoftheConvention/tabid/1275/Default.aspx>
- BBC News (1 Ocak 2019). Türkiye nasıl İngiltere'den en çok plastik çöp alan ikinci ülke haline geldi? <https://www.bbc.com/turkce/haberler-dunya-46727841>
- Chellel, Kit & Moskwa, Wojciech (29 Mart 2022). A Plastic Bag's 2,000-Mile Journey Shows the Messy Truth About Recycling. <https://www.bloomberg.com/graphics/2022-tesco-recycle-plastic-waste-pledge-falls-short/>
- Çevresel Etki Değerlendirmesi, İzin ve Denetim Genel Müdürlüğü, <https://ced.csb.gov.tr/>
- EC (2017). Strategy on Plastics in a Circular Economy.
- EMF (2017). Rethinking the future of plastics and catalysing action.
- Eurostat (17 October 2022). Population on 1 January. <https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/tps00001/default/table?lang=en>
- Eurostat. (20.10.2022). Plastic packaging waste: 38% recycled in 2020. <https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-eurostat-news/-/ddn-20221020-1>
- Geyer, R, J. Jambeck and K. Law (2017). Production, use, and fate of all plastics ever made. *American Association for the Advancement of Science, Science Advances*, Vol. 3, p. e1700782.
- Greenpeace Türkiye. (1 Nisan 2022). Basın açıklaması: Adana Plastik Atık İthalatı. <https://www.greenpeace.org/turkey/basin-bultenleri/basin-aciklamasi-adana-plastik-atik-ithalati/>
- Gündoğdu, Sedat. (2022). Atık Oyunları, Greenpeace Akdeniz. <https://drive.google.com/drive/folders/1bERAY9pnOsEzYiuhOYLMf8t5ukFZztVV>
- Hocevar, John. (2020). Circular Claims Fall Flat: Comprehensive U.S. Survey of Plastics Recyclability. Washington, D.C: Green Peace. <https://www.greenpeace.org/usa/wp-content/uploads/2020/02/Greenpeace-Report-Circular-Claims-Fall-Flat.pdf>
- Jambeck, J.R., Andrady, A., Geyer, R., Narayan, R., Perryman, M., Siegler, T., Wilcox, C., Lavender Law, K. , (2015). Plastic waste inputs from land into the ocean, *Science*, 347, p. 768-771, <http://jambeck.engr.uga.edu/>
- Kara-Kaşka, Merve (23 Mart 2022). Türkiye'nin plastik atık ithalatı durdu mu? BBC Türkçe. <https://www.bbc.com/turkce/haberler-dunya-60846662#:~:text=%C3%87evresel%20Etki%20De%20C4%9Ferlendirmesi%2C%20%C4%B0zin%20ve,685%20bin%20443%20tona%20indi.>
- OECD. (2018). *Improving Markets for Recycled Plastics Trends, Prospects and Policy Responses (Policy Highlights)* (24 May, 2018). <https://www.oecd.org/env/improving-markets-for-recycled-plastics-9789264301016-en.htm>
- Resource Recycling* (2018). From Green Fence to red alert, A China timeline (February 13, 2018).

- Rodrigo A. Muñoz Meneses, Gerardo Cabrera-Papamija, Fiderman Machuca-Martínez, Luis A. Rodríguez, Jesús E. Diosa, Edgar Mosquera-Vargas. (2022). Plastic recycling and their use as raw material for the synthesis of carbonaceous materials. *Heliyon*, 8 (3). <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405844022003164>
- Rotterdam Convention. (2019). Text of the Convention. <http://www.pic.int/TheConvention/Overview/TextoftheConvention/tabid/1048/language/en-US/Default.aspx>
- Saracoğlu, G. (18 Oct 2018). Turkey's plastic waste imports from the UK are booming – but at what cost? *The Guardian*. <https://www.theguardian.com/environment/2018/oct/18/uk-plastic-waste-imports-to-turkey-boom-but-at-what-cost>
- Sassoon, A. S. (1991). Hegemony. Bottomore, Tom; Harris, Laurence; Kiernan, V.G.; Miliband, Ralph (Ed.). *The Dictionary of Marxist Thought*. Blackwell Publishers.
- Stockholm Convention (2019). Text of the Convention. <http://chm.pops.int/TheConvention/Overview/TextoftheConvention/tabid/2232/Default.aspx>
- T.C. Sayıştay Başkanlığı. (Ocak 2022). Plastik Atık Yönetimi Sayıştay Raporu. <https://sayistay.gov.tr/reports/download/3961-plastik-atik-yonetimi>
- The Economist. (3 March 2018). The known unknowns of plastic pollution.
- The Last Beach Cleanup, Listing of 60+ Investigations and Articles on Plastic Waste Exports, <https://www.lastbeachcleanup.org/plastic-waste-exports>
- Transparency International. (2022). https://www.transparency.org/en/cpi/2021?gclid=EA1aIqobChMIL-bzjfTn_QIVmthRCh0A2QLbEAAYAyAAEgLrLPD_BwE
- UN COMTRADE (2018). United Nations Statistics Division - Commodity Trade Statistics Database (COMTRADE).
- UN Environment Programme (2023). Our planet is choking on plastic. https://www.unep.org/interactives/beat-plastic-pollution/?gclid=CjwKCAiAlp2fBhBPEiwA2Q10D30rhvwSZGKIIno6Z-HtmDr1IZC4294WYuqGAcGufJTvTEabJr_FUhoChogQAvD_BwE
- UNDP (2022), Human Development Insights, <https://hdr.undp.org/data-center/country-insights#/ranks>
- Ürün Güvenliği ve Denetimi Tebliği. (2022/3). T.C. Resmî Gazete'nin 31 Aralık 2021 Tarih, Sayı: 31706 (s. 28) "Çevrenin Korunması Yönünden Kontrol Altında Tutulan Atıkların İthalat Denetimi Tebliği (Ürün Güvenliği ve Denetimi: 2022/3)" konulu tebliği. <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2021/12/20211231M4-2.htm>
- Wallerstein, I. (1979). *The capitalist world-economy*. Cambridge University Press.
- www.plasticseurope.org (2018). An Analysis of European Plastics Production, Demand and Waste. https://www.plasticseurope.org/application/files/6315/4510/9658/Plastics_the_facts_2018_AF
- www.theguardian.com (2021). Only 5% of plastic waste generated by US last year was recycled, report says. <https://www.theguardian.com/us-news/2022/oct/23/us-plastic-waste-recycled-2021-greenpeace>



İMALATTAN SIFIR ATIK

Serap ÇELEN*

ÖZET

Rönesans Mühendisliği döneminde Atık kavramının farkındalığının başladığı ve insanoğlunun daha temiz bir dünya için araştırmalarını sürdürdüğü bildirilmiştir. Literatüre göre "İmalatta Sıfır Atık" bir imalat sisteminde malzemelerin kullanımlarının azaltılmasını ve yeniden kullanımlarını organize eden çeşitli yöntemleri gerektirmektedir. Araştırmalara göre bir birincil imalat uygulamasında atık olarak görülen bir malzeme bazı metodolojilerin kullanımı ile sonraki imalat uygulamalarında temel malzeme olarak kullanılmakla "atık" etiketinden kurtarılabilmektedir. "İmalatta Sıfır Atık Konseptine" malzemenin çevrimsel yeniden kullanımına (geri dönüşümüne) imkan sağlayan yani versatil kullanıma sahip, çoklu kullanım çevrimleri boyunca hizmet verebilecek uzun servis ömürlü malzeme seçimi ve bu malzemenin işlenmesine yeni imalat yöntemlerinin geliştirilmesi ile ulaşılabileceği belirtilmektedir. Simülasyon ve optimizasyon destekli imalat, lazer-destekli hassas imalat, üç boyutlu baskı (eklemeli imalat) gibi geleceğin imalat yöntemleri önem kazanmaktadır. Bu makalenin amacı imalatta sıfır atık konusundaki gelişmeler bakış açısıyla "Geleceğin Sıfır Atığa-dayalı İmalat Stratejileri Neler Olmalıdır?" sorusuna cevap aramaktır.

Anahtar Kelimeler: İmalatta Sıfır Atık, Versatil Malzemeler, Akıllı İmalat Stratejileri

* Doç. Dr., Mühendislik Fakültesi/Makine Mühendisliği Bölümü, serap.celen@ege.edu.tr



Giriş

Harms ve diğerleri buhar gücünün kullanıldığı imalat endüstrisi için kömür yakılmasının yanma gazlarını ve havadaki partikülleri arttırdığı, çevresel kirlilik ve doğada değişim oluşturmaya başladığı ilk kolumsuz çevre etkilerinin farkındalığının Rönesans Mühendisliğinin kapsadığı endüstriyel devrim döneminde olduğunu bildirmişlerdir. (Harms, Baetz ve Volti, 2004) Ancak "Sıfır Atık" ve "Sıfır Atık İmalat" kavramlarının tanımlanması uzun bir zaman almıştır.

Literatüre göre ilk olarak Paul Palmer tarafından 1970'lerde kullanılan "Sıfır Atık Kavramına" toplumsal ilginin başlaması ise 1990'ların sonunu bulmuştur. (Palmer, 2004; Zaman, Lehmann, 2011; Zaman, 2015) Dünyada resmi olarak sıfır atık hedefini benimseyen ilk şehir Canberra olmuştur. (Connett, 2013; Snow ve Dickinson, 2023; Zaman, 2015) Yeni Zelanda'da 1997 yılında "Sıfır Atık Kurulu" kurulmuş, bir malzeme ekonomisi kapalı döngüsüyle ürünlerin yeniden kullanılmasını, tamir edilmesini, geri dönüştürülmesini, atıkların minimum düzeye indirilmesini ve nihayetinde bertaraf edilmesini hedeflemiştir. (Tennant-Wodd, 2003; Zaman, 2015) Birleşik Devletlerdeki ilk kapsamlı "Sıfır Atık Planı" Kaliforniya'daki Del Norte kasabası tarafından 2000 yılında devreye alınmış ve 2001 yılında Kaliforniya Entegre Atık Yönetimi Kurulu stratejik atık yönetimi planları gibi Sıfır Atık hedeflerini de benimsemiştir. (Connett, 2013; Zaman, 2015).

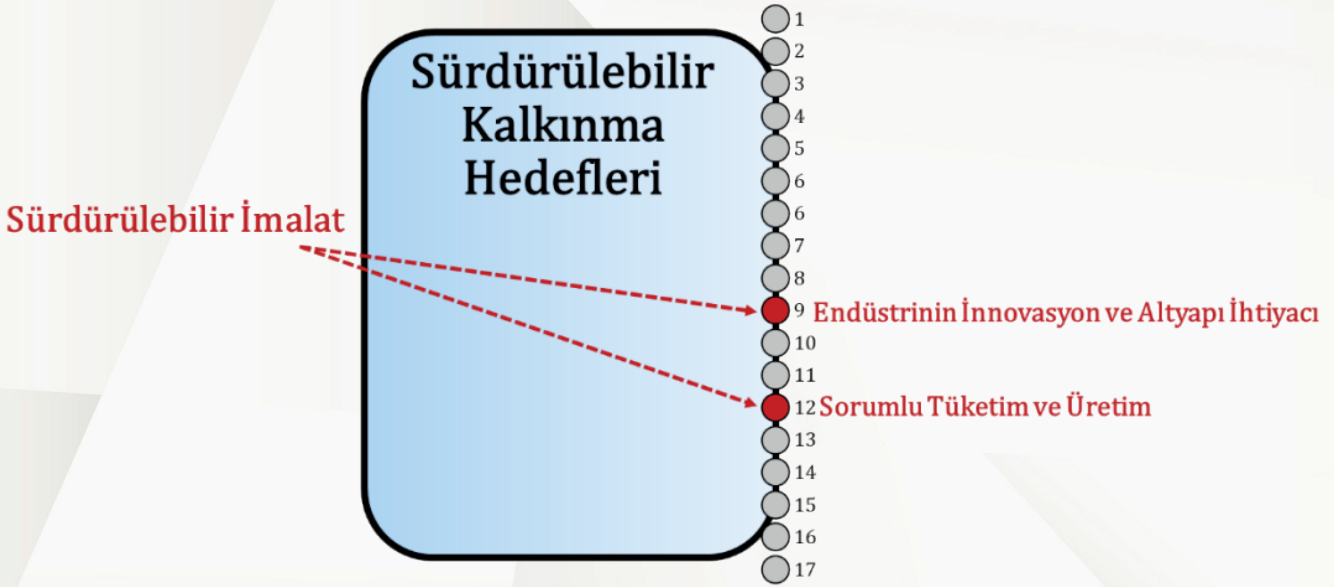
Harms, Baetz ve Volti'ye göre doğa mühendislik malzemelerinin temel kaynağıdır. (Harms, Baetz ve Volti, 2004) Bununla beraber Yeni Zelanda Sıfır Atık Kurulu 2002 yılında Sıfır Atık tanımında "doğanın sonsuz malzeme tedarikçisi" olarak görülmemesi gerektiğini belirtmiştir. (Connett, 2013; Tennant-Wood, 2003, Zaman, 2015) Uluslararası Sıfır Atık Birliği tanımında "tüm kalan malzemelerin diğerlerinin kullanımı için sürdürülebilir doğal bir çevrim olarak tasarlanması" gerektiği vurgulanmıştır. (Zaman, 2015; Zero Waste International Alliance (ZWIA), 2023) Birleşik Devletlerin San Francisco Eyaleti Çevre Bölümü Sıfır Atığı "hiçbir şeyi depolama sahası veya yakma alanına göndermemek" biçiminde yorumlamaktadır. (SF Environment (SF), 2023; Zaman, 2015) İngiltere ise "Atığın çevresel etkisini azaltmada mümkün olduğu kadar ileri gitme amacını özetlemenin basit bir yolu. İsrafın oluşmasını önlemeyi, kaynakları korumayı ve malzemelerden tüm değeri geri kazanmayı amaçlayan vizyoner bir hedeftir" şeklinde tanımlamaktadır. (Phillips, Tudor, Bird ve Bates, 2011; Zaman, 2015).

1. Sürdürülebilir İmalattan Sıfır Atık İmalata

Sürdürülebilir İmalatın 2015 yılında kabul edilen 17 sürdürülebilir kalkınma hedefinin dokuzuncu ve onikinci maddeleriyle ilgili olduğu bildirilmiştir. Dokuzuncu maddede endüstrinin inovasyon, sürdürülebilir altyapı ve kapsayıcı sürdürülebilir sanayileşmeyi organize etmeye ihtiyaç duyduğu, onikinci maddede sorumlu tüketim ve üretimin sürdürülebilir hedeflerden olduğu vurgulanmaktadır. (Şekil 1) Sürdürülebilir Üretim ve Tüketim üzerine on yıllık kalkınma programlarında 2030 yılına kadar doğal kaynakların etkin kullanımına ilaveten atık oluşumunun önlemesi, azaltılması, geri dönüşümü ve yeniden

kullanımı ile azaltılmasının amaçlanmakta olduğu rapor edilmiştir. (Division for Sustainable Development Goals, 2023; Sartal, Bellas, Mejias ve Garcia-Collado, 2020; Wilson, 2018).

Şekil 1: Sürdürülebilir Kalkınma Hedeflerinde Sürdürülebilir İmalat (Division for Sustainable Development Goals, 2023; Sartal, Bellas, Mejias ve Garcia-Collado, 2020; Wilson, 2018)



Literatüre göre sürdürülebilir imalat sürdürülebilir gelişmenin önemli bir elementidir ve sürdürülebilir ürünler, prosesler ve sistemleri olmak üzere 3 fonksiyonel elemanı içermektedir. Sürdürülebilirliğin tanımına göre, sürdürülebilir ürünler yaşam döngüleri boyunca çevreye uyumludurlar. İmalat proseslerinin sürdürülebilirliği açısından malzeme kullanımının ve enerji tüketiminin azaltılması, atıksız imalat prosesleri ve kaynak geri dönüşümü gibi faaliyetler söz konusudur. Ancak bu proseslerin disiplinler arası yaklaşımları ve çözümleri gerektirdiği bildirilmiştir. Literatüre göre çözüm inovatif mühendislik malzemeleri ile yeniden kullanım, geri-dönüşüm ve yeniden imalat hedefinin çoklu çevrimli ürünlerle ileri imalat prosesleri ve sistemleri kullanılarak sağlanmasındadır. Sürdürülebilir imalat prosesleri ile şirketlerin çevresel endişeleri azaltabileceği, minimum atık miktarlarına, havaya toprağa ve suya minimum toksik emisyonlara ve tüm yaşam döngüsü aşamalarında minimum enerji tüketimine ulaşabileceği ve böylece maliyetlerini azaltabilecekleri bildirilmiştir. (Davim, 2013; Fratila, 2013; Jawahir, Wanigarathne ve Wang, 2006; Mihelcic ve diğerleri, 2003; Zhang ve Haapala, 2015).

Sürdürülebilir imalat konusunda ilk çalışmalar "Çevresel Bilinçli İmalat" araştırma alanıyla başlamıştır. (Owen, 1999; Zhang, Kuo ve Lu, 1997). Ürün, proses ve teknoloji temel üç boyut olarak tanımlanmış ve azalt, yeniden imal et, geri-dönüştür ve yeniden kullan öğelerini içeren İngilizce 'Rs' yaklaşımı önerilmiştir. (Sarkis, 1995; Sarkis ve Rasheed, 1995), (Sartal, Bellas, Mejias ve Garcia-Collado, 2020). Çevresel-Bilinçli İmalata ilginin arttığı Avrupa'da başlayan "Ürünü Geri-Getir" trendinin Amerikan endüstrilerini de teşvik ettiği

rapor edilmiştir. (King ve Lenox, 2001; Singh, Ramakrishna ve Gupta, 2017) Ürünlerin yeşil tasarımının ürün imalatında çevre-dostu hammaddelerin kullanımının, çevre-dostu paketlenme ve dağıtımının, ürünün ömrü sonunda yeniden kullanımının desteklendiği belirtilmiştir. Bu sayede doğal kaynakların tüketilmesinin yavaşladığı ve atıkların azaldığı bildirilmiştir. (Foster, 2001; Singh, Ramakrishna ve Gupta, 2017) “Çevresel-Bilinçli İmalat ve Ürün Geri Kazanımı” yaklaşımı tasarım, imalat ve son kullanıcıya dağıtımını içeren yeni ürünlerin geliştirilmesine ilaveten ürünün faydalı ömrü sonunda yönetimini kapsamaktadır. (Gungor ve Gupta, 1999) Bu konudaki diğer bir yaklaşım O’Brien’in proaktif Sürdürülebilir İmalat yaklaşımıdır. (O’Brien, 1999) “Endüstriyel Ekoloji” (Frosh ve Gallopoulos, 1989; Fiksel, 1996) “Ekolojik Ayak İzi” (Wackernagel ve Rees, 1996) konseptleri rapor edilmiştir. (Sartal, Bellas, Mejias, Garcia-Collado, 2020) McDonough ve Braungart “Beşikten-Beşiğe Tasarım” yaklaşımını rapor etmiştir. (McDonough ve Braungart, 2002), (Singh, Ramakrishna, Gupta, 2017) Kaynak (malzeme, su, enerji) tüketiminin ve oluşan atıkların çevresel etkilerini ölçmek için “Yaşam Döngüsü Değerlendirme Metodolojisi” geliştirilmiştir. (Brancoli ve Bolton, 2019; Curran, 2008; Fiksel, McDaniel ve Spitzley, 1998; Guide, Srivastava ve Kraus, 1997; Guide, Srivastava ve Spencer, 1996; ISO/TC207/SC5.ISO 14040:2006; ISO/TC207/SC1.ISO 14001:2015; ISO/TC207/SC1.ISO 14004:2016; Kaebernick, Kara ve Sun, 2003; Miettinen ve Hamalainen, 1997). Jayal ve diğerleri Sürdürülebilir İmalat için ürün, proses ve sistemler üzerine bütünsel bir yaklaşıma ihtiyaç olduğunu bildirmişlerdir. (Jayal, Badurdeen, Dillon ve Jawahir, 2010), (Sartal, Bellas, Mejias ve Garcia-Collado, 2020).

Ürün yaşam döngüsü genel olarak hammaddelerin alınmasıyla başlayan ve atık ürünlerin bertarafıyla biten bir malzeme akış süreci gibi göz önüne alınmaktadır. Bu ardışık akış birincil ürün malzeme akışı olup, çoklu çapraz akışlar (ikincil akışlar) ve parçanın yeniden imalatı, ürünün yeniden kullanımı veya malzeme geri dönüşümünü kapsayan geri akışlarda mevcuttur. (Zarte, Pechmann ve Nunes, 2019) Bu aşamaların her biri için çevresel stresörlerin: malzeme seçimi, enerji kullanımı, katı atık, sıvı ve gaz kalıntıları olduğu belirtilmektedir. Bütünsel Sıfır Atık Yaşam Döngüsünün Kaynak Temini ve İşleme, Ürün Tasarımı, İmalat, Tüketim ve Atık Üretimi, Atık Yönetimi, Atık İşleme, Atık Bertarafını içeren yedi aşamayı içerdiği bildirilmiştir. (Zaman, 2015) Jawahir ve diğerleri malzeme, enerji ve atıkların azaltılmasında “proses planlama” ihtiyacını bildirmişlerdir. (Jawahir, Dillon ve diğer., 2006; Johnson ve Wang, 1998; Klassen, 2000; Toffel, 2003) Jawahir ve Bradley “Rs” (azalt, yeniden kullan ve geri-dönüştür) yaklaşımına 3 yeni aktivitenin (geri kazan, yeniden tasarla, yeniden imal et ve geri dönüştür) eklenmesi ile “6R” stratejisine geçilmesini önermiştir. (Jawahir ve Bradley, 2016). Baines, Lightfoot ve Kay tarafından “Ürün Servis Sistemleri” yaklaşımı bildirilmiştir. (Baines, Lightfoot ve Kay, 2009) Elkington sürdürülebilirliğin sosyal, çevresel ve ekonomik boyutlarını “Üçlü Alt Çizgi” yaklaşımı ile bildirmiştir. (Elkington, 1998) Metta ve Badurdeen ekonomik, çevresel ve sosyal performansların dikkate alındığı alternatif sürdürülebilir ürün tasarımı değerlendirmeleri için Tedarik Zinciri tasarımına ürün ve proses tasarımını yerleştirerek “hiyerarşik, çok-aşamalı karar destek modellerinin” öneminden bahsetmişlerdir. (Metta ve Badurdeen, 2011) Tedarik Zincirleri Yönetimi konusu üzerine araştırmalar yapılmıştır. (Hutchins, 2010; Hutchins ve Sutherland, 2008; Seuring ve

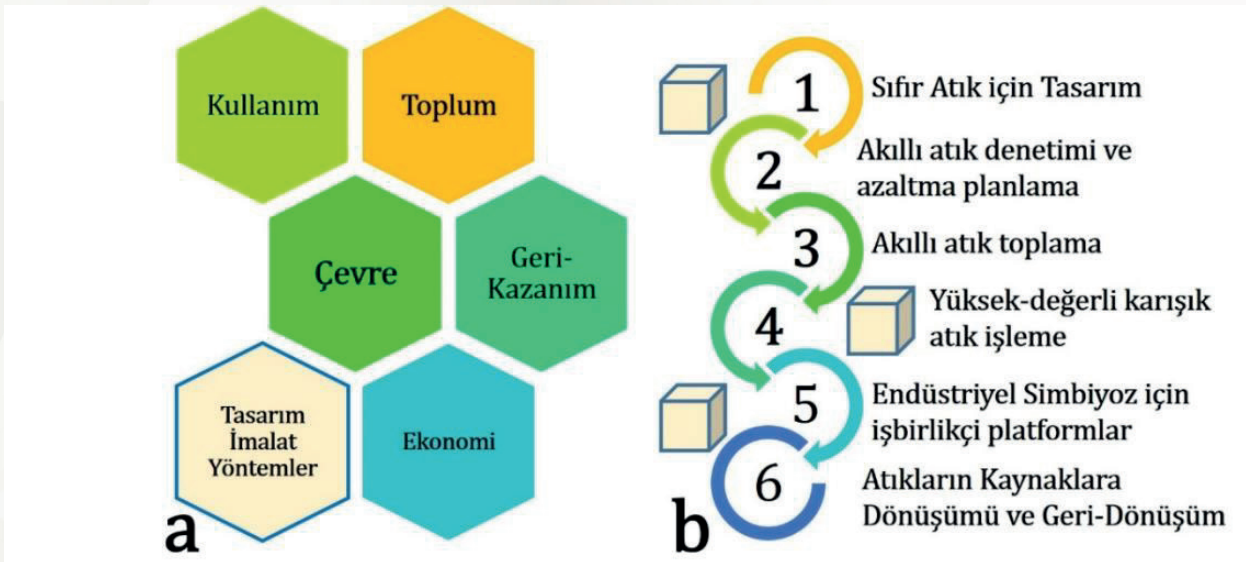
Müller, 2008; Mejias, Bellas, Pardo ve Paz, 2019; Mejias, Pardo ve Paz, 2016; Tan, Matzen, McAlone ve Evans 2010; Vachon ve Klassen, 2008; Walton,1998). “Ürün Tasarımında Eşzamanlı Tedarik Zincirleri” kavramı bildirmiştir. (Sroufe, Curcovic, Montabon ve Melnyk, 2000; Srivastava, 2007; Haapala, Rivera ve Sutherland, 2008) Rockström iklim değişimi, bioküresel entegrasyon gibi gezegensel sınırların sürdürülebilir gelişim konseptindeki yerini içeren yaklaşımını bildirmiştir. (Rockström ve diğerleri, 2009; Rockström, 2015). Giret ve diğerleri “Operasyonel İmalat Planlama” ile ilgili olarak minimum kullanım ile maksimum verime ulaşmayı amaçlayan ideal sürdürülebilir imalat planlama sistemini rapor etmişlerdir. (Giret,Trentesaux ve Prabhu, 2015) Bonvoisin, Stark ve Seliger pozitif ve negatif çevresel ve sosyal etkilerin dengede olduğu “kapalı bir sistem modellemesi” fikrini sunmuşlardır. (Bonvoisin, Stark ve Seliger, 2017) (Sartal, Bellas, Mejias ve Garcia-Collado, 2020).

Sürdürülebilir Yeşil ve Yalın İmalat üzerine araştırmalar yapılmıştır. (Cusumano ve Nobeoka,1998; Gupta, Laubscher, Davim ve Jain, 2016; Pusavec, Krajnik ve Kopac, 2010; Zeng, Meng, Yin, Tam ve Sun, 2010). Literatüre göre yıllar boyunca birçok yalın imalat yöntemleri ve araçları ve kullanılmıştır.(Feld, 2000) Yalın Altı Sigma kalite iyileştirme için bir metodoloji olarak görülmektedir. Motorola şirketi problem çözmede beş faza ayrılan İngilizce “DMAIC (Define-Measure-Analyze-Improve-Control)” olarak adlandırılan, Tanımla-Ölç-Analiz Et-İyileştir-Kontrol et iyileştirme patenti ile tanınmaktadır. (George, Rowlands ve Kastle, 2004) Ayrıca bazı yazarların Yalın İmalat ile Sürdürülebilir İmalatı birleştirdiği bildirilmiştir. (Piercy ve Rich, 2015) (Singh, Ramakrishna ve Gupta, 2017) Womack ve diğerlerine göre Yalın üretimin herhangi bir ürünün tasarım ve imalatına yönelik daha az malzeme, işçilik, makine ve takımı kullanmayı, daha az yatırımı ve alanı, daha az çalışma saati harcamayı amaçladığı belirtilmiştir. (Womack, Jones ve Roos, 1990) (Sartal, Bellas, Mejias ve Garcia-Collado, 2020) Ayrıca Yeşil ve Yalın imalat arasında karşılıklı etkileşim bildirilmiştir. (Franchetti, 2009; Franchetti ve Kress, 2017; Franchetti, Bedal, Ulloa ve Grodek, 2009; Todd, 2000) Yalın imalat kayzen, tek parça akış, hücreli imalat, senkronize imalat, stok yönetimi, pokayoke, standardize edilmiş akış, iş yeri organizasyonu ve hurda ve imalat atıklarının azaltılması için bazı araçları kullanmaktadır. (Russel ve Taylor, 1999) (Singh, Ramakrishna ve Gupta, 2017) Curran ve Williams (2012)’a göre Sıfır Atık, Atığı yönetmek yerine elimine etmeyi amaçlayan bir tüm sistem yaklaşımıdır. Sıfır Atık, Yönetim ve İmalatta Sıfır Atık, Kaynaklarda Sıfır Atık, Sıfır Emisyon, Ürün Ömründe Sıfır Atık, Sıfır Toksik Ürün Kullanımı olarak alt sistemlerde karakterize edilmektedir. Proses geleneksel endüstriyel uygulamalardan “bir sistemin atıklarının bir diğerine giriş malzemesi olduğu” bir farklılık sunmaktadır. (Curran ve Williams, 2012; Ngoc ve Schnitzer, 2009) (Singh, Ramakrishna, Gupta, 2017)

İngilizcesi “Zero Waste Manufacturing” olarak bildiren “Sıfır Atık İmalat” kavramı tüm değer zincirlerinde atığı elimine edebilecek, atık oluşumunu minimum düzeye indirecek, atıkların diğer tedarik zincirlerinde kaynak olarak kullanılmasını maksimum düzeye çıkartabilecek “imalat sistemlerini” geliştirmeye odaklanmıştır. (Pal, Subhashini ve Arunachalam, 2021). Bu kapsamda kaynak verimliliğini arttırmak için atık azaltılmalı, çoklu tedarik zincirleri

ve paydaşlarla geri kazanım iyileştirilmelidir. (Şekil 2a) (Awogbemi, Kallon ve Bello, 2022; Kumar ve diğerleri, 2005; Singh, Ramakrishna, Gupta, 2017) Kerdlap, Low ve Ramakrishna tarafından imalat ve tüketim sistem yaşam döngüleri boyunca atık oluşumunu azaltarak Sıfır Atık İmalata ulaşmak amacıyla altı teknoloji temasından oluşan bir bütünsel çerçeve önerilmiştir. Sıfır Atık için tasarım, Akıllı atık denetimi ve azaltma planlama, Akıllı atık toplama, Yüksek-değerli karışık atık işleme, Endüstriyel Simbiyoz için işbirlikçi platform, Atıkların Kaynaklara Dönüşümü ve Geri-Dönüşüm olarak maddeler halinde verilmiştir. (Şekil 2b) (Kerdlap, Low ve Ramakrishna, 2019)

Şekil 2: a) Sıfır-Atık için Ürünün Çoklu Kullanımı (Singh, Ramakrishna ve Gupta, 2017), b) Altı Teknoloji Teması (Kerdlap, Low ve Ramakrishna, 2019)



Sıfır Atık için tasarım ürünlerin tasarımında daha az malzeme kullanımına ve daha kolay demontajına odaklanmaktadır. Bu sayede oluşturulan atık miktarının azaltılabileceği kullanılmış parçaların biriktirilmemesinin kolaylaştırılabileceği, ürünün yaşam döngüsü sona erdiğinde parçaların ve malzemelerin geri kazanımının daha mümkün hale getirilebileceği belirtilmektedir. Demontaj için tasarım bir ürünün tamir edilmesi, yenilenmesi ve geri-dönüşümü için demontaj ihtiyacını göz önüne alan bir tasarım stratejisidir. Bu strateji ile farklı ürün sistemlerinde kullanılacak modüler mimariye sahip ürünlere ulaşılabileceği bildirilmiştir. (Golfmann ve Lammers 2015; Rios, Chong ve Grau, 2015; Sabaghi, Mascle ve Baptiste, 2016;) Demontaj için tasarım prensipleri tasarım fazı esnasında üretilen parça sayılarının, ürün demontaj maliyetlerinin azaltılması, montaj zamanlarının kısaltılması ve demontajdaki tüm mevcut problemlerin nasıl çözülebileceğine tasarım aşamasında bakarak ürün demontaj kabiliyetinin maksimum düzeye yükseltilebileceğini belirtmektedir. (Soh, Ong ve Nee, 2014) İmalat endüstrisinde demontaj için tasarım ve eklemeli imalatın

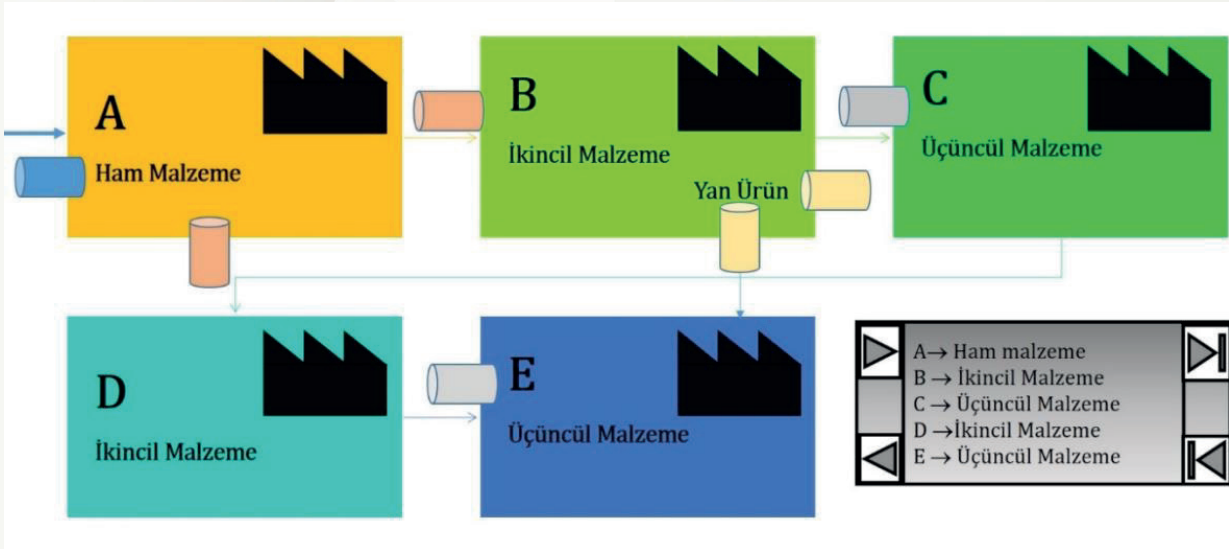
bu hedefe ulaşabileceği öngörülmektedir. (Kerdlap, Low ve Ramakrishna, 2019)

Akıllı Atık Denetimi Atıkların hacimlerinin analizi, otomatik ayrılmaları, azaltılmaları, geri-dönüşümleri ve yeniden kullanımları konusunda yönlendirilmeleri için donanım ve yazılım çözümlerini içermektedir. Araştırmalar malzeme içeriğini kamera ve sensörlerle analiz ederek atığı otomatik olarak ayıran çöp kutularına odaklanmıştır. (Bin-e, 2023; CleanRobotics, 2023; Kerdlap, Low ve Ramakrishna, 2019) Yazılım alanında atık oluşum verilerini gözden geçiren veri analitiği kullanan çevrimiçi araçlar bildirilmiştir. (Ng, Tan ve Low, 2017) Gershmann, Brickner ve Bratton şirketi "SmartEngine" olarak adlandırdıkları internete dayalı birtakım geliştirdiler. (Gershmann, Brickner ve Bratton Inc., 2023) Diğer bir akıllı atık denetimi aracıda Building Research Establishment (BRE) şirketi tarafından geliştirilen "SmartWaste"dir. (Building Research Establishment (BRE) Ltd, (2023) (Kerdlap, Low ve Ramakrishna, 2019)

Yeniden imalat kullanılmış ürünlerin orjinal veya daha iyi koşullarına dönüştürülmesine odaklanan atıkları kaynaklara dönüştürme uygulamasıdır. (Centre for Remanufacturing and Reuse, 2023) (Kerdlap, Low ve Ramakrishna, 2019)

Yüksek-değerli karışık atık işleme araştırmaları belirli malzemeleri hedefleyerek ayıran optik sensörler gibi tanımlama ve ayırma teknolojileri konusunda yürütülmektedir. Modern malzeme geri-kazanım tesislerindeki optik üniteler en çok PET (polietilen tereftalat) ve yüksek yoğunluklu polietilen geri-kazanımında kullanılmaktadır. (Kerdlap, Low ve Ramakrishna, 2019) Endüstriyel Simbiyoz için işbirlikçi platformlar uygun atık-kaynak eşleşmelerini belirleyebilecek dijital teknolojiler geliştirmeye ve belirli bir alan ve bölgedeki farklı şirketler arasındaki bu değişimleri kolaylaştırmaya odaklanan devam eden bir araştırma alanıdır. (Fraccascia ve Yazan, 2018) Bu platformlar bir tedarik zincirindeki atıkların ve yan-ürünlerin diğer tedarik zinciri için kaynak olabileceği iki veya daha fazla endüstriyel tesis veya şirket arasında bir iş birliği oluşturarak endüstriyel simbiyozu kurmaya çalışmaktadır. (Şekil 3) Mevcut ve geliştirme aşamasındaki çeşitli işbirlikçi platformlar; The Materials Marketplace Patway21, SYNERGie 4.0, Waste-to-Resource Matching Platform, ve SymbioSyS'dir. (Alvarez ve Ruiz-Puente, 2017; Chertow and Park, 2015; International Synergies, 2023; Low ve diğerleri, 2018; Raabe ve diğerleri, 2017; Song ve diğerleri, 2015; The Materials Marketplace, 2023). Bu platformlarda otomatik atık geri-dönüşüm ve yeniden kullanım eşleşmeleri gerçekleştirebilecek ileri veri analitiği ve modelleri kullanan yazılım güncellemeleri konusunda gelişmeler beklenmektedir. Ayrıca birincil ve atık malzeme bilgisini ürün geliştirme için son kullanıcıya iletebilecek veri madenciliği ve makine öğrenme proseslerini kullanan malzeme bilişim sistemlerinin güncellenmesi üzerine araştırmalar yapılmaktadır. (Jose ve Ramakrishna, 2018; Kerdlap, Low ve Ramakrishna, 2019; Ramakrishna ve diğerleri, 2018)

Şekil 3: Sıfır-Atık için Endüstriyel Simbiyoz için işbirlikçi platformlar (Kerdlap, Low ve Ramakrishna, 2019)



Singapur İmalat Teknoloji Enstitüsü Sürdürülebilir İmalat Merkezinin ülkedeki şirketlere tüm imalat tedarik zincirlerinde enerji, su, malzeme verimliliği ve atık azaltma konularında yazılım ve donanım çözümleri desteği bildirilmiştir. (Enterprise Singapore, 2023; Kerdlap, Low ve Ramakrishna, 2019) Singapur'un Araştırma, İnovasyon ve Girişimcilik planı RIE2020 olarak bilinen ileri imalat ve mühendislikte majör bir plan örneğidir. Diğer örnekler "Make in India", "China Manufacturing 2025", "Digital Kore" ve "Japan Industrial Value Chain Initiative", Almanya'nın "Geleceğin Fabrikaları" ve Birleşik Krallığın "Innovative Manufacturing"i dir. Benzer şekilde Amerika Birleşik Devletleri "İleri İmalat Girişimi" Programıdır. Avrupa Uzay Ajansı İleri Teknoloji Metal Ürünlerin Eklemeli İmalatından Sıfır Atığa Verimli Üretimi başlıklı 4.5 yıllık bir proje bildirilmiştir. (Singh, Ramakrishna ve Gupta, 2017; Wohlers ve Caffrey, 2013)

Son yıllarda araştırmacılar atıksız imalata ulaşmak için çeşitli yeni yollar, yöntemler ve teknolojiler kullandılar. Bu yöntemlerden bazıları akıllı teknolojilerin kullanımı, atık önleyici imalat yöntemleri, atıkların minimum düzeye indirilmesi, atık önleme, atık kullanımı, atık geri-kazanımı ve dönüşümdür. Literatüre göre yeni teknolojilerin ortaya çıkması ekonomi ve yaşamın her yönünde gelişmeye yol göstermiştir. Nesnelerin interneti, büyük veri, bilişim, robotik, eklemeli imalat, makine öğrenmesi, yalın imalat, yapay zeka, yüksek-performans hesaplama, çevre ve çalışan dostu yüksek kaliteli düşük maliyetli ürünlerin imalatında 4.Endüstriyel Devrim araçlarının imalat sektörü içinde yayılması verimliliğe, ürün kullanılabilirliğine, azalmış enerji tüketimine, azaltılmış toksik gaz emisyonlarına ve sonuç olarak atıkların azalmasına yol gösterebileceği belirtilmiştir. (Ahuett-Garza ve Kurfess , 2018; Awogbemi ve Kallon, 2021; Awogbemi, Kallon, Bello, 2022; Frank, Dalenogare ve Ayala, 2019; Stock ve Seliger, 2016; Sartal, Bellas, Mejias ve Garcia-Collado, 2020). Literatüre göre İmalattan Sıfır Atık için "planlama ve araçlar" önemlidir. Literatüre göre Atık Yönetimi atık oluştuktan sonra değil, atık etiketinden kurtarılıp kullanılacağı ikincil uygulamayı belirten imalat planlama aşamasında başlayan bir süreç olmalıdır. Bu makalenin amacı,

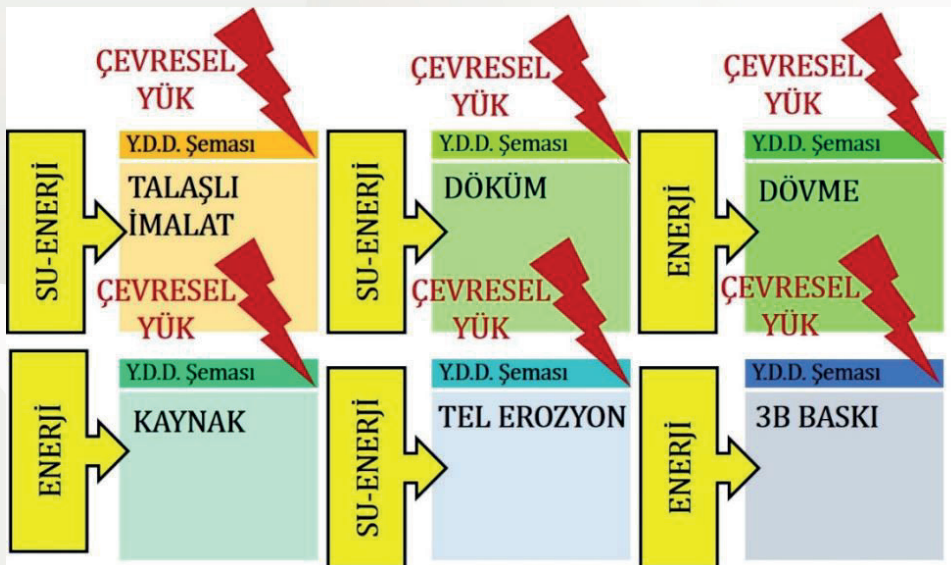
İmalattan Sıfır Atık Planlaması ile başlaması, Çevre-dostu İmalat Yöntemleri ile devam etmesi amaçlanan Geleceğin Sıfır-Atığa dayalı İmalat Stratejileri rapor etmektir.

2. İmalat Uygulamalarında Sıfır-Atık

İmalatın yüksek hammadde ve enerji girdileri sebebiyle çevresel etkileri olan bir proses olduğubildirilmiştir. (Şekil 4) Fabrikaya giren toplam malzemenin sadece belirli bir yüzdesinin ürün formunda ayrıldığı, hurda oluşum tahminlerinin %10-60 arasında olduğu bildirilmiştir. (Kalpakjian ve Schmid, 2001) İmalat talaşları ve hurdaları geri dönüştürülebileceği böylece saf kaynaklardan gelen malzemelerin geri-dönüşümlü kaynaklardan gelen malzeme kullanımıyla desteklenebileceği rapor edilmiştir. (Chapman ve Roberts, 1993; Dahmus ve Gutowski, 2004; Davim, 2013; Environmental Protection Agency (EPA), 1995; Fratila, 2013).

İmalat yöntemleri ve yöntemlerde kullanılan malzemelerin çevresel yüküne uygun “yaşam döngüsü değerlendirme şemaları” oluşturmanın imalat uygulamalarındaki farklılıklardan dolayı karmaşık olabileceği vurgulanmıştır. (Şekil 5) Verilerin elde edilmesi, sistem sınırlarının oluşturulmasındaki zorluk diğer önemli faktörlerdir. Bu süreç imalat yöntemi, kullanılan malzemelere ve süreçlere bağlı olarak farklı stratejiler gerektirdiğinden imalat öncesi hassas planlama gereklidir. Malzeme seçiminde doğal malzemelerin, çoklu kullanıma sahip malzemelerin, imalat yöntemlerinde su ve enerji kullanım miktarlarının, atık tür ve miktarlarının analizi ile tahmini emisyon miktarları belirlenebilmektedir. (Davim, 2013; Fratila, 2013; Gutowski, 2004) Örneğin literatüre göre ziraat, maden ve diğer endüstriler için kullanılan kum döküm yöntemi büyük miktarda su ve enerji kullanmakta, döküm sonrası atık kum ve kalıpların sertleştirilmesinde kullanılan CO2 emisyonları sebebiyle çevresel yük oluşturabilmektedir. Dövme’den döküme, talaşlı imalattan eklemeli imalata kadar birçok imalat yöntemlerinde atıkların azaltılması için çeşitli araştırmalar yapılmaktadır. (Singh, Ramakrishna ve Gupta, 2017).

Şekil 5: İmalat Yöntemlerine göre oluşturulacak Yaşam Döngüsü Değerlendirme Şemaları (Davim, 2013; Fratila, 2013)





Talaşlı imalat bir talaş kaldırma prosesidir, metallerin çeşitli kesici takımlarla kesilmesi ile gerçekleştirilmektedir. Talaşlı imalat yönteminde malzeme, enerji, veri gibi proses girdileri ile işleme, soğutma/yağlama, parça temizleme, talaşların bertaraf edilmek üzere hazırlanması gibi aşamaları içermektedir. Bu süreçler hammadde ve enerji kullanılmakta ve atık oluşturmaktadırlar. (Davim, 2013; Fratila, 2013; Kotaiah, Srinivas, Babu ve Srinivas, 2010; Kundrak, Mamalis, Gyani ve Markopoulos, 2006; Pusavec, Kramar, Krajnik ve Kopac, 2010; Rajemi, Mativenga, Aramcharoen, 2010) Malzeme işleme proseslerinde güç tüketiminin optimal kesme şartlarının ayarıyla, doğru yağlayıcı/soğutucuların kullanımıyla iyi tribolojik durumları sağlayarak, doğru kesici takım/iş parçası malzeme kombinasyonlarıyla azaltılabileceği belirtilmektedir. Sürdürülebilirlik için enerji/güç tüketiminin çevre-dostu yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilmesi bildirilmiştir. (Davim, 2008; Davim, 2013; Fratila, 2013)

Malzeme işleme operasyonlarında mineral, sentetik ve yarı-sentetik kesme sıvıları kullanılmaktadır. Literatür metal kesme operasyonlarında yağlayıcıların kullanımlarının antik Mısır zamanına kadar dayanan at arabası tekerleklerinin greslenmesinde yağların kullanımı ile karşılaştırıldığında bağıl olarak yakın zamanda olduğunu bildirmektedir. Kesme sıvılarının yaygın kullanımı ise 18.yy sonunda endüstriyel devrim zamanına rastlamaktadır. Mineral yağların metal kesme alanında kesme sıvıları olarak 19.yy ortalarında yoğun şekilde kullanıldıkları rapor edilmiştir. W.H. Northcott 1868 yılında kesme sıvıları kullanımının takım ömrünü iyileştirdiğini gözlemlemiş, F.W.Taylor 1883 yılında işlemede kesme sıvısı olarak suyun kullanımıyla kesme hızlarının %30-40 oranlarda arttırıldığını rapor etmiştir. 1979-1983 yılları arasında yağ krizi nedeniyle mineral yağların kaynakları sınırlanmıştır. Ayrıca mineral yağın zayıf biyo-çözünürlüğü sebebiyle uzun dönem çevresel kirlilik potansiyeli olabileceği belirtilmiştir. (Davim, 2013; Kuram, Ozcelik, Demirbas ,2013; Willing, 2001) Günümüzde en popüler kesme sıvısı çözünebilir yağdır, su içerisinde seyreltilerek kullanılmaktadır. Hazırlanan sıvının %95'i sudur. (Dahmus ve Gutowski, 2004) Korozyonu sınırlandırmak, asiditeyi kontrol etmek, mikrobiyal büyümeyi kontrol etmek, yağlayıcılığı iyileştirmek ve köpüklenmeyi önlemek için bazı katkı maddeleri kullanılmaktadır. (Becket, 1994; Childers,1994; Davim, 2013; Kuram, Ozcelik, Demirbas, 2013; Rossmore ve Rossmore, 1994; Sherman, Bain, Huibers, Garcia-Valls ve Hatton, 1998) Kesme sıvılarının bertarafında toprak ve su kontaminasyonu ile sonuçlanabilmektedir. (Davim, 2013; Kuram, Ozcelik, Demirbas ,2013) Kesme sıvılarının çevresel yan etkilerinin minimum düzeye indirilmesi için bileşimindeki zararlı maddeler azaltılmalı, yok edilmeli veya kabul edilebilir değerlere indirilmelidir. Ayrıca metal talaşlarına yapışan kesme sıvısı metal geri dönüşümünde problem oluşturabilmektedir. Metal talaşları temizleme, ayırma gibi işlemleri içeren atık işlemeye tabi tutulmak zorundadır. Soğutma/yağlama sıvılarının kullanımlarından kaçınılması veya azaltılması için çeşitli yöntemler; Kuru işleme/Kuruya yakın işleme, Kriyojenik işleme, Yüksek Basıncılı Jet Destekli İşleme ve Diğer İmalat Teknolojileridir. İmalat planlama aşamasında aşağıdaki sorular sorulabilir. (American Automobile Manufacture Association, 1996; Byrne ve Scholta, 1993; Snig ve Rummen, 1994; Tan, Liu, Cao ve Zhang, 2002; Weinert, Inasaki, Sutherland ve Wakabayashi, 2004)

a. Soğutma/yağlama sıvısı kullanılmadan ürünün imalatı yapılabilir mi?

b. Hangi soğutma/yağlama sıvısı kullanılmalıdır?

c. Ne kadar soğutma/yağlama sıvısı kullanılmalıdır ve maliyetleri ne kadardır? (Fratila, 2013; Davim, 2013)

2.1. Kuru İşleme-Kuruya yakın işleme

Konvansiyonel işleme operasyonlarında, kesme/yağlama sıvıları takım ve iş parçasının temas ettiği alana bolca uygulanarak kullanılmaktadırlar. Kesme/yağlama sıvılarının kullanılmadığı veya kesme bölgesine 10-150 ml/saat gibi bir aralıkta düşük miktardaki sıvının verildiği işlemler "Kuru İşleme-Kuruya Yakın İşleme" olarak adlandırılmaktadır. Kesici takım malzemelerindeki gelişmeler bazı uygulamalarda kuru işlemeye olanak sağlamıştır. Fakat havacılık endüstrisinde kullanılan nikel, titanium, kobalt-krom alaşımları gibi malzemelerin yüksek kesme hızları işlenmesinde çeşitli zorluklar, soğutucu/yağlayıcıların görevlerinin onların yokluğunda diğer işleme proses bileşenlerince sağlandığı bildirilmiştir. Teknik olarak modifiye edilmiş takımlar-kendiliğinden yağlanan takımlar geliştirmek için tungusten-kobalt sementite karbür takımların mikro deliklerine bir katı yağlayıcı olan molibden disülfid doldurulmaktadır. Sertleştirilmiş çeliklerin kuru kesilmesi esnasında bu takımın kullanımının ile kesme kuvvetlerini, takım aşınmasını ve takım-talaş arayüzündeki sürtünme katsayısını önemli derecede azalttığı bildirilmiştir. (Aronson, 1995; Davim, 2013; Davim, Sreejith ve Silva, 2007; Fratila, 2013; Grzesik, 2008; Kalhofer, 1997; Tan, Liu, Cao ve Zhang, 2002).

Bazı uygulamalarda halen emülsiyonlar veya su kullanılsada Kuruya Yakın İşleme'de en çok kullanılan maddeler sentetik esterler ve yağlı alkollerdir. Maksimum miktarda yağlama (MMY) ve maksimum miktarda soğutma (MMS) arasında soğutucu/yağlayıcının tipine ve temel fonksiyonuna bağlı olarak bir ayırım yapılmaktadır. İş parçası, takım ve talaşlar arasında yağlayıcılık özelliklerine ihtiyaç duyulduğunda fonksiyonları sürtünmeyi-adhezyonu, sürtünme ısısını azaltmak olan yağların kullanıldığı iş parçasını ve takımı ve etkin bir şekilde soğutmak gerektiğinde emülsiyonlar ve su kullanılmaktadığı rapor edilmiştir. (Weinert, Inasaki, Sutherland ve Wakabayashi, 2004) Singh ve diğerleri CNC tornalama operasyonunda minimum miktarda yağlayıcı (MMY) teorisinin olası sonuçlarını araştırmışlardır. Ticari safılıkta titanyumu kuru, ıslak ve maksimum miktarda yağlama deneylerine tabi tutulmuştur. Vaka çalışmasının çıktıları kuru işlemenin en iyi yöntem olduğu sonucunu rapor etmişlerdir. Streejith ve Ngoi (2000) kuru işlemedeki ilerlemeleri rapor etmişlerdir. (Singh, Ramakrishna ve Gupta, 2017; Sreejith ve Ngoi, 2000) Baldin ve diğerleri AISI 1045 çeliğinin kuru ve minimum miktarda yağlayıcı ile işlenmesini araştırmışlardır. Bitkisel bazlı yağlayıcının kesme sıcaklıklarını azalttığını ve takım ömrünü arttırdığını bildirmişlerdir.(Baldin ve diğerleri, 2023).

2.2. Kriyojenik İşleme

Talaş-takım ara yüzündeki sıcaklığı düşürmek, takım aşınmasını azaltmak, malzemenin özelliklerini değiştirmek, böylelikle işleme performansını ve ürün kalitesini arttırmak için soğutucu olarak kriyojenik kesme sıvısının kullanıldığı bir işleme yöntemidir. (Ahmad-

Yazid, Taha ve Almanar, 2010; Hong, 2001) Endüstride ilk olarak 2003 yılında bazı tornalama ve frezeleme uygulamaları için özel olarak geliştirildiği rapor edilmiştir. (Pusavec, Krajnik ve Kopac, 2010). İş parçasının ön soğutulması, indirekt kriyojenik soğutma, kriyojenik jet püskürtme ve kesme takımlarının doğrudan kriyojenik işlemi olmak üzere dört kriyojenik yaklaşım bildirilmiştir. Genellikle soğutucu olarak -196 C'ye soğutulmuş sıvı faza dönüştürülen nitrojen gazının kullanıldığı bildirilmiştir. İşleme sistemi içerisindeki sıvı nitrojen hızlıca buharlaşarak parçalar, takım ve talaşlar üzerinde kirletici artı oluşturmadığı kriyojenik işlemenin sert malzemelerin, aşındırıcı malzemelerin veya süper alaşımların işlenmesinde havacılık ve otomotiv endüstrilerinde kullanıldığı bildirilmiştir. (Su, He, Li, Iqbal ve diğer, 2007) Kriyojenik işlemenin avantajları: talaş-takım arayüzey sıcaklığının azaltılması, yüksek imalat hızları, yüksek imalat kalitesi, güç tasarrufu, filtreleme gereksinimi olmaması, ıslak talaş ve buğu birikmesi olmayan imalat, kontamine olmamış iş parçası ve kesme sıvısı bertaraf maliyetine gerek olmamasıdır. Bu yöntem temiz ve çevre-dostu sürdürülebilir bir imalat yöntemi olarak düşünülmektedir. Literatüre göre yöntemin dezavantajları ilave ekipman maliyetleri ve yeniden kullanılamayan sıvı nitrojenin yüksek fiyatıdır. (Davim, 2013; Fratila, 2013; Hong, 2001)

Jawahir ve diğerleri kriyojenik imalat yöntemleri ile ilgili gelişmeleri rapor etmişlerdir. (Jawahir, Attia, Biermann, Duflo ve diğerleri, 2016) Khanna ve diğerleri titanyum, nikel alaşımları gibi ısıl-dirençli alaşımların kriyojenik işlenmesi konusundaki araştırmaları derlemişlerdir. (Khanna ve diğerleri, 2021).

2.3. Yüksek Basınçlı Jet Destekli İşleme

Kuru İşleme-Kuruya yakın işleme yöntemleri geniş ölçekte uygulansada yağlayıcı kullanılan uygulamalarda vardır. Bu yöntemde yüksek basınçta (80-360 MPa) yağ veya suya dayalı kesme sıvısı kesici takımın ucuna 0,15-0,25 mm çap aralığındaki nozullar aracılığıyla gönderilerek takım-talaş ara yüzeyinde yağlama/soğutma sağlamaktadır. (Courbon ve diğer, 2009; Dahlman ve Escursell, 2004; Dahmus ve Gutowski, 2004; Weinert, 1999; Weinert, Inasaki, Sutherland ve Wakabayashi, 2004) Sistem bileşenleri: filtreleme sistemi, filtrelenmiş su ve emülsiyonu göndermek için kullanılan yüksek basınç pompası, yüksek basınç boruları/tüpleri, bir takım tutucuya ayarlanabilir bir sistemle sabitlenmiş nozuldur. Yüksek Basınçlı Jet Destekli İşlemenin ilk amacının kalıp endüstrisinde sertleştirilmiş çeliklerin, havacılık endüstrisinde gaz türbinleri imalatında kullanılan nikel ve titanyuma dayalı alaşımların, protezler için krom-kobalt alaşımlarının malzeme işleme hızlarını arttırmak olduğu bildirilmiştir. Yöntemin dezavantajı yüksek basınç yatırımıdır. (Dahlman ve Escursell, 2004; Davim, 2013; Fratila, 2013).

2.4. Diğer İmalat Teknolojileri

Kaynak verimliliği ürünlerin imalatında malzemelerin, enerjinin ve suyun optimal kullanımı böylece atıkların engellenmesi ve maliyetlerin azaltılmasıdır. Dijital İmalatın modelleme, tasarım, simülasyon, makine-takım analizleri ve imalat prosesleri optimizasyonu gerçekleştirilerek ileri imalat ve kaynak verimliliğine erişilebileceği vurgulanmaktadır.



(Singh, Ramakrishna ve Gupta, 2017) Singh'e göre ürünler bir üç boyutlu model dijital verisinden doğrudan imal edilebildiğinden üretilen talaş ve atıklar azaltılmaktadır. Tasarım ve imalat-amaçlı deney tasarımı ve simülasyon yazılımlarının genel uygulama olarak kullanılması gerektiğini belirtmektedirler. İmalat değişkenlerindeki değişimlerin etkisinin değerlendirilmesi için bir proses veya servisin sanal bir kopyasını oluşturma imkanı sağladığı için "simülasyonun" sürdürülebilir imalat için gerekli olan enerji tüketiminin azaltılmasında yardımcı olabileceği belirtilmektedir. (Singh, Ramakrishna ve Gupta, 2017).

Eklemeli imalat teknolojisi ile üç boyutlu bir modelden toz, sıvı, levha veya filament formundaki ham malzemelerin katmanlar halinde birleştirilmesiyle kalıp ve takımlara ihtiyaç duyulmadan objeler üretilmektedir. Tüketici taleplerine cevap verebilecek butik ürünlerin imalatı, prototiplerin daha ucuz ve bağıl olarak çabuk imalatına olanak sağlaması yöntemin önemli avantajlarıdır. (Kreiger, Mulder, Glover ve Pearce, 2014). Literatüre göre geleneksel imalat yöntemleri ile karşılaştırıldığında eklemeli imalat ortaya çıkan atık miktarını azaltabilmektedir. (Kerdlap, Low, Ramakrishna, 2019; Niaki, Torabi ve Nonino, 2019) Ancak Singh'e göre Eklemeli İmalat hammaddesi çeşitliliği; imalatta destek malzemeleri, bağlayıcı malzemeler, kütleme ajanları gibi maddelerin çevresel etkileri; imalat hatlarındaki talebin karşılanmasına yönelik araştırma ve geliştirmelerin gerekli olduğu bildirilmiştir. (Singh, Ramakrishna ve Gupta, 2017; Singh, Ramakrishna, Singh, 2017)

İlk olarak 1964 yılında Theodore Maiman tarafından çalıştırılan lazer, günümüzde delme, kesme, kaynak, markalama gibi imalat uygulamalarında kullanılmakta temassız, tekrarlanabilir ve hızlı imalat avantajları ile konvansiyonel yöntemlere tercih edilmektedir. Minimum atık malzeme ile gerçekleştirilecek hassas imalata imkan sağladığından ve kesme sıvıları kullanılmadığından Sıfır Atık imalat açısından önemli bir imalat teknolojisidir. (Dahotre, 2008; Hecht, 2010)

Sonuçlar

Sürdürülebilir İmalatın Sıfır-Atığa Dayalı İmalatın geleceği için bir yol haritası olacağına inanılmaktadır. Atıkların atık etiketinden kurtarılıp, diğer bir imalat prosesinde yeniden kullanımı veya geri dönüşümünün "sürdürülebilir imalat teorileri" ile sağlanabileceği belirtilmekte imalat sistemlerinin girdilerinin (kontroller ve sınırlar) ve çıktı fonksiyonlarının analizi ve enerji tasarruflu optimizasyonlarının önemi vurgulanmaktadır. (Singh, Ramakrishna ve Gupta, 2017) Literatüre göre ürünlerin imalatı, kullanımı, bertarafında malzemenin ve enerjinin tüketilme yollarının yönetilmesi çevresel değerin düşmesini önleyecek düzeltici hareketlerdir. (Davim, 2013; Fratila, 2013) İmalat esnasında kirliliğe katkı verebilecek çevresel etkilerin kaynaklar, talaşlar, metal tozları, toksik, yanıcı ve patlayıcı malzemeler, kullanılan metal işleme sıvılarının soğutucu/yağlayıcı artıkları ve emisyonları sebepli olabileceği rapor edilmiştir. Sıfır Atık İmalat ile imalat esnasında karaya, suya ve havaya olan emisyonların önlenmesi ile dünyanın, insan, hayvan ve bitki sağlığının korunmasının sağlanabileceği bildirilmiştir. (Davim, 2013; Fratila, 2013; Singh, Ramakrishna ve Gupta, 2017).



Sıfır Atık İmalat Planlama, malzeme seçiminden modüler ürün tasarımına, simülasyon ve analizlere, yeniden imalata ve hatta ürün yaşam döngüsü sonunda kolayca yeniden kullanılabilir ve çoklu kullanım çevrimleri boyunca güvenilir bir servis ömründe tutarlı bir fonksiyona ulaşabilecek ürünlerin endüstriyel simbiyoz içerisinde paydaş şirketler tarafından ikincil kullanım metodunu belirten kapsamlı bir süreç olması gerektiği vurgulanmıştır. Sıfır Atık ileri tasarımı için araştırmalar yürütmek ürünün yeniden kullanım, güncellenme ve bakımına destek olacak, hammaddelerin ve enerjinin daha az tüketimi ile sonuçlanabilecektir. (Kerdlap, Low ve Ramakrishna, 2019) Sıfır Atık İmalat uygulamalarının sensörler, endüstriyel nesnelerin interneti, büyük veri analitiği, algoritmaları, yapay zeka ve bulut hesaplama gibi dijital teknolojiler gibi Endüstri 4.0 teknolojilerine ihtiyaç duyduğu bildirilmiştir. Endüstri 4.0 araçları ileri yazılım ve donanım çözümleri atık oluşum verilerini toplayarak ve analiz ederek farklı alanlardaki tüm atık denetim zaman ve maliyetlerini azaltacak, atık azaltma ve geri dönüşüm potansiyelini arttırabilecektir.(Kerdlap, Low ve Ramakrishna, 2019; Shukla ve Shukla, 2017; Okorie, Russell, Cherrington, Fisher ve Charnley, 2023).

İmalat esnasında kullanılan kimyasalların eliminasyonu sağlandığında Eklemeli imalat teknolojisi malzemeleri katmanlar halinde bir dijital tasarım şablonunu takibi ile doğrudan birleştirerek ürünleri oluşturacağından ve imalat atıklarını azaltabileceği beklenmektedir. (Niaki, Torabi ve Nonino, 2019; Kreiger, Mulder, Glover ve Pearce, 2014). Kuru/Kuruya yakın işleme yöntemleri ve bunu sağlaması bakımından Lazere-dayalı imalat yöntemleri Sıfır Atık İmalatın kapısından giriş için bir anahtar olabilecek Sıfır Atık Ekosistemine katkıda bulunacaktır. (Dahotre, 2008; Davim, 2013; Fratila, 2013; Hecht, 2010; Singh, Ramakrishna ve Gupta, 2017)

Özet olarak İmalattan Sıfır Atık sürecinde,

1. İmalat Planlama süreçlerinin düzenlenmesi
2. Sürdürülebilir İmalat yöntem ve malzemelerini gösteren “Yaşam döngüsü değerlendirme şemaları”
3. Çevre-dostu İleri İmalat yöntemlerinin geliştirilmesinin önemli olduğu belirtilmektedir.

Teşekkür

İKON Makina A.Ş. (İzmir)'ye teşekkür ederim.

Kaynaklar

- Ahmad-Yazid, A., Taha, Z., Almanar, I.P. (2010). A review of cryogenic cooling in high speed machining (HSM) of mold and die steels. *Scientific Research and Essays*, 5, 5, 412-427.
- Ahuett-Garza, H., Kurfess, T. (2018). A brief discussion on the trends of habilitating technologies for Industry 4.0 and Smart manufacturing., *Manufacturing Letters.*, 15, 60–63. doi: 10.1016/j.mfglet.2018.02.011
- Álvarez, R., Ruiz-Puente, C.. (2017). Development of the tool SymbioSyS to support the transition towards a circular economy based on industrial symbiosis strategies. *Waste Biomass Valori*, 8, 1521-1530. doi:10.1007/s12649-016-9748-1.
- American Automobile Manufacturers Association. (1996). *The Industrial Metalworking Environment: Assessment and Control Symposium Proceedings, 1995*. Dearborn, USA.
- Aronson, R.B. (1995). Why dry machining? *Manufacturing Engineering*, 114, 1, 33–36.
- Awogbemi, O., Kallon, D.V.V. (2021). Impact of Fourth Industrial Revolution on waste biomass conversion techniques. *Proceedings of the SAIIE32 Steps, Muldersdrift, South Africa*, s. 352–365.
- Awogbemi, O., Kallon, D.V.V., Bello, K.A. (2022). Resource Recycling with the Aim of Achieving Zero-Waste Manufacturing. *Sustainability*, 14, 4503, 1-18. doi:10.3390/su14084503
- Baines, T.S., Lightfoot, H.W., Kay, J.M. (2009). Servitized manufacture: practical challenges of delivering integrated products and services. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B: Journal of Engineering Manufacture*, 223, 9, 1207-1215. doi:10.1243/09544054JEM
- Baldin, V., da Silva, L.R.R., Davis, R., Jackson, M.J., Amorim, F.L., Houck, C.F., Machado, Á.R. (2023). Dry and MQL Milling of AISI 1045 Steel with Vegetable and Mineral-Based Fluids. *Lubricants*, 11, 175, 1-23. doi:10.3390/lubricants11040175
- Becket, G.J.P. (1994). *Corrosion Causes and Cures*. Byers, J.P. (Ed.) Metalworking fluids. NY: Marcel Dekker Inc.
- Bin-e, (2023, 24 Mart). Bin-e. Erişim Adresi: <http://www.bine.world/>
- Bonvoisin, J., Stark, R., Seliger, G. (2017) Field of research in sustainable manufacturing. Jantzen P. (Ed.) *Sustainable production, life cycle engineering and management*. (s.3-20). Berlin: Springer Nature.
- Brancoli, P., Bolton, K. (2019) *Life Cycle Assessment of Waste Management Systems. Sustainable resource recovery and zero waste approaches*.(s.23–33) Amsterdam: Elsevier. doi:10.1016/B978-0-444-64200-4.00002-5
- Building Research Establishment (BRE) Ltd, (2023,17 Nisan). *SmartWaste:Sustainability and environmental monitoring and reporting software for construction, property development, offsite and product manufacturing*. Erişim Adresi: <https://www.bresmartsite.com/products/smartwaste/>
- Byrne, G., Scholta, E. (1993). Environmentally clean machining processes-a strategic approach. *CIRP Annals*, 42, 1, 471-474. doi:10.1016/S0007-8506(07)62488-3
- Centre for Remanufacturing and Reuse, (2023, 24 Mart). *What Is Remanufacturing?*. Erişim Adresi: <https://www.remanufacturing.org.uk/what-is-remanufacturing>



- Chapman, P.F., Roberts, F. (1993). *Metal Resources and Energy*. Thetford: Butterworth and Co. Ltd.
- CleanRobotics, (2023, 24 Mart). *Introducing Trashbot: An absolute recycling solution*. Erişim Adresi: <https://cleanrobotics.com/trashbot/>
- Chertow, M., Park, J. (2015). *Scholarship and practice in industrial symbiosis: 1989–2014. Taking Stock of Industrial Ecology*. doi:10.1007/978-3-319-20571-7_5.
- Childers, J.C. (1994). *The chemistry of metalworking fluids*. Byers, J.P. (Ed.) *Metalworking fluids*. (s.165-189), NY: Marcel Dekker Inc.
- Connett, P. (2013). *The Zero Waste Solution: Unrashing the Planet One Community at a Time*. Vermont :Chelsea Green Publishing.
- Courbon, C., Kramar, D., Krajnik, P., Pusavec, K., Rech, J., Kopac, J. (2009). *Investigation of machining performance in high-pressure jet assisted turning of Inconel 718: An experimental study*. *International Journal of Machine Tools & Manufacture*, 49, 1114-1125. doi:10.1016/j.ijmachtools.2009.07.010
- Curran, M.A. (2008). *Life cycle assessment*. Jorgensen S.E. ve Fath B.D. (Ed.) *Encyclopedia of Ecology: Human ecology*. (s.2168-2174). Amsterdam: Elsevier BV.
- Curran, T. Williams, I.D. (2012). *A zero waste vision for industrial networks in Europe*. *Journal of Hazardous Materials*, 207-208, 3-7. doi:10.1016/j.jhazmat.2011.07.122
- Cusumano, M.A., Nobeoka, K. (1998). *Thinking beyond Lean*. NY: Free Press
- Dahlman, P., Escursell, M. (2004). *High pressure jet-assisted cooling: a new possibility for near net shape turning of decarburized steel*. *International Journal of Machine Tools & Manufacture*, 44, 109–115. doi:10.1016/S0890-6955(03)00058-0
- Dahmus, J.B., Gutowski, T.G. (2004). *An environmental analysis of machining*. *Proceedings of the IMECE 2004 ASME, International Mechanical Engineering Congress and RD&D Expo*, November 13-19, 2004, Anaheim, California, USA, s. 1-10.
- Dahotre, N.B., Harimkar, S. P. (2008). *Laser Fabrication and Machining of Materials*. NY: Springer.
- Davim, J.P. (Ed.) (2008). *Machining Fundamentals and Recent Advances*, London: Springer-Verlag.
- Davim, J.P. (Ed.) (2013). *Green Manufacturing Processes and Systems*, Berlin Heidelberg: Springer-Verlag.
- Davim, J.P., Sreejith, P.S., Silva, J. (2007). *Turning of brasses using minimum quantity of lubricant (MQL) and flooded lubricant conditions*. *Materials and Manufacturing Processes*, 22, 1, 45–50. doi:10.1080/10426910601015881
- Division for Sustainable Development Goals. (2023, 26 Nisan) *Department of Economic and Social Affairs Sustainable Development*. United Nations, Erişim Adresi: <https://sdgs.un.org/>
- Elkington, J. (1998). *Partnerships from cannibals with forks: the triple bottom line of 21st-century business*. *Environmental Quality Management*, 8, 1, 37-51.
- Environmental Protection Agency (EPA). (1995). *Profile of the iron and steel industry*. EPA Office of Compliance Sector Notebook Project, EPA/310-R-95-005, Washington, USA.

- Enterprise Singapore, (2023, 26 Nisan). Enterprise Sustainability Programme. Erişim Adresi: <https://www.enterprisesg.gov.sg/grow-your-business/boost-capabilities/sustainability/enterprise-sustainability-programme>
- Feld, W.M. (2000). Lean Manufacturing Tools and Techniques and How to Use Them. Boca Raton, FL: St Lucie.
- Fiksel J. (1996). Design for environment: creating eco-efficient products and processes. NY: McGraw-Hill.
- Fiksel, J., McDaniel, J., Spitzley, D. (1998) Measuring product sustainability. The Journal of Sustainable Product Design, 6, 7-18.
- Foster, S.T. (2001). Managing Quality: An Integrative Approach. Upper Saddle River, N.J: Prentice-Hall
- Fraccascia, L., Yazan, M.D., (2018). The role of online information-sharing platforms on the performance of industrial symbiosis networks. Resources, Conservation and Recycling, 136, 473-485 <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2018.03.009>.
- Franchetti, M.J. (2009). Solid Waste Analysis and Minimization a Systems Approach, McGraw-Hill.
- Franchetti, M., Bedal, K., Ulloa, J., Grodek, S. (2009). Lean and Green: industrial engineering methods are natural stepping Stones to green engineering, Industrial Engineer, 41,9, 24-29.
- Franchetti, M., Kress, C., (2017). An economic analysis comparing the cost feasibility of replacing injection molding processes with emerging additive manufacturing techniques, International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 88, 2573–2579. doi:10.1007/s00170-016-8968-7
- Frank, A.G., Dalenogare, L.S., Ayala, N.F. (2019). Industry 4.0 technologies: Implementation patterns in manufacturing companies. International Journal of Production Economics, 210, 15-26. doi:10.1016/j.ijpe.2019.01.004
- Fratila D., (2013). Sustainable Manufacturing Through Environmentally-Friendly Machining. Davim, J.P.(Ed.) Green Manufacturing Processes and Systems. (s. 1-21), Berlin Heidelberg: Springer-Verlag.
- Frosch, R., Gallopoulos, N.E. (1989). Strategies for manufacturing. Scientific American, 261, 3, 144-152. doi: 10.1038/SCIENTIFICAMERICAN0989-144
- Gershman, Brickner, and Bratton, Inc, (2023, 24 Mart). Implementation of SmartEngine™ Online Waste Audit and Business Recycling Promotion Tool (Solid Waste Authority of Central Ohio). Erişim Adresi: <http://gbbinc.com/services/commercial-and-industrial-recycling/implementation-of-smartengine-online-waste-audit-and-business-recycling-promotion-tool>.
- George, M.L., Rowlands, D., Kastle, B. (2004) What is lean six sigma. New York: McGraw-Hill.
- Giret, A., Trentesaux, D., Prabhu, V. (2015) Sustainability in manufacturing operations scheduling: A state of the art review. Journal of Manufacturing Systems, 37, 126-140. doi:10.1016/j.jmsy.2015.08.002
- Golfmann, J., Lammers, T. (2015). Modular product design: reducing complexity, increasing efficacy. Performance, 7, (1), 56-63.

- Grzesik, W. (2008). Dry and semi-dry machining. *Advanced Machining Processes of Metallic Materials*, Elsevier, s. 226-245.
- Guide, V.D.R., Srivastava, R., Spencer, M.S. (1996) Are production systems ready for the green revolution? *Production and Inventory Management Journal*, 37, 4, 70-76.
- Guide, V.D.R., Srivastava, R., Kraus, M.E. (1997) Product structure complexity and scheduling of operations in recoverable manufacturing. *International Journal of Production Research*, 35, 11, 3179-3200. doi: 10.1080/002075497194345
- Gungor, A., Gupta, S.M. (1999) Issues in environmentally conscious manufacturing and product recovery: a survey. *Computers & Industrial Engineering*, 36, 4, 811-853.
- Gupta, K., Laubscher, R.F., Davim, J.P., Jain, N.K. (2016). Recent developments in sustainable manufacturing of gears: a review, *Journal of Cleaner Production*, 112, 3320-3330. doi:10.1016/j.jclepro.2015.09.133
- Gutowski, T.G. (2004). Design and manufacturing for the environment. *Handbook of Mechanical Engineering*. Berlin:Springer-Verlag.
- Haapala, K.R., Rivera, J.L., Sutherland J.W. (2008) Application of life cycle assessment tools to sustainable product design and manufacturing. *International Journal of Innovative Computing, Information and Control*, 4, 3, 577-591.
- Harms, A.A., Baetz B.W., Volti R.R. (2004) *Engineering In Time: The Systematics Of Engineering History And Its Contemporary Context*, Imperial College Press, World Scientific Publishing.
- Hecht, J., (2010). Short history of laser development. *Optical Engineering*, 49, 9, 091002, 1-23. doi: 10.1117/1.3483597
- Hong, S.Y. (2001). Economical and ecological cryogenic machining. *Journal of Manufacturing Science and Engineering*, 123, 331-338. doi: 10.1115/1.1315297
- Hutchins, M.J. (2010). Framework, indicators, and techniques to support decision making related to societal sustainability. A Dissertation Doctor Of Philosophy, Michigan Technological University.
- Hutchins, M.J., Sutherland, J.W. (2008), An exploration of measures of social sustainability and their application to supply chain decisions. *Journal of Cleaner Production*, 16, 1688-1698. doi:10.1016/j.jclepro.2008.06.001
- International Synergies. (2023, 17 Nisan). SYNERGie 4.0. Erişim Adresi: <https://www.international-synergies.com/what-we-do/software/>
- ISO/TC207/SC1.ISO 14001:2015. (2023, 24 Mart) Environmental management systems-Requirements with guidance for use. Erişim Adresi: <https://www.iso.org/standard/60857.html>
- ISO/TC207/SC1.ISO 14004:2016. (2023, 24 Mart) Environmental management systems-General guidelines on implementation. Erişim Adresi: <https://www.iso.org/standard/60856.html>
- ISO/TC207/SC5.ISO 14040:2006. (2023, 24 Mart) Environmental management-Life cycle assessment-Principles and framework. Erişim Adresi: <https://www.iso.org/standard/37456.html>
- Jawahir, I.S., Attia, H., Biermann, D., Duflou, J., Klocke, F., Meyer, D., Newman, S.T., Pusavec, F., Putz, M., Rech, J., Schulze, V., Umbrello, D. (2016). Cryogenic



- manufacturing processes. *CIRP Annals - Manufacturing Technology*, 65, 713–736
doi:10.1016/j.cirp.2016.06.007
- Jawahir, I.S., Bradley, R. (2016) Technological elements of circular economy and the principles of 6R-based closed-loop material flow in sustainable manufacturing. *Procedia CIRP*, 40, 103-108. doi: 10.1016/j.procir.2016.01.067
- Jawahir, I.S., Dillon, O.W., Rouch, K.E., Joshi J., Venkatachalam A., Jaafar I.H. (2006). Total life-cycle considerations in product design for sustainability: a framework for comprehensive evaluation. Proceedings of the 10th international research/expert conference ‘Trends in the Development of Machinery and Associated Technology’-TMT 2006, Barcelona, Spain, 11-15 September, 2006.
- Jawahir, I.S., Wanigarathne, P.C., Wang, X. (2006). Product design and manufacturing processes for sustainability, mechanical engineers’. Kutz, M. (Ed). *Handbook: manufacturing and management*, 3.Baskı, 3, John Wiley & Sons, Inc., Delmar.
- Jayal, A.D., Badurdeen, F., Dillon, Jr. O.W., Jawahir, I.S. (2010). Sustainable manufacturing: Modeling and optimization challenges at the product, process and system levels, *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology*, 2,144-152. doi:10.1016/j.cirpj.2010.03.006
- Johnson, M.R., Wang, M.H. (1998). Economical evaluation of disassembly operations for recycling, remanufacturing and reuse. *International Journal of Production Research*, 36, 12, 3227-3252. doi: 10.1080/002075498192049
- Jose, R., Ramakrishna, S. (2018). Materials 4.0: Materials big data enabled materials discovery. *Applied Materials Today*, 10, 127–132. doi:10.1016/j.apmt.2017. 12.015.
- Kaebnick, H., Kara, S., Sun, M. (2003) Sustainable product development and manufacturing by considering environmental requirements. *Robotics and Computer Integrated Manufacturing*, 19, 461-468. doi:10.1016/S0736-5845(03)00056-5
- Kalhofer, E. (1997). Dry machining principles and applications. Proceedings of the 2nd Seminario International de Alta Tecnologia UNIMEP, Julho, Santa Barbara D’Oeste.
- Kalpakjian, S., Schmid, S.R. (2001). *Manufacturing engineering and technology*, 4.Baskı, Upper Saddle River :Prentice Hall.
- Kerdlap, P., Low, J.S.C., Ramakrishna, S., (2019). Zero waste manufacturing: A framework and review of technology, research, and implementation barriers for enabling a circular economy transition in Singapore, *Resources, Conservation & Recycling*, 151, 104438, 1-19. doi:10.1016/j.resconrec.2019.104438
- Khanna, N., Agrawal, C., Pimenov, D.Y. Singla, A.K., Machado, A.R., da Silva, L. R.R., Gupta, M.K., Sarikaya, M., Krolczyk, G.M. (2021). Review on design and development of cryogenic machining setups for heat resistant alloys and composites. *Journal of Manufacturing Processes*, 68, 398–422 doi:10.1016/j.jmapro.2021.05.053
- King, A.A., Lenox, M.J. (2001). Lean and Green? An empirical examination of the relationship between lean production and environmental performance. *Production and Operations Management*, 10, 3, 244-256.
- Klassen, R.D. (2000). Exploring the linkage between investment in manufacturing and environmental technologies. *International Journal of Operations & Production Management*, 20, 2, 127-147.

- Kreiger, M.A., Mulder, M.L., Glover, A.G., Pearce, J.M. (2014). Life cycle analysis of distributed recycling of post-consumer high density polyethylene for 3-D printing filament. *Journal of Cleaner Production*, 70, 90-96. doi:10.1016/j.jclepro.2014.02.009.
- Kotaiah, K.R., Srinivas, J., Babu, K.J., Srinivas, K. (2010). Prediction of optimal cutting states during inward turning: an experimental approach. *Materials and Manufacturing Processes*, 25, 6, 432-441. doi: 10.1080/10426910903229321
- Kundrák, J., Mamalis, A.G., Gyáni, K., Markopoulos, A. (2006). Environmentally friendly precision machining. *Materials and Manufacturing Processes*, 21, 1, 29–37. <https://doi.org/10.1080/AMP-200060612>
- Kumar, V., Bee, D.J., Shirodkar, P.S., Tumkor, S., Bettig, B.P., Sutherland, J.W. (2005). Towards sustainable “product and material flow” cycles: identifying barriers to achieving product multi-use and zero waste. *Proceedings of International Mechanical Engineering Congress and Exposition*, November 5-11, Orlando, Florida USA.
- Kuram E., Ozcelik B., Demirbas E. (2013). *Environmentally Friendly Machining: Vegetable Based Cutting Fluids*. Davim, J.P.(Ed.) *Green Manufacturing Processes and Systems*. (s 23-47) ,Berlin Heidelberg: Springer-Verlag.
- Low, J.S.C., Tjandra, T.B., Yunus, F., Chung, S.Y., Tan, D.Z.L., Raabe, B., Ng, Y.T., Yeo, Z., Bressan, S., Ramakrishna, S., Herrmann, C. (2018). A collaboration platform for enabling industrial symbiosis: application of the database engine for waste-to-Resource matching. *Procedia CIRP*, 69, 849-854. doi: 10.1016/j.procir.2017.11.075
- McDonough, W., Braungart, M. (2002) *Cradle to cradle: Remaking the way we make things*. NY:North Point Press.
- Mejias, A.M., Bellas, R., Pardo, J.E., Paz, E. (2019) Traceability management systems and capacity building as new approaches for improving sustainability in the fashion multi-tier supply chain. *International Journal of Production Economics*, 217, 143–158. doi:10.1016/j.ijpe.2019.03.022
- Mejias, A.M., Paz, E., Pardo, J.E. (2016) Efficiency and sustainability through the best practices in the logistics social responsibility framework. *International Journal of Operations&Production Management*, 36, 2,164-199. doi:10.1108/IJOPM-07-2014-0301
- Metta, H., Badurdeen, H. (2011) Sustainable product and supply chain design: incorporating environmental, societal assessments. *Proceedings of the 2011 IIE industrial engineering research conference*, Reno, NV, 21–25 May, s. 21-25. Reno, Nevada.
- Miettinen, P., Hamalainen R.P. (1997). How to benefit from decision analysis in environmental life cycle assessment (LCA). *European Journal of Operational Research*, 102, 2, 279-294.
- Mihelcic, J.R., Crittenden, J.C., Small, M.J., Shonnard D.R., Hokanson D.R., Zhang Q., Chen H., Sorby S.A., James V.U., Sutherland J.W., Schnoor J.L. (2003) Sustainability science and engineering: the emergence of a new metadiscipline. *Environmental Science and Technology*, 37, 23,5314-5324. doi: 10.1021/es034605h
- Ng, Y.T., Tan, Y.S., Low, J.S.C. (2017). Internet of things for real-time waste monitoring and benchmarking: waste reduction in manufacturing shop floor. *Procedia CIRP*, 61, 382–386. doi:10.1016/j.procir.2016.11.243.

- Ngoc, U.N., Schnitzer, H. (2009). Sustainable solutions for solid waste management in Southeast Asian countries. *Waste Management*, 29, 1982-1995. doi:10.1016/j.wasman.2008.08.031
- Niaki, M.K., Torabi, S.A., Nonino, F. (2019). Why manufacturers adopt additive manufacturing technologies: the role of sustainability. *Journal of Cleaner Production*, 222, 381-392. doi:10.1016/j.jclepro.2019.03.019.
- O'Brien, C. (1999). Sustainable production-a new paradigm for a new millennium. *International Journal of Production Economics*, 60-61, 1-7.
- Okorie, O., Russell, J., Cherrington, R., Fisher, O., Charnley, F. (2023). Digital transformation and the circular economy: Creating a competitive advantage from the transition towards Net Zero Manufacturing, *Resources, Conservation & Recycling*, 189, 106756, 1-14. doi:10.1016/j.resconrec.2022.106756
- Owen, J.V. (1999). Environmentally conscious manufacturing. *Manufacturing Engineering*, 111, 4, 44-55.
- Pal, K.S., Subhashini, S., Arunachalam, K.D. (2021). Zero waste certification, *Concepts of Advanced Zero Waste Tools*, Elsevier, 23-43. doi:10.1016/B978-0-12-822183-9.00002-7
- Palmer, Paul, (2004). *Getting to Zero Waste*. CA:Purple Sky Press.
- Phillips, P.S., Tudor, T., Bird, H., Bates, M., (2011). A critical review of a key waste strategy initiative in England: zero waste places projects 2008-2009. *Resources, Conservation and Recycling*, 55, 335-343. doi:10.1016/j.resconrec.2010.10.006
- Piercy, N., Rich, N. (2015) The relationship between lean operations and sustainable operations. *International Journal of Operations & Production Management*, 35, 2, 282-315. doi:10.1108/IJOPM-03-2014-0143
- Pusavec, F., Krajnik, P., Kopac, J. (2010). Transition to sustainable production—part I: application on machining technologies. *Journal of Cleaner Production*, 18, 174-184. doi:10.1016/j.jclepro.2009.08.010
- Pusavec, F., Kramar, D., Krajnik, P., Kopac, J. (2010). Transitioning to sustainable production-part II: evaluation of sustainable machining technologies. *Journal of Cleaner Production*, 18, 1211-1221. doi:10.1016/j.jclepro.2010.01.015
- Raabe, B., Low, J.S.C., Juraschek, M., Herrmann, C., Tjandra, T.B., Ng, Y.T., Kurle, D., Cerdas, F., Lueckenga, J., Yeo, Z., Tan, Y.S. (2017). Collaboration platform for enabling industrial symbiosis: application of the by-product exchange network model. *Procedia CIRP*, 61, 263-268. doi:10.1016/j.procir.2016.11.225.
- Rajemi, M.F., Mativenga, P.T., Aramcharoen, A. (2010). Sustainable machining: selection of optimum turning conditions based on minimum energy considerations. *Journal of Cleaner Production*, 18, 1059-1065. doi:10.1016/j.jclepro.2010.01.025
- Ramakrishna, S., Zhang, T.Y., Lu, W.C., Qian, Q., Low, J.S.C., Yune, J.H.R., Tan, D.Z.L., Bressan, S., Sanvito, S., Kalidindi, S.R. (2019). Materials informatics. *Journal of Intelligent Manufacturing*, 30, 2307-2326. doi:10.1007/s10845-018-1392-0.
- Rios, F.C., Chong, W.K., Grau, D. (2015). Design for disassembly and deconstruction-Challenges and opportunities. *Procedia Engineering*, 118, 1296-1304. doi:10.1016/j.proeng.2015.08.485

- Rockström, J. (2015). Bounding the planetary future: why we need a great transition. Erişim Adresi: <https://greattransition.org/publication/bounding-the-planetary-future-why-we-need-a-great-transition>
- Rockström, J., Steffen, W., Noone, K., Persson A., Chapin III, F. S. Lambin, E. F., Lenton, T. M., Scheffer, M., Folke, C., Schellnhuber, H.J., Nykvist, B., de Wit, C.A., Hughes, T., van der Leeuw, S., Rodhe, H., Sörlin, S., Snyder, P.K., Costanza, R., Svedin, U., Falkenmark, M., Karlberg, L., Corell, R.W., Fabry, V.J., Hansen, J., Walker, B., Liverman, D., Richardson, K., Crutzen, P., Foley, J.A. (2009). A safe operating space for humanity. *Nature Future*; 461: 472-475.
- Rossmore, L.A., Rossmore, H.W. (1994). *Metalworking fluid microbiology*. Byers, J.P. (Ed) *Metalworking fluids*. NY: Marcel Dekker Inc.
- Russel, R.S., Taylor, B.W. (1999). *Operations Management*, 2.Baskı, Upple Saddle River, NJ: Prentice Hall.
- Sabaghi, M., Mascle, C., Baptiste, P. (2016). Evaluation of products at design phase for an efficient disassembly at end-of-life. *Journal of Cleaner Production*, 116, 177-186. doi:10.1016/j.jclepro.2016.01.007.
- Sarkis, J. (1995). Manufacturing strategy and environmental consciousness. *Technovation*, 15, 2, 79-97.
- Sarkis, J., Rasheed, A. (1995). Greening the manufacturing function. *Business Horizons*, 38, 5, 17-27.
- Sartal, A., Bellas, R., Mejias, A.M. Garcia-Collado, A., (2020). The sustainable manufacturing concept, evolution and opportunities within Industry 4.0: A literature review, *Advances in Mechanical Engineering*, 12, 5, 1–17. doi:10.1177/1687814020925232
- Seuring, S., Müller, M. (2008). From a literature review to a conceptual framework for sustainable supply chain management. *Journal of Cleaner Production*, 16, 1699-1710. doi:10.1016/j.jclepro.2008.04.020
- SF Environment (SF). (2023, 17 Nisan). Zero Waste. SF Environment. Erişim Adresi: <https://sfenvironment.org/striving-for-zero-waste>
- Sherman, J., Bain, C., Huibers, P.D.T., Garcia-Valls, R., Hatton, T.A. (1998) Solvent replacement for green processing. *Environmental Health Perspectives*, 106, 1, 253-271. <http://ehpnetl.niehs.nih.gov/docs/1998/Suppl-1/253-271sherman/abstract.html>
- Singh S., Ramakrishna S., Gupta M.K. (2017). Towards zero waste manufacturing: A multidisciplinary review. *Journal of Cleaner Production*, 168, 1230-1243. doi:10.1016/j.jclepro.2017.09.108
- Singh, S., Ramakrishna, S., Singh, R. (2017). Material issues in additive manufacturing: A review, *Journal of Manufacturing Processes*, 25, 185-200. doi:10.1016/j.jmappro.2016.11.006
- Shukla, S., Shukla, N., (2017). Smart waste collection system based on IoT (Internet of things): A Survey. *International Journal of Computer Applications*, 0975–8887, 162,3, 42-44. Erişim Adresi: <https://www.ijcaonline.org/archives/volume162/number3/shukla-2017-ijca-913381.pdf>
- Snig, K.W., Rummen, S. (1994). *Ecological manufacturing*. Production Engineering. German Academic Society Engineering, Berlin, 1, 2, s.1-4.

- Snow, W., Dickinson, J. (2023, 18 Nisan). The Road to Zero Waste: Strategies for Sustainable Communities. Auckland. Erişim Adresi: <http://www.zerowaste.co.nz/assets/Reports/roadtozerowaste150dpi.pdf>.
- Soh, S.L., Ong, S.K., Nee, A.Y.C. (2014). Design for disassembly for remanufacturing: Methodology and technology. *Procedia CIRP*, 15, 407-412. doi: 10.1016/j.procir.2014.06.053
- Song, B., Yeo, Z., Low, J.S.C., Jiewei, D.K., Kurle, D., Cerdas, F., Herrmann, C. (2015). A big data analytics approach to develop industrial symbioses in large cities. *Procedia CIRP*, 29, 450–455. doi:10.1016/j.procir.2015.01.066.
- Sreejith, P.S., Ngoi, B.K.A. (2000). Dry machining: Machining of the future. *Journal of Materials Processing Technology*, 101, 287-291.
- Srivastava, S.K. (2007). Green supply-chain management: a state-of-the-art literature review. *International Journal of Management Review*, 9, 53-80.
- Sroufe, R., Curkovic, S., Montabon F, Melnyk S.A. (2000). The new product design process and design for environment ‘crossing the chasm’”. *International Journal of Operations & Production Management*, 20, 2, 267-291.
- Stock, T., Seliger, G. (2016). Opportunities of Sustainable Manufacturing in Industry 4.0. 13th Global Conference on Sustainable Manufacturing - Decoupling Growth from Resource Use. *Procedia CIRP* 40, 536-541. doi: 10.1016/j.procir.2016.01.129
- Su, Y., He, N., Li, L., Iqbal, A. Xiao M.H., Xu S., Qiu B.G. (2007). Refrigerated cooling air cutting of difficult-to-cut materials. *International Journal of Machine Tools & Manufacture*, 47, 927-933. doi:10.1016/j.ijmachtools.2006.07.005
- Tan, X.C., Liu, F., Cao H.J., Zhang H. (2002). A decision-making framework model of cutting fluids selection for green manufacturing and a case study, *Journal of Material Processing Technology*, 129, 467–470.
- Tan, A.R., Matzen, D., McAlone, T.C., Evans, S. (2010). Strategies for designing and developing services for manufacturing firms. *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology*, 3, 2, 90-97. doi:10.1016/j.cirpj.2010.01.001
- Tennant-Wood, R. (2003). Going for zero: a comparative critical analysis of zero waste events in southern New South Wales. *Australasian Journal of Environmental Management*, 10,1, 46-55. doi: 10.1080/14486563.2003.10648572
- The Materials Marketplace. (2023, 17 Nisan). Pathway 21. Erişim Adresi: <https://thisisplastics.com/initiatives/pathway-21-seattle-washington/>
- Todd, P. (2000). Lean Manufacturing: Building the Lean Machine. 21-26. Erişim Adresi: <http://www.advancedmanufacturing.com/leanmanufacturing/part1.html>. <https://www.engr.psu.edu/cim/ie450/buildingthelean.pdf>
- Toffel, M.W. (2003). The growing strategic importance of End-of-Life product management. *California Management Review*, 45, 3,102-129. Doi:10.2307/41166178
- Vachon, S., Klassen, R.D. (2008). Environmental management and manufacturing performance: the role of collaboration in the supply chain. *International Journal of Production Economics*, 111, 299-315. doi:10.1016/j.ijpe.2006.11.030
- Wackernagel, M., Rees, W.E. (Ed.) (1996). Our ecological footprint: reducing human impact on the earth. Gabriola Island, BC, Canada: New Society Publishers.

- Walton, S.V., Handfield, R.B., Melnyk, S.A. (1998). The green supply chain: integrating suppliers into environmental management processes. *International Journal of Purchasing and Materials Management*, 34, 1, 2-11. doi:10.1111/j.1745-493X.1998.tb00042.x
- Weinert, K. (1999). Trockenbearbeitung und Minimalmengekeuhlschmierung: Einsatz in der spanenden Fertigungstechnik. Berlin:Springer Verlag.
- Weinert, K., Inasaki, I., Sutherland, J.W., Wakabayashi, T. (2004). Dry machining and minimum quantity lubrication. *CIRP Annals Manufacturing Technology*, 53,2,511-537.
- Willing, A. (2001). Lubricants based on renewable resources-an environmentally compatible alternative to mineral oil products. *Chemosphere*, 43,89-98.
- Wilson, C. (2018). Designing the purposeful world: the sustainable development goals as a blueprint for humanity. NY:Routledge.
- Wohlers, T., Caffrey, T. (2013). Additive Manufacturing: Going Mainstream. Wohlers Associates Inc, Fort Collins, CO.
- Womack, J.P., Jones, D.T., Roos, D. (1990). *The machine that changed the world*. NY: Simon & Schuster.
- Zaman, A.U., (2015). A comprehensive review of the development of zero waste management: lessons learned and guidelines, *Journal of Cleaner Production*, 91, 12-25. doi:10.1016/j.jclepro.2014.12.013
- Zaman, A.U., Lehmann, S., (2011). Challenges and opportunities in transforming a city into a “zero waste city”. *Challenges*, 2,4,73-93. doi:10.3390/challe2040073
- Zarte, M., Pechmann, A., Nunes, I.L. (2019). Decision support systems for sustainable manufacturing surrounding the product and production life cycle – a literature review. *Journal of Cleaner Production*, 219, 336-349. doi:10.1016/j.jclepro.2019.02.092
- Zeng, S.X., Meng, X.H., Yin, H.T., Tam, C.M., Sun, L. (2010). Impact of cleaner production on business performance. *Journal of Cleaner Production*, 18, 975-983. doi:10.1016/j.jclepro.2010.02.019
- Zhang, H., Haapala, K.R. (2015). Integrating sustainable manufacturing assessment into decision making for a production work cell. *Journal of Cleaner Production*, 105, 52-63. doi:10.1016/j.jclepro.2014.01.038
- Zhang, H.C., Kuo, T.C., Lu, H., Huang, S.H. (1997). Environmentally Conscious Design and Manufacturing: A State-of-the-Art Survey, *Journal of Manufacturing Systems*, 16, 5, 352-371.
- Zero Waste International Alliance (ZWIA). (2023, 17 Nisan). Zero Waste Definition. Erişim Adresi: <http://zwia.org/zw-definition/>



AYDINLATMA ALANINDAKİ E-ATIKLARIN YENİDEN KAZANIMI

Şeyma GÜNAYDIN*

Damla ALTUNCU**

ÖZET

Yapay aydınlatmayı oluşturan lambalar, aygıtlar ve elektronik parçalar cıva, kurşun, krom gibi toksik kirleticiler içerirler. Bu nedenle kullanım ömürlerinin sonunda içerdikleri maddeler nedeniyle diğer atıklardan farklı bir yaklaşımla bertaraf edilmelidirler. Aydınlatma elemanları ve bileşenleri inşaat sektöründe yaygın olarak kullanılmaktadır. Buna bağlı olarak giderek artan e-atık miktarı bir sorun haline gelmiştir. Bu bağlamda araştırmanın konusu ulusal-uluslararası ölçekte e-atıkların yeniden kazanımı olarak belirlenmiştir. Sürdürülebilir kalkınma ve çevre ekonomisi bakımından çeşitli yönetmelikler dahilinde yönetimi ve kontrolü sağlanan e-atık konusunun aydınlatma özelinde incelenmesinin amaçlandığı bu çalışmada, e-atıkların yönetimi ve geri kazanımı konularında ulusal-uluslararası uygulamalar incelenmiştir. Araştırmada mevcut literatürde yer alan yönetmeliklerin derinlemesine incelenmesi için nicel araştırma yöntemlerinden betimsel analiz tercih edilmiştir. Sonuç olarak ulusal ve uluslararası uygulamaların benzerlik ve farklılıkları tespit edilmiş, yerel bir aydınlatma firması özelinde örnek uygulama incelenmiştir. Bunun yanında Türkiye’de aydınlatmadan kaynaklanan e-atıkların yeniden kazanımı konusunda çeşitli önerilerde bulunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: aydınlatma, atık yönetimi, inşaat sektörü, e-atık

*Mimar, Kitoko Aydınlatma ve Mühendislik İnşaat A.Ş., seyma.gunaydin@kitokogroup.com
**Doç. Dr., Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, damla.altuncu@msgsu.edu.tr



Giriş

Aydınlatma, Türk Dil Kurumu Sözlüğünde 'aydınlatmak işi, ışıklandırma' (TDK, 2023) olarak tanımlanmasından da anlaşılacağı üzere kısıtlı bir işi ifade etmesine rağmen oldukça geniş bir uzmanlık alanını kapsamaktadır. Bu uzmanlık alanı dahilinde tasarım, üretim, uygulama gibi alt uzmanlık alanları bulunmaktadır. Alt alanlardan aydınlatma tasarımı diğerlerine göre öne çıkmasına rağmen üretim ve uygulama alanları da giderek gelişmektedir. 1765 yılında buharla çalışan makinelerin icadıyla başlayan endüstri devrimi sonrasında üretim yöntemlerinin çeşitlenmesi sonucunda hızlanan bu gelişim, hammadde ihtiyacının artması ve doğal kaynakların azalmasıyla birlikte çevre ile ilgili güncel sorunlara çözüm üretmek için içerik olarak farklılaşmıştır. 1870'li yıllarda elektrik enerjisinin endüstride kullanılmaya başlanmasıyla aydınlatma sektörü gelişmeye başlamış, bu gelişim günümüze kadar sürmüştür. Ancak inşaat sektöründe yaygın olarak kullanılan yapay aydınlatma bileşenlerinin doğaya verdikleri zarar ve/veya kullanım ömürleri sonunda izlenecek bertaraf yöntemleri gelişmeye paralel olarak yeterince araştırılmamıştır. Yapay aydınlatmayı oluşturan lambalar, aygıtlar ve elektronik parçaların cıva, kurşun, krom gibi toksik kirleticiler içermesi nedeniyle çevreye verdikleri zararın anlaşılması sonucunda tasarım, üretim, uygulama yanında atık yönetimi ve geri dönüşüm gibi konular gündeme gelmiştir.

Çevre ile ilgili güncel sorunların 1960'lı yıllarda görünür olmasıyla birlikte endüstri devrimini takip eden süreç sorgulanmaya başlanmıştır. Bu sorgulamanın temelindeki argüman, endüstriyel üretimden vazgeçmeden üretimden kaynaklı zararların en aza indirilmesine çalışılmasıdır. Bu nedenle aydınlatma alanındaki endüstriyel üretim, 1870'lerde başlamasına rağmen aydınlatma bileşenlerinin çevreye verdikleri zarar konusundaki farkındalığın 1960'larda olduğu söylenebilir. İnsanlar tarafından üretilen yapay çevre bileşenlerinin üretim, tasarım ve uygulama aşamalarında doğal çevreye verdikleri zarar olarak tanımlanabilecek olan çevre kirliliği konusu da bu dönemde gündeme gelmiştir (Karabıçak & Armağan, 2004, s. 203-228).

Çevre kirliliğinin temel nedeni kapitalist bir anlayışla ihtiyaçtan fazlasının aşırı üretimi olmasına rağmen tek sorun bu değildir. Nüfus artışı, doğal kaynakların azalması, kontrolsüz ekonomik büyüme ve rekabetçi üretim yaklaşımları nedeniyle çevre kirliliği, gündelik yaşamı etkiler hale gelmiştir. Bu bağlamda 1960 yılı milat olarak kabul edildiğinde, bu tarih sonrasında farklı endüstriyel alanlarda pek çok çözüm yolunun geliştirildiği söylenebilir. İnsanlar tarafından oluşturulan yapay çevrenin doğal çevre üzerinde bozulmalara neden olması olarak tanımlanan çevre kirliliğinin (Schaefer, 1991) gündem olduğu 1960'lar, dünyanın fiziki olanaklarının sanayileşme politikalarının uygulamaları için yetersiz olduğunun fark edilmesi nedeniyle milat olarak kabul edilmektedir. Öncül çalışmalar sonrasında UNESCO tarafından çeşitli alanlardaki uzmanların bir araya getirilmesiyle çevre kirliliğine karşı çözüm yolları aranmıştır. Bunlardan biri de sürdürülebilirlik yaklaşımıdır.

Sürdürülebilirlik, 20.yy'da çevre kirliliğinden kaynaklanan sorunların çözümü için uzun



vadeli bir strateji olarak önerilmiştir. Geniş anlamıyla sürdürülebilirlik, geçmiş birikimlerin gelecek için kaynak olarak değerlendirilmesi olarak tanımlanmıştır. Kavramın 1980'lerde oluştuğu düşünülse de daha geçmiş tarihlerde de düşünce olarak var olduğu söylenebilir. Sürdürülebilirlikte temel amaç, doğanın korunması kaygısından kaynaklanan olası bir küresel-çevresel krize karşı farkındalık yaratmaktır. Bununla birlikte kalkınmanın devam etmesine çalışılmaktadır. Bu nedenle sürdürülebilir kalkınma temelli sürdürülebilirlikte, doğal kaynaklara zarar vermeden ihtiyaçların karşılanarak atık maddelerin geri dönüştürülmesine ve çevre kirliliği ile mücadeleye önem verilmiştir.

Bu çalışmanın amacı, sürdürülebilir kalkınma ve çevre ekonomisi bakımından çeşitli yönetmelikler dahilinde yönetimi ve kontrolü sağlanan elektronik atıkların (e-atık) konusunun, aydınlatma özelinde incelenmesidir. Çalışmada, e-atık yönetimi ve geri kazanımı konularında ulusal-uluslararası uygulamalar incelenmiş ve ülkemize özgü örnek bir uygulama değerlendirilmiştir. Böylece atık yönetimi sorununa ilişkin farklı uygulamalar aydınlatma sektörü için önemli bir konu olan e-atıklar özelinde araştırılmıştır.

1. Temel Tanım ve Kavramlar

Belirsiz bir süre boyunca bir durum ve/veya sürecin sürdürülmesini ifade eden sürdürülebilirlik kavramı, temelde ekolojik sistemlerin korunması ve devam ettirilmesiyle ilgilidir (Chapin, Torn, & Taten, 1996). Dünya'daki doğal kaynakların tükendiğine dair genel bir kanı giderek yaygınlaşmaktadır. Buna bağlı olarak çevre hareketini başlatan çalışmalardan ilki Amerikalı deniz biyoloğu Rachel Louise Carson tarafından 1962'de 'Sessiz Bahar' (Silent Spring) adıyla yayımlanan kitaptır. Amerikalı biyolog Paul Ralph Ehrlich tarafından 1968'de yayımlanan 'Nüfus Bombası' (Population Bomb) kitabıyla birlikte sürdürülebilirlik kavramı çevre kirliliği ve doğal kaynaklar ekseninde tartışılmaya başlanmıştır (Karbuç, 2002). Bu bakımdan kapitalist üretim yaklaşımlarının bir sonucu olarak görülen çevre kirliliğine bir çözüm olarak üretildiği düşünülen bu kavram, sürdürülebilir kalkınma, sürdürülebilir büyüme, sürdürülebilir ekonomi, sürdürülebilir toplum, sürdürülebilir tarım gibi farklı boyutlara sahiptir.

1972 yılında İsviçre temelli düşünce kuruluşu olan Roma Kulübü'nün görevlendirdiği Massachusetts Teknoloji Enstitüsü (Massachusetts Institute of Technology-MIT) mensubu araştırmacılar tarafından hazırlanan 'Büyümenin Sınırları' isimli çalışmada, küresel ekonomik büyüme belirli politika müdahaleleri tarafından durdurulmaz veya yavaşlatılmazsa, küresel ekonomi, kaynak tükenmesi ve kirliliğin birleşik etkileri yüzünden bir yüzyıl içinde çökeceği iddia edilmiştir (Ekonomi, 2022). MIT'de bilgisayar ve sistem kuramlarından faydalanılarak oluşturulan ve her beş yılda bir güncellenen raporun döneminde oldukça kötümser bir yaklaşıma sahip olduğu iddia edilmiştir. MIT'de bilgisayar ve sistem kuramları profesörü olan Jay Wright Forrester'ın görevlendirdiği doktora öğrencisi Dennis Meadows'ün öncülüğündeki araştırmacılar tarafından oluşturulan rapor, beş ana değişkenin birbiriyle olan ilişkilerinin betimlendiği bir modele dayanmaktadır. Geliştirilen model, Marx'ın kapitalizmin meta birikimine dayanan yaklaşımının durdurulamaz özelliklerini ispatlar



niteliktedir. Buna göre, ortaya çıkan çevresel risklerden kaçınmak amacıyla evrensel bir strateji geliştirilmesi gerekmiştir.

Çevre için geliştirilen ortak strateji, 1972 tarihinde İsveç'in başkenti Stockholm'de Birleşmiş Milletler İnsani Çevre Konferansı'nda (Stockholm Konferansı) 'İnsani Çevre Bildirgesi'nin oluşturulmasını sağlamıştır. 5-16 Haziran 1972 tarihleri arasında devlet temsilcileri, uluslararası örgütler, sivil toplum örgütleri ve gazetecilerin katılımıyla gerçekleştirilen konferans sonunda ortaya çıkan İnsan ve Çevre Bildirisi'nde, sürdürülebilirlik düşüncesinin evrensel olarak kabul edilen temel dayanaklarının belirlendiği söylenebilir.

1987 yılında Norveç Başbakanı Gro Harlem Brundtland başkanlığında oluşturulan Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu, farklı ülkelerden gelen katılımcılarla oluşturulan yeni raporu Birleşmiş Milletler Genel Kurulu'na sunmuştur. 'Brundtland Raporu' olarak da adlandırılan bu çalışmada sürdürülebilir kalkınma, "bugünün insan ihtiyaçlarını gelecek nesillerin kendi ihtiyaçlarını karşılama yeteneklerini feda etmeden karşılanabilmesi" olarak tanımlanmıştır (UN, 1987).

1992 yılında Brezilya'nın Rio de Janeiro kentinde gerçekleştirilen Rio Konferansı, "insanoğlunun sürdürülebilirlik olgusunun merkezinde yer aldığı, her insanın doğa ile uyumlu, sağlıklı ve verimli bir yaşam hakkı olduğu" ifade edilmiştir. Bu bağlamda sürdürülebilirlikle ilgili temel kavramlara yenileri eklenerek çevre, ekonomi, kentleşme gibi alanlarda gerçekleştirilebilecek faaliyetler tartışılmıştır. Aynı yıl Avrupa Birliği (EU) tarafından çevre konusunda yerel yönetimlerin sorumluluklarına odaklanılan Avrupa Birliği 5. Eylem Programı oluşturulmuştur. Sürdürülebilirlik konusunda toplumsal aktörlere ve gruplara düşen görevler program dahilinde belirlenmeye çalışılmıştır.

1996 yılında İstanbul'da gerçekleştirilen Habitat II Konferansı'nda kabul edilen İstanbul Bildirisi'nde sürdürülebilirlik kavramı genişletilerek sürdürülebilir insan yerleşimlerine odaklanılmıştır. 1997 yılında Birleşmiş Milletler tarafından New York'ta gerçekleştirilen Rio +5 Forumunda yerel, ulusal ve uluslararası düzeylerde sürdürülebilirlik uygulamalarına yönelik stratejiler tartışılmıştır. 2002 yılında Güney Afrika'nın Johannesburg kentinde gerçekleştirilen Dünya Sürdürülebilir Gelişme Konferansı'nda ise Rio Konferansı'nda çevreye yönelik olarak belirlenen faaliyetlerin gerçekleştirilmesinde karşılaşılan sorunlar tartışılmıştır.

Sürdürülebilirlik konusunun tartışıldığı toplantıların içerik bakımından teoriden uygulamaya doğru bir seyir izlediği söylenebilir. Bu bağlamda tüm tarafların sürdürülebilirlik konusunu bir kavramın ötesinde bir strateji olarak gördükleri anlaşılmaktadır. Eylemsellik bakımından teorik bilginin uygulamaya geçirilmesi için üretimi ya da büyümeyi durdurmak yerine geri dönüşüm, yeniden kullanım, yerinde üretim gibi kavramlara odaklanılmıştır.

Türkiye'de sürdürülebilirlik konusuna verilen önem, 1978 yılında kurulan Başbakanlık



Çevre Müsteşarlığının oluşturulmasıyla resmileşmiştir. 1982 Anayasası'nda yer alan 'çevre koruma' kavramı sayesinde çevre ile ilgili konular anayasal olarak teminat altına alınmıştır. 1983 yılında kabul edilen çevre kanunu sayesinde çevresel kirliliği önlemenin yanında doğal kaynakların korunması konusuna da dikkat çekilmiştir. Takip eden dönemde çevre kanunu dahilinde 1986'da Hava Kalitesi Kontrol, Gürültü Kontrolü, 1988'de Su Kalitesi Kontrolü, 1991'de Katı Atıkların Kontrolü, 1992'de Çevresel Etki Değerlendirme, 1993'te Tıbbi Atık Kontrolü, Toksik Kimyasal Ürünler ve Maddelerin Kontrolü ve Zararlı Atık Kontrolü Yönetmelikleri yayımlanmıştır (Aksoy, 2023).

Ülkemizde 1991 yılında kabul edilen Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği; 1992, 1994, 1998, 1999, 2000, 2002, 2005 yıllarında güncellenmiştir. Bu yönetmeliğe göre katı atıklar, "Üreticisi tarafından atılmak istenen ve toplumun huzuru ile özellikle çevrenin korunması bakımından, düzenli bir şekilde bertaraf edilmesi gereken katı maddeleri ve arıtma çamurunu" olarak tanımlanmıştır. Bu yönetmeliğe göre oldukça geniş bir tanıma sahip olan katı atıkların kategorileri ayrılmadığı görülmüştür.

2012 tarihinde Atık Elektrikli ve Elektronik Eşyaların (AEEE) Kontrolü Yönetmeliği yürürlüğe girmiştir. Bu yönetmelikle elektronik ve elektrikli atıkların (e-atık), insan sağlığı ve çevreye verdikleri zararın kontrol edilmesi amaçlanmaktadır. Bu yönetmelikle birlikte e-atıkların bertaraf edilmesi konusunda üreticiler, belediyeler, dağıtıcılar ve tüketiciler sorumlu tutulmuştur. Avrupa Birliği'nin 2002/96/EC sayılı Atık Elektrikli ve Elektronik Eşya Direktifi ve 2002/95/EC sayılı Elektrikli ve Elektronik Eşyalarda Bazı Zararlı Maddelerin Kullanımının Sınırlandırılmasına İlişkin Direktifi ile uyumlu olan yönetmelik aynı zamanda geri dönüşüm, yeniden kullanım gibi özellikleri belirlemektedir.

Avrupa Birliği (AB) Atık Elektrikli ve Elektronik Eşyalar (AEEE) Direktifi kapsamında e-atıklar altı farklı kategoride değerlendirilmektedir. Buna göre 1. Kategoride; sanayi tipi buzdolapları, soğutucular, iklimlendirme cihazları yer alırken 2. Kategoride büyük beyaz eşyalar yer almaktadır. 3. Kategoride televizyon ve monitörler yer alırken 4. Kategoride ise televizyon ve monitör haricindeki telekomünikasyon ekipmanları yer almaktadır. 5. Kategoride yer alan aydınlatma ekipmanları oldukça büyük bir kümeyi oluşturmaktadır. 6. Kategoride ise küçük ev aletleri, eğlence ve spor ekipmanları, izleme ve kontrol aletleri yer almaktadır.

Atık Elektrikli ve Elektronik Eşyaların (AEEE) Kontrolü Yönetmeliği Avrupa Birliği (AB) Atık Elektrikli ve Elektronik Eşyalar (AEEE) Direktifi kapsamında oluşturulduğu için aydınlatma elemanları, bilişim ve telekomünikasyon ekipmanları, büyük ev eşyaları, elektrikli ve elektronik aletler, izleme ve kontrol aletleri, küçük ev aletleri, otomatlar, tıbbi cihazlar, eğlence ve spor ekipmanları ve tüketici ekipmanları bu kapsamda değerlendirilmektedir.

Bu çalışmada, Avrupa Birliği (AB) Atık Elektrikli ve Elektronik Eşyalar (AEEE) Direktifi kapsamında sınıflandırılan e-atıklar dahilinde 5. Kategoride değerlendirilen aydınlatma ekipmanlarından kaynaklanan atıklar incelenmiştir.



2. Materyal ve Metot

Araştırma materyali olarak seçilen aydınlatma ekipmanlarından kaynaklanan atıklar, sorumlu tüketim için yeniden değerlendirilmesi gereken malzemeler arasındadır. Bunun nedeni aydınlatma ekipmanlarının içermiş oldukları çevreye zararlı maddelerdir. Aydınlatma ekipmanlarının içinde yer alan; fosfor, itriyum (Y), evropiyum (Eu), terbiyum (Tb), lantan (La), seryum (Ce) ve Gadolinyum (Gd) gibi maddeler doğal kaynaklara oldukça zararlıdır. Bu bakımdan Birleşmiş Milletlerin kalkınma hedefleri arasında yer alan dögüsel ekonominin önemli bir bölümünü oluşturan e-atıklar içinde aydınlatma ekipmanlarından oluşan atıkların kontrolü, doğal kaynakların korunması bakımından da önem taşımaktadır.

Araştırmada nicel araştırma yöntemlerinden betimsel analiz tercih edilmiştir. Betimsel analiz yöntemi, belirli bir konuda birbirinden bağımsız olarak gerçekleştirilen çalışmaların derinlemesine incelenmesi için kullanılan bir yöntemdir. E-atık konusunda ulusal-uluslararası uygulamaların değerlendirilmesi için tercih edilen bu yöntemin kullanılması için oluşturulan örneklem e-atıkların geri dönüşümü konusundaki uygulamalardan oluşmaktadır.

Haziran 2020'de yayımlanan Dünyada ve Türkiye'de Elektronik Atık Mevcut Durumu Araştırma Raporu'na göre küresel olarak en büyük e-atık kategorisi küçük ev aletleri kategorisidir. Bu kategoriyi büyük ev eşyaları ve buzdolabı, soğutucu ve iklimlendirme cihazları takip etmektedir. Ürün birim ağırlığı daha fazla olan kategorileri temel alan bu sıralamada aydınlatma ekipmanları son sırada yer almasına rağmen içerdikleri toksik kirleticiler nedeniyle e-atıklar arasında oldukça fazla öneme sahip atıklardır.

Kullanım ömürlerinin sonuna gelen aydınlatma ekipmanlarının değerlendirilmesi ancak uygun geri-dönüşüm yöntemleriyle sağlanabilir. Aydınlatma ekipmanlarının geliştirilmesi için daha fazla hammaddeye ihtiyaç duyulmasını da azaltacak olacak bu yaklaşım sayesinde önlenebilir. Bu duruma rağmen, aydınlatma ekipmanları tarihsel olarak endüstriyel olarak üretilmeye başladıkları günden beri oldukça düşük oranlarda geri dönüştürülmektedirler. Bir flüoresan lambadaki cıva miktarı, flüoresan lambanın tipine, üreticisine ve üretim tarihine bağlı olarak 3,5 ila 15 miligram arasında değişmektedir. Bu miktar 30 ton temiz suyu kirletmeye yeterlidir. Oysaki bir flüoresan ampul cıva içermesine rağmen neredeyse tüm bileşenleri bakımından geri dönüştürülebilir. Geri dönüşüm sürecinde zararlı cıva ve fosfor tozları çeşitli filtreler ile toplanabilir ve çevreye zarar vermemesi bakımından uygun şekilde bertaraf edilebilir. Aydınlatma üreticileri 2000 yılından sonra aydınlatmada kullanılan cıva miktarını büyük ölçüde azaltmış olsalar da henüz cıva ihtiyacını tamamen ortadan kaldıramamışlardır. Bu nedenle aydınlatma ekipmanlarının e-atık olarak değerlendirilmesi hem üretim hem tüketim bakımından önemli bir konudur.

Aydınlatma, birincil işlevi elektrik enerjisini görünür ışınım olan ışığa dönüştürmek olan

tüm ekipmanlarını kapsayacak şekilde tanımlanmaktadır. Konu hakkındaki genel AB Atık Direktifine bağlı olarak geliştirilen, elektrikli ekipmanlarda tehlikeli maddelerin kullanımını kısıtlayan (Direktif 2002/95/EC), bu tür ekipmanların toplanmasını ve geri dönüştürülmesini teşvik eden (Direktif 2002/96/EC) AB mevzuatı, Şubat 2003'ten beri yürürlükte bulunmaktadır.

AB mevzuatı, atık toplama, e-atık, flüoresan tüp toplama, flüoresan lamba geri dönüşümü, flüoresan tüp imhası konularında oldukça geniş kapsamlı bir çalışma gerçekleştirmiştir. Buna göre öncelikle AB Atık Direktifi dahilinde tüketicilerin kullanılmış e-atıkları ücretsiz olarak iade edebilecekleri toplama programlarının oluşturulması hedeflenmiştir. Bu e-atık toplama programlarının genel amacı, bu tür ürünlerin geri dönüşümünü ve/veya yeniden kullanımını artırmaktır. Ayrıca kurşun, cıva, kadmiyum ve krom gibi ağır metallerin ve polibromlu bifeniller (PBB) veya polibromlu difenil eterler (PBDE) gibi alev geciktiricilerin üreticiler tarafından daha güvenli alternatiflerle değiştirilmesini sağlamaktır.

1 Temmuz 2007'den bu yana, WEEE yönetmelikleri floresan lambaların, yüksek yoğunluklu deşarj (HID) lambaların, lineer ve CFL'ler olan kompakt tüp ampullerin imhası için çöp sahalarının veya çöp konteynerlerinin kullanılmasının yasal olmadığını belirtmektedir. Buna göre Yeni WEEE düzenlemelerine uyulduğunun kanıtlanması için "Tehlikeli Atık Transfer Notu" oluşturmak gerekmektedir.

Aydınlatmanın %75'i konut, ofis, mağaza, konaklama, endüstriyel, dış çevre ve mimariyi kapsarken %20'si araçlarda kullanılan aydınlatma elemanlarını ve geriye kalanlar ise ambiyans aydınlatmalarını kapsamaktadır. Aydınlatma, E-atık kategorisinde son sırada yer almasına rağmen yoğun olarak kullanılması nedeniyle bu tür ekipmanların, kullanım ömrünü tamamladığında nasıl imha edileceği önem kazanmaktadır. Bu kapsamda e-atık olarak aydınlatma ekipmanları aşağıdaki gibi sıralana bilinir.

- Akkor Flamanlı (Enkandesan) Lambalar, ışık kadar ısı atık da yayan, enerji verimliliği düşük olduğu için günümüzde tercih edilmeyen bir teknolojidir. Bu tür lambaların kısa ömürlü olmaları (yaklaşık 1000 saat) daha sık değiştirilmelerini gerektirir. Bu durumda aydınlatmaya ait ekipmanların kısa ömürlü olması sebebiyle e-atık miktarı artmaktadır.
- Halojen Lambalar, filamentin etrafında gaz içeren, genellikle sergileme aydınlatmasında kullanılan daha odaklanmış bir aydınlatma sağlamaktadırlar. Bu tür lambalar enkandesan lambalardan daha az enerji tüketmelerine rağmen enerji verimlilikleri yüksek değildir. İçerdikleri zararlı kimyasallar sebebiyle halojen lambalar da enkandesan lambalar gibi e-atık seviyesinin artmasında önemli rol oynamaktadır.
- Seramik deşarj lambaları (CDM), halojen lambalara alternatif olarak daha verimli bir sergileme aydınlatması sunmaktadır. Buna neden olarak geleneksel kuvars metal halojenürden % 10-20 daha verimli olması gösterilebilir. Bununla birlikte CDM lambalar üstün bir renk spektrumuna sahip metal halojenür lamba türüdür. Bu tür lambaların kullanım yerleri arasında mağaza aydınlatması, sokak aydınlatması, mimari aydınlatma ve tarımsal aydınlatma yer almaktadır. Oldukça yaygın olarak kullanılan bu lamba türü,

cıva, argon ve metal halojenür tuzları (örneğin sodyum iyodür) ile doldurulur. Yüksek sıcaklık metal halojenür tuzları kısmen buharlaştırır. Sıcak plazmanın içinde yer alan bu tuzlar, metalik atomlara ve iyodine ayrıştığı için atmosferi de kirletmektedir.

- Florasan tüpleri ve Kompakt Florasan Işıklar (CFL'ler) diğer lamba çeşitlerine göre çok daha verimli olarak kabul edilmektedirler. Ancak lambanın içinde gaz, toksik cıva ve fosfor dahil olmak üzere zehirli etki gösterebilecek katı kimyasallar da içermektedirler. Bu kimyasalların cilt ile teması durumunda ciddi zararlar verdikleri bilinmektedir.

- Düşük (alçak) basınçlı sodyum lambaları, yaygın olarak yol ve tünel aydınlatması için kullanılan dağınık yansıma yapan (ve düşük parıltılı) sarı ışık veren son derece verimli lambalardır. Bu tür lambaların verimli olarak tanımlanmasına neden olan lamba tüpü içindeki sodyumun yalnızca ışığı zaman görünür olmasıdır. Lamba içindeki sodyum, insan gözünün en hassas olduğu (en iyi görebildiği) dalga boyunda ışık ışınını sağlamasına rağmen içerik bakımından oldukça zararlıdır.

- Yüksek basınçlı sodyum lambaları uzun ömürlü ve çok verimli olarak nitelendirilmektedir. Özellikle uzun süre aydınlatılması gereken alanlar için uygun olan bu lambalar, sık açılıp kapandıklarında verimliliklerini kaybederler. Dünyada sokak aydınlatmasında yaygın olarak kullanılan lambalar olan yüksek basınçlı sodyum lambaları genellikle Yüksek Deşarjlı Lambalar olarak adlandırılır. Düşük basınçlı sodyum buharlı lambalara benzer şekilde ve yüksek basınçlı sodyum buharlı (SON) lambaların, her ikisi de sağlığa zararlı maddeler olarak sınıflandırılan sodyum ve cıva içermektedir. Tipik bir düşük basınçlı sodyum buharlı lambada, kişinin elindeki ter de dahil olmak üzere nemle temas ettiğinde tutuşmaya yetecek kadar sodyum bulunmaktadır. Bu nedenle, sodyumun geri dönüştürülme işlemi sırasında son derece dikkatli bir şekilde kullanılması gerekmektedir.

- Metal Halide lambalar, özellikle depolama ve sergi ihtiyacı olan alanlarda kullanılan uzun ömürlü, orta derecede verimli aydınlatma elemanlarıdır. Diğer lambalara göre daha yavaş ısınır ve diğer alternatiflerine göre daha yüksek bütçelidirler.

- LED'ler, uzun ömürlü ve yüksek verimli lambalardır. Tüm mekanlarda, iç mekân ya da dış çevrede yaygın olarak kullanılabilirler. Tehlikeli atık olarak sınıflandırılmasa da az miktarda kurşun, arsenik, nikel ve bakır içerirler. Bununla birlikte LED lambaların kullanılması için geliştirilen kontrol tertibatlarının da en az lambalar kadar zararlı etkilere sahip olduğu unutulmamalıdır.

Bu kapsamda artık teknolojinin geldiği nokta göz önünde bulundurulduğunda, kullanım ömrü, harcanan enerji, ekipman bileşenleri ve ışık kalitesi açısından LED kullanımı artmakta ve diğer alternatiflerin yerini almaktadır. Temelde sürdürülebilirliğin en önemli adımı olan uzun ömürlü kullanım bu sayede yaygın bir şekilde uygulanmaktadır. Bu noktada eski armatürlerin ömürlerini tamamladıklarında tekrar kullanılabilirler veya imha edilebilmelerinin kontrollü şekilde yapılması gerekmektedir. Bununla birlikte yalnızca e-atıkların toplanması değil, kontrollü ve ayrıştırılarak toplanması da giderek önem kazanan bir konudur.

E-atıkların toplanması ve ayrıştırılması konusu, özellikle deşarj lambaları ve ilgili kontrol tertibatlarında bulunan sodyum, cıva veya kurşun (lehimde) gibi maddeler içeren atıklar bakımından, pek çok ülkede Tehlikeli Atık Yönetmeliği kapsamında değerlendirilmektedir. Bazı düzenlemelere göre 'özel atık' olarak nitelendirilen bu e-atıklar için WEEE Yönergesi geliştirilmiştir. 2003 yılında, Avrupa Birliği (AB), elektrikli ve elektronik ekipmanın atılmasıyla ilgili kullanım ömrü sonu sorunlarıyla ilgilenmek için Atık Elektrikli ve Elektronik Ekipman (WEEE) Direktifini kabul etmiştir. WEEE (Waste from Electrical and Electronic Equipment- Elektrikli ve Elektronik Ekipmanlardan Kaynaklanan Atıklar) Yönergesi son kullanıcıları tehlikeli atıklarını veya özel atıklarını bir depolama sahasına göndererek depolamak yerine geri dönüştürmeye teşvik etmektedir. Direktif, atıkları, elektrikli ve elektronik ekipmanı yönetme şeklimizi iyileştirmeyi amaçlamakla birlikte bu tür atıkların toplanması, işlenmesi, geri dönüştürülmesi ve geri kazanılması için çeşitli kriterleri belirlemektedir.

Tehlikeli atıklarını veya özel atıklarını (geçerli olduğu şekliyle) düzenli depolama yoluyla bertaraf etmeyi seçen son kullanıcılar, bu tür atıkları toplamak için yerel/genel otoritelerce belirlenen lisansları alan düzenli depolama sahalarının sayısı azaldıkça, bu seçeneğin daha pahalı bir seçenek haline geldiği söylenebilir. Buna bağlı olarak tehlikeli atıkların veya özel atıkların depolanarak bertaraf edilmesiyle ilgili maliyetler artmaktadır. Endüstriyel işletmeler bakımından e-atıkların dönüşümü için harcanan bedellerin artması istenmeyen bir durumdur. Bununla birlikte yerel/genel otoritelerce belirlenen lisansları alan düzenli depolama sahalarının konutlardaki son kullanıcılardan topladıkları tehlikeli veya özel atıkların bertarafı için ücret almamaktadırlar.

Tehlikeli olmasalar da çevrede oluşturdukları atık yükü göz önünde bulundurulduğunda metal ve plastiklerin ayrıştırılması ve geri dönüşümü önemli bir noktada yer almaktadır. Bu tür atıkların öncelikle tekrar kullanılabilirliği göz önünde bulundurulmalı, atıkların tekrar kullanımı mümkün değil ise mutlaka dönüşümü sağlanmalıdır.

Deşarj lambalarının ve ilgili kontrol tertibatlarının geri dönüştürülmesine duyulan ihtiyacın birçok nedeni bulunmaktadır. Bunlar arasında; kişilere yönelik sağlık ve güvenlik risklerinin azaltılması, düzenli depolama alanlarına gönderilen cıva miktarının azaltılmak istenmesi, çevre dostu bir imajın teşvik edilmesi ve çevresel kaynakların korunması konusunda iyi uygulamaların teşvik edilmesi sıralanabilir. Ancak pozitivist paradigmaya göre aydınlatma ekipmanlarının e-atık olarak ortaya çıkması üç farklı yaklaşıma göre değerlendirilebilir.

Bu yaklaşımlar aşağıdaki gibi sıralanabilir;

- Işık kaynağının (lambanın) yenilenme ihtiyacının ortaya çıkması:
- Lambanın hacmin fonksiyonuna göre yetersiz kalması aynı özelliklerde başka bir lamba ile değiştirilmesini gerektirmektedir. Aydınlatma ekipmanının aynı performansı göstermeye devam etmesini sağlamak ve iyi görme koşullarını sağlamak için tercih edilen bu yaklaşım ticari ve konut alanlarında oldukça yaygındır. LED teknolojisinin getirdiği



dönüşümüyle birlikte LED dışındaki kaynaklar için artık yeni bir seçenek bulunmamaktadır. Bu durumda mevcutta kullanılan lambaların değiştirilmesi söz konusudur. Değiştirilen lambaların e-atık olarak nitelendirilmesi elektronik atıkların hacminde bir artışa sebep olmaktadır.

- Retrofit uygulamalar (eski sistemlere yeni özelliklerin eklenmesi):
 - Türkçe 'ye güçlendirme, eski sistemlere yeni teknoloji veya özelliklerin eklenmesi olarak çevrilen retrofit kelimesi, aydınlatma sektörü özelinde eski sistemlerin mevcut ışık kaynaklarının LED'e dönüştürülmesini ifade etmektedir. Mevcut ışık kaynağının, duyu/soket yapısına uygun olarak üretilmiş olan LED ışık kaynağıyla değiştirilmesi sistemin verimliliğini arttırdığı gibi yeni geliştirilen teknolojik imkanlardan da yararlanılmasını sağlamaktadır. Böylece daha verimli ışık kaynaklarıyla daha sürdürülebilir sonuçlar elde edilmektedir. Bileşenlerine ayrılabilen aydınlatma ekipmanlarının retrofit uygulamaları desteklemesi, sistemin parçalarının münferit olarak değiştirilmesine imkân vermektedir. Böylece aydınlatma ekipmanının herhangi bir bileşeninde ortaya çıkan hasar, yalnızca o bileşenin değişimiyle birlikte onarılabilir. Ancak bu durum sonucunda e-atık miktarı giderek artmaktadır. Değişen parçalar tekrar kullanılmadıklarında ve/veya depolandıklarında çevreye verdikleri zarar oldukça yüksektir.

- Aydınlatma ekipmanlarının değiştirilmesi:

Aydınlatma ekipmanlarını oluşturan parçaların ve sistemi oluşturan unsurların değiştirilmesi bütçe olarak yüksek paya sahip olsa da uzun vadede sürdürülebilirlik ve kullanım açısından en sağlıklı çözümü vermektedir. Bu aşamada seçilen ışık kaynağı ve armatür önem kazanmaktadır. Seçilen parçaların birbirleriyle uyumlu olmamaları e-atık miktarını arttırmaktadır. Ortaya çıkan bu olumsuz durum aydınlatma ekipmanlarının kullanılmadan e-atık haline dönüşmesine neden olduğu için aynı zamanda üretim/tüketim dengesini bozmakta, hammaddenin israfına neden olmaktadır.

Elektronik atıkların geri dönüştürülebilmesi kaynakların doğru kullanımı açısından oldukça önemlidir. Fakat tekrar kullanılmayacak ya da dönüştürülemeyecek atıkların imhası da aynı derecede önem taşımaktadır. Aydınlatma ekipmanlarında kullanılması zorunlu zararlı maddelerin cilde temasında yıpratıcı etkileri olduğu ya da solunum yoluyla vücuda alınan çeşitli kimyasalların insan sağlığını tehdit ettiği bilinmektedir. Bu tür atıkların belirli güvenlik önlemleri dahilinde sistematik biçimde toplanması ve imha edilmesi gerekmektedir. Bu konuda sürecin yönetilmesinde aktif rol oynayanlar; siyasal erk, yerel yöneticiler, uluslararası kuruluşlar, proje yöneticileri ve aydınlatma firmalarıdır. Konusuna hâkim olan ve bileşenlerin fonksiyonlarını bilen uzmanlar, maksimum aydınlatma ekipmanı bileşenini koruyarak minimum e-atık çıkmasını sağlayabilmektedirler. Bu kapsamda, aydınlatma firmalarıyla LED dönüşümünde atıkların ayrıştırılması ve zararlı kimyasalların imhası konusunda sistematik olarak çeşitli çalışmalar yürütülmektedir.

3. Bulgular ve Değerlendirme

E-atıkların değerlendirilmesi kapsamında Avrupa Birliği (AB) Atık Elektrikli ve Elektronik



Eşyalar (AEEE) Direktifi geliştirilmiştir. Türkiye’de aynı kapsamda Resmi Gazete ’de yayımlanarak 2012 yılında yürürlüğe giren, Atık Elektrik ve Elektronik Eşyaların (AEEE) Kontrolü Yönetmeliği referans alınmaktadır.

Avrupa Birliği (AB) Atık Elektrikli ve Elektronik Eşyalar (AEEE) Direktifi kapsamındaki cihazların (ev elektroniği-küçük cihazlar), ev elektroniği (büyük cihazlar), IT-haberleşme cihazları, tüketici ürünleri, aydınlatma ürünleri, elektrik ve elektronik aletler, oyuncaklar, eğlence ve spor için üretilen ürünler, tıbbi cihazlar, ölçüm ve kontrol cihazları, otomatik dağıtım cihazları olarak sınıflandırılması yapılmıştır. Bu durumda atık elektrikli ve elektronik cihazlardan, tamiri mümkün olanların tamir edilerek yeniden kazanılması, tamiri mümkün olmayanların ise hammaddelerine ayrıştırılması hedeflenmektedir.

Tüm Dünya’da ve Türkiye’de e-atıkların yeniden kazanımı konusundaki uygulamalar ise yönetmelikler doğrultusunda gerçekleştirilmektedir.

Ulusal düzeyde e-atıkların geri dönüşümü ve imhasında ilk aşama olarak sınıflandırma ile işe başlanmaktadır. Yeniden kullanılabilir bileşenler, dönüştürülebilir bileşenler ve imha edilmesi gereken bileşenler bu aşamada belirlenmektedir. Bu sınıflandırmaya göre bileşenler kendi içlerinde malzeme farklılıklarına göre ayrıştırılmaktadırlar. Plastik, metal gibi farklı materyaller birbirinden ayrıştırılıp yeniden kullanılabilir ya da dönüştürülebilir durumda olmaları durumuna göre değerlendirilmektedirler.

E-atıklardan arta kalan tehlikeli atıklar ise yasa ve yönetmelikler çerçevesinde güvenli şekilde imha edilmektedir. Aydınlatma ekipmanı bileşenleri içerisinde yer alan ve lambaların içerdikleri zararlı kimyasalların temas yoluyla zehirleyici etkisi yanında havaya yayılması da kirlenici etkisi bakımından tehlikeli olduğundan bir dış koruyucu yardımıyla imha noktalarına götürülmesi önerilmektedir. Dış koruyucuya sahip olmayan aydınlatma ekipmanlarında deformasyon var ise temastan kaçınarak bir koruyucu içerisine yerleştirilme yöntemi sayesinde, kimyasalın dağılma riski olan direkt vücut temasından kaçınarak temizlik sağlanabilmektedir. Bileşenlerine ayrılamayan karma atıklar ise ayrıca değerlendirilmektedir.

Koruyuculu ve koruyucusuz imha konusunda endüstri ve bireysel kullanım bakımından yaptırımların farklılaştığı görülmüştür. Bu durumda aydınlatma ekipmanını imha etme biçiminin endüstriyel alana yönerge ve yönetmeliklere bağlı olarak belirlendiği ancak bireysel kullanım düzeyinde son kullanıcının inisiyatifinde olduğu söylenebilir. Ancak bu durumda son kullanıcıyı yönlendirmek ve uygun biçimde bertarafı sağlamak için yerel belediyelerin yönlendirici uygulamaların olduğu da göz ardı edilmemelidir. Bununla birlikte özel kuruluşlardan da gerekli görüldüğü durumda yardım alınmaktadır. Endüstri alanında uygulamaların sıklıkla denetlendiği söylenebilir ancak aynı uygulamalar ve yaptırımlara bireysel son kullanıcı düzeyinde rastlanmamıştır.



2012/19/EU direktifine (WEEE direktifi) göre, AB üyesi devletlerde 2019 yılında Elektrikli ve Elektronik Ekipmanlardan toplanan atıkların %65'inin geri dönüştürülmesi gerekmektedir. Ancak AB ülkelerine ait verileri yayımlayan istatistik kuruluşu Eurostat'tan alınan 2019 verileri, 27 üye ülkeden 24'ünün WEEE (Atık Elektrikli ve Elektronik Ekipmanlarını) yeterli düzeyde ve ayırarak toplamadığını göstermektedir (EU, 2023). Bu nedenle AB'nin %65 e-atık toplama hedefine ulaşamadığı anlaşılmıştır. Bu durumda halen her yıl 4,8 milyon tona kadar WEEE'nin uygunsuz yöntemlerle bertaraf edildiği bilinmektedir.

Eurostat'ın verilerine göre İtalya, Yunanistan ve Almanya gibi ülkelerin e-atık toplama miktarları oldukça düşüktür. Buna karşın, Polonya, Avusturya, Bulgaristan ve Hırvatistan ise e-atık toplama ve değerlendirme konusunda kullandıkları uygulamalarla diğer ülkelere göre e-atık konusunda daha başarılı olarak kabul edilmektedirler. Bu durumda nüfusa oranla bakıldığında büyük oranda e-atığın halen evsel atıklarla birlikte çöp olarak nitelendirildiği yeniden kazanım konusunda bir girişimde bulunulmadığı söylenebilir. Bu nedenle e-atık kurallarının yeniden elden geçirilmesine gerek duyulduğu anlaşılmıştır. Bununla birlikte e-atıkların yeniden kullanımı konusunda tüm ülkeleri kapsayan bir değerlendirmenin yapılması gerektiği de açıktır.

E-atıkları döngüsel ekonomiye kazandırmanın anahtarı, tasarım aşamasında yatmaktadır. Elektronik, baştan uzun ömürlü, zehirsiz ve tamiri kolay olarak tasarlanmalıdır. Bu durumda e-atıkların yeniden kazanımı konusundaki zorlukların da ortadan kalkacağı söylenebilir. Tüm ülkeler acilen atık önleme ve yeniden kullanım için hedeflerini yeniden belirlemeli ve kullanım için piyasaya sürülen aydınlatma ekipmanlarının içerdikleri zararlı maddelerin miktarını sınırlamaya çalışmalıdırlar. Bu bağlamda e-atıkların yeniden kazanımı için bir kalite standardının varlığı da yeniden sorgulanmalıdır. E-atık geri dönüşümü, toplanması, lojistiği ve yeniden kullanıma hazırlığının iyileştirilmesine yönelik geliştirilecek kalite standartlarının tüm e-atıkları ve elektronik aletleri kapsayacak şekilde düşünülmesi gerekmektedir.

Sonuç ve Tartışma

Tüm bu veriler doğrultusunda sürdürülebilirliğin, ilk tasarım ve üretim sürecinde başladığı, armatür seçiminde kurulumu kadar tüm sürecin etkisinde sonuçlandığı görülmektedir. Armatürün farklı değişkenler, ışık kaynağı, verimlilik, bileşenlerine ayrılabilirlik, göz önüne alınarak, kullanım amacına ve kullanılacak mekâna uygun olarak seçilmesi gerekmektedir. Günümüzde mekanların esnek kullanımı ve fonksiyonların değişimi göz önünde bulundurularak değişen koşullara göre esnek aydınlatma çözümleri ve buna entegre olarak aydınlatma armatürleri seçilmelidir. Yalnızca tasarımın sürdürülebilir olması yeterli olmamaktadır. Kullanım ömrünü tamamlayan aydınlatma elemanlarının maksimum düzeyde geri dönüştürülmesi ve minimum düzeyde atık oluşturması sağlanmalıdır. Atıkların doğru ayrışabilmesi için bileşenlerinin ayrılabilir yapıda olması gerekmektedir.



Atıkların kontrollü imhasının sağlanabilmesi ve dönüştürülebilir, yeniden kullanılabilir bileşenlerin ayrıştırılabilmesi için aydınlatma ekipmanları düzenli aralıklarla kontrol edilmelidir. Düzenli bakımlarının yapılması armatür ömrünü ve verimliliği artıracaktır. Aynı zamanda kurulum kılavuzuna uygun montaj, bileşenlerin korunmasını sağlarken, armatür kullanım ömrünün artmasını ve e-atıkların minimum düzeyde kalmasını da sağlayacaktır.

Ürün tasarımı sırasında e-atıklar azaltabilir ve yeniden kullanımı artırabilir. Elektronik ekipman bakımından daha dayanıklı ve onarımı daha kolay ürünler tercih edilerek ürünlerin kullanım ömürleri uzatılabilir. Örneğin, daha doğru malzeme seçimi yoluyla ürün dayanıklılığı arttırılabilir ve ürün bileşenlerini bir araya getirmek için kullanılan tekniklerdeki değişiklikler aktif olarak tasarım alanında kullanılabilir. Bu bağlamda eko-tasarım ürünlerinin kullanılması e-atıkların yeniden kazanımı bakımından da etkili olacaktır. Her ne kadar eko-tasarım kavramı daha çok küçük ev aletleri ve cep telefonları özelinde tartışılan bir konu olsa da aynı yaklaşım aydınlatma ekipmanlarından kaynaklanan e-atıkların geri dönüşümü için de kullanılabilir.

AB elektronik atıklarla ilgili mevzuatı yenileyerek iyileştirmesine rağmen halen e-atıkların sınıflandırılması ve geri dönüşüm prosedürlerinde eksikler bulunmaktadır. Bu gibi sorunların giderilmesi için tüm devletlerin dahil olduğu bir komisyon dahilinde yönerge ve yönetmelikler hazırlandığında ülkeler arasındaki farklılıkların en aza ineceği öngörülebilir.



Kaynakça

- Aksoy, A. D. (2023, 3 2). *arzudenizaksoy.com*. sürdürülebilirlik-kavraminin-tarihcesi-ve-gelisimi: <https://arzudenizaksoy.com/yazi/surdurulebilirlik-kavraminin-tarihcesi-ve-gelisimi> adresinden alındı
- Chapin, F. S., Torn, M. S., & Tateno, M. (1996, 6 1). Principles of Ecosystem Sustainability. *American Naturalist*, s. 1016-1037.
- Ekonomi, S. (2022, 10 19). *Büyümenin Sınırları 50 Yaşında*. Sosyal Ekonomi: <https://sosyalekonomi.org/buyumenin-sinirlari-50-yasinda/> adresinden alındı
- EU. (2023, 1 1). *Eu-miss-collection-target-for-electronic-waste*. EEB: <https://eeb.org/eu-miss-collection-target-for-electronic-waste/> adresinden alındı
- Karabıçak, M., & Armağan, R. (2004, 9 2). Çevre Sorunlarının Ortaya Çıkış Süreci, Çevre Yönetiminin Temelleri ve Ekonomik Etkileri. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, s. 203-228.
- Karbuz, S. (2002, Eylül 1). Sürdürülebilir Kalkınmanın Zaman Yolculuğu. *İktisat, İşletme ve Finans Dergisi*, s. 9.
- Schaefer, R. (1991). *Çevre Yönetimi ve Teknoloji*. Ankara: Türkiye Çevre Sorunları Vakfı.
- TDK. (2023, 5 5). *Türk Dil Kurumu*. Türkçe Sözlük: <https://sozluk.gov.tr/> adresinden alındı
- UN. (1987, 2023 2). *United Nations*. Report of the World Commission on Environment and Development : <https://www.un.org/documents/ga/res/42/ares42-187.htm> adresinden alındı



ŞANLIURFA'DA HASTANE ATIKLARININ SIFIR ATIK YÖNETİM SİSTEMİ BAĞLAMINDA DEĞERLENDİRİLMESİ: ÖRNEK BİR ÇALIŞMA

Mehmet ÖNCEL*

Benan Yazıcı KARABULUT**

Hatice ÇELİK***

Mehmet İrfan YEŞİLNACAR****

ÖZET

Bu çalışmada, Türkiye'nin Şanlıurfa ilinde yer alan Mehmet Akif İnan Eğitim ve Araştırma Hastanesi'nin atık üretimi ve sıfır atık yaklaşımı ele alınmıştır. Mehmet Akif İnan Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Şanlıurfa'nın en büyük ikinci devlet hastanesidir ve faaliyetlerinde önemli miktarda tıbbi ve evsel katı atık üretmektedir. Atık üretiminin hesaplanabilmesi için 2021 yılına ait hastane genelinde üretilen sağlık hizmeti atıkları hakkında istatistiksel veriler kullanılmıştır. Bu veriler ışığında, plastik ve kâğıt toplam atık miktarları 22,76 ton/yıl; tehlikeli atık miktarı 16,55 ton/yıl, farmasötik, tıbbi ve enfekte atık miktarları 458,34 ton/yıl olarak elde edilmiştir. Bu bilgiler göz önüne alındığında kişi başı enfekte atık miktarı 2,42 kg/yatak/gün olarak hesaplanmıştır. Ayrıca, 2021 yılına ait plastik ve kâğıt atıklar için toplam geri dönüşüm miktarı 22,50 ton/yıl olmuştur. Hastanelerde sıfır atık yönetim sistemi; idari, mali ve teknik açıdan verimlilik, sürdürülebilirlik ve tüm personelin katılımı ilkelerine dayanmaktadır. Bu bağlamda, Mehmet Akif İnan Eğitim ve Araştırma Hastanesi'nde israfı en aza indirmek için sıfır atık yaklaşımı benimsenerek çeşitli çalışmalar yürütülmektedir. Bu çalışmayla, Mehmet Akif İnan Eğitim ve Araştırma Hastanesi örnek alınarak kentteki diğer sağlık kuruluşları için genel bir sıfır atık projeksiyonu yapılabileceği önerilmiştir.

Anahtar Kelimeler: hastane atıkları, tıbbi atık, sıfır atık, Şanlıurfa

*Kimyager, Mehmet Akif İnan Eğitim ve Araştırma Hastanesi,
mehmetoncel0702@hotmail.com

** Araştırma Görevlisi Doktor, Harran Üniversitesi, benanyazici@harran.edu.tr

*** Çevre Sağlığı Teknikeri, Mehmet Akif İnan Eğitim ve Araştırma Hastanesi,
hatice.celik4@saglik.gov.tr

**** Prof. Dr., Harran Üniversitesi, mirfan@harran.edu.tr



Giriş

Hastanelerin faaliyetleri sonucu oluşan tehlikeli ve tıbbi atıklar insan ve çevre sağlığı için en önemli tehdit unsurlarının başında yer almaktadır. Oluşan bu atıklar; tıbbi atıklar, enfeksiyöz atıklar ve evsel atıklar olmak üzere sınıflandırılabilir. Eğer hastanelerde bu atıklar ayrı olarak toplanmıyorsa, o zaman tüm karışık hastane atıkları enfeksiyöz atık olarak kabul edilmektedir. Evsel atık türüne dahil olan ve hastanedeki faaliyetlerden kaynaklanan tüm atıkların Atık Yönetimi Yönetmeliği (2015) ve Tıbbi Atıkların Kontrolü Yönetmeliği (2017)'ye göre yönetilmesi gerekmektedir. Bu yönetmelikler kapsamında hastanelerin atık yönetimini bir sonraki süreçte ayırma ve ayrıştırma yoluyla gerçekleştirmesi gerektiği belirtilmektedir. Ülkemizde Atık Beyan Sistemine (TABS), 2021 yılında ülke genelinde 17935 adet tesis tarafından tıbbi atık beyan formu doldurulmuş olup, 2021 yılı için Türkiye genelinde tıbbi atık miktarı toplamı 135869 ton olarak belirlenmiştir. 135869 ton tıbbi atığın sterilizasyon ve yakma yöntemleri ile de bertarafı sağlanmıştır. Türkiye genelinde 2021 yılına ait toplam tıbbi atık miktarının 2017'ye göre %37 oranında artış gösterdiği görülmüştür (Türkiye İstatistik Kurumu, 2021).

Mehmet Akif İnan Eğitim ve Araştırma Hastanesi Şanlıurfa'nın en büyük ikinci devlet hastanesidir ve faaliyetlerinde önemli miktarda tıbbi ve evsel katı atık üretmektedir. Üç ayrı hizmet binasına sahip olan bu hastane, 650 yatak kapasitesiyle hem ayakta hem de yatarak tedavi hizmeti vermektedir. 2021 yılı itibarıyla günlük ortalama 3500-7500 civarında poliklinik hastası hizmet almaktadır. Hastanenin amacı, kurumsal olarak çevre sağlığını önemseyen, atıklarını azaltan çevreye duyarlı bir hastane olmaktır. Bu doğrultuda, atıkların kaynağında ayrıştırılması için düzenli eğitimler verilmesi, atıklar için uygun ve yeterli biriktirme alanları oluşturulması gibi hedeflere sahiptir. Ayrıca, tüm faaliyetleri kapsamında, geri dönüştürülebilir atıkları değerlendirme, sınırlı olan doğal kaynak kullanımlarını azaltma, çevreye zararlı atıklardan dolayı oluşacak kirliliği önleme, canlıların hayatını olumsuz etkilememek için gerekli tedbirleri alma konusunda önemli girişimleri vardır. Son olarak sıfır atık projelerini aktif olarak sürdürerek bölgedeki diğer hastanelere örnek teşkil etmektedir.

Atık bileşimine ilişkin doğru ve güvenilir veriler, hem atık yönetiminin planlanması ve çevresel değerlendirmesi hem de toplumda kaynak geri kazanımının iyileştirilmesi için gereklidir. Bir atık sistemi geliştirmek ve teknolojiyi iyileştirmek için atık malzemenin özellikleri hakkında ayrıntılı veriler gerekmektedir (Edjabou ve diğerleri, 2016). Atık yönetim sistemlerine ilişkin literatür taramasından elde edilen bulgular, geleneksel atık yönetim sisteminin atık üretimi, toplanması, arıtılması ve bertarafından oluştuğunu göstermektedir (Zaman, 2014).

Sıfır atık, çöp sahasına girecek atıkları azaltmak için bir alternatiftir. Kullanılmış malzemelerin yeniden kullanılarak, geri dönüştürülerek ve malların kullanımını azaltarak yapılabilmektedir (Song ve diğerleri, 2015). 'Sıfır atık ürün' tasarımı, atılan sıfır atık ürünün kolayca yeniden kullanılabilmesini ve ürün ömrünün uzatılması için tamir edilebilmesini

sağlamaktadır. Sıfır atık ürün, yaşam döngüsü boyunca herhangi bir atık üretmeyen beşikten beşiğe tasarlanmış bir üründür. Ayrıca kullanım ömrünün sona ermesinden sonra bile yeniden kullanılabilir, onarılabilir veya ikincil bir ürün üretmek için yeniden işlenebildiği için geleneksel ürün yaşam döngüsündeki 'atık aşamasını' ortadan kaldırmaktadır (Zaman, 2014). 3R (azalt, yeniden kullan ve geri dönüştür) konsepti olarak da bilinen bu konsept, sıfır atık ürünün kullanım ömrünü uzatmaktadır. Daha önce Hindistan'da yapılan bir anket çalışmasında, hastanede 3R uygulamasının uygunluğuna ilişkin personel ve doktorların görüşleri alınmıştır. Doktorların yaklaşık %77,6'sı kısmen de olsa 3R'nin mümkün olduğunu düşünmektedir. Bu arada, hastane personelinin %69,9'u 3R konseptinin mümkün olduğunu belirtmiştir (Desu ve diğerleri, 2020). Sıfır atık arayışı ve sürdürülebilir atık yönetiminin sağlanması, üretim verimliliğinde ve atık bilincinde kademeli bir iyileşme süreci ile gerçekleştirilebilmektedir. Ancak, etkin atık yönetimi sürecine ilişkin temel sorumluluk, her bir sorumlu kuruluşun üst yönetim kademesi tarafından üstlenilmelidir. Bu nedenle, uygun olmayan atık yönetim sisteminin neden olabileceği tehlikeli olaylardan kaçınmak ve çalışan personelinin güvenli olmayan bir çalışma ortamından korumak için sağlık hizmeti atıklarının yönetimine ilişkin olumlu bir tutum sergilemelidir. Buna ek olarak, politikalar, kılavuzlar, prosedürler ve uygulama kuralları, herhangi bir sağlık hizmetleri atık yönetim sisteminin temel bileşenleridir.

Hastanelerin büyümesiyle birlikte üretilen atık miktarı artmaktadır. Bu nedenle sıfır atık hastanelerde evsel atıkların azaltılmasında bir alternatif olabilmektedir. Yapılan bazı çalışmalar atık yönetiminin teknik yönlerinin analizi için atık kompozisyonunu kullanmıştır (Pradipta, 2015). Diğer bir çalışma sadece evsel atıkların değil; karışık atıkların kompozisyonunu da karşılaştırmıştır (Ali ve diğerleri, 2017). Başka bir çalışma ise hastane personeline verilen bir anketten görülen 3R potansiyelini ortaya koymuştur (Edra ve diğerleri, 2020).

Sağlık kurumlarında atıkların ayrıştırılması, tıbbi atıkların kontrolü ve zararsız hale getirilmesi için etkili bir atık yönetiminin planlanması kaçınılmazdır. Tıbbi atıklara maruz kalan tüm bireyler potansiyel olarak risk altındadır. Risk altındaki bu bireylere, tıbbi atık üreten sağlık kuruluşlarının içinde veya dışında çalışan hem bu atıkları taşıyan hem de dikkatsiz yönetim sonucu bu atıklara maruz kalanlar dahildir. Bu çalışmanın amacı, Mehmet Akif İnan Eğitim ve Araştırma Hastanesinde oluşan atıkların üretimi ve yönetimi için etkin ve sürdürülebilir bir sistem tanımlanması ile atıkların ekonomik maliyet analizinin yapılmasıdır.

1. Metodoloji

Hastanelerdeki faaliyetlerden kaynaklanan atık oluşumunu ölçen herhangi bir özel yöntem bulunmamaktadır. Genellikle atık kaynağı mutfak ve mutfak dışı kaynaklar olarak ayrılarak işlem yapılmaktadır. Mevcut hastanedeki toplam günlük atık oranını ve atığın özelliklerini belirlemek amacıyla, hastanenin her birimine ait 2021 yılına ait veriler

toplanmıştır. Denklem 1'de yatak başına ağırlığın hesaplanmasına yönelik adımlar açıklanmaktadır (Altın ve diğerleri, 2003):

$$A_g = (A_{ta} + A_m) / G_h \quad (1)$$

Burada;

A_g - günlük atık oranı (kg /yatak/gün-birim)

A_{ta} - toplam tıbbi atık (kg/gün-birim)

A_m - toplam mutfak atığı (kg/gün-birim)

G_h - geceleyen hasta sayısı

Atığın fiziksel bileşimi plastik, kâğıt, gıda artıkları, metaller ve diğerlerinden oluşmaktadır. Bileşimine göre ayrıştırılacak olan atıklar, daha önce tıbbi ve tehlikeli atıklardan ayrıştırılmış olan evsel atıkları kapsamaktadır. Hastanede üretilen evsel atık bileşimi Denklem 2 kullanılarak hesaplanmaktadır (Altın ve diğerleri, 2003):

$$Bileşim = \frac{\text{atık türü başına ağırlık (kg)}}{\text{tüm numunenin toplam ağırlığı (kg)}} \times \%100 \quad (2)$$

Sıfır atık ilkesi, geri dönüşüm faaliyetlerine dayalı bir atık yönetimi konseptidir. Sıfır atık olabilecek potansiyel evsel katı atığı belirlemek için öncelikle tüm yatakların tamamen dolu olduğu varsayılan pik koşullarda potansiyel atık üretimi hesaplanmaktadır. Oluşan atıklardan sıfır atık potansiyeli, bileşimi ve özellikleri ölçülen atık türlerinin azaltım ve geri dönüşüm potansiyeli incelenerek görülebilmektedir.

2. Bulgular ve Tartışma

Sıfır atık uygulama potansiyeli, hastanenin atık yoğunluğu ve atık bileşimine bakılarak öngörülebilmektedir. Mehmet Akif İnan Eğitim ve Araştırma Hastanesi üç ayrı hizmet binasında faaliyet göstermektedir ve 2021 yılına ait yatak kapasitesi 650 olarak kaydedilmiştir. Bu yıla ait ortalama günlük ziyaretçi sayısı 7525, personel sayısı ise 2773 kişidir. Bu hastanenin atık yönetimine göre ambalaj atıkları (plastik ve kâğıt), evsel atıklar ve enfekte atık/enfekte olmayan tıbbi atıklar (özel yönetim gerektiren tehlikeli madde atıkları da dahil olmak üzere) olarak sınıflandırılmıştır.

Hastane atıklarının oluşum oranı, hastane atıklarının bertaraf sisteminin değerlendirilmesi ve tasarlanması için temel bilgidir. Plastik ve kâğıt toplam atık miktarları 22,76 ton/yıl, tehlikeli atık miktarı 16,55 ton/yıl, farmasötik ve tıbbi ve enfekte atıklar 441,73 ton/yıl olarak elde edilmiştir. Hastanenin günlük kişi başı enfekte atık üretim miktarı Denklem 1 kullanılarak maksimum 2,42 kg/yatak/gün olarak bulunmuştur. Ayrıca 2021 yılına ait plastik ve kâğıt atıklar için toplam geri dönüşüm miktarı 22,5 ton/yıl olmuştur. Bu hastanenin atık

üretim oranı, literatürde verilen hastanelerin atık üretim oranları ile karşılaştırıldığında, oranın düşük olduğu görülmektedir. Hastanelerin atık üretim oranlarının Amerika Birleşik Devletleri'nde 7-10 kg/yatak/gün, Tayvan'da ise 2,5-4 kg/yatak/gün arasında olduğu tahmin edilmektedir (Chartier, 2014; Edjabou ve diğerleri, 2016). Bu sonuçlar da gelişmiş ülkelerdeki atık üretim oranlarının gelişmekte olan ülkelere göre daha yüksek olduğunu göstermektedir. Bu hastaneler birbirine yakın konumlandığından, ortak bir bertaraf yönteminin tercih edilebileceği düşünülmektedir. Bu nedenle, bertaraf seçimi ve tasarımında en önemli bilgi olan atığın fiziksel özellikleri ve miktarları Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1: Oluşan atıkların fiziksel özellikleri ve miktarları

Atık Türü	Miktarı (ton)
Plastik	6,33
Kâğıt	16,43
Toplam	22,76

Bir hastanedeki tüm atık türlerinin bileşimi ve oluşumu kontrol edildiğinde, atık türünün her odada veya faaliyette bir hastaya konulan teşhisin türüne bağlı olacağı da görülmektedir. Bu çalışmada ambalaj ve geri dönüşüm atıklarının fiziksel bileşimi plastikler ve kâğıtlar olmak üzere gruplandırılmıştır. İran'ın Amol şehrindeki bir hastanede yapılan çalışmada, plastik (%30,2) oranı en yüksek atık türüdür ve sadece %17,8'i organik atıktır (Rabeie ve diğerleri, 2012). Türkiye'de Sivas şehrindeki hastanede organik atık (%17,1) ve en büyük plastik (%41) (Altın ve diğerleri, 2003), Kuveyt'teki bir hastanede gıda atığı ve kâğıt/karton oranları sırasıyla %26 ve %31 olarak verilmiştir. Hastanede plastik ve tehlikeli atıkların yanı sıra tıbbi atıkların da baskın olduğu görülmüştür (Alhumoud ve Alhumoud, 2007).

Çalışmada yer alan hastanenin atık yönetimine göre 2021 yılına ait tıbbi atık bertaraf bedeli 3,05 TL/kg, kâğıt geri dönüşüm bedeli 0,25 TL/kg, plastik geri dönüşüm bedeli 1,8 TL/kg, patolojik atık bertaraf bedeli ise 10 TL/kg olarak belirtilmiştir. Atık yönetimi açısından Mehmet Akif İnan Eğitim ve Araştırma Hastanesi, atıklar bertaraf edilmeden ve çöp toplama merkezine götürülmeden önce çeşitli atık minimizasyon çalışmaları uygulamaya başlamıştır. Ofis alanında yürütülen atık azaltma çabaları, ofiste kâğıt mendil kullanımının sınırlandırılması, kâğıtların yeniden kullanılması, yeniden kullanılabilir yiyecek ve içecek kaplarının yeniden kullanılması ve gıda atıklarının ayrıştırılmasına yönelik bir politika da dahil olmak üzere çalışanlara yönelik politikaların varlığıyla gösterilmektedir. Sıfır atık konseptinin başarısı ya da başarısızlığı, atıkların ayrıştırılması ve azaltılması gibi teknik unsurlarla desteklenmesinin yanı sıra, mevcut potansiyelin çalışanlar, hastalar ve

misafirler gibi hastane ile bağlantılı herkesin kişisel kuralları ve kültürü ile desteklenmesi gerekmektedir.

Sıfır atık yönetim sistemi, güvenilir bir performans ölçüm mekanizması ile etkili bir uygulama stratejisi gerektirmektedir (URL-1). Sürdürülebilir tüketim yoluyla istenmeyen ve aşırı atık oluşumunun önüne geçmek ve atık oluşumunu engellemek mümkündür. Sürdürülebilir tüketime ek olarak, atık oluşumunu ortadan kaldırmak için mevcut verimsiz üretim sistemlerinin sistematik bir dönüşümü de gereklidir (Zaman, 2015). Gelecekteki kapasite için sıfır atığa dayalı bir atık yönetim sisteminin seçilmesi ve tasarlanmasında göz önünde bulundurulması gereken bir diğer husustur. Hasta sayısının artması ve sağlık teknolojisinin ilerlemesiyle birlikte atık miktarının da artacağı bilinen bir gerçektir. Hastane atıklarının ayrı toplanması sadece evsel ve tıbbi atıkları değil, plastik ve kâğıt atıkları da kapsamaktadır. Yatırım ve nihai işleme operasyonel maliyetlerini azaltacaktır.

Tablo 2: Potansiyel sıfır atık kompozisyonu

Atık türü	Azaltma	Yeniden kullanım	Geri dönüşüm
Plastik	X		X
Kâğıt	X	X	X

Atıkların bileşimi, 3R'nin (azalt, yeniden kullan ve geri dönüştür) gerçekleştirilme potansiyeline göre analiz edilmiştir. Tablo 2, tüm atık türlerinin azaltılma potansiyeline sahip olduğu analizin sonuçlarını göstermektedir. Atıkların azaltılması, failler için fayda sağlayacaktır, çünkü kullanılan malzemelerin azaltılması veya değiştirilmesi hem malların sağlanması hem de atık yönetimi için ortaya çıkan maliyetler azaltabilmekte ve kullanılmayan atıkların artık ve diğer kategorize edilmemiş atıklara dönüşme riskini azaltabilmektedir.

Azaltılma potansiyeli olan atıklardan biri de mutfak artıklarının yanı sıra ziyaretçiler/ çalışanlar tarafından atılan yiyecek artıklarından kaynaklanan organik atıklardır. Alınabilecek önlemler arasında porsiyon boyutlarını değiştirmeye çalışmak, yiyecek seçimi seçenekleri sunmak veya hastaya uygun yiyecek türü ve porsiyonu için bir beslenme uzmanından yardım almak ve yemek dağıtım sisteminde değişiklikler yapmak yer almaktadır. Hastaların seçici bir menü ve daha geniş bir seçenekle diyetlerini seçme kabiliyetlerinin artırılması da atık oluşumunu azaltmada başarılı görünmektedir. Benzer şekilde, hastaların yemeklerini servis sırasında seçtiği toplu yemek servisi (veya büfe) sistemlerinin, hastane faaliyetleri için uygulanması biraz zor olsa da artık yemek israfını azalttığı sürekli olarak gösterilmiştir (Williams and Walton, 2011).



Atık bileşimine dayalı hastane, yüksek ila çok yüksek önceliğe sahiptir ve mevcut kaynaklardan geri kazanım çabalarını en üst düzeye çıkarmak için atık yönetim sistemindeki çeşitli atık bileşimlerine bakılarak önemlidir. Kaynaktan başlayarak ayrıştırma evsel atıkların işlenmesini kolaylaştırabilmektedir. Bu nedenle atık türüne göre ayrı kutular sağlayarak ayrı bir atık bertaraf sistemi uygulanması tavsiye edilmektedir. Ayrıştırılan atıklar daha sonra her bir atık türünün özelliklerine göre işlenebilmektedir. Plastik, kâğıt ve karton atıklar, hastane tarafından bağımsız olarak ya da işlenmek üzere üçüncü taraflarla iş birliği yapılarak geri dönüşüm için ayrılabilir. Pirinç gibi gıda artıkları şeklindeki organik atıklar hayvan yemi olarak kullanılmak üzere ayrıştırılabilmektedir.

Sıfır atık konseptinde, üretilen atığın varlığı değerlendirilebilmektedir. Örneğin kompost haline gelebilen gıda atıkları daha sonra kimyasal gübrelerle daha dengeli bir besin içeriğine sahip organik gübre olarak kullanılabilir. Gıda atıkları metan gazı üretimi için yüksek bir potansiyele sahiptir ve sindirim süreci için hammadde olarak kullanılabilir şekilde hızla parçalanmaktadır (Dearman ve Bentham, 2007). Mutfak dışı faaliyetlerden kaynaklanan inorganik atıklar için daha çevre dostu ürünler tedarik edilebilir veya mümkün olduğunca uzun vadede çevre dostu olacak şekilde kullanılabilir. Sıfır atığın avantajlarından biri de tedarik maliyetlerinin azalmasıdır ve hastane için katma değer sağlayacaktır.

Sonuç ve Öneriler

Hastane atıklarının bileşiminin anlaşılması, sıfır atık konseptinin bir uygulaması olarak azaltılma ve geri dönüştürülme potansiyeline sahip atık türlerinin belirlenmesinde esastır. Atıkların bileşimi plastik ve kâğıt şeklindedir. Bu bileşimle, atık oluşumunu azaltarak ve atık bileşiminin geri dönüşümünü sağlayarak hastanenin kalitesini korumaya ve iyileştirmeye yönelik bir yönetim stratejisi geliştirilebilir.

Hastanelerde sıfır atık yönetim sistemi, idari, mali ve teknik açıdan verimlilik, sürdürülebilirlik ve tüm personelin katılımı ilkelerine dayanmaktadır. Bu bağlamda, Mehmet Akif İnan Eğitim ve Araştırma Hastanesi'nde israfı en aza indirmek için sıfır atık yaklaşımı benimsenerek çeşitli çalışmalar yürütülmektedir. Bunun yanı sıra hastanenin sıfır atık potansiyelini arttırmak, sıfır atık yönetim sistemini geliştirmek, yaygınlaştırmak, etkin bir şekilde uygulanmasını sağlamak, bilinç ve farkındalık oluşturularak çevreye duyarlı tutum, davranış ve faaliyetleri teşvik etmek için personel düzeyinde eğitim programlarının düzenlenmesi gereklidir. Başta poliklinikler olmak üzere hastanenin tüm birimlerinde ihtiyaç ölçüsünde tıbbi sarf malzemelerin kullanımı sağlanmalıdır. Ayrılmış atık ile sıfır atık uygulaması daha sonra her atık türünün özelliklerine göre işlenmelidir. Plastik, kâğıt ve karton atıklar geri dönüşüm için ayrılmalıdır. Bu çalışmayla, Mehmet Akif İnan Eğitim ve Araştırma Hastanesi örnek alınarak kentteki diğer sağlık kuruluşları için genel bir sıfır atık projeksiyonu yapılabileceği önerilmiştir.

Kaynaklar

- Alhumoud, J. M., Alhumoud, H. M. (2007). *An analysis of trends related to hospital solid wastes management in Kuwait*. Management of Environmental Quality: An International Journal.
- Ali, M., Wang, W., Chaudhry, N., Geng, Y. (2017). *Hospital waste management in developing countries: A mini review*. Waste Management & Research, 35:6, 581–592.
- Altin, S., Altin, A., Elevli, B., Cerit, O. (2003). *Determination of hospital waste composition and disposal methods: a case study*. Polish Journal of Environmental Studies, 12:2, 251–255.
- Atık Yönetimi Yönetmeliği (2015). T.C. Resmî Gazete, 29314, 02 Nisan 2015, Erişim adresi: <https://www.resmigazete.gov.tr/>
- Chartier, Y. (2014). *Safe management of wastes from health-care activities*. World Health Organization.
- Dearman, B., Bentham, R. (2007). *Anaerobic digestion of food waste: Comparing leachate exchange rates in sequential batch systems digesting food waste and biosolids*. Waste management, 27:12, 1792–1799.
- Desu, R. M., Saginela, S. K., Ram, G. (2020). *Facilitating Sustainable Waste Management Strategies Within the Hospital—An Explorative Study*, in Solid Waste Policies and Strategies: Issues, Challenges and Case Studies: Springer, 57–72.
- Edjabou, M. E., Petersen, C., Scheutz, C., Astrup, T. F. (2016). *Food waste from Danish households: Generation and composition*, Waste Management, 52, 256–68.
- Edra, B., Magalhães, B., Silva, M., do Céu Costa, M. (2020). *Health professionals' knowledge of hospital waste sorting and storage*. Journal Biomedical and Biopharmaceutical Research, 17(2), 153–174.
- Pradipta, A. R., (2015). *Analisis Aspek Teknis Operasional Pengelolaan Sampah di RSUD Ade Moehammad Djoen Kota Sintang*. Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah, 3:1.
- Rabeie, O. L., Miranzadeh, M. B., Fallah, S. H., Dehqan, S., Moulana, Z., Amouei, A., Mohammadi, A. A., Asgharnia, H. A., Babaie, M. (2012). *Determination of hospital waste composition and management in Amol city, Iran*. Health Scope, 1:3, 127–131.
- Song, Q., Li, J., Zeng X. (2015). *Minimizing the increasing solid waste through zero waste strategy*, Journal of Cleaner Production, 04, 199–210.
- Tıbbi Atıkların Kontrolü Yönetmeliği (2017). T.C. Resmî Gazete, 29959, 25 Ocak 2017, Erişim adresi: <https://www.resmigazete.gov.tr/>
- Türkiye İstatistik Kurumu (2021), Erişim adresi: <https://www.tuik.gov.tr/>
- URL-1 (2023). Erişim adresi: <https://sifiratik.gov.tr/>
- Williams, P., Walton, K. (2011). *Plate waste in hospitals and strategies for change*, e-SPEN, the European e-Journal of Clinical Nutrition and Metabolism, 6:6, e235–e241.
- Zaman, A. U. (2015). *A comprehensive review of the development of zero waste management: lessons learned and guidelines*, Journal of Cleaner Production, 91, 12–25.
- Zaman, A. U. (2014). *Identification of key assessment indicators of the zero waste management systems*. Ecological Indicators, 36, 682–693.



SAĞLIK KURULUŞU PERSONELİNDE TIBBİ ATIK BİLİNCİ

Şükriye Ceren ÖÇAL DIRİCAN*

Sinem SİPAHİOĞLU KARA**

ÖZET

Ülkemizde atık yönetimi konusunda toplumun her kesimi için farkındalık oluşturmak adına "sıfır atık" ile ilgili birçok proje yapılmaktadır. Bu alandaki çalışmalardan biri de sağlık sektöründedir. Hızlı artan nüfus ve yanlış şehirleşme sebebiyle özellikle sağlık alanında günümüzde atık yönetimi dikkat çekmektedir. Sağlık alanında verilen hizmetler sonucu tehlike ya da tehlikeli olmayan grupta sınıflandırılabilir birçok tıbbi atık açığa çıkmaktadır. Elde edilen tıbbi atıkların doğru bir şekilde sağlık kuruluşlarından toplanması, götürülmesi ve bertaraf edilmesi için çeşitli yönetmelikler mevcuttur. Gelişen Dünya'da bu yönetmelikler sürekli yenilenmekte ve daha iyi bir tıbbi atık yönetimi yapısı oluşturulması hedeflenmektedir. Bu çalışmada farklı kurumlarda görev yapan sağlık personeli ile görüşülmüş olup tıbbi atıklar hakkında ne kadar bilgi sahibi oldukları, yönetmeliklere ne kadar hakim oldukları, tıbbi atıkla ilgili farkındalıklarının ne düzeyde olduğunun belirlenmesi ve tıbbi atık bertarafı bilinci ele alınmıştır.

Anahtar Kelimeler: Tıbbi atık, Atık bertarafı, Sağlık kuruluşları

*Öğretim Görevlisi, Beykent Üniversitesi, cerenocal@beykent.edu.tr

**Dr. Öğr. Üyesi, Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, sinem.sipahioglu@bilecik.edu.tr



Giriş

Sağlık kurumları birçok iş yapısını beraberinde barındıran karmaşık sistemlerdir. Sağlık kurumlarında özellikle hastaneler dışında hiçbir iş yerinde elektronik cihazlar ve bunların kullanılması, kimyasal malzemelerle işlemler, radyoaktif maddelerin kullanılması, enfeksiyon riski taşıyan biyolojik materyaller ve kesici delici aletler bir arada görülmemektedir. (Parlar, 2008)

Ayrıca hastaneler, yaş, cinsiyet, etnik köken, din vb herhangi bir ayırım yapmaksızın toplumun her kesiminden insanların hizmet aldığı kurumlardır. Bu nedenle hastaneler normalin üzerinde hasta ve personelin bulunduğu ortamlardan oluşmaktadır. Bu kalabalık, atık üretmekte ve üretilen atıkların miktarı bilimsel ve teknik gelişmeler nedeniyle sürekli artmaktadır. Üretilen atıklar, hem çalışanlar, hem hastalar, hem de çevre için büyük risk oluşturmaktadır. (Akbolat ve diğerleri, 2011, s:132)

Türk Dil Kurumu Güncel Türkçe Sözlüğüne göre; hastane, ev, fabrika vb. yerlerde kullanılmış, artık işlenemez veya çevre için zarar oluşturan her türlü madde olarak tanımlanan; evsel, ticari veya endüstriyel alanlardan oluşan; madencilik, tarımsal işlemler ve su arıtım ünitelerinin de dahil olduğu proseslerden kaynaklanan yarı-katı çamurları da içeren, hem ayrışabilen hem de ayrışma özelliği olmayan maddelere atık denilmektedir. Dünya Sağlık Örgütü'nün tıbbi atık tanımına göre "sağlık, araştırma kuruluşları ve laboratuvarlar tarafından oluşturulan tüm atıklar ile evde yapılan tıbbi bakım esnasında üretilen atıklar gibi küçük veya dağınık durumda bulunan kaynaklardan çıkan atıklar" tıbbi atıklar olarak tanımlanmaktadır. (Erdoğan, 2018)

Atıkların sınıflandırmasına bakıldığında üç gruba ayrıldıkları görülmektedir. Bunlar; sıvı atıklar, katı atıklar ve gaz atıklardır. Sıvı atıklara kanalizasyon suları, evsel atık yağlar, sanayi atık yağ ve suları, atık petrol türevi yağlar ve civa atıkları örnek gösterilir. Gaz atıklara örnek olarak ise sanayi tesislerinden çıkan gazlar, fosil yakıt kaynaklı gazlar, egzoz gazları, metan gazı ve spreyler verilebilir. Katı atıklara bakıldığında ise dört alt gruba ayrıldığı görülmektedir. Bunlar evsel (basit) atıklar, inşaat atıkları, endüstriyel ve tehlikeli atıklar ve tıbbi atıklardır. Evsel (basit) atıklar yiyecek atıkları, tekstil atıkları, idari atıklar, Pazar atıkları zirai ve hayvansal ürün atıklarıdır. İnşaat atıkları yıkıntı atıkları, beton ve molozlar, harfiyat atıkları, kül ve cüruf atıkları, inşaat ve arıtma çamurlarıdır. Endüstriyel ve tehlikeli atıklara pil, batarya, akü, elektrikli aletler, makine ve metal atıkları, lastik, plastik, ambalaj atıkları, radyoaktif atıklar örnek verilebilir. Son olarak tıbbi atıklara ise bulaşıcı atıkları, patolojik (ameliyat) atıklarını ve ilaç atıklarını sayabiliriz. (Atıklar nasıl sınıflandırılır?, 2017)

Tıbbi atıklar, hastaneler, laboratuvarlar gibi bütün sağlık kuruluşlarında meydana gelmektedir. Tıbbi atıklarla temas halinde olan herhangi bir kişide enfeksiyona neden olabilmektedir. Bu bütününü insan veya hayvan dokusu, kan veya diğer vücut sıvıları, dışkılar, ilaçlar, farmasötik ürünler, sargılar, şiringalar veya diğer keskin aletlerden oluşabilir. Güvenli hale getirilmediği takdirde de en ufak bir temas halinde de kişi için tehlikeli



olabilecek atıklardır. (Gary, 2016) Bu sebeptendir ki tıbbi atık, olası zararlı mikroorganizmaları barındırabileceği gibi sağlık kuruluşlarından sağlık çalışanlarına, hastalara ve hatta genel olarak topluma enfeksiyon bulaşma riski taşıdığından dolayı en büyük çevresel sorun olarak kabul edilir. (Akkajit ve diğerleri, 2020)

Biyomedikal atık, tıbbi laboratuvarlar, sağlık kuruluşları ve araştırma tesisleri tarafından insanların teşhisi, tedavisi veya bağışıklığının tekrar kazanılması sırasında üretilen tüm atıkları içermektedir. Hatta insan sağlığı için diğer atıklardan daha büyük risk oluşturan ilgili araştırma faaliyetlerinde üretilen atıkları da içermektedir. (Pruss ve diğerleri, 1999) Biyomedikal atıklar, klinik laboratuvarları tarafından büyük miktarlarda meydana gelmektedir. Tıbbi laboratuvarlar, tıbbi hizmetlere ve teknolojiye olan artan talebin bir sonucu olarak, özel paketlenme, taşıma ve arıtma yöntemleri gerektiren önemli miktarlarda tehlikeli atık üretmektedir. (Yazie ve diğerleri, 2019) Laboratuvarlar daha yüksek hacimde kimyasal atıklar, klinik camlar, kültür plakları, stok kültürler, çok büyük miktarlarda bulaşıcı atıklar ve bazı radyoaktif atıklar üretir. (Hooshmand ve diğerleri, 2020) Bu tehlikeli biyomedikal atıkların uygunsuz yönetimi, sağlık tesislerindeki personelin, hastaların, atık toplayıcıların ve genel olarak halkın enfeksiyon patojenlerine maruz kalmasına neden olur. (Endris ve diğerleri, 2022) Enfeksiyöz sağlık hizmeti atıkları, kan yoluyla bulaşan 30'dan fazla tehlikeli patojeni bulaştırabilir, ancak önemli bulunan patojenler hepatit B, hepatit C ve İnsan immün yetmezlik virüsüdür (HIV). Enfeksiyöz biyomedikal atıkların yönetimi yönetimlerin keyfi kararlarına bırakılmamalı, zorunlu olmalıdır. (Kumari ve diğerleri 2013) Bu nedenle, hayati adımları ile uygun tıbbi atık yönetimi; halk sağlığı, ekonomi, mühendislik, koruma, estetik ve diğer çevresel hususların en iyi ilkelerini takip edecek şekilde üretim, ayırma, toplama, depolama, taşıma, arıtma ve bertaraf işlemlerinin kontrolü çok önemlidir. (Biswas ve Das, 2016)

Dünya Sağlık Örgütü'nün (WHO) web sitesinde yer alan bilgilere göre, tıbbi atıklar, küresel bir sağlık sorununun görünür pencerelerinden biridir. Hastaneler, sağlık kuruluşları, klinik laboratuvarlar, araştırma merkezleri, adli tıp otopsi merkezleri, kan bankaları tıbbi atık üretmektedir. Bu atığın yaklaşık %85'i genel, doğası gereği tehlikesiz olarak sınıflandırılırken, yaklaşık %15'i bulaşıcı, toksik veya radyoaktif olabilir. Olasılığı yüksek risklerin çeşitli oldukları görülmektedir. Enfekte olmuş kan, doku ya da vücut parçaları gibi enfeksiyöz ajan taşıyabilecek, enfeksiyonları diğer hastalara, sağlık çalışanlarına ve topluma yayabilir. Özellikle sorunlu olan bu, hastanelerdeki ilaca dirençli patojenleri içerebilir. Keskin nesnelere, özellikle düşük gelirli ülkelerde yaygın bir uygulama olan atık bertaraf alanlarında çöp toplayan insanlar için yaralanmalara neden olabilir. Enjeksiyon yapılan şırıngalar güvenli bir şekilde atılmamaktadır. Özellikle iğne kısmının kapağı kapatılmamaktadır. Bu da birleşik yaralanma ve enfeksiyon riskine yol açmaktadır. Yetersiz yakma, dioksinler, furanlar ve zehirli metaller dahil olmak üzere kirleticilerin havaya ve toprağa salınmasına neden olabilir. Sitotoksik atıklara baktığımızda mutajenik, teratojenik ya da kanserojen etkilere içerdikleri görülmektedir. Radyoaktif atıklara baktığımızda kısa ve uzun vadeli sağlık problemlerine neden olabildikleri açıkça görülmektedir. (Borowy, 2020)



Sağlık hizmetlerine baktığımızda bu yapının teşviki, geliştirilmesi, olan ve ilerde olabilecek bütün hastalıkların önlenmesi ve tedavisiyle kişilerin hayat sürelerini uzatmakta ve zenginleştirmektedir. Bu önemli amaçların yanında sağlık hizmetleri hizmetlerini ve yapılan ve çıkan yapılara bakıldığında bu süreçte önemli miktarda tıbbi atık ürettiği görülmektedir. (Lee ve Lee, 2022) Dünya Sağlık Örgütü "Sağlık faaliyetlerinden kaynaklanan atıkların güvenli yönetimi" raporunda tıbbi atık yönetimi için yönergeler oluşturmuştur. Bu yönergelerde dünya sağlık örgütü (DSÖ), sağlık hizmeti atığını "sağlık tesisleri, tıbbi laboratuvarlar ve biyomedikal araştırma tesisleri tarafından üretilen tüm atıkların yanı sıra küçük veya dağınık kaynaklardan gelen atıklar" olarak tanımlamıştır. ICRC, "tıbbi atık, sağlık veya teşhis faaliyetlerinde üretilen tüm atıkları kapsar" diye ekleme yapmıştır. Güney Kore "Atık Kontrol Yasası"nın 2. maddesinin 5. fıkrasında tıbbi atıklar, "kamu sağlığı ve tıbbi kuruluşlardan, veteriner kliniklerinden, test ve muayene kuruluşlarından ve benzeri diğer kuruluşlardan boşaltılan atıklar, örneğin parçalar gibi atıklar ve insan vücuduna enfeksiyon veya başka bir şekilde zarar verebilecek ve halk sağlığı ve çevrenin korunması için özel olarak kontrol edilmesi gereken insan vücudu ve laboratuvar hayvanı kısımları" olarak tanımlanmaktadır. (Lee ve Lee, 2022) Tıbbi atık sınıflandırması yapıldığında iki ana grup görülmektedir. Bunlar tehlikeli veya tehlikesiz (genel) atıklardır. Tehlikeli tıbbi atıklar çeşitli hastalıklara ve çevresel problemlere neden olurken, tehlikesiz tıbbi atıklar ciddi bir problem oluşturmazlar. (WHO, 2018) Dünya sağlık örgütü tıbbi atıkları sekiz ana grupta kategorilendirmiştir. Bu gruplar; sitotoksik atık, kesici alet atığı bulaşıcı atık, kimyasal atık, farmasötik atık, radyoaktif atık, patolojik atık ve tehlikesiz atıklardır. Tıbbi atık tanımı ülkeler arasında değişiklik göstermelerine rağmen tanımların içeriklerinin benzer olduğu görülmektedir. (WHO, 2017)

Genel bir çerçeveden bakıldığında, tıbbi prosedürlerle ilgili klinik laboratuvarlar, sağlık kurumları, araştırma geliştirme merkezlerinden çıkan bütün atıklar sağlık atığı olarak belirlenmiştir. Sağlık kuruluşlarından çıkan katı atıklarının çoğunun evlerde üretilen atıklara benzer oldukları ve bu nedenle de tehlikesiz sağlık atığı olarak sınıflandırıldığı görülmektedir. Bu tehlikesiz sağlık atıkları o sağlık kuruluşlarının mutfak, kat hizmetleri ve idari işlevlerinden çıkan kısmını kapsamaktadır, Tehlikesiz atıkları dışında kalan %10-25'lik dilim, çevresel ve sağlık problemlerini belirleyen tehlikeli atıkları oluşturmaktadır. Covid-19 salgını sırasında sağlık hizmeti katı atıklarının bileşiminin, büyük miktarda plastik/mikro-plastik üretimi dışında normal koşullarda üretilene aşağı yukarı benzer olduğu gözlemlenmiştir. Bununla birlikte, pandemi, büyük ölçüde artan miktarda atık üretimine tanık olmuştur. (Singh ve diğerleri, 2020)

1.1. Tehlikeli Sağlık Atıkları

1.1.1. Kimyasal Atık

Kimyasallar sağlık tesislerinde her yerde bulunur. Kimyasalların ana tüketicileri olarak, bu tesislerin ürettiği kimyasal atıkların sağlık ve çevre üzerinde zararlı etkileri olabilir. Bu tür atıklar, sağlık faaliyetlerinden kaynaklanan atıkların yaklaşık %3'ünü oluşturmaktadır. (Ilyas ve diğerleri, 2020) Laboratuvar reaktifleri, film geliştirici reaktifler, son kullanma tarihi geçmiş/kullanılmamış dezenfektanlar, solventler ve ağır metal içeren atıklar (piller, kırık

termometreler, tansiyon ölçerler vb.) gibi kimyasal maddeler içeren atıklar, kimyasal sağlık hizmeti atığı olarak kabul edilir. Ciddi sağlık endişeleri nedeniyle, artan sayıda hastane en tehlikeli maddelerinden bazılarını daha güvenli alternatiflerle değiştirmiş ve dikkatli yönetim stratejileri benimsemiştir. Ancak, hem gelişmekte olan hem de gelişmiş ülkelerde hala bu zehirli kimyasalları kullanan ve kimyasal atık yönetim stratejileri zayıf olan çok sayıda tesis bulunmaktadır. (Das ve diğerleri, 2021)

1.1.2. Bulaşıcı Atık

Hastalık oluşumuna ve ilerlemesine neden olan enfektif patojenler içeren atık, enfeksiyöz sağlık hizmeti atığı olarak tanımlanır; kan ve vücut sıvıları, insan dışkı, laboratuvar kültürleri ve mikrobiyolojik ürünlerle kontamine olmuş materyalleri içermektedir. (Askarian ve diğerleri, 2010) Botlar, uzun kollu önlükler, ağır iş eldivenleri, maskeler, gözlükler ve yüz siperlikleri de bulaşıcı atık olarak kabul edilir ve bu malzemelerden üretilen atıklar, COVID-19 salgını sırasında önemli miktarda artmıştır. Bu nedenle, pandemi sırasında bu tür atıkları yönetmede muazzam bir zorluk var. (Rowan ve Laffey, 2021)

1.1.3. Patolojik Atık

Patolojik atık, tipik olarak hayvan veya insan vücudundan alınan cerrahi veya mikrobiyolojik numunelerden alınan herhangi bir doku, organ veya vücut parçasının daha küçük bir kısmı, parçası veya dilimidir. Bu tür atıklar, anormal veya hastalıklı dokuları teşhis etmek veya incelemek için bir laboratuvarında incelenen ve/veya incelenen dokulardan veya doku örneklerinden kaynaklanır. Özünde, bu tür atıklar bulaşıcı atıklara benzerdir. Özellikle salgın dönemlerinde de onu yönetmek için dikkatli bir şekilde ele alınması gerekir. Doku örneklerinde enfektif viral partiküllerin varlığı nedeniyle enfeksiyöz atıklara benzer şekilde enfeksiyonu yayabilir. (Das ve diğerleri, 2021)

1.1.4. Radyoaktif Atık

Radyoaktif atık, nükleer tıp, radyoterapi ve araştırma reaktifleri dahil olmak üzere sağlık tesislerinde kullanılan çeşitli nükleer teknolojilerin bir yan ürünüdür. Bu atık, radyoaktif maddeler, yani radyoterapi veya laboratuvar araştırmalarından elde edilen kullanılmayan sıvıları içerir. Açık radyonüklitlerle tedavi edilen veya test edilen hastalardan alınan radyoaktif kontamine cam eşyalar, paketler/emici kağıt, idrar ve dışkı da radyoaktif atık oluşturur. Radyoaktif elementlere maruz kalma, ciddi sağlık sorunlarına neden olabilir ve uygun şekilde yönetilmediği takdirde çevre için de risk oluşturur. (Das ve diğerleri, 2021)

1.1.5. Keskin Atık

Kesici alet atığı, başka bir sağlık hizmeti katı atığı türüdür; kullanılmış veya kullanılmamış hipodermik, intravenöz veya diğer iğneler, otomatik olarak devre dışı bırakılan şırıngalar, iğneli şırıngalar, infüzyon setleri, neşterler, pipetler, bıçaklar, bıçaklar ve kırık camlar dahil olmak üzere kullanılmış "kesici aletler"den oluşur. (Kalogiannidou ve diğerleri, 2018) SARS-CoV-2 gibi virüslerin farklı yüzeylerde belirli bir süre hayatta kalabildiği tespit edildiğinden, oluşan kesici ve delici sağlık hizmeti atıkları salgınlar sırasında ekstra dikkatle ele alınmalı ve



uygun şekilde yönetilmelidir. Atık işçilerine virüsle kontamine olmuş keskin aletler kolayca bulaşabilir ve bu da topluluk bulaşmasını artırabilir. (Das ve diğerleri, 2021)

1.1.6. İlaç Atıkları

Eczaneler, dağıtım merkezleri ve hastaneler gibi sağlık kuruluşlarındaki birçok faaliyet ve yerden ilaç atıkları üretilebilir. Kontaminasyona uğramış ve süresi dolmuş farmasötik ürünlerin hepsi farmasötik atık denmektedir. Terapi ve transdermal flasterler için kullanılmış biyolojik ürünler ve aşılar dahil kontamine ilaçlar da farmasötik atık olarak listelenir. COVID-19 salgını sırasında artan hastaneye yatış sayısı nedeniyle farmasötik atık miktarı önemli ölçüde artmıştır. Sağlık kuruluşlarından, eczanelerden atıkları toplayan görevliler, bu arıtma ünitelerinden atıkları toplarken farmasötik atıklarla kontamine olurlarsa kolayca enfekte olabildikleri görülmüştür. (Das ve diğerleri, 2021)

1.2. Tehlikeli Olmayan Tıbbi Atık

Tehlikeli olmayan tıbbi atık grubunda gıda ambalajları, gazeteler, kullanılmış plastik su şişeleri, ofis kağıtları, dergiler, gıda atıkları sayılmaktadır. Evsel atıkla tehlikeli olmayan tıbbi atık çoğu zaman karıştırılabilir ve sürdürülebilir atık yönetimi adına geri dönüştürülebilir bir durumdadır. (Askarian ve diğerleri, 2010)

1.3. Diğer Atık

Test kitleri ve farklı teşhis yöntemlerinden kaynaklanan atıklar başka bir ek sağlık hizmeti atığı türüdür. Özellikle salgınlar sırasında küresel bulaşma ve yaygınlık, uygun sosyal mesafe ve karantina önlemlerine yardımcı olmak için enfeksiyonların tespit edilmesini gerektirdiğinden önemli miktarlarda üretilmiştir. Enfeksiyöz ajanlarla karşılaşmış kişiyi saptamak için hızlı test kitleri kullanılmaktadır. Bu kitler sadece bir defa kullanıldığından dolayı mevcut atıklara ek atık da eklemiştir. (Das ve diğerleri, 2021)

Ülkemizde tıbbi atıklar konusunda ilk çalışmalar 09.08.1983 tarih ve 2872 sayılı Çerçeve Kanunu ve bu kanuna bağlı olarak çıkarılan 20.05.1993 tarih ve 21586 sayılı Tıbbi Atıkların Kontrolü Yönetmeliği ile başlamıştır. 18.08.2022 tarih ve 31927 sayı ile Resmi Gazete’de yayınlanan “Tıbbi Atıkların Kontrolü Yönetmeliği” (TAKY) ile bu alanda yapılacak uygulamalar yeniden düzenlenmiştir. Bu yönetmeliğin amacı bütün sağlık kuruluşlarından alınan atıkların halk sağlığına ve çevreye zarar vermeden farklı şekilde toplanması, geçici depolanması, geri kazanılması, taşınması ve nihai bertarafının sağlanmasına yönelik politika ve programların belirlenerek uygulanmasının sağlanmasıdır. (Akbolat ve arkadaşları, 2011)

İyi bir tıbbi atık yönetiminin amacı; tüm atıkların bertaraf edilmesi aşamasında ekonomi, insan ve çevreye etkisinin minimum seviyede tutulması sağlanmalıdır. Ülkemizde Tıbbi atıkların kontrolü yönetmeliğine göre tıbbi atıkların diğer atıklardan ayrı toplanması ve geçici depolanması sağlık kuruluşlarının, depolardan alınarak taşınması ve imha edilmesi belediyelerin, denetim ve yaptırım ise Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı'nın

sorumluluğundadır. Sağlık kurumlarında bu eğitimler daha çok başhemşireler, başhemşire yardımcıları, kalite birimleri veya hastane müdürleri tarafından organize edilmekte ve genellikle eğitim hemşireleri veya enfeksiyon kontrol hemşireleri tarafından verilmektedir. (Erdoğan, 2018)

2.Yöntem

2.1. Katılımcılar

Çalışmamızda Türkiye'nin çeşitli şehirlerindeki tıbbi laboratuvarlarda çalışan sağlık personelleriyle görüşülmüştür. Sağlık personellerine tıbbi atık ve tıbbi atıkların bertarafıyla ilgili 17 tane soru yöneltilmiştir. Çalışmadaki amaç özellikle laboratuvarlarda çalışan personelin, devamlı iç içe oldukları tıbbi atıklarla ilgili farkındalıklarının tespitidir.

2.2. Görüşme

Çalışmada genel başlıklar altında 17 soru sorulmuştur. Yöneltilen sorular şunlardır;

1. Özel laboratuvarda mı devlet hastanesinde mi yoksa özel hastanede mi çalışıyorsunuz?
2. Hastaneniz kalite belgelerine sahip mi?
3. Hangi laboratuvarda çalışıyorsunuz?
4. Ne kadar süredir laboratuvarlarda çalışıyorsunuz?
5. Tıbbi atıklar için uyguladığınız kurallar nelerdir?
6. İşe yeni girdiğinizde tıbbi atıklarla ve bunların nasıl toplanması gerektiğiyle ilgili eğitim aldınız mı?
7. Çalıştığınız sağlık kuruluşu bu tip bilgilendirmeler yapıyor mu?
8. Bir yönetmeliğe ya da prosedüre bağlı olarak mı tıbbi atıkları topluyorsunuz?
9. Çalıştığınız sağlık kuruluşunun belirlediği ayrı bir tıbbi atık proseduru mevcut mu? Mevcutsa nasıl?
10. İşe yeni giren arkadaşlara tıbbi atık eğitimini kim veriyor?
11. Tıbbi atıklar ve bertarafının önemi hakkında ne kadar bilgi sahibisiniz?
12. Çalıştığınız Sağlık kuruluşunda Atıkları kaynağında en aza indirecek bir sistem kurulmuş mu?
13. Tıbbi atıkların toplanması, taşınması ve bertarafı amacıyla ilgili hangi belediye ile protokol yapılmıştır?
14. Tıbbi, tehlikeli, tehlikesiz, ambalaj, belediye atıkları ve diğer atıkları birbiriyle karıştırmadan kaynağında ayrı toplamak ile ilgili kurumunuzda nasıl yapılıyor anlatır mısınız?
15. Herhangi bir kimyasalla muamele görmüş patolojik atıkları diğer tıbbi atıklardan ayrı toplanıyor mu?
16. Tıbbi atık konteyner/kap/kovaları ne kadar sıklıkta temizlenir ve dezenfekte ediliyor?

17. Çalıştığınız kurumda sıfır atıkla ilgili bir çalışma yapılıyor mu? Yapılıyorsa nelerdir?

Bu sorular dışında eklemek, açıklamak istediğiniz başka birşey var mı?

Sonuç

Çalışmamızda tıbbi laboratuvarlarda çalışan sağlık personelleriyle görüşülmüştür. Sağlık personellerine 17 tane soru yöneltilmiştir. Çalışmadaki amaç özellikle laboratuvarlarda çalışan personelin, devamlı iç içe oldukları tıbbi atıklarla ilgili farkındalıklarının tespitidir.

Görüşmeyi kabul eden personeller tıbbi laboratuvarlarda 6 ay ile 13 yıl arasında çalışmaktadırlar. Yedi personel devlet hastanesinde, üç personel özel hastanede ve bir personel de vakıf hastanesinde görev yapmaktadır. Görüşülen sağlık personellerinden üç kişi merkez laboratuvarında, beş kişi biyokimya laboratuvarında, bir kişi bakteriyoloji laboratuvarında, bir kişi mikrobiyoloji laboratuvarında ve bir kişi acil laboratuvarında çalışmaktadır. Görüşme yaptığımız bütün sağlık personellerinin çalıştıkları sağlık kurumları farklı kalite belgelerine sahiptirler.

Tablo 1: Görüşmecilerin çalışma yıl sayıları ve çalıştıkları kurum/ laboratuvarlar

Görüşmeciler	Sağlık kurumunda çalıştığı yıl sayısı	Çalıştığı kurum	Çalıştığı laboratuvar	Çalıştığı kurumun kalite belge durumu	Sıfır atık çalışması
Görüşmeci 1	6	Devlet hastanesi	Merkez laboratuvarı	Kalite belgesine sahip	Sıfır atık çalışması yapılıyor
Görüşmeci 2	1	Devlet hastanesi	Biyokimya laboratuvarı	Kalite belgesine sahip	Sıfır atık çalışması yapılmıyor
Görüşmeci 3	10	Devlet hastanesi	Bakteriyoloji laboratuvarı	Kalite belgesine sahip	Sıfır atık çalışması yapılmıyor
Görüşmeci 4	13	Devlet Hastanesi	Mikrobiyoloji Laboratuvarı	Kalite belgesine sahip	Sıfır atık çalışması yapılmıyor
Görüşmeci 5	6	Devlet hastanesi	Acil laboratuvarı	Kalite belgesine sahip	Sıfır atık çalışması yapıp yapılmadığı bilinmiyor
Görüşmeci 6	5	Devlet hastanesi	Biyokimya laboratuvarı	Kalite belgesine sahip	Sıfır atık çalışması yapılıyor

Görüşmeci 7	5	Vakıf hastanesi	Biyokimya laboratuvarı	Kalite belgesine sahip	Sıfır atık çalışması yapılmıyor
Görüşmeci 8	3	Özel laboratuvar	Merkez laboratuvar	Kalite belgesine sahip	Sıfır atık çalışması yapılıyor.
Görüşmeci 9	6	Devlet hastanesi	Biyokimya laboratuvarı	Kalite belgesine sahip	Sıfır atık çalışması yapılıyor
Görüşmeci 10	6 ay	Özel hastane	Biyokimya laboratuvarı	Kalite belgesine sahip	Sıfır atık çalışması yapılmıyor
Görüşmeci 11	6 ay	Özel hastane	Merkez laboratuvarı	Kalite belgesine sahip	Sıfır atık çalışması yapılmıyor

"Tıbbi atıklar için uyguladığınız kurallar nedir" şeklinde yönlendirdiğimiz soruya görüşmeci 2 "Tıbbi atıklar için günde iki kez kurumumuzun kullandığı sistem üzerinden sabah ve akşam olarak her birimde düşüm yapılmaktadır her gün düşüm yapılması zorunludur" , görüşmeci 3 "Hasta ve hasta sıvısıyla temas eden tüm numuneler tıbbi atığa atılır (idrara hariç)", görüşmeci 5 " Serum veya kan bulaşan her şey tıbbi atığa cihaz kitleri üzerindeki uyarıya göre atılır", görüşmeci 6 " enfeksiyon hemşire kontrolü ile kaynağında doğru ayrıştırma / 5 tıbbi atıkların uygun renkli poşetlerde muhafazası tıbbi atıkların evsel tehlikeli ve geri dönüştürülebilir le karıştırılmaması (kaynağında ayrıştırma) kesici delicilerin özel Kovalı kaplarda toplanması poşetlerin ağız prosedüre uygun bağlama (sızma dökülme akıntı olmayacak şekilde) , görüşmeci 7 " Tıbbi atık yönetmeliği gereği evsel atıllarla karıştırılmadan tıbbi atıklar gün içerisinde iki kez toplanır ve hastanemizin bahçesinde tıbbi atık depolama alanına taşınır. Bu atıkları toplayan kişiler koruyucu ekipmanlarla toplayıp taşınmasını sağlamaktadır. Daha sonra toplama alanlarında belediyelerin konuyla ilgili tıbbi atık toplama araçları alımı sağlanır.", görüşmeci 9 "Atıkların ayrılması için özel olarak tasarlanmış kaplar kullanıyoruz. Atıkların taşınması ve depolanması da çevre ve insan sağlığına zarar vermemesi için uygun ekipman ve araçlar kullanılarak yapılıyor. Tıbbi atıkların bertarafı için uygun yöntemler kullanıyoruz. Tüm bu kuralların uygulanması, hem çevre hem de insan sağlığı için önemli oluyor.", görüşmeci 10 " sıvı ve katı atıkları ayrı atık varillerinde doluluk seviyesi % 70 geçmeyecek şekilde biriktiriyoruz" ve görüşmeci 11 " Tıbbi atık kabı ya da kovasının delinmeye, yırtılmaya, kırılmaya ve patlamaya dayanıklı, su geçirmez ve sızdırmaz siyah poşetli kutuda dikkat tıbbi atık yazılmasına önem gösterildi." şeklinde cevaplar vermiştir.

"İşe yeni girdiğinizde tıbbi atıklarla ve bu atıkların nasıl toplanması gerektiğiyle ilgili eğitim aldınız mı" sorusuna ise bütün görüşmeciler eğitim aldıklarını belirten cevaplar



vermişlerdir. “Bir yönetmeliğe ya da prosedüre bağlı olarak mı tıbbi atıkları topluyorsunuz” şeklinde yöneltilen soruya ise görüşmeciler olumlu cevaplar vermişlerdir. “Çalıştığınız sağlık kuruluşunun belirlediği ayrı bir tıbbi atık proseduru mevcut mu; mevcutsa nasıl” sorusuna görüşmeci 2 “Omk projesi adı altında birim ve kurum bilgilerini girerek her gün günde iki kez olacak şekilde tıbbi atık girişi yapılıyor”, görüşmeci 7 “ Sağlık bakanlığının belirlemiş yayınlamış olduğu tıbbi atık toplama prosedürüne uygun olarak toplanmaktadır. Tıbbi atıklar evsel atıklardan farklı renklerde kovalarda toplanır. Bunların poşetleri de farklıdır. Bu atıkları gerekli ekipmanlar (tulum, gözlük, eldiven) koruyucu kıyafetler olmadan toplanması yapılmaz. Günde iki kez toplama işlemi yapılır. Toplanan atıklar hastanemizin bahçesinde tıbbi atık için ayrılmış alanda depolanır ve buradan alınması sağlanır.”, görüşmeci 9 “Genel prosedür olarak, tüm tıbbi atıkların doğru bir şekilde toplanması, taşınması için belirlenmiş adımlar var. Tıbbi atıkların toplanması için belirlenmiş konteynerlar, her türlü tıbbi atığın doğru bir şekilde sınıflandırılması ve ayrıştırılması için kullanılmakta. Bu konteynerlar, kesici-delici atıklar, enfeksiyon riski taşıyan atıklar, kimyasal atıklar ve genel atıklar gibi tıbbi atıkların çeşitlerine göre farklı renklerde ve etiketlerde bulunmaktadır” diye cevap vermişlerdir.

“İşe yeni girdiğinizde tıbbi atıklarla ve bunların nasıl toplanması gerektiğiyle ilgili eğitim aldınız mı” sorusuna görüşmeci 1 “Evet bu konuda eğitim aldım gerekli uzmanlar geldi ve tehlikeli ve tehlikesiz atıklar olarak anlatım yaptılar.”, görüşmeci 6 “Bu konuda yılda iki defa eğitim alıyoruz.”, görüşmeci 7 “Evet işe ilk girişimde yaklaşık bir hafta boyunca eğitimlerim oldu bu eğitim içerisinde tıbbi atık eğitimi de mevcuttur.”, görüşmeci 9 “Evet, işe yeni girdiğimde tıbbi atıklarla ve bunların nasıl toplanması gerektiğiyle ilgili kapsamlı bir oryantasyon eğitimi aldım. Eğitimde tıbbi atıkların çeşitleri, sınıflandırılması ve doğru şekilde toplanması için kullanılacak kaplar hakkında bilgi verildi. Ayrıca, tıbbi atıkların doğru şekilde işlenmesi ve bertaraf edilmesi için uygun yöntemler hakkında da detaylı bilgiler paylaşıldı. Dikkat edilmesi gereken kurallar hakkında da bilgilendirildim. Böylece, tıbbi atıklar konusunda bilgi sahibi oldum ve görevlerimi yerine getirirken bu bilgileri uygulamaya çalıştım.”, görüşmeci 11 “Tamamen bir eğitim aldığım söylenemez sadece tıbbi atıkların tıbbi kutulara kovalara koyulması gerektiği ve bunun öneminden bahsedildi.” Şeklinde yanıt vermişlerdir.

“İşe yeni giren arkadaşlara tıbbi atık eğitimi kim veriyor” diye hazırlanmış soruya ise görüşmeci 1” İş sağlığı ve güvenliği uzmanları veriyor”, görüşmeci 2 “Bağlı olduğumuz il sağlık müdürlüğü online eğitimler ile personele bilgi sağlıyor”, görüşmeci 3 “Eğitim birimi hemşiresi bilgilendirmeyi yapmaktadır”, görüşmeci 4 “ hastane atık birim yetkilisi eğitimi vermektedir”, görüşmeci 7 “İşe yeni başlayan arkadaşlarımıza ilk bir hafta hastanemizle ilgili eğitimler verilir ve bu eğitimler güncel konuları takip eden eğitmenler tarafından verilmektedir.”, görüşmeci 11 “Biyokimya laboratuvar şefi ve laboratuvar sorumlusu bilgilendirmeler yapıyorlar.” şeklinde cevaplar vermişlerdir.

“Bir yönetmeliğe ya da prosedüre bağlı olarak mı tıbbi atıkları topluyorsunuz” sorusuna görüşmeci 1 “Biz tıbbi atıkları çöp kovalarına atıyoruz ama toplama işlemi başkaları



yapıyor.”, görüşmeci 7 “Sağlık bakanlığının belirlemiş yayınlamış olduğu tıbbi atık toplama prosedürüne uygun olarak toplanmaktadır.”, görüşmeci 8 “Yönetmeliğe bağlı olarak atıklar toplanmaktadır.”, görüşmeci 9 “Evet, tıbbi atıkları toplamak için öncelikle hastanemizin ve ülkemizin tıbbi atıkların yönetimi hakkındaki yasal mevzuatına uygun bir prosedür izliyoruz. Bu prosedürler, tıbbi atıkların çeşitlerine ve sınıflandırılmasına göre belirlenmiş. Örneğin, kesici ve delici tıbbi atıkların ayrı bir kaptan toplanması, enfeksiyon riski taşıyan atıkların özel bir şekilde işlenmesi ve bertaraf edilmesi gibi prosedürler mevcuttur.”, görüşmeci 10 “Evet, tıbbi atık saklama ve imha prosedürüne göre hareket ediyoruz.” diye yanıtlamışlardır.

“Çalıştığınız sağlık kuruluşunda atıkları kaynağında en aza indirecek bir sistem kurulmuş mu” sorusuna görüşmeci 1 “Evet böyle bir sistem kurulmuştur bu konuda gerekli duyarlılık ve özveri vardır. Bunu denetimlerden de anlayabiliriz.”, görüşmeci 3 “Hayır azaltmaya yönelik bir sistem mevcut değil.”, görüşmeci 5 “ Böyle bir sistemin kurulup kurulmadığı hakkında bir fikrim yok.”, görüşmeci 7 “Tıbbi atıklar insan sağlığını tehdit ettiğinden dolayı en ufak kana bulaşması veya laboratuvaradaki kitlelere bulaşmış maddeler tıbbi atık olarak görülür ve ayrıştırması sağlanır bu nedenle tıbbi atıkları azaltmanın yollarını pek aramadık.”, görüşmeci 9 “Elbette böyle bir sistem kurulmuştur. Tek kullanımlık malzemelerin azaltılması, gereksiz ambalajların kullanımının engellenmesi, atık ayırma ve geri dönüşümün teşvik edilmesi gibi uygulamalar yer almaktadır. Belirlenmiş prosedürler uygulanmaktadır. Bu prosedürler, tıbbi atıkların insan sağlığına ve çevreye zarar vermesini önlemek için sıkı bir şekilde takip edilmektedir.” şeklinde cevaplamışlardır.

“Tıbbi atıklar ve bertarafının önemi hakkında ne kadar bilgi sahibisiniz” sorusuna ise görüşmeci 2 “Atık girilmediği takdirde günlük olarak uyarı alınıp giriş sağlanıyor oldukça önem verilen bir konu eksiksiz giriş yapıyoruz”, görüşmeci 3 “ortalama seviyede bilgi sahibiyim”, görüşmeci 5 “Ne kadar bilgi sahibi olduğumdan emin değilim”, görüşmeci 7 “Tıbbi atıklar hastalık etmenlere çok müsait olduğunda ayrı özel bir bertaraf yöntemi kullanıldığını biliyorum ama konuya çok hakim değilim.”, görüşmeci 9 “İnsan sağlığı çok önemli olduğu için bu tarz enfekte hastalık etkenleri çok korkutucu olduğundan dolayı öğrendiğim şeyleri hiç unutmuyorum.” diye cevap vermişlerdir.

“Tıbbi, tehlikeli, tehlikesiz, ambalaj, belediye atıkları ve diğer atıkları birbiriyle karıştırmadan kaynağında ayrı toplamak ile ilgili kurumunuzda nasıl yapıyor anlatır mısınız” sorusuna görüşmeci 1 “Biz gerekli atıkları gerekli yerlere atıyoruz daha sonra toplanmasını başkaları yapıyor”; görüşmeci 2 “Tıbbi evsel ve geri dönüşüm olarak üç ayrı çöp kovası bulunmaktadır, laboratuvarında malzemenin cinsine göre ayırım yaparak atıyoruz”; görüşmeci 3 “Yeterli ve düzgün bir ayrıştırma sadece tehlikeli ve evsel şeklinde yapıyor”; görüşmeci 5 “Bu konuda bir bilgim yok”; görüşmeci 6 “her atığın poşet rengi ve kabi farklı belirli bir numaralandırma sistemi mevcut bu numara ile hatalar tespit edilip eğitim tekrarına gidiliyor”; görüşmeci 7 “Atıkları kaynağından ayrıştırılabilmek için her atığın farklı renklerde ve şekillere de toplama kovaları bulunmaktadır. Evsel atık gri çöp kovası, tıbbi atık kırmızı çöp kovası, kesici delici atık sarı kutu ve kırmızı kapaklı kovalardır”, görüşmeci 9 “Belirlenmiş bir sistem bulunmaktadır. Tıbbi atıkları sarı renkli özel çöp torbalarına koyulur. Tehlikeli atıklar, kırmızı renkli özel çöp



torbalarına koyulur. Tehlikesiz atıklar gri renkli çöp torbalarına koyulur. Ambalaj atıkları, mavi renkli çöp torbalarına koyulur. Belediye atıkları ise siyah renkli çöp torbalarına koyulur. Tüm bu atıkların, çöp torbalarının rengi ve üzerlerindeki ibareler sayesinde kolayca ayırt edildiği için tüm personele kolaylık sağlıyor.", görüşmeci 11 "Tıbbi, tehlikeli, tehlikesiz ve diğer atıklar için üstünde her birinin yazılı şekilde ayrı ayrı kutuların içinde siyah poşet olacak şekilde sağlanıyor. 4 kutu yan yana şekilde sıralı şekilde duruyor." şeklinde cevap vermişlerdir.

"Herhangi bir kimyasalla muamele görmüş patolojik atıkları diğer tıbbi atıklardan ayrı toplanıyor mu" sorusuna görüşmeci 2 "Tıbbi atık kutusuna atıyoruz.", görüşmeci 7 "Kimyasallarla karışmış atıklarında tıbbi atık olarak ayrıştırmaktayız.", görüşmeci 8 "Evet ayrı toplanıyor birbirlerine temas etmesi durumunda dikkatle önlem alınıyor.", görüşmeci 9 "Evet, diğer tıbbi atıklardan ayrı olarak toplanır. Bu atıklar öncelikle dezenfekte edilir ve daha sonra sterilize edilerek yok edilir veya ekiplerce çevreye zarar vermeyecek şekilde bertaraf edilir." şeklinde yanıt vermiştir.

Tıbbi atık konteyner/kap/kovaları ne kadar sıklıkta temizlenir ve dezenfekte ediliyor? sorusuna görüşmeci 1 "tıbbi atıklar düzenli olarak sabah akşam sıklıkla toplanıyor.", görüşmeci 2 "Tıbbi atıklar günde iki kez temizleniyor.", görüşmeci 4 " bu konuda bir fikrim yok.", görüşmeci 6 "Temizlik görevlisi tarafından takibi yapılıyor tıbbi atıklar kesici delici atıklar tarih not edilerek toplanıyor.", görüşmeci 7 "Bizim kullandığımız atık kovaları günde iki kere olmak üzere toplanıp temizlenmektedir.", görüşmeci 8 "Neredeyse 1 gün alıklarla temizlenir. Her gün dezenfekte edilir.", görüşmeci 9 "Temizlik ve dezenfeksiyon sıklığı, kullanım yoğunluğuna ve atık tipine göre değişiyor. Genelde, tıbbi atık konteynerleri, kapları ve kovaları düzenli aralıklarla boşaltıldıktan sonra her kullanım sonrası temizlenir ve dezenfekte edilir.", görüşmeci 11 "Tıbbi Atıklar her gün iş çıkışından önce boşaltılır ve dezenfektenle temizlenir." şeklinde yanıt vermiştir.

"Çalıştığınız kurumda sıfır atıkla ilgili bir çalışma yapılıyor mu; yapılıyorsa nelerdir" sorusuna görüşmeci 1 "Evet sıfır atık çöp kovaları var ve o atıkları oraya atılır.", görüşmeci 2 "Sıfır atık çalışması yapılmıyor.", görüşmeci 6 "Evet özellikle bu konuya çok önem veriliyor çevre ve şehircilik bakanlığı ile sağlık bakanlığının koordineli sistemleri ile uygulanır. Renkli poşet uygulaması bilgilendirme tabelaları ve belirli zamanlar da tekrarlanan eğitimler uygulanmaktadır.", görüşmeci 8 "Evet yapılıyor. Çalıştığım laboratuvar sıfır atık belgeli ilk tıbbi laboratuvardır.", görüşmeci 9 "Evet, hastane olarak çalışmalarımız bulunmaktadır. Ayrıca, laboratuvarımızda kullanılan malzemelerin çoğu geri dönüştürülebilir özelliktedir ve bu malzemelerin geri dönüşümü için özel toplama kutuları kullanılmaktadır. Atık kağıtların, kartonların ve plastiklerin geri dönüşümü için de uygun atık toplama sistemleri kurulmuştur. Bunun yanı sıra, laboratuvarımızda kullanılan elektrikli cihazların enerji tüketimine de önem veriyoruz." şeklinde yanıt verilmiştir.

Görüşülen kişilerin sayılarının azlığının sebeplerinin en başında personelinin tıbbi atık sorularını gördüklerinde soruları cevaplamaktan vazgeçmeleridir. Her ne kadar teşvik edici söylemlerde bulunsak da eksikliklerini hissettikleri noktada soruları cevaplamayı



bırakmışlardır. Soruları cevaplayan sağlık personellerinin ise tıbbi atık bilincine tam olarak sahip olmadıkları, konunun sağlıkları açısından ne kadar önemli olduğunu tam olarak farkında olmadıkları verilen cevaplarda da açıkça ortaya çıkmaktadır. Bu problemin çözümü için de laboratuvarlarda çalışacak kişileri mezun eden meslek gruplarının bölümlerinde tıbbi atık ile ilgili ders saatini ve ayrıntılarını arttırmak, tıbbi atıklardan ne tür mikroorganizma ya da yapıların kontaminasyonuna uğrayabileceğini ayrıntılarıyla anlatmak gerekmektedir. Sağlık kuruluşlarında verilen eğitimlerin tek taraflı olmadığından emin olmak ve gerekirse geri dönüşlerin sağlıklı ve doğru bir şekilde alınmasını sağlamak gerekmektedir.

Kaynakça

- Akbolat, M., Işık, O. ve Çimen, M. (2011). Sağlık Çalışanlarının Tıbbi Atık Bilgi Düzeylerinin Değerlendirilmesi. *Acıbadem Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 2, 131-140.
- Akkajit, P., Romin, H. ve Assawadithalerd M. (2020). Assessment of Knowledge, Attitude, and Practice in respect of Medical Waste Management among Healthcare Workers in Clinics. *Journal of Environmental and Public Health*, 1-12. doi: <https://doi.org/10.1155/2020/8745472>
- Askarian, M., Heidarpoor, P. ve Assadian, O. (2010). A total quality management approach to healthcare waste management in Namazi hospital, Iran. *Waste Manag.* 30, 2321–2326. doi: 10.1016/j.wasman.2010.06.020
- Atıklar nasıl sınıflandırılır?. (2017) Erişim adresi: <https://www.cografyabilimi.gen.tr/atiklar-nasil-siniflandirilir/>
- Biswas, R. ve Das, S. (2016). Awareness and practice of biomedical waste management among healthcare providers in a Tertiary Care Hospital of West Bengal, India. *International Journal of Medicine and Public Health*, 6(1), 19-25. doi: 10.4103/2230-8598.179755
- Borowy, Iris. (2020). Medical waste: the dark side of healthcare. *História, Ciências, Saúde – Manguinhos*, 27, 231-251. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0104-59702020000300012>
- Das, A.K., Islam, N., Billah, M. ve Sarker, A. (2021). COVID-19 pandemic and healthcare solid waste management strategy – A mini-review. *Science of the Total Environment*, 778, 146220. doi: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.146220>
- Endris, S., Tamir, Z. ve Sisay, A. (2022). Medical laboratory waste generation rate, management practices and associated factors in Addis Ababa, Ethiopia. *PLoS ONE*, 17(4), 1-14. doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0266888>
- Erdoğan, Ö. (2018). Tıbbi atık yönetimi. A. Başustaoglu ve A.Z. Avcı (Yay. haz.). Hemşirelik uygulamalarında klinik mikrobiyoloji ve enfeksiyon hastalıkları içinde (s. 99-106). Ankara: Hipokrat Kitabevi.
- Gary, S. (2016). Clinical waste & offensive waste disposal procedures. UCL, 1-13. Erişim adresi: <https://www.ucl.ac.uk/estates/sites/estates/files/clinical-waste-procedures.pdf>
- Hooshmand, S., Kargozar, S., Ghorbani, A., Darroudi, M., Keshavarz, M. ve Bairo, F. (2020). Biomedical waste Management by Using Nano photo catalysts: The Need for New Options. *Materials (Basel)*, 13, 3511. doi: 10.3390/ma13163511
- Ilyas, S., Srivastava, R.R. ve Kim, H. 2020. Disinfection technology and strategies for COVID 19 hospital and bio-medical waste management. *Sci. Total Environ.* 749, 141652. doi: 10.1016/j.scitotenv.2020.141652
- Kalogiannidou, K., Nikolakopoulou, E. ve Komilis, D. (2018). Generation and composition of waste from medical histopathology laboratories. *Waste Manag.* 79, 435–442. doi: 10.1016/j.wasman.2018.08.012
- Kumari, R., Srivastava, K., Wakhlu, A. ve Singh, A. (2013) Establishing biomedical waste management system in Medical University of India—A successful practical approach. *Clinical Epidemiology and Global Health*, 1(3), 131–136 doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.cegh.2012.11.004>



- Lee, S.M. ve Lee, D. (2022). Effective Medical Waste Management for Sustainable Green Healthcare. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19, 14820. doi: <https://doi.org/10.3390/ijerph192214820>
- Parlar, S. (2008). Sağlık Çalışanlarında Gözardı Edilen Bir Durum: Sağlıklı Çalışma Ortamı. *TAF Preventive Medicine Bulletin*, 6, 547-54.
- Pruss A, Giroult E, ve Rushbook P. (1999). Safer management of wastes from health care activities. WHO: Geneva; Erişim adresi: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/42175/9241545259.pdf>
- Rowan, N.J. ve Laffey, J.G. (2021). Unlocking the surge in demand for personal and protective equipment (PPE) and improvised face coverings arising from coronavirus disease (COVID-19) pandemic – implications for efficacy, re-use and sustainable waste management. *Sci. Total Environ.* 752, 142259. doi: 10.1016/j.scitotenv.2020.142259
- Singh, N., Tang, Y. ve Ogunseitan, O.A. (2020). Environmentally sustainable Management of Used Personal Protective Equipment. *Environ. Sci. Technol.* 54, 8500–8502. doi: <https://doi.org/10.1021/acs.est.0c03022>
- WHO (World Health Organization). (2018). Healthcare Waste. Erişim adresi: <https://www.who.int/en/news room/fact sheets/detail/health care waste>
- WHO. (2017). Safe Management of Wastes from Health Care Activities: A Summary; WHO: Geneva, Switzerland, Erişim adresi: http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/259491/1/WHO_FWC_WSH_17.05_eng.pdf?ua=1
- Yazie TD., Tebeje MG. Ve Chufa KA. (2019). Healthcare waste management current status and potential challenges in Ethiopia: a systematic review. *BMC Res Notes*, 12(1):285 <https://doi.org/10.1186/s13104-019-4316-y> PMID: 31122274



ÜNİVERSİTE KAMPÜSLERİNDE OLUŞAN ATIKLARIN GERİ DÖNÜŞÜMÜ ÜZERİNE ÖNERİLER: BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ MİMARLIK FAKÜLTESİ ÖRNEĞİ

Mustafa Serhan ÜNLÜTÜRK*

Figen ALTINER**

ÖZET

Dünya nüfusunun 2022 yılı sonu itibariyle 8 milyara ulaşması, yeryüzünde oluşan atık miktarının artmasındaki temel sebeplerden biridir. Özellikle sanayi devrimi ile birlikte artış gösteren kaynak kullanımları, birçok ülke için ekonomi, politika ve ekoloji gibi alanlarda tartışılmaya başlanmış önemli konular arasında yer almaktadır. Zaman içerisinde sadece nüfustaki artış değil, aynı zamanda teknolojinin gelişmesi ve toplumsal yapının farklılaşması, insanların ihtiyaçlarının giderilmesinde rol oynayan kaynakların türünde ve miktarında da değişimlerin yaşanmasına neden olmuştur. Yeryüzünde oluşan atıkların geri dönüşümü üzerine yürütülen çalışmalar gün geçtikçe artmaktadır. Ülkelerin atık yönetimi üzerine yürüttükleri çalışmaların bilimsel bilgi ve teknolojik araçlar vasıtasıyla geliştirilmesi çevre sorunlarının çözümünde fayda sağlamaktadır. Son yıllarda üniversitelerde; akıllı yeşil kampüs, sürdürülebilir kampüs, kampüslerde sıfır atık gibi önemli konu başlıkları ile eğitim alanlarındaki atık yönetimi üzerine yürütülen çalışmalar büyük bir ivme kazanmıştır. Ayrıca, kampüs yaşam alanlarında atık yönetiminin doğru ve bilimsel bir şekilde ele alınması, sürdürülebilirliğin sağlanmasında etkin rol oynamaktadır. Bu çalışmada, Balıkesir Üniversitesi Çağış Kampüsünde yer alan Mimarlık Fakültesi binası içerisinde 2021-2022 yılı içerisinde oluşan atıkların türünün ve miktarının belirlenmesi ve bu atıkların geri dönüşümü üzerine önerilerin getirilmesi amaçlanmıştır. Bu çalışmaların yürütülmesi ile birlikte, kampüslerin sürdürülebilirliğinin sağlanmasında önemli adımlardan biri olan atık yönetimi kapsamında teorik yaklaşımların pratiğe dönüştürülmesi noktasında katkı sunacağı ön görülmektedir.

Anahtar Kelimeler: atıkların dönüşümü, geri dönüşüm, atık yönetimi, sürdürülebilir kampüs, sürdürülebilir planlama

*Öğretim Görevlisi, Balıkesir Üniversitesi, serhan.unluturk@balikesir.edu.tr

**Öğr. Gör. Dr., Balıkesir Üniversitesi, figen.altiner@balikesir.edu.tr



Giriş

Canlılar; var oldukları ilk zamanlardan itibaren yaşama ortamına, hayatlarını optimum biçimde sürdürebilecekleri alanlara ihtiyaç duymuşlardır. Tarihsel süreçte insanlar yaşam alanlarını oluştururken beslenme ve barınma gibi hayati ihtiyaçları göz önünde bulundurmışlardır. İnsanlık var olduğu sürece bu ihtiyaçlar ve arayışlar devam etmekte buna uygun bölgelerde yaşamlar kurulmaktadır. Gün geçtikçe nüfus hızla artmakta, teknoloji ve sanayi gelişmekte olup bu sebeplerden dolayı atık üretimi de artmaktadır. Üretilen atık miktarının artması doğal kaynaklar üzerinde olumsuz etkiler oluşturduğu gibi insan ve çevre sağlığı üzerinde risk oluşturmaktadır (Er, 2012).

Sürdürülebilir bir çevre için katı atıkların fiziksel çevreye zararını mümkün olduğunca düşük seviyede tutarak uzaklaştırılması uygun bir atık yönetim sistemi uygulanması ile geri kazanımı sağlanarak katı atık miktarının azaltılması gerekmektedir. Ayrıca uygulanacak atık yönetim sisteminin belirlenmesi sürdürülebilir bir çevrenin gelişimi için olduğu kadar ülke ekonomisi açısından da oldukça önemlidir (Er, 2012).

Atığın kaynağında toplanıp minimize edilmesi ile başlayan, atığın türlerine göre ayrılıp toplanması, depolanması ve geri kazanılması sistemlerini içeren atık yönetim sistemi, atığın oluşumundan bertarafına kadar olan süreçte insan ve çevre sağlığını da göz önünde bulundurarak yasa ve yönetmelikler çerçevesinde yapılması gereken atık yönetim planıdır (Berkel, 2014).

Birçok atık çeşidi bulunmakta ve bu atıklar için farklı atık yönetimleri geliştirilmesi gerekmekte iken Türkiye’de bunun yerine mevzuat ve yönetmelikleri göz önünde bulundurarak oluşturulan entegre atık sistemi oluşturulmuştur. Bu sisteme göre temiz teknolojinin kullanılması, geri kazanım hedefine yönelik en uygun yönetim sistemlerinin seçilmesi, bütünüyle ele alınan bir yönetim sistemi olup türlerini kapsamaktadır (Demir, 2019). Günümüzde Sıfır Atık Yönetimi tüm dünyada en çok dikkat çeken atık yönetim sistemidir. Sıfır Atık Uluslararası Birliği (Zero Waste International Alliance) 2004 yılında sıfır atık kavramını, atıkları etik kurallara, ekonomik yapıya uygun ve aynı zamanda verimli bir şekilde işleyerek insanoğluna sürdürülebilir bir çevre oluşturmanın bir yolu şeklinde tanımlamıştır (Er, 2012).

Atık oluşumunu en aza indirmeyi ve ayrıca oluşan atığı kaynağında ayırıp geri dönüşümünü sağlamayı amaçlayan Sıfır Atık Projesi Türkiye’de Çevre ve Şehircilik Bakanlığı’nın 26 Eylül 2017 tarihindeki tanıtım toplantısında ilk kez gündeme gelmiştir. Sıfır Atık Projesi Kamu kurum ve kuruluşları başta olmak üzere havaalanları, okullar, üniversiteler ve hastanelerde uygulamaya konulmuş, rehber kılavuzların hazırlanması ve bu konuda farkındalık oluşturulması hedeflenmiştir. Proje özendirilip yaygınlaştıkça konutlar da dahil olmak üzere Türkiye’de uygulanması için yola çıkmıştır (Sıfır Atık Projesi Faaliyet Raporu, 2018).

Sıfır atık yönetimi üzerine literatürde yapılmış birçok çalışma bulunmaktadır. Demir ve diğ. (2001) yaptıkları çalışmada Yenimahalle Belediyesi’ni alan çalışması olarak ele almışlardır. Bu çalışma kapsamında büyük ölçekli bir belediye olan Yeni Mahalle Belediyesi’nin

kısıtlı mali olanakları göz önünde bulundurarak matematiksel modellerle kurulan bir katı atık yönetim sistemi tasarımı oluşturmuşlardır. Özeler ve diğ. (2006) tarafından yürütülen çalışmada ise Ankara'da uygulanabilecek en uygun katı atık yönetim yöntemi araştırılmıştır. Kaçtıoğlu ve diğ. (2010) tarafından yapılan çalışmada ise ambalaj atıkları ele alınmış olup bu atıkların tersine dağıtım sistemi planlaması ve işleyiş etkinliğinde karar almak için model önerilmiştir. Ayrıca çalışmanın sonucunda geri dönüşüm ağının faydası sadece malzemelerin satılmasından elde edilen gelir değil, aynı zamanda hava ve su kirliliğinin azaltılması olduğu belirtilmiştir. Sıfır atık konusunda kapsamlı bir şekilde internet kaynaklarını tarayan Yaman ve Olhan (2010) atık konusunun mevcutta dünyada ve Türkiye'de ele alınış biçimini karşılaştırmıştır. Çalışma sonucunda Türkiye'deki insanların sıfır atık konusunda bilgilendirilmesi adına www.sifiratik.org isimli web sitesinin 29.10.2009 tarihinde yayın hayatına başladığı belirtilmiştir. Şengül (2010) yılındaki çalışmasında atıkların geri dönüşümü için bu tür geri dönüşüm ağlarında kullanılan optimizasyon yöntemlerini değerlendirerek tersine lojistik kavramını uyarlamıştır. Evsel katı atıkların yönetimini ele alan Aydoğan (2011) Gaziantep ilinde bu atıkların özellikleri, toplanması ve bertarafını değerlendirmiştir.

Sağlık kuruluşlarında ilaç vb. malzemelerin kullanımı sonucu ortaya çıkan tıbbi atıklar çevreye olduğu gibi insan sağlığını da olumsuz etkilemektedir. Güvez (2012) Kırıkkale'de sağlık kuruluşlarından tıbbi atık toplayan bir atık toplama firması için en uygun rota ve araçların belirlenerek maliyetin en düşük seviyeye getirilmesi amaçlamıştır.

Çakır ve Topal (2016) da çalışmalarında tıbbi atıkların toplanma konusunu tasarruf algoritması kullanımı yöntemiyle incelemiştir. Keçeci ve arkadaşları (2014) tarafından yapılan çalışmada Çankaya Belediye Başkanlığı ele alınmıştır. Çalışmada e-atıkların toplama noktalarının belirlenmesi, hangi sıklıkla ve nasıl taşınacağı problemi araştırılmış olup Coğrafi Bilgi Sistemi destekli bir Karar Destek Sistemi önerilmiştir. Cingöz ve arkadaşları (2018) çalışmalarında Coğrafi Bilgi Sistemleri yardımıyla bir atık toplama işletmesi için en kısa yol algoritmasını oluşturmuştur. Tablo 1'de bu çalışma kapsamında literatürde incelenen çalışmaların yılları, yapıldığı bölge, amacı, kullanılan metotları ve temel bulguları verilmiştir.

Tablo 1: Literatürdeki Sıfır Atık Projesi ile ilgili Türkiye'de yapılan çalışmalar.

Çalışmanın Yılı	Bölge	Amaç	Metot	Bulgular
2001, (Demir, 2001)	Ankara, Türkiye	Yeni Mahalle Belediyesi için katı atık yönetim modeli geliştirmek.	Veri Toplama Sistem Tasarımı	Sağlıklı veri akışını sağlayacak bilişim sistemi gereklidir. Önerilen transfer istasyonu biriktirme ve aktarma ile sınırlı olup mali koşullar imkan varsa geri kazanım ve dönüşüm teknolojileri ile uygulanmalıdır.

2006, (Özeler, 2006)	Ankara, Türkiye	Ankara için optimum katı atık yönetimi belirlemek.	Entegre Atık Yönetimi Modeli	Küresel ısınma kategorisi dışındaki kategorilerin çoğunda Kaynak Azaltma Senaryosu en uygun yönetim yöntemi olarak bulunmuştur.
2010, (Kaçtıoğlu, 2010)	Erzurum, Türkiye	Ambalaj atıklarından faydalanabilmek için tersine lojistik bir ağ geliştirmek.	Optimizasyon	Geri dönüşüm ağının faydası sadece malzemelerin satılmasından elde edilen gelir değil, aynı zamanda hava ve su kirliliğinin azaltılmasıdır.
2010, (Yaman, 2010)	Ankara, Türkiye	Türkiye ve dünyadaki mevcut sıfır atık projelerini karşılaştırarak değerlendirmek.	Literatür Taraması	Kentleşme ve sorunlarının temeli katı, sıvı veya gaz atıklar olup olası felaketlerin önlenmesi için bu atıkların minimum seviyeye getirilmesi gerekmektedir.
2010, (Şengül, 2010)	Kars, Türkiye	Atıkların geri dönüşümünü tersine lojistik yöntemi ile uygulamak.	Literatür Taraması	Atıkların geri dönüşümü için kurulacak olan tersine lojistik ağların optimizasyonu için yöneylem araştırması teknikleri kullanılmaktadır.
2011, (Aydoğan, 2011)	Gaziantep, Türkiye	Gaziantep İlinde katı atık yönetimi uygulamalarının mevcut durum tespitini yapmak.	Veri Toplama	Katı atıkların bertarafı amacıyla 2046 yılına kadar hizmet vermesi planlanan, depo gazından enerji elde edilebilen Mazmahor Düzenli Depo Sahasının 29 yıl sonunda 58 milyon USD kazanç sağlaması öngörülmektedir.
2012, (Er, 2012)	İstanbul, Türkiye	Atıkların oluşumu esnasında alınabilecek önlemlerle oluşacak atık miktarını azaltmak.	Sıfır Atık Yönetimi uygulaması	İnceleme yapılan 1. Binada sıfır atık yönetim uygulaması sonucunda atık miktarında %92, 2. Binada ise %44'lük bir azalma olmuştur.
2012, (Güvez, 2012)	Kırıkkale, Türkiye	Kırıkkale'de faaliyet gösteren atık toplayıcı işletmenin sağlık kuruluşu müşterilerinden tıbbi atık toplama araçları için optimum güzergahı oluşturmak.	Programlama Modeli	Yapılan model sonucunda elde edilen veriler ile mevcut sistem karşılaştırıldığında firmanın bir aylık toplam yol mesafesinin % 20.63 oranında iyileştiği tespit edilmiştir.

2013, (Alaykırın, 2013)	Konya, Türkiye	Çok ürünli atıkları en ince ayrıntısına kadar ayrıştırmak için yöntem geliştirmek.	Matematiks el Model	Önerilen model 240 test problemi üzerinde denenmiş olup bir saatlik çözüm süresi içinde 103 problem için en iyi çözüm bulunmuştur. Problemlerin çözüm süreleri göz önünde bulundurularak farklı parametreler değerlendirilmiştir.
2013, (Demirer, 2013)	Ankara, Türkiye	Üretim sistemine yeni bir yaklaşım önermek.	Veri Toplama	Firmaların çok az maliyetlerle ciddi kazanımlar sağladığı gibi aynı zamanda çevreye etkilerinin azaltılabileceğini kanıtlamıştır.
2014, (Berkel, 2014)	Manisa, Türkiye	Kimyasal ve biyolojik atıkların çokça bulunduğu gıda laboratuvarları atıkları için atık yönetim planı oluşturmak.	Literatür Taraması	Gıda laboratuvarlarında en çok oluşan atık olan kimyasal atıklar uygun şekilde depolanarak lisanslı atık bertaraf tesisine gönderilmelidir.
2016, (Çakır, 2016)	Sakarya, Düzce, Türkiye	Tıbbi atıkların toplanmasında kullanılan araçların kat edeceği mesafeyi en aza indirmek.	Programlama Modeli	Önerilen yeni rota ile mevcut durumdan yıllık yaklaşık 5000 km tasarruf edilebileceği belirtilmiştir.
2018, (Cingöz, 2018)	Mersin, Türkiye	Yenişehir İlçesinde bulunan 9 mahalleye hizmet veren ambalaj atık araçlarının hangi rotayı takip etmesi gerektiğini belirlemek.	Coğrafi Bilgi Sistemi	Atık toplama araçlarının rotalarının araçların şoförleri tarafından belirlendiği, bunun yerine en az maliyetli rotanın oluşturulması gerektiği belirtilmiştir..
2018, (Ulaşlı, 2018)	İstanbul, Türkiye	Sıfır atık uygulamaları ile Kadıköy ilçesinde katı atıkları minimize etmek.	Veri Toplama	Bu ilçede atık camlarının (11.743 ton) yeniden geri kazanılmasıyla 1.174.300 lt petrole denk gelen enerjiden tasarruf edilmiş olup bu ilçede tüketilen bitkisel atık yağın (36.858 lt.) içme suyuna karışması önlenmiştir.

2019, (Çetinkaya, 2019)	Adana, Antalya, Hatay, Kahramanmaraş, Mersin, İzmir, Kütahya, Türkiye	Ege ve Akdeniz bölgelerinde bulunan ve atık kağıttan kağıt üreten iki fabrikanın 2017 ve 2018 yılları arasında tedarik edilen kağıt miktarları, fire ve rutubet değerlerini incelemek.	Veri Toplama Ölçüm	Akdeniz ve Ege Bölgelerden yapılan örneklem çalışmalarında tedarikçi firma ile yaşanan ticari şartların, arz talep dengesindeki ülke genelinde yaşanan değişimlerin, hava şartlarının, şehirlerin sosyoekonomik yapılarının, şehirlerde yaşanan dönemsel değişimlerin atık üretimi ve toplanması üzerine ciddi etkiler yaptığı tespit edilmiştir.
2019, (Demir, 2019)	Adana, Türkiye	Adana'da Sıfır Atık Projesini incelemek ve uygulama çalışmalarını değerlendirmek.	Veri Toplama	Ambalaj atıklarının tüketiminin azaltılması, geri kazanımı konusunda daha hassas olunması için gerekli öneriler ortaya konulmuştur.
2020, (Büyükkol, 2020)	Antalya, Türkiye	Otellerde sıfır atık projesinin uygulanabilirliğini araştırmak.	Anket	8 değerlendirme kriterinin tamamını sadece 2 otel sağlamaktadır. 2. ve 6. Kriteri tüm oteller uygulamakta iken otellerin %52'nin uyguladığı sıfır atık yönetimine yönelik verilen eğitim olan kriter 8 en az uygulanan kriterdir
2020, (Gürsoy Haksevenler, 2020)	İstanbul, Türkiye	Marmara Üniversitesi Anadoluhisarı Kampüsü'nde Sıfır Atık Yönetimi uygulanması	Veri Toplama Anket	Kampüste oluşan atıkların %9'u cam, %11'i kağıt, %35'i metal-plastik ve %14'ü organik atıklar olduğu tespit edilmiştir. Anket çalışması sonucunda ise kampüste uygulanan sıfır atık projesini öğrencilerin yeteri düzeyde
		anlayışının ne ölçüde gerçekleştirilebileceğini araştırmak.		fark etmedikleri görülmüştür.
2020, (Bilgin, 2020)	Niğde, Türkiye	Niğde Belediye binasındaki atık türleri ve sıfır atık projesinin uygulanmasını incelemek.	Veri Toplama	Niğde Belediyesinde senede 7157 kg atıktan 5945 kg geri kazanım sağlanmış olup depolama alanına gidecek atık miktarı %80 oranında bir azalma olmuştur.

2021, (Gül, 2021)	Ankara, Türkiye	Vatandaşların sıfır atık yönetimine yönelik bilinç düzeyini araştırmak.	Anket İstatistiksel Analiz Yöntemleri	Evlerde oluşan katı atıkların sıfır atık projesine uygun bir şekilde ayrıştırılmadığı ve ayrıca atıkların kaynağında ayrıştırılması uygulamasının da kısmen uygulandığı görülmüştür.
2021, (Ay Saruyar, 2021)	Samsun, Türkiye	Samsun ili merkezinde yapılan bir anket araştırması ile mahalle sakinlerinin elektrikli ve elektronik eşya tüketim eğilimi ve atık bilinci tespit etmek.	Anket	Katılımcıların %62'si yaşadıkları çevrede atık elektrik ve elektronik eşya toplama kutularına rastlamadıklarını ve %79'u yaşadıkları çevrede atık elektrik ve elektronik eşya toplama kutularının bulunması durumunda atıklarını bu kutulara atacaklarını belirtmiştir.
2021, (Bilgili, 2021)	İstanbul, Türkiye	Sıfır atık projesinin tarihsel süreçteki gelişimini incelemek.	Literatür Taraması	Sıfır atık kavramının tarihçesi 19. Yüzyıla dayansa da bu terim 1970'li yıllarda kullanılmış olup günümüzde döngüsel ekonomi kavramını da içermektedir.
2021, (Ölmez, 2021)	İzmir, Türkiye	Vatandaşların sıfır atık projesine dahil olmaları sonucunda atık miktarlarındaki değişimleri incelemek.	Veri Toplama	Sıfır Atık Projesinde aşamalar birbirleriyle ilişkili olduğundan oluşan atığın az olması daha az atık taşınmasına dolayısıyla yakıt tasarrufu sağlanacağı anlamına gelmektedir.
2021, (Kara, 2021)	Karabük, Türkiye	Safranbolu ilçesinde sıfır atık projesinin uygulanmaya başladığı tarihten itibaren gelişmeleri incelemek.	Anket İstatistiksel Analiz Yöntemleri	Atığın kaynağında ayrı toplanmasının sadece iş yerlerinde değil evlerde de aynı şekilde uygulanması gerektiği konusunda kullanıcılar bilinçlendirilmelidir.
2021, (Demirarslan, 2021)	Artvin, Türkiye	Kamu kuruluşlarında oluşan katı atık miktarını tespit etmek.	Veri Toplama	Bir yılda oluşan kağıt atık miktarı 2179 kg olup kişi başına yıllık ortalama 0,49 kg kağıt atığı meydana geldiği tespit edilmiştir.

2022, (Güllü, 2022)	İstanbul, Türkiye	Çevrenin daha iyi korunması ve kaynakların israf edilmemesi için inşaat ve yıkıntı atıklarının sıfır atık yönetimi yaklaşımına uygun olarak nasıl daha iyi yönetilebileceğini araştırmak.	Literatür Taraması	Belediyeler entegre atık yönetimi ve sıfır atık yönetimi anlayışına uygun olarak, oluşan kentsel dönüşüm atıklarını bertaraf alanlarına göndermeden ve yeniden değerlendirmek için inşaat ve yıkıntı atığının oluştuğu kaynaklara yakın mobil veya sabit inşaat ve yıkıntı atığı geri kazanım tesislerinin kurulması konusunda teşvik edici olmalıdır.
2022, (Yıldırım, 2022)	Ankara, Türkiye	Ankara Büyükşehir Belediyesinde oluşan ambalaj atıklarının toplanması ve geri dönüşüm stratejisinin incelenmesi.	Veri Toplama	Atığın kaynağında ayrıştırılması ve ayrıca her atığın geri dönüştürüldüğünde faydasının olabileceği konusunda tüm yaşta kişilerin bilinçlendirilmesi gerekmektedir.
2023, (Bulut, 2023)	İstanbul, Türkiye	İstanbul'da bulunan kişilerin sıfır atık konusundaki bilinç düzeylerini araştırmak.	Anket İstatistiksel Analiz Yöntemleri	Yapılan istatistiksel analiz sonucunda katılımcıların eğitim durumunun atık konusundaki bilinçliliği üzerinde önemli derecede etkisinin olduğu tespit edilmiştir.

Ekolojik tasarım kavramı, günümüzde en önemli kavramlardan biridir. Bu kavram devamlılık arz eden herhangi bir sistemde kullanılan kaynakları tahrip etmeden, maksimum verimliliği amaçlayan bir kavramdır. Ekolojik tasarımla ilgilenen meslek gruplarının ve disiplinlerin, kampüslerin ekolojik özelliklerinin devamlılığının sağlanmasında mikroklimatik verilerin etkin enerji ve maddesel kaynakların geliştirilmesi, topografik verilerin bilimsel şekilde incelenip yorumlanması, doğal kaynakların doğru şekilde kullanımı ve mevcut floranın değerlendirilmesi gibi bazı kriterler çerçevesinde hareket etmelidir (Kartal, 2009). Kampüslerde ekolojik özelliklerin sürekliliğini sağlama konusunda çevresel tasarımla ilgilenen disiplinler bazı kriterleri göz önünde bulundurmalıdır (Atıl, 2005). Kentlerdeki üniversitelerde kent – üniversite ilişkisi incelendiğinde üniversitenin kent üzerindeki ekonomik, sosyal ve kültürel olumlu etkileri olduğu gibi kentin elektrik, su, ısınma gibi hizmetleri kullanması olumsuz etkileri de bulunmakta olduğundan kent merkezlerinde bulunan üniversitelerin planlamasının yanında sürdürülebilir hedeflerinin de olması gerekmektedir (Oktay, 2007). Günümüzde çevre bilincine önem veren üniversite yönetimleri yeşil kampüs



uygulamalarına destek vermekte, bu kapsamda sıfır atık ,projesi, yeşil ulaşım, atık su geri dönüşüm sistemlerini uygulamaktadırlar.

Sürdürülebilirlik kavramı bir politika olarak, Brundtland Raporu'na (Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu (WCED), 1987) dayanmakta olup insanların yaşamlarını iyileştirme arzusu ile doğanın buna dayattığı sınırlamalar arasındaki etkileşime odaklanmaktadır. Sürdürülebilirlik en eski haliyle çevresel kalitenin sürdürülmesi fikriyle ilişkilendirilmiştir (Bell, 2008). Zamanla, sürdürülebilirlik çeşitli şekillerde yeniden kavramsallaştırıldı. Önemli bir kavramsal görüş, sürdürülebilirliğin sosyal, ekonomik ve çevresel olmak üzere üç boyutu olduğudur (Farley, 2013, Kuhlman, 2010). Diğer bir önemli ayırım, çevresel veya ekolojik ve sosyal veya ekonomik boyutlar arasındadır. Shriberg (2004), on sürdürülebilirlik değerlendirme aracına ilişkin değerlendirmesinde, çevresel sürdürülebilirlik önlemleri ile bir toplumu ve kampüsü ekolojik, sosyal ve mali açıdan sürdürmenin "temel" meseleleriyle ilgilenenler arasında ayırım yapmaktadır. Analiz ettiği araçların çoğunun bir eko-verimlilik çerçevesi kullandığı sonucuna varmaktadır. Potansiyel sorun, çevresel göstergelerin kendi başına kullanımında değil, kötü tasarlanmış değerlendirme araçlarının yaratabileceği kayıtsızlıktır. Bu araçlarla ilgili analizinde, geliştirmenin deneme aşamalarında olmalarının makul sonucu olarak gördüğü sonuçlara karşı sürece yönelik bir önyargı görmektedir. GreenMetric, bu aşamada bir çevresel sürdürülebilirlik sıralaması olarak da görülebilmesi bakımından benzerdir.

Sosyal, ekonomik ve çevresel olmak üzere üç boyut da kampüs faaliyetlerinin uzun vadeli etkilerinin yanı sıra kavramsallaştırılmıştır (Alshuwaikhat, 2008). Sürdürülebilirliğin yenilikçi bir kavramsallaştırması Lozano ve Huisingh'de (2011) bulunmaktadır. Yazarlar, ilk olarak Lozano'da (2008) sunulan ve aşağıdaki perspektiflere dayanan bir sürdürülebilirlik sınıflandırmasını tanımlamaktadır: geleneksel ekonomik; çevresel olmayan bozulma; ekonomik, çevresel ve sosyal boyutları kapsayan bütünleştirici bakış açısı; nesiller arası bakış açısı; ve bütünsel.

Literatür incelendiğinde Türkiye'nin birçok ilinde katı atık ve sıfır atık projeleri ile ilgili çalışmaların yapıldığı görülmüş olup, Balıkesir ilinin alan çalışması olarak seçilen bir çalışmanın olmadığı görülmüştür. Bu çalışmada Balıkesir ilinde öncü bir çalışma olması açısından Balıkesir Üniversitesi Mimarlık Fakültesi ele alınmıştır. Çalışmada Balıkesir Üniversitesi Mimarlık Fakültesi'nin atık yönetim sistemi incelenmiş ve sıfır atık projesinin uygulanması konusunda mevcut durum tespiti yapılması hedeflenmiştir. Temel atıkların yanında mimarlık bölümü derslerinin işleme biçimi dolayısıyla dönem içerisinde birçok kağıt atığı oluşmakta ve bu atıklar geri dönüşüme kazandırılmamaktadır. Ayrıca bu çalışma kapsamında 2021-2022 yılı içerisinde Mimarlık Fakültesi'nde oluşan atıkların türünün ve miktarının belirlenmesi ve bu atıkların geri dönüşümü üzerine önerilerin getirilmesi amaçlanmıştır. Sürdürülebilir kampüs tasarımının sağlanmasında atık yönetim planlaması önemli rol oynamaktadır. Bu çalışma Balıkesir Üniversitesi Çağış Kampüsünün sürdürülebilir kampüs niteliğini kazanabilmesi açısından teorik yaklaşımların pratiğe dönüştürülmesi noktasında katkı sunacağı ön görülmektedir.

1. Materyal ve Yöntem

1.1. Materyal

Alan çalışması kapsamında, 1992 yılında Balıkesir ilinde kurulan Balıkesir Üniversitesi bünyesinde 1993-1994 eğitim-öğretim yılında faaliyetlerine başlayan Mimarlık Bölümü ele alınmıştır. Kurulduğu günden 2016 yılına dek Mühendislik-Mimarlık Fakültesi bünyesinde eğitim-öğretim faaliyetlerine devam eden Mimarlık Bölümü 8 Nisan 2016'da Bakanlar Kurulu kararıyla Balıkesir Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi'nin kapatılarak Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi olarak ikiye ayrılması sonucu kurulan Mimarlık Fakültesi bünyesinde eğitim-öğretim faaliyetlerine devam etmekte olan tek bölümdür. Bölümdeki akademik personel sayısı 16, idari personel 8 ve toplam öğrenci sayısı 543 kişidir.

1993 yılında kurulduğu dönemde Balıkesir il merkezinde bulunan Cengiz Topel Mahallesi'ndeki binada eğitim-öğretim veren Mimarlık Bölümü 2002 yılından bu yana eğitim-öğretimini Balıkesir Üniversitesi'nin merkez kampüsü olan ve Balıkesir Bigadiç Yolu üzerinde 17. kilometrede bulunan Çağış Kampüsündeki Mühendislik, Mimarlık ve Hukuk Fakültelerinin bulunduğu binada sürdürmektedir. Balıkesir ilinin Türkiye'deki lokasyonu Şekil 1'de gösterilirken, Şekil 2'de Balıkesir il merkezi ile Balıkesir Üniversitesi merkez kampüsü olan Çağış Kampüsünün ilişkisi belirtilmektedir.

Şekil 1: Balıkesir ilinin Türkiye'deki Konumu.



Şekil 2: Balıkesir İl merkezi ile Çağış Kampüsü ilişkisi.



1.2.Yöntem

Bu çalışmada, Balıkesir Üniversitesi Çağış Kampüsünde yer alan Mimarlık Fakültesi binası içerisinde 2021-2022 yılı içerisinde oluşan atıkların türünün ve miktarının belirlenmesi ve bu atıkların geri dönüşümü üzerine önerilerin getirilmesi amaçlanmıştır. Bu çalışmaların yürütülmesi ile birlikte, kampüslerin sürdürülebilirliğinin sağlanmasında önemli adımlardan biri olan atık yönetimi kapsamında teorik yaklaşımların pratiğe dönüştürülmesinde katkı sunması ön görülmektedir.

Yöntemi kapsamında yürütülen çalışmalar;

1. Balıkesir Üniversitesi Mimarlık Fakültesi bünyesindeki Mimarlık Bölümü öğrencilerinin, akademik ve idari personelin 2021-2022 yılları içerisinde ortaya çıkardığı katı atıkların türü ve miktarı belirlenmiştir.
2. Üniversite içerisinde atık yönetiminden sorumlu birimler ile iletişime geçilerek gerekli bilgilerin elde edilmiştir.
3. Ortaya çıkan sonuçların değerlendirilmiş ve çözüm önerilerinin getirilmiştir.

2. Bulgular

2021-2022 yılları arasında öğrencilerin oluşturduğu katı atıklar

Çalışma kapsamında 2021-2022 yılları arasında öğrencilerin oluşturduğu katı atıkların araştırılabilmesi için özellikle bina içerisinde 3 temel alan incelenmiştir. Bu alanlar:

- Kağıt, karton ve plastik poşet atıklarının biriktirildiği depo alanı, derslikler ve stüdyolar,

- Öğrenci kantini,
- Akademik ve idari personelin kullandığı alanlar

Mimari Tasarım dersleri başta olmak üzere diğer tüm derslerden sonra ortaya çıkan kâğıt, karton ve plastik poşet atıklar belirli bir alanda biriktirmektedir. Bu alanda biriktirilen atıklar sınav evrakı olarak saklanan evraklardan farklıdır. Sınav evrakları Balıkesir Üniversitesi'nin sınav yönetmeliği kapsamında iki yıl süre ile muhafaza edilmektedir.

Şekil 3: Depo alanında geri dönüşüm için biriktirilen kağıt ve karton atıklar



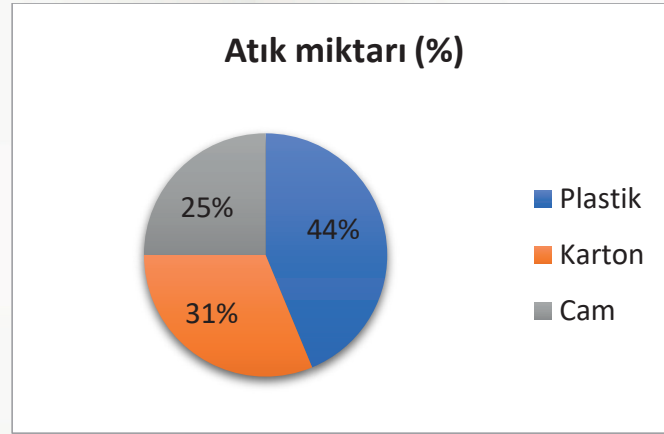
Balıkesir Üniversitesi'nde katı atıkların yönetiminden sorumlu yetkili kişilerle yapılan görüşmelerde, 2022 yılında üniversite bünyesinde iki adet kağıt, karton, atık pil ve plastik atığı depolama alanı oluşturulduğu belirtilmiştir. T.C Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın Sıfır Atık Projesi kapsamında hedeflenmiş ve inşası tamamlanmış depolama alanları henüz faaliyete açılmamıştır. Bu alanların yakın zamanda faaliyete girmesiyle sadece Mimarlık Bölümü değil tüm üniversitenin kağıt, karton, plastik ve pil atıkları burada depolanarak sonrasında ihale usulü ile satışı gerçekleştirilip elde edilen kazancın üniversitenin diğer kaynaklarında kullanmak için değerlendirilecektir.

Mimarlık Bölümü'nde eğitim-öğretim dönemleri boyunca kullanılan toplam 11 adet derslik ve stüdyo bulunmaktadır. Bu alanlarda oluşan atıkların hesaplanabilmesi için bölümde temizlik işlerinden sorumlu personellerle birlikte bir çalışma yürütülmüştür. Farklı günlerde yeniden hesaplanmak koşuluyla atıklar türlerine göre ayrıştırılmış ve tartılmıştır. Bölümdeki derslik ve stüdyolarda oluşan katı atıklar hesaplandığında günde 5,5 kg ile 6 kg arasında değişmektedir. Ortaya çıkan atıklar tür bazında incelendiğinde sırasıyla en çok kağıt, karton, plastik ve cam atıklardır. Balıkesir Üniversitesi'nin 2021-2022 yılı akademik takviminde her bir yarıyıldaki eğitim- öğretim döneminin 70 iş günü üzerinden belirlenmesi

sebebiyle, derslik ve stüdyolarda oluşan katı atıklar güz ve bahar yarıyılında toplamda 770 kg ile 840 kg arasında değişmektedir.

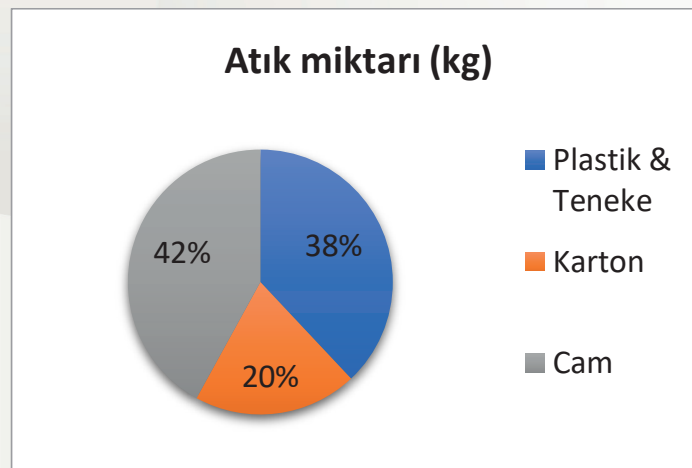
Bölümde katı atıkların oluştuğu önemli alanlardan birisi de öğrenci kantinidir. Kantinde oluşan katı atıkların miktarının ve türünün hesaplanmasında kantinin işletmesinden sorumlu personellerle birlikte yürütülen çalışmalardan yararlanılmıştır. Kantin içerisinde tüm katı atıkların tek bir çöp kutusunda toplanması önemli sorunlar arasında yer almaktadır. Farklı zamanlarda atıkların ayrıştırılarak tartılması sonucunda, sonbahar ve kış mevsiminde günde ortalama 4 çöp kutusu dolmakta ve ortalama ağırlıkları sırasıyla, 3,5 kg plastik, 2,5 kg karton ve 2 kg cam atık oluşmaktadır (Şekil 4).

Şekil 4: Sonbahar ve kış dönemindeki atıkların yüzdeler dağılımları.



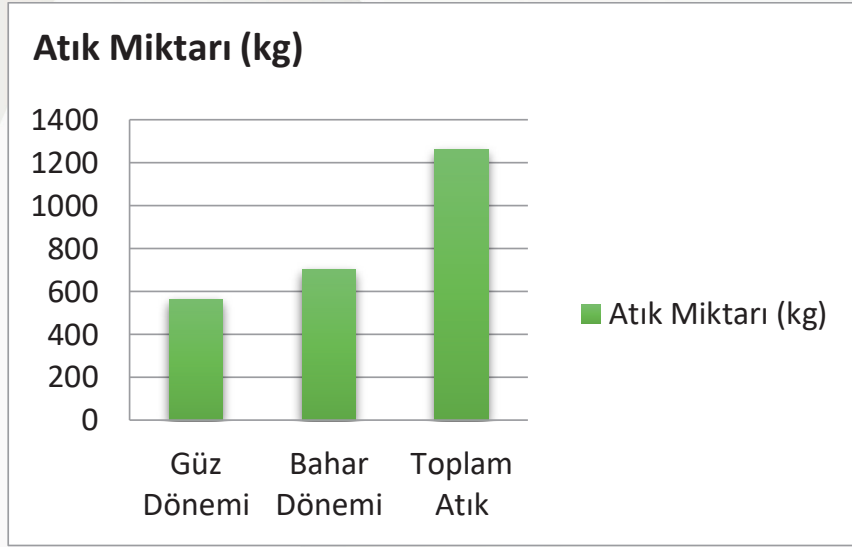
Bu rakamlar, ilkbahar ve yaz aylarında ise (eğitim-öğretim döneminin devam ettiği aylarda) 4,2 kg cam, 3,8 kg plastik ve ince çelik kutu (teneke olarak adlandırılan ürün), 2 kg karton atık olarak değişmektedir (Şekil 5).

Şekil 5: İlkbahar ve yaz dönemindeki atıkların yüzdeler dağılımları.



Öğrenci kantininde güz döneminde ortalama 560 kg ve bahar döneminde ortalama 700 kg olmak üzere 2021-2022 eğitim- öğretim yılı içerisinde toplamda ortalama 1260 kg katı atık oluşmaktadır (Şekil 6).

Şekil 6: Dönemlere göre toplam atık miktarları.



Burada üretilen atıkların bertarafı ya da depolanması üniversitenin herhangi bir idari yönetimine ait olmamakla birlikte tüm sorumluluk kantin işletmesinden sorumlu kişilere aittir. İşletmeden sorumlu kişilerden edinilen bilgiler doğrultusunda öğrenci kantininde günümüze kadar oluşan katı atıklar özel firmalar tarafından toplanarak geri dönüşümü gerçekleştirilmektedir.

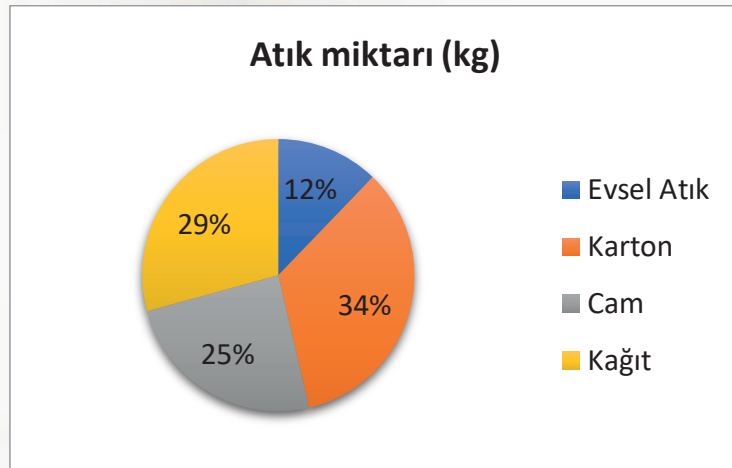
Şekil 7: Öğrenci kantininden çıkan katı atıkların ayrıştırılması



2021-2022 yılları arasında akademik ve idari personellerin oluşturduğu katı atıkların türünün ve miktarının incelenebilmesi için bölümde temizlik işlerinden sorumlu personeller ile birlikte çalışmalar yürütülmüştür.

Farklı zaman aralıklarında ayrıştırılarak tartılan katı atıklar ortalama 1,4 kg karton, 1,2 kg kağıt, 1 kg cam ve 0,5 kg evsel atık şeklindedir. 2021-2022 eğitim öğretim yılı içerisinde akademik ve idari personel tarafından ortalama 574 kg katı atık ortaya çıkarıldığı tespit edilmiştir (Şekil 8). Bölümde oluşan evsel katı atıklar Balıkesir Büyükşehir Belediyesi tarafından düzenli bir şekilde toplanıp Katı Atık Düzenli Depolama Tesisi'ne götürülmektedir.

Şekil 8: Mimarlık Bölümü Akademik ve İdari Personellerin Oluşturduğu Katı Atık Yüzdeler Dağılımı.



Tartışma ve Sonuç

Atıkların doğru bir şekilde yönetilmesi, depolanması, geri dönüşümü ya da bertarafı doğal çevrenin korunması ve canlı sağlığı açısından oldukça önemlidir. Atık yönetimi, açık, yarı açık, kapalı tüm kamusal ve özel alanlarda olduğu gibi üniversitelerde de detaylı bir şekilde ele alınması gereken konular arasındadır. Özellikle son yıllarda Sıfır Atık Projesi, Yeşil Kampüs uygulamaları ve GreenMetric çalışmaları ile üniversitelerde oluşan her türlü atığın (katı atık, sıvı atık, kimyasal atık, organik atık vb.) geri dönüşümü ve bertarafı noktasındaki çalışmalar hız kazanmıştır. Üniversitelerde oluşan atıkların geri dönüşümünün sağlanması ile kaynakların tüketiminin sınırlandırılması, enerji tasarrufunun sağlanması, atık çöp miktarının azaltılması, toprağın, su kaynaklarının ve doğal çevrenin korunması, ekonomik katkı gibi konularda olumlu sonuçlar ortaya çıkmıştır.

Yapılan bu çalışma ile Balıkesir Üniversitesi Mimarlık Fakültesi bünyesindeki Mimarlık Bölümü öğrencilerinin, akademik ve idari personelin 2021-2022 yılları içerisinde ortaya çıkardığı katı atıkların türü ve miktarı belirlenmiştir. Bölümdeki derslik ve stüdyolarda oluşan katı atıklar hesaplandığında günde 5,5 kg ile 6 kg arasında değişmektedir. Eğitim-Öğretim



yılı içerisinde ise, derslik ve stüdyolarda oluşan katı atıklar güz ve bahar yarıyılında toplamda 770 kg ile 840 kg arasındadır. Ortaya çıkan atıklar tür bazında incelendiğinde sırasıyla en çok kağıt, karton, plastik ve cam atık olduğu gözlemlenmiştir. Özellikle öğrencilerin sıklıkla kullandığı kantininde güz döneminde ortalama 560 kg ve bahar döneminde ortalama 700 kg olmak üzere 2021-2022 eğitim- öğretim yılı içerisinde toplamda ortalama 1260 kg katı atık üretildiği hesaplanmıştır. Burada dikkat çeken en önemli konu öğrenci kantininde oluşan atık türünün ve miktarının mevsimlere göre değişmesidir. Sonbahar ve kış mevsiminde günde ortalama ortaya çıkan atık miktarı sırasıyla, 3,5 kg plastik, 2,5 kg karton ve 2 kg cam atıktır. İlkbahar ve yaz aylarında ise 4,2 kg cam, 3,8 kg plastik ve ince çelik kutu (teneke olarak adlandırılan ürün), 2 kg karton atık şeklindedir. 2021-2022 eğitim öğretim yılı içerisinde akademik ve idari personel tarafından ise ortalama 574 kg katı atık ortaya çıkarıldığı hesaplanmıştır. Tüm hesaplamalar değerlendirildiğinde 2021-2022 eğitim öğretim yılı içerisinde Mimarlık Bölümü'nde toplamda ortalama 2674 kg atık üretildiği ortaya çıkmıştır. Miktar bazında en çok atığın da öğrenci kantininde olduğu tespit edilmiştir. Özellikle bahar yarıyılında en çok oluşan atık türünün cam olması geri dönüşüm noktasında ileri dönük atık yönetim planlamaların yapılmasında dikkat edilmesi gereken konulardan birisidir. Eğitim öğretim yılı içerisinde öğrencilerin derslik ve stüdyolarda oluşturduğu kağıt atık miktarının fazla olması, diğer önemli sonuçlar arasında yer almaktadır.

Çalışma kapsamında Mimarlık Bölümü'nde oluşan atıkların azaltılması için belirli öneriler getirilmiştir. Bu öneriler;

- Mimari tasarım projeleri dersleri kapsamında öğrencilerin hazırladıkları ödevlerin dijital ortamda sunulması, mevcut kağıt atık miktarını azaltılmasına yardımcı olacaktır.
- Mimari tasarım projeleri dersleri kapsamında öğrenciler tarafından hazırlanan proje maketlerinde kullanılan minyatür maket materyallerinin, belirlenmiş alanlarda sergilenmesi, diğer öğrencilerin farklı ders kapsamında kullanmasına imkan sağlamış olacaktır. Bu sayede minyatür maket materyallerinin geri dönüşümü sağlanmış olup ayrıca ekonomik açıdan öğrencilere katkı sunacaktır.
- Öğrenci kantininde oluşan plastik atıkların en aza indirilmesi için belirli önlemler alınmalıdır. Özellikle en çok plastik atık kütlelerini oluşturan su şişelerinin kullanımını azaltmak için fakülte çevresinde sağlık açısından herhangi bir sorun yaratmayan, temiz ve erişilebilir çeşmeler inşa edilmesi alternatif çözüm önerileri arasında yer almaktadır.
- Öğrenciler başta olmak üzere akademik ve idari personele sürdürülebilir atık yönetimi konusunda gerekli eğitim desteği verilmelidir. Ayrıca üniversite genelinde konu özelinde seminer, panel vb. etkinlikler düzenlenerek farkındalığın artmasına katkı sağlanmalıdır.



Kaynakça

- Alaykiran, K., Güner, E., (2013). Çok Ürünlü Geri Dönüşüm Ağ Tasarımı İçin Bir Matematiksel Model, Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, 28(1), 151-159.
- Alshuwaikhat, H. M., Abubakar, I., (2008). An İntegrated Approach to Achieving Campus Sustainability: Assessment of The Current Campus Environmental Management Practices, Journal of Cleaner Production, V 16, pp 1777-1785, <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2007.12.002>.
- Atıl A., Gülgün B. ve Yörük, (2005). İ. Sürdürülebilir Kentler ve Peyzaj Mimarlığı, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 42, 215-226.
- Ay Sarıyar, E., Üstün Odabaşı, S., Büyükgüngör, H., (2021). Sıfır Atık Kapsamında Atık Elektrik ve Elektronik Eşyaların Geri Kazanımı: Halkın Bu Konudaki Tutumu, Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi (The Blacksea Journal of Science), 11(1), 257-276, DOI: 10.31466/kfbd.907506.
- Aydoğan, Ö., Varank, G., Bilgili, M.S., (2011). Municipal Solid Waste Management in Gaziantep, Sigma, 3, 268-275.
- Berkel, M., Çağındı, Ö. (2014). Gıda Laboratuvarlarında Atık Yönetimi, Sidas Medya Akademik Gıda / Academic Food Journal, 12 (3),54-59. ISSN Print: 1304-7582, ISSN Online: 2148-015X
- Bell, S., Morse, S., (2008). Sustainability Indicators Measuring the Immeasurable?, Second Edition, New York.
- Bilgili, M. Y. (2021). Sıfır Atık Yaklaşımının Kökenleri ve Günümüzdeki Anlamı, İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 20(40), 683-703. doi: 10.46928/iticusbe.787711.
- Bilgin, R., (2020). Niğde Belediyesi Binasında Sıfır Atık Uygulamaları, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Fen Bilimleri Enstitüsü, Aksaray Üniversitesi, Aksaray.
- Bulut, A., Şengül, H. (2023). Atık Yönetimi ve Sıfır Atık Projesinin Değerlendirilmesi: İstanbul İli Örneği, Sağlık ve Sosyal Refah Araştırmaları Dergisi, 5 (1) , 85-97. DOI: 10.55050/sarad.1224470
- Büyükkol, M., Bedük, F., (2020). Antalya’da Faaliyet Gösteren Beş Yıldızlı Otel İşletmelerinde Sıfır Atık Projesi’nin Uygulanabilirliği, Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi, 25(1), DOI: 10.17482/uumfd.685925.
- Cingöz, K., Gürgen, E., Beyhan, B., (2018). Coğrafi Bilgi Sistemleriyle Atık Toplama Araçlarının Rotalarının Belirlenmesi, Hacettepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 36(1), 39-62.
- Çakır, T. E., Topal, B., (2016). Tersine Lojistik Kapsamında Tıbbi Atıkların Toplanması Üzerine Bir Uygulama, International Multidisciplinary Conference (IMUCO 2016), Antalya, 770-779.
- Çetinkaya, M. S., (2019). Sıfır Atık Yaklaşımının Geri Kazanılabilir Atık Kağıt Miktarı ve Kalitesine Etkisi: Akdeniz Bölgesi ve Ege Bölgesi Pilot Örnek, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Kahramanmaraş.

- Demir, E., D. Gültekin, S. Sandıkçioğlu, A. Sayhan, M. Yeşildağ, Ö. Kırca ve Süral, H. (2001). Yenimahalle Belediyesi Katı Atık Toplama ve Taşıma Sistemi Tasarımı, Endüstri Mühendisliği Dergisi, Cilt 12, No 3-4, 52-64.
- Demir, K. (2019). Adana İlinde Sıfır Atık Projesinin Uygulanması, Yüksek Lisans Tezi, Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Nevşehir.
- Demirarslan, K. O., Başak, S. (2021). Kamu Kurumları İçin Sıfır Atık Kapsamında Atık Kâğıt Envanter Çalışması: Artvin Çoruh Üniversitesi Örneği, Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 11 (4), 1208-1216 . DOI: 10.17714/gumusfenbil.877604.
- Demirer, S.U., Elker, S., Kasap, S., (2013). Atık Azaltma Metotlarının Akü Üretimine Entegre Edilmesi: Metot Geliştirme ve Uygulama, Journal of History Culture and Art Research, 1(4), 468-474.
- Doğan, Ö. İ., Kırdar, K., (2014). Evsel İlaç Atıklarının Toplanmasında Tersine Lojistik Ağı Üzerine Bir Uygulama, Dokuz Eylül Üniversitesi Denizcilik Fakültesi Dergisi, 6(1), 1-22.
- Er, M. K. (2012). Sıfır Atık Yönetimi ve Ofis Tipi Binalarda Uygulanması, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Farley, H.M., Smith, Z.A., (2013). Sustainability: If it's everything, is it nothing?, pp 1-177. 10.4324/9780203799062.
- Gül M., Yaman K., (2021). Türkiye'de Atık Yönetimi ve Sıfır Atık Projesinin Değerlendirilmesi: Ankara Örneği, Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 35(4), 1267-1296, <https://doi.org/10.16951/atauniiibd.870434>.
- Güllü, G., (2022). Kentsel Dönüşümde Sıfır Atık Yönetimi, İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 4(2), E-ISSN:2667-792X.
- Güvez, H., Dege, M., Eren, T. (2012). Kırıkkale' de Araç Rotalama Problemi ile Tıbbi Atıkların Toplanması, Uluslararası Mühendislik Araştırma ve Geliştirme Dergisi, 4(1), 41-45.
- Gürsoy Haksevenler B., Kavak F.F., Akpınar A., (2020) Sıfır Atık Yönetimi, Marmara Üniversitesi Anadoluhisarı Kampüsü Örneği, Kent Akademisi Dergisi, 13(4), 722-735.
- Kaçtıoğlu, S., Şengül, Ü. (2010). Erzurum Kenti Ambalaj Atıklarının Geri Dönüşümü için Tersine Lojistik Ağı Tasarımı ve Bir Karma Tamsayılı Programlama Modeli, Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 24(1), 89-112.
- Kara, Ü., (2021). Türkiye'de Sıfır Atık Projesi Uygulaması: Safranbolu Örneği, Yüksek Lisans Tezi, Karabük Üniversitesi, Karabük.
- Kartal, B., (2009). İstanbul'daki tarihi saray bahçelerinin peyzaj mimarlığı açısından incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Keçeci, B., Sümer, E., Kılıç, A., Çiçek, S., İnan, B. ve Çeki, E., (2014). CBS Destekli E-Atık Yönetimi: Çankaya Belediyesi İçin Bir Uygulama, 6. Ulusal Katı Atık Yönetimi Kongresi (UKAY 2014), Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Van, 8-14.
- Kızıldaş, Ş., (2019), Sıfır Atık Projesi Kapsamında Geri Dönüşümlü Atıkların Toplanması: Kırıkkale'de Heterojen Çok Araçlı Araç Rotalama Uygulaması, Harran Üniversitesi Mühendislik Dergisi, 3(3), 190-196. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/pub/humder/issue/42425/497997>.
- Kuhlman, T., Farrington, J., (2010). What is Sustainability?, Sustainability, 2(11), 3436-3448; <https://doi.org/10.3390/su2113436>.



- Lozano, R., (2008). Envisioning Sustainability Three-Dimensionally, *Journal of Cleaner Production*, 16 (17), 1838-1846.
- Lozano, R., Huisingh, D., (2011). Inter-linking Issues and Dimensions in Sustainability Reporting, *Journal of Cleaner Production*, 19 (2-3), 99-107
- Oktay D., (2007), Üniversite kent ilişkisi, *Yapı Dergisi*, 302, 42-47.
- Ölmez, B., (2021). Sıfır Atık Projesi ve İzmir İli Konak İlçesi'nde Sıfır Atık Uygulaması, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Nevşehir.
- Özeler, D., Ü. Yetiş, Demirer, G.N. (2006). Life Cycle Assessment of Municipal Solid Waste Management Methods: Ankara Case Study, *Environment International*, 32 (3), 405-411. Doi: 10.1016/j.envint.2005.10.002
- Shriberg, M., (2004), Assessing Sustainability: Criteria, Tools, and Implications, *Higher Education and the Challenge of Sustainability*, pp 71-86.
- Sıfır Atık Projesi 2017 Faaliyet Raporu (2018) Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Ankara.
- Şengül, Ü. (2010). Atıkların Geri Dönüşümü ve Tersine Lojistik, *Paradoks Ekonomi, Sosyoloji ve Politika Dergisi*, 6(1), 73-86.
- Ulaşlı, K., (2018). Geri Kazanılabılır Atıkların Yönetimi ve Sıfır Atık Projesi Uygulamaları: Kadıköy Belediyesi, Çevre Bilimleri ve Enerji Yönetimi, Yüksek Lisans Tezi, Hasan Kalyoncu Üniversitesi, Gaziantep.
- Yaman, K., Olhan, E. (2010). Atık Yönetiminde Sıfır Atık Yaklaşımı ve Bu Anlayışa Küresel Bir Bakış, *Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi*, 3(1), 53-57.
- Yıldırım, N., Akın, D. D. B. S. (2022). Sıfır Atık Projesi: Ambalaj Atıklarının Ayrı Toplanması, Ankara Büyükşehir Belediyesi Örneği, *Ulusal Çevre Bilimleri Araştırma Dergisi*, 5 (1), 33-46 . Retrieved from <https://dergipark.org.tr/en/pub/ucbad/issue/69288/1015641>



SIFIR ATIK YÖNETİMİNDE ÖRNEK KAMPÜSLER VE BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ İÇ VE DIŞ MEKÂN UYGULAMALARI

Nazmiye ERDOĞAN*

ÖZET

Bu çalışmada, “üniversitelerde sıfır atık yönetimi” uygulamalarına örnek olarak Dünyadaki ve Türkiye’deki üniversitelerin çalışmaları verildi ve sonuç ve öneriler sunuldu. Başkent Üniversitesi Çevre ve Şehircilik Bakanlığı’ndan “Sıfır Atık Belgesi” almıştır. Kampüsümüzde atıkyönetim sisteminin kurulumu tamamlandı. Atıkyönetiminde gelişmeler şu faktörler üzerinde odaklanmaktadır: su ve elektrik enerjisi tasarrufu, yenilenebilir enerji kullanımı, kampüsteki doğal kaynakların, enerji ve suyun kullanımı, yeniden kullanım, onarım ve yeşil ulaşım, kâğıt ve tek kullanımlık ürünlerin azaltımı, geri dönüşüm programı, tehlikeli atıkların, organik atıkların, organik olmayan atıkların, kampüste kâğıt ve plastik kullanımının yönetimi ve özellikle sürdürülebilir bir davranışa yönelik eylemlere odaklanan bir kültür teşvik edilmektedir. Bağlıca Kampüsünde atık yönetim sisteminin kurulumu tamamlandı. Ancak bu aşamada en önemli sorunlardan birisi geri dönüşüm oranında hedeflenen başarıya yani geri dönüşüm davranış değişikliğine ulaşılamadı. Bu sorun kapsamında iç ve dış mekânlarda geri dönüşüm kutularının tasarımlarının seçimi ve yerleştirmesi aşamasındaki uygulamalar ve eğitim programları değerlendirildi. Atıkların geri dönüşümü konusunda bir başarı sağlanması ile birlikte, yeni vizyon atık üretiminin azaltılması ve yeniden kullanılması olmaktadır.

Sonuç olarak, sürdürülebilir kampüsü sağlamada başarıya ulaşmak için tüm akademik, idari personel ve öğrencilerin çevre bilincine sahip olmaları, bunu davranışa aktarmaları ve bu çerçevedeki çalışmalara günlük kampüs yaşamı ve öğretim programı çerçevesinde katılmalarının önemi vurgulandı. Bu çalışma, bu önemden hareket ederek, sürdürülebilirlik ve sıfır atık yönetimi ve tasarımı kapsamında üniversitelerin yaptıkları faaliyetler üzerinde durarak, hem bilgi paylaşımına hem de farkındalığı, ilgiyi ve faaliyetlerin kapsamını artırmaya katkıda bulunmaya çalıştı.

Anahtar Kelimeler: sıfır atık; geri dönüşüm kutuları; atık azaltma; atık davranışı; Başkent Üniversitesi

*Prof. Dr., Başkent Üniversitesi, nerdogan@baskent.edu.tr



Giriş Sorun

Dünyanın her köşesine kadar hızla yaygınlaşan endüstriyel faaliyetler başta olmak üzere örgütlü ve örgütsüz insan faaliyetlerinin doğal kaynaklar ve çevre üzerine oluşturduğu yok edici, tahrip edici ve bozucu baskılarla birlikte hem ekosistemlerin hem de sosyal, kültürel ve ekonomik varoluşun sürdürülebilirliği her geçen gün hayati önemini artırmaktadır. Küresel iklim değişikliğiyle birlikte giderek kapsamı ve sayısı artan küresel kuraklık, sel, kentsel altyapılardaki riskler gibi sorunlarla insanlar yüz yüze kalmaktadır. İklim değişikliği, biyolojik çeşitlilik kaybı, ormansızlaşma, su kalitesi bozulması ve hava kirliliği, meydana gelen benzeri görülmemiş ve bazı durumlarda geri döndürülemez çevresel değişiklikler kategorileri arasındadır (Stephens ve diğerleri, 2008). Bu durum elbette, çözümler üretme çabalarını da kaçınılmaz olarak artırmaktadır.

Sorun ve Üniversiteler

Toplumda faaliyet gösteren örgütlü yapılar olarak üniversiteler de çok miktarda elektrik, petrol, gaz, su, kimyasal madde ve diğer kaynakları kullanır. Büyük bir kampüse sahip ve birçok öğrencisi olan bir üniversite, basit bir topluluk ve kurumdan ya da bazı işletmelerden daha fazla kaynak almaktadır. Ayrıca, bir üniversite işletimi sırasında çok sayıda atık, atık su, kimyasal madde ve zehirli atık üretilerek kampüs ve mahallesi için çevresel sorunlara neden olmaktadır (Çabuk ve Keleş, 2008). Sürdürülebilirliğe geçişte yükseköğretim kurumları toplumda benzersiz bir konuma sahiptir.

Yükseköğretim kurumları, bilgi üretimi, bilginin sürdürülmesi ve bilginin yayılması açısından kritik derecede önemli yerlerdir. Üniversiteler ve bilgi arasındaki bu geleneksel birlikteliklere ek olarak, yükseköğretim kurumları, farklı bilgi türlerinin sentezini ve entegrasyonunu teşvik etme ve bilginin sosyal değişime uygulanmasını geliştirme konusunda benzersiz bir potansiyele sahiptir (Stephens ve diğerleri, 2008).

Çözümler üretme bağlamında örgün eğitimin sorumlulukları ve işlevleri bir kenara itilemeyecek kadar açıktır. Bu, elbette sadece gelecek neslin çevresel ve insanca duyarlılıklar elde etmesi için değil, aynı zamanda, üniversitelerin genel toplum içinde daha iyiye doğru gelişmeye örnek olan yapısal ve çevresel politikaları ve uygulamaları yapmaları bağlamında da önemlidir. Artık üniversitelerin sadece çevresel bilgiyi üreten ve yayan değil, aynı zamanda uygulayan kurumlar olmasını beraberinde getirmektedir. Bu bağlamda, üniversiteler, araştırmalar yapan, öneriler sunan, projeler tasarlayıp uygulayan yapılarına çevre ile ilgili eğitim ve araştırmaları eklemiştir ve bunu geliştirmeye başlamıştır. Şu anda, üniversitelerin önemli bir kısmı stratejik planlarında sürdürülebilirlik ilkelerini benimsemiş bir "kurumsal yaklaşıma" yeterince sahip değildir; fakat daha sürdürülebilir bir gelecek arayışı yükseköğretim kurumlarında yaygınlaşmaktadır (Eppinga ve diğerleri, 2020, Mcmillin and Dyball, 2009; Wright, 2010). Bu bağlamda, dünyada ve ülkemizde üniversitelerin ekosistemin sürdürülebilirliğine katkı amacıyla kendi kampüslerinde çevre politikaları belirleme,



eylem planları yapma ve uygulama faaliyetlerini artırdığı görülmektedir. Bu amaç artık üniversitelerin hem çevresel bilgiyi üreten hem de kendi kampüsünde uygulayan kurumlar olması gerektiğinin giderek benimsendiğine işaret etmektedir. Bu temelde, yeşil kampüs gelişimini derinlemesine yürütmek, sadece sürdürülebilir odaklı bir toplum inşa etmenin ihtiyaçları değil, aynı zamanda üniversitelerin misyonudur (Güllü ve diğerleri, 2012; Tan ve diğerleri, 2014).

Sürdürülebilir kampüslerin inşası ve geliştirilmesi, sürdürülebilir kampüs idaresi, sürdürülebilir araştırma, ekolojik okuryazarlık, etik ve ahlaki sorumluluk, üniversiteler ve uluslararası iş birlikleri, disiplinler arası ve sürdürülebilirlik odaklı müfredat geliştirilmesi ve kamu, özel ve endüstri kuruluşlarıyla ortaklıklar gibi birçok gerekli zorunlulukları içerir.

Üniversitelerde Genel Durum

Can (2019) ve benzeri araştırmacıların belirttiği gibi, sürdürülebilir kampüs (veya yeşil üniversite) anlayışı ve politikası ile birlikte üniversitelerin değişen kapsamda sürdürülebilirliğe katkı sağlamak üzere CO2 emisyonlarını azaltıcı düzenlemeler yaptığı, öğrenci ve çalışanlarını öncelikle yürüyüş, paten ya da bisiklet sürmek gibi aktif ulaşım seçeneklerine yönelttiği, kampüsün ürettiği atıkları geri dönüştürülmesi için tasnif ederek topladıkları, yeşil atıkları kendi bünyelerinde kurulan kompost tesislerinde işledikleri, atık sularını kendi bünyelerinde atık su arıtma tesisleri kurarak arıttıkları, enerji ve su tasarrufu için sürekli bir araştırma geliştirme içerisinde oldukları, yenilenebilir enerji kaynaklarını kullandıkları ve hatta kendi enerjilerini kendilerinin ürettiği, kampüslerinde farkındalığı ve bilinci arttırmak üzere eğitim müfredatlarına sürdürülebilirlik ve çevre ile ilgili çeşitli dersler ekledikleri, yeşil teknolojilerin gelişmesine katkı sağlayacak araştırma ve geliştirme projeleri yürüttükleri, sürekli aktif çevre koruma kampanyaları ile kampüs içerisinde katılım sağlayarak bir ekip çalışması ortamı yarattıkları, kampüslerin içinde doğal gıda ürünlerinin satılmasını ve sağlıklı beslenmeyi destekledikleri, kampüslerini ve çevresini ağaçlandırdıkları, buldukları bölgenin doğal yeşil dokusunu korudukları, yeşil ve akıllı bina uygulamalarını tercih ettikleri ve tüm faaliyetleri yazılı birer politikaya, hedeflere ve eylem planlarına dayalı olarak gerçekleştirdikleri görülmektedir. Potting ve diğerlerinin (2018) de işaret ettiği gibi, önleme politikalarıyla birlikte, reddetmek, yeniden düşünmek, azaltmak, tekrar kullanmak, tamir etmek, yenilemek, başka amaca uygunluk, geri dönüşüm, iyileştirme, enerji elde etme yöntemleri de hem yeni başlayanlar için önemini artırmakta hem de bu politikaların bazılarının kullanılması gereğini de ortadan kaldırmaktadır. Azaltma ve önleme malzemenin ve/veya bileşenin atık haline gelmeden alınacak kararları ve uygulamaları içerdiğinde çok daha anlamlı ve etkili olur. Tasarım ve üretimde daha az malzeme kullanımı, kullanılacak malzemelerin, bileşenlerin ömürlerinin daha uzun olması ve yeniden kullanılması, daha az hammadde ve tehlikeli madde kullanmak gibi verimli sonuçları doğurur (European Commission, 2008).

Geri dönüşüm, faydalarını belirtmeye gerek olmayan en eski ve etkili yöntemlerden biridir. Yeniden kullanım ve geri dönüşüm dışında da alternatifler bulunmaktadır. Örneğin,



atık yönetimi basamaklarının en son adımı, enerji geri kazanımı için yakma ve yok etme (imha) kullanılır. 9R Modeli Lansink Atık Hiyerarşisi göre sırlama; önleme, reddetmek, yeniden düşünmek, azaltmak, tekrar kullanmak, tamir etmek, yenilemek, yeniden üretmek, başka amaca uygunluk, geri dönüşüm, iyileştirme, enerji elde etme ve en sonda yer alan bertaraf yöntemini artık kaldırmıştır. Enerji için yakma da bir imha etme olmakla beraber imha etme faaliyetleri geri kazanıma dahil değildir (European Commission, 2008). Ülkelerin uyarladığı alternatif yaklaşımlarda yer alan bir diğer bertaraf yöntemi de atıkların depolanmasıdır. Özellikle gelişmemiş ülkelerde sıklıkla görülen bu yöntem atıklarda yüksek geri kazanım oranına sahip ülkelerde yasaklanmıştır (EU Waste, 2011). Bu yöntemi kullanan ülkelerde ise iki tip olarak görülmektedir; düzenli depolama ve düzensiz depolama şeklinde. Düzenli depolama, uygulana hiyerarşik yaklaşımın hiçbir adımında malzemenin geri kazanımı ve bertarafı mümkün değilse, ülkelerin yayınladıkları yönetmeliklere uygun depolama tesislerinde biriktirilir. Geri dönüşümüm mümkün olmadığı ya da uygulanmadığı ülkelerde ise giderek artan atık miktarının depolanması büyük problemlere yol açar. Düzensiz depolamada ise atıklar herhangi bir yasal yaptırıma uğramadan doğal çevreye, boş alanlara atılır. Düzensiz depolama sadece doğal çevre açısından değil insan sağlığı açısından da büyük tehlike arz etmektedir, tercih edilmemelidir ve ülkeler yasal uygulamalarla bu faaliyetleri engellemelidir.

Ancak ülkemizde üniversitelerin sürdürülebilirliğe yönelik planları ve girişimleri yetersizdir. O halde daha sürdürülebilir bir üniversite için diğer üniversitelerin gelişmiş planlarını ve girişimlerini incelemek gerekir.

Sürdürülebilir Yeşil Kampüsler ve Uluslararası Sürdürülebilir Kampüs Ağları

Son yıllarda yaygınlaşan ve sayıları giderek artan uluslararası üniversite sıralama sistemleri kalitenin bir göstergesi olarak algılanmakta ve üniversiteler tarafından önemli bir imaj pazarlama aracı olarak kullanılmaktadır. Günümüzde oluşturulmuş veya hala oluşturulmaya devam edilen üniversitelerin ne kadar sürdürülebilir olduğunu belirli çevre kriterlerine baz alarak ölçen çeşitli sürdürülebilirlik akreditasyonları ve ağlar vardır. Örnek olarak Uluslararası Sürdürülebilir Kampüsler Ağı (ISCN), varyasyona sahip çalışma grupları, seminer ve konferans düzenlemeleri ve aldığı ödüller doğrultusunda Amerika, Avrupa ve Asya'daki bazı üniversitelerin üyesi olduğu en geniş ağ olmasının yanında iletişim ve koordinasyonu sağlamaktadır. Sürdürülebilirlik çalışmaları arasında sürdürülebilir yapılanma ve yeşil bina uygulamaları dikkat çekmektedir, Yeşil binaların değerlendirilmesinde kullanılan sertifikasyonlar bulunmaktadır (Çillioğlu Karademir ve Dağ, 2021). Amerika Birleşik Devletleri'nde ACUPCC, Yüksek Öğretimde Sürdürülebilirliği Geliştirme Derneği (AASHE), ABD Yeşil Binalar Konseyi (USGBC United States Green Building Council), Uluslararası Sürdürülebilir Kampüs Ağı (ISCN) ve Birleşik Devletler Çevre Koruma Ajansı (EPA) yeşil kampüs konusunu ele alan kuruluşlardan bazılarıdır. ACUPCC, iklim değişikliği ve sera gazı emisyonları hakkında bilgi paylaşan bir üniversite ağı oluşturmak için 2006 yılında organize edildi; üniversitelerin iklim nötr olma planlarını ve uygulamalarını formüle etmeleri için bir çerçeve sağlar. ACUPCC, iklim nötr için üç adım önerir. İlk adım



kapsamlı bir plan yapmaktır. İkinci adım, sera gazı emisyonlarını azaltmak için bir plan ve ACUPCC tarafından sağlanan somut eylemlerin uygulanmasıdır. Üçüncü adım, düzenli raporların sunulmasıdır. Bu şekilde ACUPCC, üniversitelerin iklim değişikliğine karşı önlem almalarına yardımcı olur.

AASHE, Yüksek Öğretimde Sürdürülebilirliği Geliştirme Derneği eğitim faaliyetlerinde bulunan bir sivil toplum kuruluşudur. Spesifik olarak, yükseköğretimde sürdürülebilirliğin geliştirilmesini ve sürdürülebilirlik araştırmalarını destekler. Ayrıca sürdürülebilirlik ile ilgili bilgi ve etkinlikler sunar ve bu bilgilerin kurum ve kişiler arasında paylaşımını teşvik eder. Kurum ve bireylerin sürdürülebilirlik için işbirliği yapmalarını destekler. AASHE, sürdürülebilirlik derecesini değerlendirmek için bir ölçek/kriter olan Sürdürülebilirlik İzleme, Değerlendirme ve Derecelendirme Sistemini (STARS) sağlar ve üniversitelerin sürdürülebilir olması için yönergeler sağlar. Böylece, AASHE eğitim açısından sürdürülebilirliği destekler. Ayrıca, Yeşil Okullar Merkezi aracılığıyla yeşil kampüsler inşa etme çabalarını kolaylaştırmaktadır. Yeşil Okullar Merkezi, geliştirilmiş sürdürülebilirlik için okulların işleyişini ve yönetimini teşvik eder. Tüm Okul Sürdürülebilirlik Çerçevesi, Yeşil Kampüse Giden Yol Haritası ve diğer programlar aracılığıyla okulların ortamındaki iyileştirmeleri destekler ve sürdürülebilir bir kampüsü teşvik eder. ISCN, kampüsler arasında ağ kurmayı ve iş birliğini kolaylaştırır ve Küresel Üniversite Liderlik Forumu ile birlikte sürdürülebilir kampüslerin geliştirilmesine yardımcı olur. Çalışma Grupları Programı aracılığıyla bilgi alışverişinde bulunmakta ve çeşitli çalışmalar yapılmaktadır. Ayrıca, Konferans Sempozyumları programında sürdürülebilir kampüsler tartışılmaktadır. ISCN, Sürdürülebilir Kampüs Mükemmellik Ödülleri aracılığıyla gelişmiş sürdürülebilir üniversiteleri tanımlar. Bu şekilde ISCN, ulusal ve uluslararası düzeyde sürdürülebilir üniversitelerin gelişimini destekler. Son yıllarda tüm dünyadan saygın üniversitelerin katıldığı uluslararasılaşmayı teşvik eden, sürdürülebilirlikle ilgili konulara dikkat çeken ve çevre bilinci konusunda küresel farkındalık yaratmayı amaçlayan bir platform olan IU GreenMetric, dünyadaki bütün yükseköğretim kurumlarının katılımına açıktır her yıl katılımcı sayısı artmaktadır.

Tüm dünyadan saygın üniversitelerin katıldığı IU GreenMetric Dünya Üniversiteler Sıralaması, değerlendirme ve eğitimde sürdürülebilir gelişim, sürdürülebilirlik araştırmaları, kampüslerin yeşillendirilmesi ve sosyal destek konularında değerlendirme ve karşılaştırmalar yaparak yükseköğretim kurumlarının oynayabileceği önemli rolü vurgulamaktadır. Dinamik ve geniş kapsamlı olan ağ, Asya, Avrupa, Afrika, Avustralya, Amerika ve Okyanusya'da bulunan 2022 yılında 85 ülkeden 1050 katılımcı üniversite bulunmaktadır. Kampüs politikalarının gelişmesini teşvik eden GreenMetric 3 sürdürülebilir öncelik alanına sahiptir: (a) Yükseköğretim ve araştırmayı şekillendirme; (b) Geleceğin sürdürülebilirlik liderlerini ortaya çıkarma; (c) Sürdürülebilirlik sorunlarını çözüme ortaklıklar oluşturma.

Bu çalışmada Başkent Üniversitesi çevre uygulamaları bağlamında örnek olarak ele alındı. Çalışmada yukarıdaki açıklamalarda öne çıkan kampüsteki doğal kaynakların,



enerji ve suyun kullanımı, yeniden kullanım, onarım ve yeşil ulaşım, kâğıt ve tek kullanımlık ürünlerin azaltımı, geri dönüşüm programı, tehlikeli atıkların, organik atıkların, organik olmayan atıkların, kampüste kâğıt ve plastik kullanımı gibi konuları içeren atık yönetimi sorunsalı ele alınıp açıklandı.

Sürdürülebilir kampüs için tüm akademik ve idari personel ve öğrencilerinin çevre bilincine sahip olmaları ve bu çerçevedeki çalışmalara günlük kampüs yaşamı ve öğretim programı çerçevesinde katılmaları önemlidir. Bu çalışma, bu önemden hareket ederek, sürdürülebilirlik ve sıfır atık yönetimi ve tasarımı kapsamında üniversitelerin yaptıkları faaliyetler üzerinde durarak, hem bilgi paylaşımına hem de farkındalığı, ilgiyi ve faaliyetlerin kapsamını artırmaya katkıda bulunmaya çalıştı.

Yöntem

Bu nicel verileri de kullanan niteliksel çalışmadır. Önce örnek olarak ele alınıp yönetimleri sunulacak örnek üniversiteler, GreenMetric Dünya Üniversiteler Sıralamasında önde gelenler arasından seçildi. Ardından, seçilen üniversitelerdeki katı atık ve sıfır atık yönetiminin önde gelen özellikleri özlüce incelendi. Bu bağlamda, tasarım ve uygulama verileri üniversitelerin dijital ve/veya basılı kaynaklarından toplandı. Bu verilerden sürdürülebilir tasarım ve uygulama bağlamlarında bilgiler toplandı, özelliklerine göre gruplandırıldı ve değerlendirildi. Gruplandırmada ve değerlendirmelerde gerektiğinde, uygun ölçütlere göre oluşturulan tablolar kullanıldı. Gruplandırmada ve değerlendirmede temel ölçüt olarak kampüslerdeki sürdürülebilirlik çalışmalarını değerlendiren GreenMetric Dünya Üniversiteler Sıralama uygulamasındaki bu araştırma için atık yönetimiyle ilgili ölçütler kullanıldı.

Bulgular ve Değerlendirme

Üniversitelerinde Atık Yönetimi: Dünya Üniversiteleri

GreenMetric 2022 yılı sıralamasına 1050 üniversite katılmıştır. Sıralamada ilk üç sırayı 9300 puan ile Wageningen University & Research (Hollanda), 9175 puan ile Nottingham Trent University, 9175 puan University of Nottingham (Birleşik Krallık) üniversiteleri almıştır. Sıralamaya giren üniversitelere bakıldığında "atıklar" kategorisinde tavan puan olan, 1800 puan veya çok yakın puanlar aldıkları tespit edilmiştir. Diğer bir deyişle, sıralamaya giren üniversitelerin atıkların toplanması ve bertarafı konusunda kendilerine özgü sistemlerini oluşturdukları ve atık azaltma ve geri dönüşüm işlemlerini sorunsuz bir şekilde yürüttükleri gözlenmiştir. Sıralama puanlarına bakıldığında çevre ve sürdürülebilirlik açısından sadece atık yönetimi değil yapı ve altyapı, enerji ve iklim değişikliği, su yönetimi, ulaşım, eğitim ve araştırma kategorilerinde de bütüncül bir çevre yönetim sistemlerini de tamamlamış oldukları görülür (Tablo 1).

Tablo 1: 2022 GreenMetric Dünya Sıralaması ve Kategori Puanları (GreenMetrics Dünya Sıralaması, <https://greenmetric.ui.ac.id/rankings/overall-rankings-2022/> (10.01.2023)).

Sıra	Üniversite	Ülke	Toplam	Yapı ve Altyapı	Enerji ve İklim Değişikliği	Atık	Su	Ulaşım	Eğitim Araştırma
1	Wageningen University & Research	Hollanda	9300	1325	1825	1800	1000	1600	1750
2	Nottingham Trent University	UK	9175	1300	1975	1800	850	1500	1750
3	University of Nottingham	UK	9175	1375	1700	1800	1000	1650	1650
4	University of Groningen	Hollanda	9160	1325	1635	1800	1000	1750	1650
5	University of California Davis	USA	9150	1375	1775	1800	1000	1450	1750
6	Umwelt-Campus Birkenfeld	Almanya	9125	1175	1975	1575	950	1700	1750
7	University College Cork	İrlanda	9075	1250	1800	1725	1000	1600	1700
8	University of Connecticut	USA	9075	1400	1550	1725	1000	1650	1750
9	Universität Bremen	Almanya	9050	1300	1775	1650	900	1700	1725
10	Universidade de Sao Paulo	Brezilya	9050	1400	1600	1725	950	1700	1675

Wageningen University & Research

UI GreenMetric Dünya Üniversiteler Sıralamasında dört yıldır birinci sırada olan Wageningen University & Research (WUR) hem kampüs hem de dış uygulamalarında ve ilişkilerinde sürdürülebilirliği çok kapsamlı bir şekilde ele almaktadır. Kampüs sürdürülebilir binaları ve tesisleriyle birlikte ekolojik ve yeşil; sürdürülebilir enerji kullanımının artırılmasıyla enerji ve su kullanımı anlamlı ölçüde azaltılmıştır; atık akışı, özellikle kâğıt, karton ve plastikler, ayrı ayrı toplanarak kontrol edilmektedir; EcoSmart yöntem kullanılarak 16 tür atık ayrıştırılmaktadır. Atıkların bu şekilde ayrıştırılması, büyük miktarda hammaddenin yeniden kullanıma uygun hale getirilmesi anlamına gelmektedir. EcoSmart'ın hedefi, tüm atıkların %100'ünü yeniden kullanım için geri dönüştürmektir. Bu sayede, Forum binası,

2009 yılına kıyasla %25 daha az işlenmek üzere atık üretmiştir. Üniversitenin atık işleme yaklaşımı, 9R Modeli Lansink Atık Hiyerarşisini takip etmektedir: Önleme, reddetmek, yeniden düşünmek, azaltmak, tekrar kullanmak, tamir etmek, yenilemek, yeniden üretmek, başka amaca uygunluk, geri dönüşüm, iyileştirme, enerji elde etme ve en sonda yer alan bertaraf yöntemini artık kaldırmıştır. Yeşil atıklar kompost olarak değerlendirilmektedir. Sürdürülebilir faaliyetlere yönetim politikaları yanında, öğrenciler ve çalışanlar dahil edilerek sosyal sorumluluk ve katılımı farkındalık işleme yaygınlaştırılmaktadır. Bu bağlamda, aynı zamanda, Yeşil Ofis Wageningen, Sürdürülebilirlik Haftası organize etmektedir. İklim ve çevre yönetimi karbon ayak izi ölçümlerinin desteğiyle yürütülmektedir.

Üniversite iş yapış biçimini dögüsel yapma politikası gütmektedir. Bu amaçla, materyal akış yönetimi üzerinde çalışmaktadır. Bu yönetim yoluyla kullanılan maddeleri mümkün olduğu kadar kullanımda tutarak ve yeniden kullanılabilir ve geri dönüştürülebilir materyalleri satın almayı tercih ederek ve aynı zamanda daha az atık ortaya çıkararak hammadde akışı/kullanımı mümkün olduğu kadar kontrol edilecektir. WUR atık ve dögüsel ekonomi 2019'da, bir uygulama programıyla bağlantılı olan 2020'deki atık ihalesinin hazırlanmasında dögüsellik için bir vizyon hazırlamıştır. Bu vizyon, atık politikasından dögüsel ekonomi politikasına geçişi işaret ediyor. Hollanda hükümetinin dögüsel ekonomi politikasına uygun olarak WUR, ürünleri terk ederek, ürünlerin kullanımında daha akıllı hale gelerek ve ürünleri WUR'da veya başka bir yerde daha uzun süre kullanarak veya yeniden kullanarak hammadde kullanımını 2014'e kıyasla 2030 yılına kadar yarıya indirmeyi hedeflemektedir. Bu, WUR'un hammadde kullanımını azaltmaya yardımcı olacak, aynı zamanda atık miktarını da azaltacaktır. Üniversite, devletin dögüsel ekonomi politikasına uygun olarak, atık politikasından giderek dögüsel ekonomi politikasına geçecektir.

Şekil 1: WUR Kağıt Kahve Fincanlarının Tuvalet Kağıdına Dönüştürülme Projesi



WUR Kâğıt ürünleri dögüsü 9 Ocak 2020'de, geri dönüştürülmüş kağıt kullanımı için Dögüsel İşbirliği Anlaşmasını imzaladı. WUR'un kullanılmış kâğıt ürünleri artık yeni hijyenik kağıt ürünleri için hammadde olarak kullanılacak. Bu henüz %100 dögüsel bir yaklaşım değildir, ancak yine de dögüsellğe doğru atılmış önemli bir adımdır. Gizli kâğıt belgeler ve eski ofis evrakları gibi, kullanılmış kağıt bardaklar ve el havluları Veolia Paper &



Plastics Recycling BV tarafından toplanacak ve kağıt liflerinin el havluları ve tuvalet için hammadde olarak yeniden kullanılacağı WEPA Nederland BV fabrikasına taşınacaktır. Yeni kâğıt ürünleri, tedarikçiler aracılığıyla WUR'a iade edilecektir. 2019-2022 Stratejik Planında personelin ve öğrencilerin canlılığının teşvikine, kantinlerde daha sağlıklı ve sürdürülebilir üretilen gıdaların sunulmasına, gıda atıklarımızın azaltılmasına öncelik veriliyor. WUR her yıl iklim etkisini CO2 ayak izi ile ölçmektedir. 2010 yılına kıyasla WUR, 2019 yılında %50 daha az CO2 emisyonu oluşturdu.

Nottingham Üniversitesi

İlk 10 sıralamaya giren diğer üniversiteler Wageningen University & Research üniversitesinin yaptıklarını çeşitli ölçülerde ve kapsamda yapmaktadırlar. Örneğin, yılda 3000 ton atık üreten Nottingham Üniversitesi, yoğun çaba ile atıklar azaltılıp geri dönüşüm oranını %85 değerine yükseltmiştir. Gıda artıkları ve her yıl 500 tonu bulan bahçe atık ve artıkları kompost yapılarak bahçede toprak iyileştirici olarak kullanılmaktadır. Öğrenciler odalarını tahliye ederken bir daha kullanmak istemedikleri eşyalarını yerel yardım kuruluşlarına ulaştırmaları konusunda teşvik edilmektedir. Lojman ve yurtlarda bir daha kullanılmayacak olan yataklar da yardım kuruluşlarına ulaştırılmaktadır.

Oxford Üniversitesi

Sıralamada beşinci olan Oxford Üniversitesi'nin de birincil hedeflerinden biri atıkları önlemek, geri dönüştürmek veya azaltmaktır. Yaklaşık 24.000 öğrenci ve 13.600'den fazla personelle önemli miktarda atık üretiliyor. Bu atığı sorumlu bir şekilde yönetmek ana odak noktasıdır amaç; ilk etapta oluşan atık miktarını azaltmak ve Üniversite genelinde mümkün olduğunca yeniden kullanmak ve geri dönüştürmektir. Bu da sera gazı emisyonlarını ve atık bertaraf maliyetlerini azaltacaktır. Ortak mutfaklar ve müstakil dairelerde dahili bir yemek atık kutuları bulunmaktadır. Tesislerde konumlandırılmış daha büyük harici kırmızı gıda atık kutuları ile bunlar sadece gıda atıkları içindir. Atık hiyerarşisinde, en uygun seçenekler ilk etapta atığın üretilmesini önleme, azaltma ve yeniden kullanımdır, en az tercih edilen ise bertaraf ve düzenli depolama olarak benimsemiştir. Oxford Üniversitesi'nin Çevresel Sürdürülebilirlik Stratejisi, 15 Mart 2021'de Konsey tarafından onaylanmış ve Strateji, iki iddialı hedef belirliyor: 2035'e kadar net sıfır karbon elde etmek ve biyolojik çeşitlilik net kazancı elde etmektir.

Üniversitenin çevresel akreditasyon planı olan Green Impact Programı, atıkları azaltmak, malzemeleri akılcıca kullanmak ve maliyetleri azaltmak için pratik yollarla, Üniversite genelindeki bölümleri ve kolejleri kendi çevresel etkilerini azaltma konusunda destekler ve teşvik eder.

Connecticut Üniversitesi

Amerika'da, Connecticut Üniversitesi atık azaltma ve geri dönüşüm, katı atık bertarafı, bahçe ve gıda artıklarından kompost üretimi, suyun korunması ve yeniden kullanımı, doğada çözülebilen temizleyicilerin kullanımı ve kampüs gelişim planları yapılırken

biyoçeşitliliği, canlı yaşamını ve doğal kaynakları korumak gibi çalışmalara önem vermektedir. Üniversite, Çevre Politikası Ofisi, Sürdürülebilirlik Ofisi, Çevre Politikası Danışma Konseyi gibi birimler yoluyla çevresel sürdürülebilirlik girişimlerinin başarıyla planlanmasını ve uygulanmasını gerçekleştirmektedir.

Kaliforniya Davis Üniversitesi

Kaliforniya Davis Üniversitesi (ABD) GreenMetric 2022 sıralamasında 5. olmuştur. Temel felsefesini; çevre, ekonomi, eşitlik ve eğitim başlıklarıyla açıklamaktadır. İnşaatın yapım ve yıkım aşamalarında atık miktarını azaltmak atık depolamaya gönderilen miktarın azaltılması bakımından önemli görülen konular arasında yer almaktadır. Üniversite personeli çevreci ürünlerin satın alınması konusunda teşvik edilmektedir. Tek kullanımlık ürünleri tercih etmemek, yeniden kullanılan, dönüştürülebilir, kompost olabilen ürünlerin kullanımını tercih etmek, sıfır atık olma hedefi için yapılacaklar arasında belirtilmektedir. Kağıtsız, elektronik iletişim teşvik edilmektedir. Kampüs için temin edilen gıdaların organik sertifikalı, adil ticaret sertifikalı, yerel üreticiden olması tercih edilmektedir.

Üniversitelerde Atık Yönetimi: Türkiye Üniversiteleri

GreenMetric Dünya Üniversiteler Sıralamasında 2022 yılında sayısı 209 olan Türkiye'deki üniversitelerin sadece 82 tanesi yer almaktadır. Bu uygulamalara bakıldığında, hepsinin de büyük çoğunlukla, sürdürülebilir çevre anlayışına dayanan ve kâğıt, plastik ve cam gibi katı maddeleri içeren atık yönetimi çerçevesi içinde sınırlandığını görürüz. Bu yönetimde yaygın olan yöntem ise geri dönüşüm olmaktadır. 2022 yılı atık yönetimi sıralamasına bakıldığında İstanbul Sabahattin Zaim 1800 en yüksek puanı almıştır. Ardından Afyon Kocatepe Üniversitesi 1725 puan ile 2. Sırada Yeditepe Üniversitesi 1650 puanla 3. Sırada yer almaktadır. Başkent Üniversitesi 1350 puanla 23. Sırada (Tablo 2).

Tablo 2: Atık Kategorisine Göre 2022 GreenMetric Türkiye Sıralaması ve Diğer Kategori Puanları (GreenMetric Ülke Sıralaması 2022, <https://greenmetric.ui.ac.id/rankings/ranking-by-country-2022/Turkey> (12.01.2023)).

TR Sıra	Üniversite	Toplam	Yapı ve Altyapı	Enerji ve İklim Değişikliği	Atık	Su	Ulaşım	Eğitim Araştırma
7	İstanbul S. Zaim Üni.	6820	760	1175	1800	360	1200	1525
17	Afyon Kocatepe Üni.	7545	980	1440	1725	650	1575	1175
6	Yeditepe Üniversitesi	8175	1200	1525	1650	800	1425	1575
34	Süleyman Demirel	6425	1105	1275	1650	310	1225	860
1	İTÜ	8585	1275	1535	1575	900	1575	1725
7	Ege Üniversitesi	8150	1250	1550	1575	800	1425	8150
10	Aksaray Üniversitesi	7800	1250	1275	1575	700	1425	7800
4	Özyeğin Üniversitesi	8225	1000	1675	1500	800	1500	8225
13	İzmir Inst of Tech	7630	1080	1275	1500	750	1550	1475

TR Sıra	Üniversite	Toplam	Yapı ve Altyapı	Enerji ve İklim Değişikliği	Atık	Su	Ulaşım	Eğitim Araştırma
18	Trakya Üniversitesi	7320	1225	1085	1500	550	1435	7320
25	Hitit Üniversitesi	6840	915	1525	1500	600	1425	6840
26	Sabancı Üniversitesi	6825	1225	1300	1500	750	1025	6825
54	Eskişehir Technical	5265	820	535	1500	550	775	1085
3	Erciyes Üniversitesi	8260	1325	1535	1425	800	1600	8260
33	Mersin Üniversitesi	6565	1130	860	1425	550	1150	6565
38	Niğde Ö. Halisdemir	6325	925	1325	1425	550	1075	1025
39	Gaziantep Üniversitesi	6235	855	1040	1425	550	1275	1090
45	Bilkent Üniversitesi	5815	1080	485	1425	450	1275	5815
59	Artvin Çoruh	5090	1050	845	1425	60	735	975
5	Yıldız Teknik Üni.	8225	1175	1625	1350	900	1625	1550
8	ODTÜ	7950	1400	1225	1350	700	1475	1800
9	Bartın Üniversitesi	7810	1150	1360	1350	800	1525	1625
13	Başkent Üniversitesi	7625	1225	1625	1350	650	1375	1400

Ortadoğu Teknik Üniversitesi

Ortadoğu Teknik Üniversitesi'nde sürdürülebilir yeşil kampüs projesi uygulanmaktadır. Katı atık yönetimi; Projenin katı atık yönetimi ile ilgili iş paketinde 4 farklı dönemde saha çalışması yapılarak ODTÜ'de farklı zamanlarda üretilen katı atık ve geri dönüşüm için toplanan atık miktarları hesaplanmış ve kişi başı atık üretim oranları hem mekânsal hem de dönemsel olarak belirlenmiştir. Kampüs iki bölge halinde incelenmiştir. Bu bölgelerdeki binaların da katı atık karakteristiklerinin farklılık göstermesi dolayısıyla, iki bölge de kendi içerisinde alt bölgelere ayrılmış, çıkan katı atık miktar ve çeşitleri ayrıntılı olarak incelenmiştir ve oluşturulan geri dönüşüm kutuları Belediye tarafından toplanmaktadır.

Özyeğin Üniversitesi

Özyeğin Üniversitesi'nde atık yönetimi kapsamında yapılan faaliyetler; atıkların kaynağında azaltılmasını kolaylaştıracak malzemeler, sistemler ve yöntemlerde verimliliği artırıcı uygulamalar tercih edilerek, hurda ve fireler mümkün olduğunca azaltılmaktadır. Atıkların azaltılması, yeniden kullanımı, geri dönüşüme kazandırılması ve bertarafı için yapılacak uygulamalarda ilgili yasal düzenlemelere uyulacak ve teknolojik gelişmeler takip edilerek uygun yöntemler belirlenmektedir. Üniversitede yeni yapılan binalarda sürdürülebilirlik kapsamında çevreye duyarlılık esas olup ve yeşil kampüs uygulaması üniversitede mevcuttur.

Yıldız Teknik Üniversitesi

Yıldız Teknik Üniversitesi'nde, atıkların dögüsel ekonomiye kazandırılabilmesi için Ar-Ge çalışmaları ile de desteklenen pek çok adım atılmaktadır. Sıfır Atık uygulamasında da bahsedildiği gibi, oluşan atıkların etkin yönetimi için atık oluşumunu azaltma ve



kaynağında ayırma başta olmak üzere birçok strateji oluşturulmuştur. Atık azaltımı hedefi ile tüm resmi yazışmalarını Elektronik Belge Yönetim Sistemi (EBYS) üzerinden gerçekleştirmeye başlanmıştır. Yıldız Teknik Üniversitesi kampüslerinde öğrenci, personel ve misafirlerin atıkları etkin ve basit bir şekilde ayrıştırılabilmelerine yardımcı olmak için tasarlanmış atık kapları, özel amaçlı konteynerler, geçici atık depolama alanı mevcuttur. Oluşturulan kaynağında ayırma sistemi kapsamında, fakülte ve yaşam alanlarının koridorlarına yerleştirilen konteynerler sayesinde geri dönüştürülebilir kağıt, metal, cam, pil gibi atıkların birbirleri ile kontamine olmadan ayrıştırılabilmesi sağlanabilmektedir. Ayrıca, tıbbi atık, kontamine atık, kimyasal atık gibi insan ve çevre sağlığı açısından risk yaratan atıklar, sızdırmaz kaplarda belediyenin ilgili kurumlarınca bertarafı sağlanana kadar saklanmaktadır.

Bartın Üniversitesi

Sıfır atık projesi kapsamında atık azaltma programları, atıkların geri kazanılması ve bertaraf edilmesine yönelik uygulamaya geçilmiştir. Ayrıca, tıbbi ve tehlikeli atıkların toplanması noktasında yapılan çalışmalarda uygulama aşamasına geçilmiştir. Bu aşama ile tüm atıkları toplanarak uygun şekilde geri dönüşüme tabi tutularak ülke ekonomisine katkı sağlayacak ve kaynak israfı önlenerek ve zararlı olanları bertaraf edilmeleri sayesinde çevreye olumsuz etkileri en aza indirilebilecektir.

Başkent Üniversitesi Sıfır Atık Yönetim Sistemi

Başkent Üniversitesi UI GreenMetric Dünya Üniversiteler sıralamasında 2022 yılında 1050 üniversite arasından 199. sıraya yerleşmiştir. Ayrıca, Türkiye Üniversiteleri arasında ise sıralamaya giren 82 üniversite içerisinde 13. sırada, Ankara'dan sıralamaya katılan 9 üniversite arasında ODTÜ'den sonra 2. sırada, Ankara'daki vakıf üniversiteleri sıralamasında 2 yıldır olduğu gibi yine 1. sırada yer aldı. Tablo 3 de Başkent Üniversitesi 2022 GreenMetric Atık Kategorileri Puanları verilmektedir.

Tablo 3: Başkent Üniversitesi 2022 GreenMetric Atık Kategorileri Puanları (GreenMetric Başkent Üniversitesi Puanları, <https://greenmetric.ui.ac.id/rankings/overall-rankings-2022/baskent.edu.tr> (13.02.2023)).

Atıklar (%18)	Max Puan	2022 Puanı
Üniversite atıkları için geri dönüşüm programı	300	225
Kampüste kağıt ve plastik kullanımını azaltma programı	300	225
Organik atıkların bertarafı	300	225
İnorganik atıkların bertarafı	300	300
Toksik atıkların bertarafı	300	225
Kanalizasyon atıklarının bertarafı	300	150
TOPLAM	1800	1350



Başkent Üniversitesi'nde çevre yönetimi uygulamaları kapsamında atıklar için atık kutularının bulunduğu toplama noktaları oluşturulmuştur. Kaynağında ayrıştırılarak toplanan kâğıt, cam, plastik, ambalaj atıkları, evsel atıklar, organik atıklar, yemek atıkları, ekmek atıkları, bitkisel atık yağlar, atık piller ve tehlikeli atıklar ilgili çalışanlar tarafından düzenli aralıklarla belli atık depolama yerlerine taşınırlar. Atıklar burada kayıt altına alınır ve kampüs sınırları içerisinde atık yönetimi uygulamalarıyla değerlendirilme sürecine sokulurlar ve değerlendirilemeyen atıklar belli tarihlerde ilgili bertaraf tesislerini gönderilirler. Geri dönüşüm kutusunda biriktirilen atıklar kampüsün bulunduğu Belediye tarafından alınır. Sonra, Belediyenin uyguladığı atık yönetimine göre, örneğin geri dönüşüm şirketine havale edilir.

Atık Yönetim Sisteminin en etkin şekilde yapılandırılması için uygulamaya geçmeden önce yapılacaklara ilişkin planlama yapıldı. Atık yönetimine ilişkin mevcut durum ortaya konularak oluşan atıkların kaynağı, özellikleri, miktarı; atık biriktirme, toplama ve taşıma yöntemleri, geçici depolama alanları, atıkların teslim edildiği yerlere ilişkin tespit edildi. Sistemin kurulmasında ihtiyaç duyulacak kumbara, konteyner, poşet gibi ekipmanlar belirlendi. İhtiyaç duyulan kumbara, konteyner gibi ekipmanlar temin edilerek uygun yerlere yerleştirildi geçici depolama alanı oluşturuldu. Çalışan ve uygulayıcılara yönelik eğitim düzenlenerek, uygulamaya ilişkin bilinçlendirme yapıldı. Oluşan atıklar, yerleştirilen atık kumbaralarında biriktirmeye başlandı. Türlerine göre toplanan atıklar geçici depolama alanında depolandı.

Sıfır karbon emisyonu politikasını ve tıbbi ve tehlikeli atıklar hariç "sıfır atık" politikasını uygulamaktadır. Sırasıyla atık üretimini azaltma önleme, yeniden kullanım ve yeniden kullanıma hazırlama, geri dönüşüm, geri kazanım ve bertaraf ve yönetimleri önceliklidir. Kağıtsız, elektronik iletişim yapılmaktadır. Üniversitemizde Sıfır Atık Yönetim Sisteminin kurulumundan uygulanmasına ve izlenmesine kadar olan süreci takip edecek bir Komisyon oluşturulmuştur.

Başkent Üniversitesi bünyesinde Atık Yönetimi ve Sıfır Atık Belgesi süreci kapsamında 7 aşamalı yol izlenmiştir:

(1) Odak Noktalarının Belirlenmesi

Başkent Üniversitesi Bağlıca Kampüsü bünyesinde sıfır atık yönetim sisteminin kurulmasından, etkin ve verimli şekilde uygulanmasından, izlenmesinden, bilgi akışının sağlanmasından ve raporlama yapılmasından sorumlu olacak kişiler belirlenmiştir. Başkent Üniversitesi Bağlıca Kampüsü de Çevre Yönetim Birimi'ne bağlı olduğundan Sıfır Atık Yönetmeliği, Çevre, İzin ve Lisans Yönetmeliği, Atık Yönetimi Yönetmeliği gibi tüm yasal süreçler Çevre Mühendisi tarafından organize edilmekte ve yürütülmektedir.

Sıfır Atık, israfın önlenmesini, kaynakların daha verimli kullanılmasını, oluşan atık miktarının azaltılmasını, etkin toplama sisteminin kurulmasını, atıkların geri dönüştürülmesini kapsayan atık önleme yaklaşımı olarak tanımlanan bir hedefdir. Belirlenen bu hedef doğrultusunda, Üniversitemizde Sıfır Atık Yönetim Sisteminin kurulumundan uygulanmasına ve izlenmesine kadar olan süreci takip edecek bir Komisyon oluşturulmuştur.

(2) Mevcut Durum Tespiti

Atık Yönetim Sistemi kurulurken, öncelikle atıklar konusunda durum değerlendirmesi yapılmıştır. Tüm birimlerden atık formlarının doldurulması talep edilmiş, bu formdan elde edilen veriler ışığında planlama süreci şekillenmiştir. Mevcut durumun analiz sürecinde; çalışan ve öğrencileriyle birlikte kampüs nüfusu, oluşabilecek atık tür ve miktarları, atık kaynakları ve bu atıkların toplama alanlarının belirlenmesi, tasarlanması, boyutlandırılması ve sayısı gibi bilgiler toplanmıştır. İlgili kayıtlar, Çevre Yönetim Birimi ve Kurum Ev İdaresi koordinatörlüğünde değerlendirilmiştir.

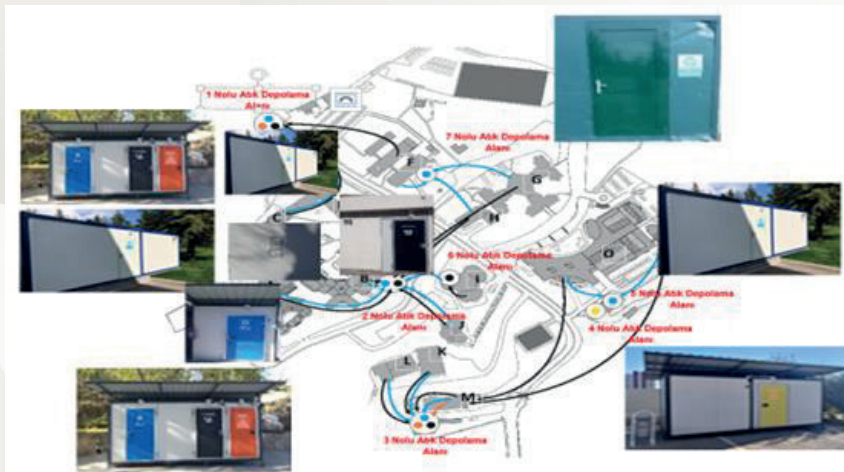
(3) Planlama

Bu aşamada mevcut durum esas alınarak bundan sonra atılacak adımların hangi birimler tarafından gerçekleştirileceği, aşamaların ne zaman tamamlanacağı, eğitimlerin organizasyonunun nasıl sağlanacağı ve uygulamanın ne zaman başlayacağı gibi konular planlanmıştır. Sıfır Atık Temel Seviye Belge Başvurusunun tamamlanabilmesi için öncelikli olan fiziksel koşulların sağlanması gerekmiş ve bunun organizasyonu yapılmıştır.

(4) İhtiyaçların Belirlenmesi ve Temin

Sıfır Atık Sistemi'ni kurarken kurumdaki tüm birimler dikkate alınarak Kurum Ev İdaresi Koordinatörlüğü önderliğinde ihtiyaç çalışması yapılmıştır. İlk olarak, toplanacak olan atıkların mevzuata uygun fiziksel koşullara sahip depolama alanlarında depolanabilmesi için atık depolama alanlarının yapılması gerektiği ve bu depolama alanlarının yeri ve sayıları belirlenmiştir. Kampüsün fiziksel koşulları ve bina yerleşimleri incelendiğinde, 7 ayrı noktada atık depolarının olması gerektiği, atık depolarının hangi atık türleri için olacağı ve boyutları belirlenmiştir. Atık depolarıyla ilgili teknik şartname hazırlanarak satın alma süreci başlatılmıştır. Yapılan ihale sonucunda 15/10/2020 tarihinde inşaat çalışmaları başlamış, 18/11/2020 tarihinde atık depoları tamamlanarak teslim alınmıştır. Var olan 3 depoya ilave olarak 4 depo daha yapılarak toplamda 7 noktada atıkların depolanması sağlanmıştır. Atık depolarına numaralar verilmiş, hangi binaların, nasıl bir güzergah kullanarak depolara atıklarını taşıyacakları planlanmıştır.

Şekil 2: Geçici Atık Depolama Alanları: Evsel Atık, Ambalaj Atık ve Tehlikeli Atık Depoları



Başkent Üniversitesi olarak bu düzenlemeler Sürdürülebilir Çevre Uygulama ve Araştırma Merkezi ve Sıfır Atık Komisyonu ile yürütülmektedir. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın önerisi doğrultusunda önce kampüs genelinde 3'lü atık ayırma kutuları yerleştirilmiş, çalışan ve öğrencilerden atıklarını kağıt, cam, plastik olacak şekilde ayırmaları istenmişti. Ancak, yapılan gözlem sonucunda verimli kullanımın gerçekleşmediği tespit edildi. Bu nedenle, yönetmelikte uygun görüldüğü üzere genel alanlarda ikili toplama sistemine geçildi. Kâğıt, cam, metal, plastik gibi ambalaj atıkları ve diğer atıklar şeklinde toplama sistemi düzenlendi. Mevcut kutuların üzerindeki stickerlar ve renkler yönetmelikte tanımlanmış olan renklere göre yenilendi. Ortak kullanım alanlarında geri dönüşüm atık kutuları 60 adet Kampüs genelinde 80 adet mevcutta bulunmakta iken 140 adet daha eklenmiş ve sayı 240 olmuştur.

Şekil 3: Başkent Üniversitesi Atık Kutuları ve Sıfır Atık Belgesi



Kampüs genelinde bulunan kafeteryalar, öğrenci ve personel yemekhaneleri olmak üzere toplamda 16 noktaya 4'lü atık kutuları yerleştirildi. Yapılan ön çalışmada organik, yemek, ekmek ve bitkisel atık yağlar için toplama noktaları oluşturuldu.

Yemek hazırlama noktalarının yanı sıra bu alanlara da bitkisel atık yağ kutularının konulmasındaki amaç, öğrenci ve personelin evlerinde uygun şişelerde biriktirdikleri atık yağları toplama noktalarına getirmelerini sağlayarak farkındalık oluşturmaktır. Bu sayede, Başkent Üniversitesi olarak çok daha fazla miktarda bitkisel atık yağı lisanslı firmalara teslim ederek hem çevreyi korumayı hem de toplumsal farkındalık görevimizi yerine getirmek amaçlanıyor. Toplanan organik atıklar, yemek atıkları ve ekmek atıkları gıda mühendisleri tarafından kampüste bulunan hayvanlar için mama yapımında kullanılmakta ve miktarları kayıt altına alınmaktadır. Kampüs genelinde bulunan kafeteryalar, öğrenci ve personel yemekhaneleri olmak üzere toplamda 16 noktaya 4'lü atık kutuları yerleştirildi. Yapılan ön çalışmada organik, yemek, ekmek ve bitkisel atık yağlar için toplama noktaları oluşturuldu.



Yemek hazırlama noktalarının yanı sıra bu alanlara da bitkisel atık yağ kutularının konulmasındaki amaç, öğrenci ve personelin evlerinde uygun şişelerde biriktirdikleri atık yağları toplama noktalarına getirmelerini sağlayarak farkındalık oluşturmaktır. Başkent Üniversitesi'nde yılda yaklaşık 1027 kg bitkisel atık yağ geri dönüşüme kazandırılarak biyodizel yakıtı dönüştürülmektedir.

Kampüs genelinde mevcutta 10 noktada TAP kurumundan temin edilmiş atık pil toplama kutuları bulunmaktadır. Bu kutulara sayıları yeterli görüldüğünden ek ilave yapılmamış olup içerik bilgilendirme levhası hazırlanarak buldukları alana asılmıştır. Yılda yaklaşık 50 kg atık pil toplanmaktadır.

Atıkların kaynağında ayrıştırılarak ayrı biriktirilmesi ve geri dönüşüme katkı sağlamaya devam edebilmek için dış mekandaki "geri dönüşüm atık kutuları" da ayrıştırmada önemli rol oynuyor. Dış mekanda ihtiyaçları tespit edilen 30 adet atık kutusu tüm bina girişlerine yerleştirildi. Bağlıca kampüsünde 1 adet giysi geri dönüşüm kutusu yerleştirildi. Başkent Üniversitesi olarak Sıfır Atık hedefi doğrultusunda, atık önleme, yeniden kullanım ve yeniden kullanıma hazırlama, geri dönüşüm konusunda bir başarı sağlanması ile birlikte, yeni vizyon özellikle restoran, kafeterya ve yemekhanelerimizde tek kullanımlık plastik, kağıt v.b ürünlerin kullanılmaması ile atık üretiminin azaltılması ve yeniden kullanılması olacaktır. Atık azaltmaya yönelik olarak restoran, kafe, yemekhanelerde tek kullanımlık plastik, kağıt v.b ürünlerin kullanılmaması hedeflenmektedir.

(5) Eğitim ve Bilinçlendirme

Üniversitelerin hizmet veren diğer kurumlar gibi öğretim ve araştırma için ofis, derslik ve laboratuvarların kullanımı sırasında enerji tüketimi ve atık üretimi nedeniyle doğrudan; öğrencilerin yiyecek, içecek tüketimi, ulaşımları gibi nedenlerden ötürü de dolaylı yoldan çevreye baskı unsuru olan birimler olduklarından öncelikle bu birimlerin mevcut durumunun değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu nedenle, sürdürülebilir kampüs için tüm akademik ve idari personel ve öğrencilerinin çevre bilincine sahip olmaları ve bu çerçevedeki çalışmalara günlük kampüs yaşamı ve öğretim programı çerçevesinde katılmaları hedeflenmektedir.

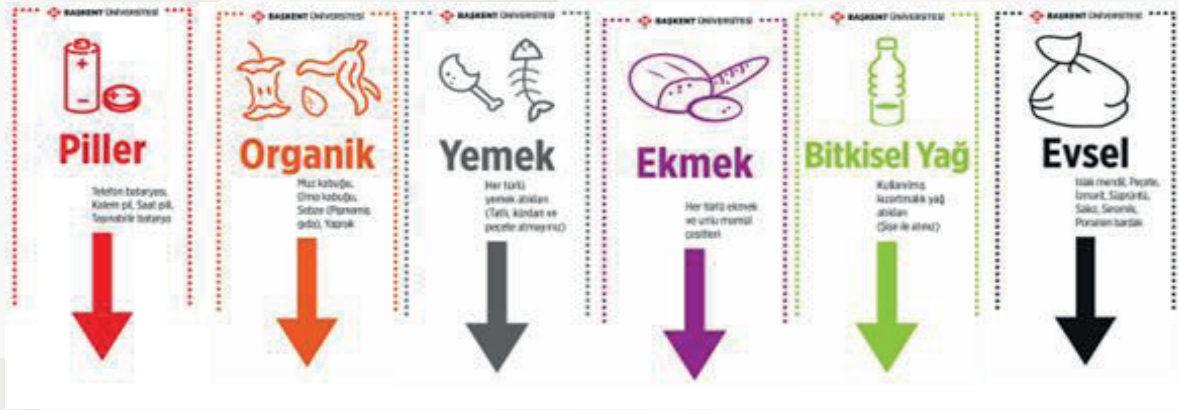
Ekipmanların temini, depoların hazırlanması ve fiziksel koşulların tamamlanmasının ardından öncelikli olarak personel eğitimleri planlanmıştır. Eğitimler dışında atık yönetimi ve sıfır atık konusunda farkındalığın artması ve bilinçlendirme amacıyla Sürdürülebilir Çevre Uygulama ve Araştırma Merkezi (BÜÇEM) tarafından afişler tasarlanmış olup, kampüs genelindeki panolar ile üniversitenin kurumsal ve BÜÇEM'in web sitesi ve sosyal medya üzerinden yayınlanmaktadır. Ayrıca çeşitli öğrenci projeleri ve Yeşil kampüs Etkinlikleri Kamu Spotu Yarışmaları düzenlenmektedir.

(6) Uygulama

Temin edilen biriktirme ekipmanları, planlanan noktalara yerleştirilmiş olup ekipmana göre atık içeriğini açıklayan bilgilendirme panoları oluşturulmuştur. Türlerine göre toplanan

atıklar geçici depolama alanında depolandı. Sıfır Atık Yönetmeliğine uygun olarak genel alanlarda ikili toplama sistemine geçildi. Kâğıt, cam, metal, plastik gibi ambalaj atıkları ve diğer atıklar şeklinde toplama sistemi düzenlendi. Mevcut kutuların üzerindeki stickerlar ve renkler yönetmelikte tanımlanmış olan renklere göre yenilendi.

Şekil 4. Başkent Üniversitesi Atık Kutuları Yazı Tasarımları



Biriktirme ekipmanları, biriktirme poşetleri ve bilgilendirme levhaları hazırlanırken Sıfır Atık Yönetmeliği renk skalasına uygun olarak hareket edilmiştir. Kaynağında ayrı olarak toplanan ambalaj atıkları, evsel atıklar, organik atıklar, yemek atıkları, ekmek atıkları, bitkisel atık yağlar, atık piller ve tehlikeli atıklar Kurum Ev İdaresi Personelleri tarafından düzenli aralıklarla Geçici Atık Depolama Alanlarına taşınırlar. Atıklar burada kayıt altına alınır ve kampüs sınırları içerisinde değerlendirilmeyen her bir atık için belirlenmiş olan periyotlarda ilgili bertaraf tesislerini gönderilirler.

Tıbbi ve tehlikeli atıklar daha önceden de uygulandığı şekliyle Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın uygulaması olan MOTAT üzerinden alınan Taşıma Kontrol Numaraları ile teslim edilirler. Atık pil ve ambalaj atıklarının tesliminde makbuz kullanılır. Kampüs içerisinde değerlendirilen atıklar ile bertaraf tesislerine teslim edilen tüm atıklar kayıt altına alınır.

(7) Raporlama

Uygulamanın etkinliğinin değerlendirilmesi amacıyla aylık olarak izleme yapılmakta ve varsa uygulamanın aksayan yönleri, eksiklikler veya geliştirilecek taraflar tespit edilerek önlemler alınmaktadır. Başkent Üniversitesi, daha önce kurulmuş olan, Çevre ve Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından onaylanmış Çevre Yönetim Birimi'ne dahil edilmiş, Aralık 2015 tarihinden itibaren Çevre Mühendisi atanmıştır. Yayınlanan Sıfır Atık Yönetmeliği ile tehlikesiz atıkların girişi de üniversitelere zorunlu tutulmuştur. Bu yönetmelik kapsamında tüm alt yapı çalışmaları tamamlanarak 18/12/2020 tarihinde "Sıfır Atık Temel Seviye Belge" başvurusu yapılmış, Başkent Üniversitesi Sıfır Atık Yönetim Sistemini kurarak T.C. Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından "Sıfır Atık Belgesini" aldı.

Başkent Üniversitesi olarak Sıfır Atık hedefi doğrultusunda, atık önleme, yeniden kullanım



ve yeniden kullanıma hazırlama, geri dönüşüm konusunda bir başarı sağlanması ile birlikte, yeni vizyon özellikle restoran, kafeterya ve yemekhanelerimizde tek kullanımlık plastik, kağıt v.b ürünlerin kullanılmaması ile atık üretiminin azaltılması ve yeniden kullanılması olacaktır.

Yapılan tüm bu çalışmalarla çok yol kat edilmiştir, ancak hala tamamlanması gereken fiziksel koşullar bulunmaktadır. Atık azaltmaya yönelik yapılabilecek çalışmalar: Restoran, kafe, yemekhanelerde tek kullanımlık plastik, kağıt v.b ürünlerin kullanılmaması. Bu başlamış ama henüz uygulama yeterli değildir.

Atıkların yeniden değerlendirilmesine yönelik yapılabilecek çalışmalar: Yemekhane, restoran ve kafelerde oluşan organik atıkların ve peyzaj artıklarının (kurumuş yaprak, biçilmiş çimen v.b.) kompost yapılması ve oluşan toprak iyileştiricinin yine üniversitenin peyzaj çalışmalarında kullanılması. Çevre ve Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından 08.06.2022 tarihli yazıda "Kampüslerde biyobozunur atıkların yoğun oluşum gösterdiği çay ocakları, kafeterya, yemekhane ve benzeri yerlerde yemek hazırlama aşamasından kaynaklanan atıklar ile çay ve kahve posalarının diğer atıklardan ayrı biriktirilmesi için yukarıda tanımlanan ekipmanlara ilave olarak kahverengi 'biyobozunur atık konteynerlerinin" konulması önemlidir." maddesi bulunmaktadır. Bu bağlamda biyobozunur atıkların toplanarak kompost sürecinin başlatılması acil öneme sahiptir.

Üniversite atıkları için geri dönüşüm programı kapsamında; çeşitli biçimlerde gelen plastikler ve ofislerde yazıcılarda kullanılan toner ve kartuşlar, yeniden doldurularak kullanılarak, kullanım ömürleri uzatılmaktadır. Ayrıca yeniden doldurulamayan toner ve kartuşlar da geri dönüşüme gönderilmektedir. Kampüs içerisinde değerlendirilen atıklar ile bertaraf tesislerine teslim edilen tüm atıklar kayıt altına alınmaktadır. Kampüste kağıt ve plastik kullanımını azaltma programı kapsamında Elektronik Belge Yönetim Sistemi kurulmuştur. Bu sistem sayesinde kurum içi ve dışı yazışmaların çoğunda kâğıt kullanımı azaltılmıştır. Üniversitelerde çeşitli kapsamda ve yoğunlukta akademik ve idari personel ve öğrenciler aşağıdaki eylemleri yapmaya teşvik edilmektedir: yazışmalarda E-postanın tercih edilmesi, yazıcıda yazdırırken, mümkün olduğunca kağıdın her iki tarafını da kullanma, yazdırmadan önce belgeleri inceleme ve düzeltme, bir raporun veya belgenin seçilmiş kısımlarına ihtiyaç duyulursa, yazdırmayı bununla sınırlandırma. Sınıf içi ve toplantı gibi sunumlarda, ödevlerde, projelerde, makalelerde, kitaplarda ve çalışmalardan web ve Moodle gibi dijital ortam kullanımına yönlendirme yapılmaktadır. Aslında, tüm bunlar ve benzerleri için üniversite yönetiminin ısrarlı olması amaçların gerçekleşmesini sağlayacaktır. Atıkmatiklerle cam, metal ve plastik atıkların toplanması ve puanlama sistemi ile öğrencilere Başkent Üniversitesi ürünlerinin satıldığı marketlerde alışveriş olanağının sağlanması çalışmaları planlanmaktadır.

Sonuç ve Öneriler

Türkiye'de üniversitelerde katı atık yönetimi ve sıfır atık konusunda uygulamalar incelendiğinde, hepsinin de, büyük çoğunlukla, sürdürülebilir çevre anlayışına dayanan ve



kâğıt, plastik ve cam gibi katı maddeleri içeren atık yönetimi çerçevesi içinde sınırlandırıldığını görürüz. Sıfır atık politikasını benimseyen üniversitelerin sayısı giderek artmaktadır, fakat tüm kampüste bunun gerçekleştirilmesi henüz yoktur. Ancak konunun henüz yeterli düzeye ulaşılmadığı, atık toplama alanlarının uygun olmadığı tespit edilmiştir. GreenMetric Dünya Üniversiteleri Sıralaması' na giren üniversitelere bakıldığında "Atıklar" kategorisinde en yüksek puan olan, 1800 puan ve çok yakın puanlar aldıkları tespit edilmiştir. Diğer bir deyişle, sıralamaya giren üniversitelerin atıkların toplanması ve bertarafı konusunda kendilerine özgü sistemlerini oluşturdukları ve geri dönüşüm ve azaltma işlemlerini sorunsuz bir şekilde yürüttükleri görülmektedir.

Döngüsel ekonomi kapsamında; atık azaltımı, dayanıklılık, geri dönüşüm, yeniden kullanım, onarım döngüsellik yaklaşımı gözetilmelidir. Çoğu insan, tüketim maliyetleri hakkında bilgisi olmadığı için, su, atık ve/veya enerji tüketimini kontrol etmek için uygulanacak iyileştirme projeleri, eğitim, öğretim ve projeler ile bireysel eylemlerin sonradan somutlaşan faydasının öneminin farkında değildir. Ülkemiz, hızla gelişmekte olan ekonomisi ve artan nüfusuna paralel olarak enerji talebi ve bu sebeple CO2 salımını günden güne artan, bulunduğu coğrafya nedeniyle de oluşabilecek iklim değişikliğinden en fazla etkilenecek olan ülkelerden biri konumundadır. Ne yazık ki, kamuoyunun, küresel iklim değişikliği, insan faaliyetlerinin bu değişiklikteki payı ve değişikliğin yol açtığı sorunlar hakkında farkındalık seviyesi çok düşüktür. Ülkemiz için, sürdürülebilirlik, kaynak israfının önlenmesi ve korunması konularında farkındalık yaratabilecek sınırlı sayıda girişimden bahsetmek mümkündür. Bunlardan birisi de sayıları hızla artan devlet ve vakıf üniversitelerde sürdürülen veya yapılması planlanan yeşil kampüs çalışmalarıdır. Üniversitelere gereğince finans tahsis edilmesinin gittikçe daha zor hale geldiği günümüzde üniversitelerin elbette belli eğitim standartlarını karşılayabilmek ve dünyadaki diğer üniversitelerle yarışabilmek için finansal boyutu da düşünceleri önem arz etmektedir. Bu tür çalışmalar hem üniversitelerin enerji giderlerinin azaltılmasını, hem de toplumda çevre duyarlılığının artmasında öncülük yapmalarını hedeflemektedir. Bu iki gerekliliğin birbirini desteklemesi nedeniyle hem köklü üniversitelerimizin, hem de yeni kurulacak üniversitelerin sürdürülebilir kampüs olması yönünde önemli fırsatlar ortaya çıkmaktadır.

Sıfır atığın amacı geri dönüşüm değil, üretmek için daha az kaynak gerektiren ürünleri tasarlamak ve daha az atık ya da hiç atık üretmemektir. Sürdürülebilirlik anlayışı ve benzerlerinde sunulan "geri dönüşüm" ve "atık yönetimi" gibi pratiklerle çevre kirliliğini ve kaynak kullanımını azaltma düşüncesinin desteklediği ekonomik ilişkiler düzeni ile döngüsel ekonominin "sıfır atık" gibi çözümlerle dönüşüme uğradığı iddia edilen bu ilişkiler düzeninin ne amaçları ne de ekonomik politikaları arasında anlamlı bir fark vardır. Süre getirilen "yeşil boyama" işi, döngüsel ekonomi anlatılarında yereldeki istisna örneklerle ve uluslararası şirketlerin "çok duyarlı destekleri ve pratikleri örnekleri verilerek, döngüsel ekonomi heyecanıyla pompalanıp devam ettirilmektedir. "Yeşil boyama" artık su yüzüne çıktığı ve sürdürülebilirlik "eskidiği/eskitildiği" için, döngüsel ekonomi denen ve giderek ayrıntılı bir şekilde kurgulanan yeni bir umut yaratıldı ve bu kurguyla birlikte, "yeşil boyama" yerini gerçek örneklerle desteklenen "döngüsel boyama" almaya başladı (Erdoğan, 2022).



Türkiye’de uygulamaya geçecek olan Depozito Yönetim Sistemi ilkeleri dikkate alınarak Sıfır Atık Yönetim Sistemlerinin güncellenmesi veya oluşturulması gerekmektedir. Bu kapsamda atık üretiminin azaltılması üniversitelerde sıfır atık uygulamalarının iyileştirilmesi, geri kazanım oranlarının artırılması, sıfır atık uygulaması görünümünün ve farkındalığının artırılması, sıfır atık yönetim sisteminin güncellenmesi ve oluşturulması, depozito yönetim sistemi uygulamasının sıfır atık ilkeleri ve stratejilerine uygun olarak entegrasyonunun sağlanması amacıyla “Üniversite Kampüslerinde Sıfır Atık Uygulamalarının ve Depozito Yönetim Sistemlerinin Kurulması ve Türkiye Genelinde Standart Uygulamaların Geliştirilmesi Projesi” başlatılmıştır.

Sonuç olarak, sürdürülebilir kampüsü sağlamada başarıya ulaşmak için tüm akademik, idari personel ve öğrencilerin çevre bilincine sahip olmaları, bunu davranışa aktarmaları ve bu çerçevedeki çalışmalara günlük kampüs yaşamı ve öğretim programı çerçevesinde katılmaları gerekir. Choi ve diğerleri (2017) yaptıkları çalışmada; sürdürülebilirlik ile ilgili dersler almış veya sürdürülebilir faaliyetlerde bulunan öğrencilerin, almayan öğrencilere göre yeşil kampüs stratejileri hakkında daha fazla bilgiye sahip oldukları ve bu nedenle yeşil kampüs projelerinin daha olumlu etkilerinin olması için öğrencilerin eğitime ve ilgili programların geliştirilmesine daha fazla odaklanmanın önemli olacağı sonucuna varmışlardır. Bu çalışma sürdürülebilir yeşil kampüs ve sıfır atık yönetimi ve tasarımı kapsamında üniversitelerin yaptıkları faaliyetler üzerinde durarak, hem bilgi paylaşımına hem de farkındalığı, ilgiyi ve faaliyetlerin kapsamını artırmaya katkıda bulunmaya çalıştı ve çevre eğitimi faktörü üzerinde durulması gerektiği vurgulandı.

Bilimin bize öğrettiği şeylerden biri de, gerçek anlamda geçerli çözümlerin üretilmesinin ancak sorunlar silsilesini ve kümelerini yaratan asıl nedenleri belirleme ve bu nedenleri sorunları yaratmayacak biçimde maniple etme, dönüştürme, ortadan kaldırmayla mümkün olduğudur. Gerçek çözümler ancak endüstriyel yapıların tüm üretim, dağıtım, kullanım ve bölüşüm süreçlerinde şimdiye kadar sürdürdüğü “faaliyet ve ilişki tarzlarını”, çıkardıkları sonuçları çıkarmayacak şekilde değiştirmektir. Değişim ya ciddi felaketlerle adım adım gelecektir ya da sürdürülen sistemin kendini iflas ettirmesiyle. Fakat günümüzdeki sorunlara ve çözümlerin karakterine baktığımızda, eğer çözüm denen çözüm olmayan çözümler ve sürdürülen endüstriyel iş yapış biçimleri devam ederse, tüm canlılarıyla dünyanın geleceği ciddi tehlike altındadır.

Kaynakça

- Bio intelligence service report on EU waste (2011). <http://www.ec.europa.eu/environment/waste/studies/pdf/study%2012%20FINAL%20REPORT.pdf>
- Can, T. (2019). *Yeşil Üniversite Rehberi Ve Ege Üniversitesi Çevre Yönetimi Bilgi Sisteminin Oluşturulması* (Master's thesis, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Choi, Y. J., Oh, M., Kang, J., & Lutzenhiser, L. (2017). Plans and living practices for the green campus of Portland State University. *Sustainability*, 9(2), 252.
- Çabuk, S., & Keleş, C. (2008). Tüketicilerin yeşil ürün satın alma davranışlarının sosyo demografik değişkenler açısından incelenmesi. *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 17(1), 85-102.
- Eppinga, M. B., Lozano-Cosme, J., de Scisciolo, T., Arens, P., Santos, M. J., & Mijts, E. N. (2020). Putting sustainability research into practice on the university campus: an example from a Caribbean small island state. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 21(1), 54-75.
- Erdoğan, N. (2022). Döngüsel Ekonomi ve Üniversitelerde Çevre Yönetimi. M. Bulut ve C. Korkut (Eds). *Döngüsel Ekonomi ve Sürdürülebilir Hayat* (s. 279-314). Türkiye Bilimler Akademisi Yayınları. DOI: 10.53478/TUBA.978-605-2249-97-0.ch11
- Global Compact Türkiye (2021). Hakkımızda: <https://www.globalcompactturkiye.org/global-compact-turkiye> (Erişim Tarihi: 07/04/2023)
- Güllü, G., Köksal, M. A., & Şengül, H. (2012). Dünyada ve Türkiye’de Sürdürülebilir Kampüs Uygulamaları. *Kalkınmada Anahtar Verimlilik Dergisi*, 284, 24-30.
- ISCN. About ISCN. (2023). ISCN: <https://international-sustainable-campus-network.org/about-iscn> (Erişim Tarihi: 10/04/2023)
- ISCN. MEMBERS. (2023). ISCN: <https://international-sustainable-campus-network.org/membership> (Erişim Tarihi: 10/04/2023)
- Karademir, A. Ç., & Aybars, D. A. Ğ. (2021). Sürdürülebilirlik Uygulaması Olarak Yeşil Bina ve LEED Sertifikasyonu Üzerine Türkiye’de İnşaat Sektöründe Bir Çalışma. *Akademia Doğa ve İnsan Bilimleri Dergisi*, 7(1), 63-83.
- McMillin, J., & Dyball, R. (2009). Developing a whole-of-university approach to educating for sustainability: Linking curriculum, research and sustainable campus operations. *Journal of education for sustainable development*, 3(1), 55-64.
- Potting, J., Hanemaaijer, A., Delahaye, R., Ganzevles, J., Hoekstra, R., & Lijzen, J. (2018). Circular economy: what we want to know and can measure. *Framework and baseline assessment for monitoring the progress of the circular economy in the Netherlands*, 92.
- Stars Aashe. About Stars. Stars Aashe: <https://stars.aashe.org/about-stars/> (Erişim Tarihi: 013/03/2023)
- STARS Participants & Reports. The Sustainability Tracking, Assessment & Rating System: <https://reports.aashe.org/institutions/participants-and-reports/?sort=country> (Erişim Tarihi: 13/03/2023)
- Stephens, J.C., Hernandez, M.E., Román, M., Graham, A.C. and Scholz, R.W. (2008), "Higher education as a change agent for sustainability in different cultures and contexts", *International Journal of Sustainability in Higher Education*, Vol. 9 No. 3, pp. 317-338. <https://doi.org/10.1108/14676370810885916>



Tan, H., Chen, S., Shi, Q., & Wang, L. (2014). Development of green campus in China. *Journal of Cleaner Production*, 64, 646-653.

Wright, T. (2010). University presidents' conceptualizations of sustainability in higher education. *International Journal of Sustainability in higher education*, 11(1), 61-73.

Üniversitelerin sürdürülebilir kampus internet kaynakları:

https://www4.ntu.ac.uk/sustainability/document_uploads/154535.pdf

https://www4.ntu.ac.uk/sustainability/document_uploads/154534.pdf

<https://kampus.metu.edu.tr/bilimsel/surdurulebilir-yesil-kampus-yonetimi-odtu-kampusu-uygulaması>

<https://gradaccommodation.admin.ox.ac.uk/waste-and-recycling#collapse1647136>

<https://www.wur.nl/nl/show/material-flow-management.htm>

<https://sustainability.admin.ox.ac.uk/files/environmentalsustainabilitystrategy.pdf>

<https://www.wur.nl/en/newsarticle/The-first-recycle-circle-is-complete.htm>

https://www.greenofficewageningen.nl/wp-content/uploads/2016/06/ACT_making-WUR-more-beautiful.pdf

<https://www.wur.nl/en/About-WUR/Sustainability/WUR-UP-TO/From-your-screen..-to-peaceful-green.htm>

<https://www.wur.nl/en/about-wur/our-values/sustainable-business-operations/from-your-screen..-to-peaceful-green.htm>

<https://www.wur.nl/en/about-wur/our-values/sustainable-business-operations/from-coffee-cup..-to-toilet-paper.htm>

<https://polen.itu.edu.tr/bitstreams/6cd2865e-4e04-4175-b767-69d8e194f154/download>

<http://www.yesilkampus.itu.edu.tr/yesil-kampus/bisiklet-ve-yaya-oncelikli-itu>

<https://greenmetric.ui.ac.id/rankings/overall-rankings-2022/>

<https://yesilkampus.erciyes.edu.tr/>

<https://kampus.yildiz.edu.tr/rapor/>

<https://bucemcevremerkezi.wixsite.com/baskent>

<https://bucem.baskent.edu.tr>

https://bucem.baskent.edu.tr/kw/duyuru_ayrinti.php?page=2&did=145267

<https://surdurulebilirlik.ozyegin.edu.tr/tr/ozude-surdurulebilirlik/yesil-kampus>

<https://surdurulebilirlik.ozyegin.edu.tr/sites/default/files/OzUSR2020>

<https://www.wur.nl/nl/nieuws-wur/show-home/nieuw-model-maakt-zichtbaar-welke-grondstoffen-en-afvalstromen-wur-binnenkomen-en-verlaten.htm>

ATIK TAŞIT LASTİKLERİNİN GERİ KAZANIMINDA SÜRDÜRÜLEBİLİR UYGULAMALARIN GELİŞTİRİLMESİ VE ÖNEMİ

Fazliye KARABÖRK*

ÖZET

Taşıt lastikleri kauçuk esaslı malzemelerdir ve vulkanize edilerek üretildikleri için yapılarında bulunan çapraz bağlar nedeniyle eritme vb. işlemlerle geri dönüştürülmeleri mümkün olmamaktadır. Lastikler belirli bir kullanım süresinin sonunda atık haline gelmektedir ve ömrünü tamamlamış lastik (ÖTL) olarak adlandırılmaktadır. Günümüzde atık lastiklerin geri dönüşümü ve değerlendirilmesine yönelik uygulamalar arasında; doğrudan değerlendirme (bütün lastik veya granül formunda), fabrikalarda yakıt olarak kullanma, pirolizle çeşitli yan ürünlere dönüştürme (piroliz siyahı, pirolitik yağ) ve devulkanizasyon sayılabilir. Sayılan yöntemlerin her birinin avantaj ve dezavantajları bulunmakla birlikte, aslında devulkanizasyon dışındaki proseslerin tümü atık lastiklerin malzeme olarak geri dönüşümüne katkı sağlamayan atık değerlendirme ve bertaraf yöntemleridir.

Vulkanize kauçukların kalıplanabilir kauçuk formuna dönüştürülmesi prosesi devulkanizasyon olarak adlandırılmaktadır. Devulkanizasyon, kauçuk ana zincir yapısına zarar vermeden, vulkanizasyonla oluşan çapraz bağların koparılması işlemidir. Devulkanizasyon konusunda gerek akademik gerek endüstriyel ölçekte çalışmalar yoğun şekilde devam etmektedir. Önerilen ve üzerinde çalışılan çeşitli prosesler vardır, bunlar arasında; kimyasal, mekanik, mikrodalga, biyolojik ve ultrasonik devulkanizasyon sayılabilir. Taşıt lastiklerinin uzun süre kullanılmasını sağlayacak şekilde tasarlanan üst düzey mühendislik ürünleri olmaları, bu ürünlerin devulkanize edilmesini ve yeniden kullanılmasını daha zor hale getirmektedir.

Devulkanizasyonun zorluğu nedeniyle parçalanıp granül veya toz haline getirilen atık lastiklerin başka malzeme bileşimlerine katılması bu ürünün değerlendirilmesinde kullanılan yaygın uygulamalar arasındadır. Bu amaçla atık lastik tozları plastıklere, beton ve asfalta katılmaktadır.

Avrupa Lastik ve Kauçuk Üreticileri Birliği'nin (ETRMA) verilerine göre üretilen ve kullanılan kauçuk ürünlerin yaklaşık %65'i taşıt lastikleridir. Küresel olarak her yıl yaklaşık bir milyar atık lastik oluşmaktadır. Atık lastik çok değerli bir atık formudur ve mutlaka geri dönüşümü özellikle de malzeme olarak geri dönüşümü konusunda çalışılmalıdır. Dünyada yıllık oluşan atık lastik miktarı dikkate alındığında bu değerli atığın değerlendirilmesi ve geri kazanımında sürdürülebilir uygulamaların geliştirilmesi çok önemlidir ve bu çalışmada bu konudaki uygulamalar ele alınmıştır.

Anahtar Kelimeler: Atık lastik, geri dönüşüm, devulkanizasyon

* Doç. Dr. Fazliye Karabörk, Aksaray Üniversitesi, fkarabork@aksaray.edu.tr



Giriş

Taşıt lastikleri kauçuk esaslı malzemelerdir. Kauçuğun uygun bir reçetede diğer bileşenlerle beraber vulkanize edilmesiyle lastik imal edilir. Kauçuk vulkanizasyon sonucunda çapraz bağlı ve geri dönüştürülmesi mümkün olmayan bir yapıya dönüşür. 1939'da Goodyear tarafından vulkanizasyonun bulunmasından itibaren, vulkanize kauçuğun çapraz bağlarının koparılarak ham kauçuğa dönüştürülmesine yönelik araştırmalar her zaman yapılmıştır. Ancak yapılan çalışmaların hiçbirinde tam bir malzeme geri dönüşümü mümkün olmamış, çalışmalar atık lastiklerin ve diğer atık kauçuk ürünlerin parçalanarak orijinal malzeme içine katkı olarak katılmasından veya çeşitli katkılarla kısmen yeniden kalıplanabilir hale gelmesinden öteye gidememiştir (Abbas-Abadi, Kusenber, Shirazi, Goshayeshi ve Van Geem, 2022; Karger-Kocsis, Meszaros ve Barany, 2013).

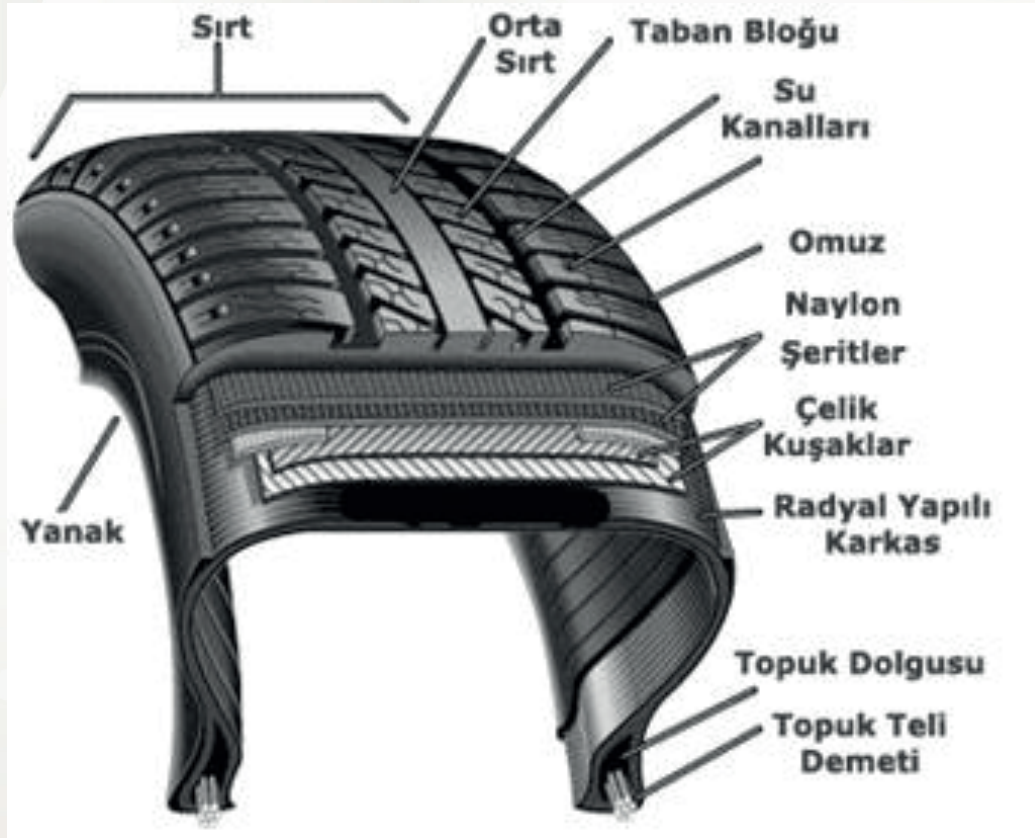
Günümüzde atık lastiklerin geri dönüşümü ve değerlendirilmesine yönelik uygulamalar; doğrudan değerlendirme, fabrikalarda yakıt olarak değerlendirme, pirolizle çeşitli yan ürünlere dönüştürme (piroliz siyahı, pirolitik yağ) ve devulkanizasyon prosesleridir. Devulkanizasyondışındaki prosesler aslında atık lastiklerin malzeme olarak geri dönüşümüne katkı sağlamayan atık değerlendirme yöntemleridir. Vulkanize kauçukların kalıplanabilir kauçuk formuna dönüştürülmesi prosesi devulkanizasyon olarak adlandırılmaktadır. Devulkanizasyon, kauçuk ana zincir yapısına zarar vermeden, vulkanizasyonla oluşan çapraz bağların koparılması işlemidir. Devulkanizasyon konusunda gerek akademik gerek endüstriyel ölçekte çalışmalar yoğun şekilde devam etmektedir. Önerilen ve üzerinde çalışılan çeşitli prosesler vardır, bunlar arasında; kimyasal, mekanik, mikrodalga, biyolojik ve ultrasonik devulkanizasyon sayılabilir.

Taşıt lastikleri gibi kauçuk ürünler uzun süre kullanılabilir şekilde tasarlanan üst düzey yüksek teknolojiye sahip mühendislik ürünleridir. Teknolojik gelişmeler, lastik üreticilerinin otomobil lastikleri için 1981'de 45.000 km olan ortalama kullanma mesafesini 2001'de 69.000 km'ye çıkarmalarını sağlamıştır (<https://contec.tech/rubber-tire-recycling-overview/>). Bir yandan, lastiklerin kullanım ömrünü ve performansını (ıslak zeminde çekiş, yuvarlanma direnci, aşınma direnci vb.) arttırmak amacıyla malzeme bileşimi ve üretim teknolojileri geliştirilmeye devam edilirken, diğer yandan bu gelişmeler malzemenin devulkanize edilmesini ve yeniden kullanılmasını daha zor hale getirmektedir (Markl ve Lackner, 2020). Sonuç olarak; vulkanizasyon sırasında oluşan üç boyutlu bir ağın varlığı, kauçuk bileşiminin formülasyonu ve kauçuk ürünlerin karmaşık yapısı nedeniyle atık kauçuğun geri dönüştürülmesi çok zordur.

Atık lastiklerin değerlendirilmesi, dünyanın tüm sanayileşmiş ülkeleri için ekolojik ve ekonomik öneme sahip büyük bir problemdir. Avrupa Lastik ve Kauçuk Üreticileri Birliği'nin (ETRMA) verilerine göre üretilen ve kullanılan kauçuk ürünlerin yaklaşık %65'i taşıt lastikleridir. Lastikler, sürekli kullanıldıkları için sınırlı bir kullanım ömrüne sahiptir. Dış derinliği aşınma ve yıpranma nedeniyle azalır ve 1,6 mm'nin altına düştüğünde lastik güvensiz hale gelerek

ömrünü tamamlamış olur (<https://www.lasder.org.tr/otl/>). Küresel olarak her yıl yaklaşık bir milyar atık lastik oluşmaktadır (Formela, 2021). Atık lastikler dünyadaki katı atıkların yaklaşık yüzde 2'sini oluşturmakta ve yeterince geri dönüşüm sağlanamadığı için atık lastiklerin önemli bir bölümü düzensiz olarak doğaya bırakılmaktadır. Dünyada ve Türkiye'deki (yaklaşık yıllık 300 bin adet) atık lastik miktarı dikkate alınırsa ne kadar değerli ve büyük miktarda bir atığın var olduğu görülebilir. Bu nedenle lastiklerin sürdürülebilir geri dönüşümünü sağlamak için verimli alternatif yöntemlerin geliştirilmesine ihtiyaç vardır.

Şekil 1: Taşıt lastiğinin yapısı (Karabörk, 2012)



1. Lastiğin Yapısı ve Bileşimi

Taşıtların lastikleri dışarıdan sadece kauçuktan oluşuyor gibi görünmesine rağmen çeşitli bölümlerden ve bileşimlerden oluşan kompozit ürünlerdir. Şekil 1'de görüldüğü gibi lastik; sırt, yanak, topuk vb. bölümlerden oluşur. Taşıtların lastikleri bileşim olarak kauçuk yanında çelik tel ve kort içerirler, Tablo 1'de otomobil, kamyon ve off-road araçların lastiklerinin malzeme kompozisyonu görülmektedir. Ayrıca lastiği oluşturan farklı bölgeler farklı etkilere maruz oldukları için kauçuk reçeteleri birbirinden farklıdır.

Tablo 1: Kamyon ve otomobil lastiklerinin malzeme kompozisyonlarının karşılaştırılması (<https://www.etrma.org>).

	Kauçuk	Karbon siyahı	Metal	Kort	Çinko Oksit	Diğer katkılar
Otomobil Lastiği	48	21,4	15,6	5,5	1	8,5
Kamyon Lastiği	45	22	23	3	2	5
Off-road Araç lastiği	47	22	12	10	2	7

2. Atık Lastiklerin Değerlendirilme Yöntemleri

Atık lastiklerin değerlendirilmesi ve geri kazanımı için halen uygulanan çeşitli yöntemler vardır. Bu yöntemler aşağıda ana hatlarıyla sıralanmıştır:

- Doğrudan değerlendirme
- Enerji kaynağı olarak değerlendirme
- Pirolizle dönüştürerek hammadde olarak değerlendirme
- Malzeme olarak geri dönüştürerek değerlendirme

Doğrudan değerlendirme: Doğrudan değerlendirme, lastiği bütün olarak veya parçalayıp granül haline getirerek kullanma şeklinde uygulanmaktadır. Atık lastikler bütün olarak, toprak ve deniz dolgusu, iskelelerde gemilerin yanaşma alanları gibi yerlerde kullanılmaktadır. Atık lastikler ayrıca kaplanarak da kullanılabilir. Lastiği granül formunda kullanmak daha geniş bir kullanım alanı sunmaktadır ve daha fazla atık lastiğin bertarafı bu yolla mümkün olmaktadır. Atık lastikler çeşitli proseslerden geçirilerek çelik tel ve kort kısımlarından ayrılarak, oda sıcaklığında veya kriyojenik olarak parçalanıp farklı boyutlarda granüller halinde ilgili sektörlerin kullanımına sunulmaktadır. Granül kauçuklar yürüyüş yolları, çocuk oyun parkları vb. yerlerde doğrudan dökme şeklinde veya kauçuk karolar formunda zemin kaplaması olarak kullanılmaktadır (Dijkhuis, 2008; <https://www.lasder.org.tr/otl-nasil-degerlendirilir/malzeme-geri-kazanim-kirma/>).

Enerji kaynağı olarak değerlendirme: Atık lastikler yüksek miktarda enerji ihtiva etmektedir. İçerdikleri enerji iyi nitelikte bir kömürle yaklaşık aynı enerji seviyesine karşılık gelmektedir. Bunun nedeni atık lastiklerin yapısının çoğunluğunun organik bir yapıya sahip olmasından kaynaklanmaktadır. Ömrünü tamamlamış lastikler (ÖTL) çimento fabrikalarında, termik



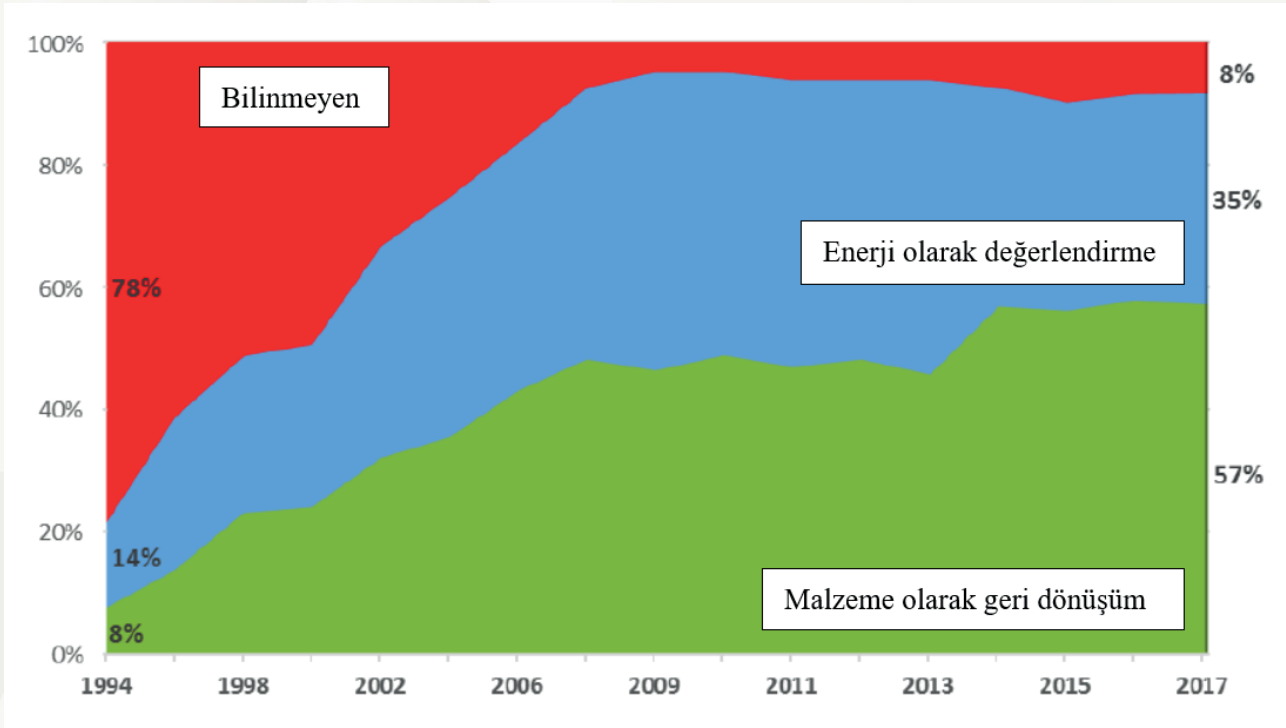
santrallerde yakıt olarak kullanılmaktadır. Atık lastiklerin bu şekilde değerlendirilmesi, 2019 yılı verilerine göre Avrupa ülkelerinde, tüm geri kazanım yöntemleri içinde %40'lık bir paya sahiptir (<https://www.etrma.org>).

Pirolizle dönüştürerek hammadde olarak değerlendirme: Piroliz işlemi, oksijen yokluğunda gerçekleşen termal bir ayrışma işleminden oluşmaktadır. Atık lastiklerin pirolizi sonucunda; pirolitik yağ, karbon siyahı, piroliz gazı ve çelik tel elde edilmektedir. Pirolitik karbon siyahı piroliz çıktısının yüzde 33'ünü oluşturur, lastik üretiminde fosil yakıtlardan üretilen karbon siyahının yüzde 25'inin yerini alabilir, ayrıca boyalarda, mürekkeplerde ve diğer kauçuk ürünlerde kullanılır. Pirolitik yağ kükürt giderme ve arıtma işlemlerinden sonra taşıtlarda ve enerji santrallerinde yakıt olarak, tek başına veya diğer petrokimyasallarla karıştırılarak, kullanılabilir. Piroliz gazı ısınma ve elektrik üretimi amacıyla kullanılabilir (<https://contec.tech/rubber-tire-recycling-overview/>).

Malzeme olarak geri dönüştürerek değerlendirme (reklamasyon): Atık kauçuk reklamasyonu için iki uygulama vardır bunlar; ASTM D 6814'e göre kauçukta vulkanizasyonla oluşan çaprazbağların koparılması süreci olarak tanımlanan devulkanizasyon ve çaprazbağlar yanında polimer zincirlerinin de koparıldığı rejenerasyon (depolimerizasyon) prosesleri. Atık kauçukların malzeme olarak geri dönüşümünde ideal uygulama devulkanizasyondur. Devulkanizasyon işlemi ile kauçuğun ana zincir yapısına zarar verilmeden sadece kükürt çaprazbağları koparıldığı için malzemenin yeniden kalıplanarak ürüne dönüştürülmesi mümkün olmaktadır. Devulkanizasyon için geliştirilen ve hala üzerinde çalışılan yöntemler arasında, kimyasal, makine kimyasal, ultrasonik, biyolojik ve termal devulkanizasyon metotları sayılabilir. 2019 yılı verilerine göre Avrupa ülkelerinde atık lastiklerin değerlendirilme yöntemleri içinde granül olarak kullanma, piroliz ve reklamasyon proseslerinin oranı %53'tür (<https://www.etrma.org>).

Yeni yöntem veya teknolojilerin gelişmesine paralel olarak yukarıda sayılan değerlendirme yöntemlerinin uygulanma oranları yıllar içinde artma veya azalma eğilimi gösterebilir. Avrupa ülkelerinde atık lastikler için bu oranların yıllara göre değişimi Şekil 2'de verilmiştir. Malzeme olarak geri kazanımda devam eden bir artış eğilimi görülmektedir. Ancak grafiğin bu bölümü; doğrudan değerlendirme, granül/toz formunda değerlendirme, piroliz ve reklamasyon proseslerinin tümünü içermektedir, tamamen bir kauçuk geri kazanımı söz konusu değildir. Buna rağmen gelişigüzel doğaya bırakma veya çevre sorunlarına neden olan yakma uygulamalarının azalması atık lastiklerin giderek daha verimli şekilde değerlendirildiğini göstermektedir.

Şekil 2: Avrupa ülkelerinde atık lastiklerin değerlendirilme oranlarının 1994-2017 yılları arasındaki değişimi (<https://www.etrma.org>).



3. Günümüzde Kullanılan Geri Dönüşüm Yöntemlerinin Karşılaştırılması

Önceki bölümde açıklandığı gibi günümüzde atık lastiklerin pek çok değerlendirme yöntemi vardır. Ayrıca yeni ve sürdürülebilir yöntemlerin geliştirilmesi konusunda çalışmalar devam etmektedir. Ancak atık lastiklerin değerlendirilmesinde çözüm aranırken mutlaka aşağıdaki durumlar göz önünde bulundurulmalıdır (De, Isayev ve Khait, 2005):

- Atık lastikleri değerlendirme yöntemleri çevreye zararlı etkiler içermemelidir.
- Tercihen bu yöntemler, ham madde dönüşümü sağlayarak doğal kaynakların korunmasına yardımcı olmalıdır.
- Bu yöntemler yaygın kullanıma uygun olmalı ve elde edilen ürünlerin ticari değeri olmalıdır.
- Ekonomik olarak maliyeti yüksek olmamalıdır.

Bu kriterlere göre mevcut yöntemlerin değerlendirilmesi durumunda, atık lastikler için çok verimli geri dönüşüm uygulamalarının olmadığı sonucuna varmak zor değildir. Atık lastiklerin enerji kaynağı olarak çimento fabrikaları gibi yerlerde kullanılması, lisanslı fırınlara ihtiyaç olması bakımından pahalıdır ve ayrıca oluşturduğu çevre kirliliği bakımından



olumsuz sonuçları olan bir uygulamadır. Atık lastiklerin piroliz prosesiyle hammadde olarak değerlendirilmesi konusunda çalışmalar yoğun olarak devam etmektedir, ancak prosesin maliyeti yüksektir ve elde edilen ürünlerin ticari değerinin düşük olması bu ürünlerin kullanım alanlarının yaygınlaşmasını engellemektedir. Kullanılan diğer yöntemlere nazaran, geri dönüştürülen atık lastik miktarı göz önüne alınırsa, günümüzde en verimli ve yaygın geri dönüşüm uygulamasının lastiğin parçalanarak granül formunda parklarda, yürüyüş yollarında zemin kaplaması olarak kullanılması veya farklı malzeme bileşimlerine katılarak değerlendirilmesi olduğu görülmektedir. Ancak, lastiğin parçalanması için harcanan enerji ve maliyet bir yana, toprakta oluşturduğu kirlilik önemli bir tehlikedir. Piroliz, atık lastiklerden hammadde üretmeye yönelik bir proses olsa da burada ele alınan yöntemlerin hiçbiri lastiğin malzemesi olan kauçuğu yeniden kazanmayı amaçlayan prosesler değildir, yani malzeme olarak bir geri dönüşüm söz konusu değildir. Atık lastik miktarının büyüklüğü ve sayılan yöntemlerin ortaya çıkardığı ilave problemler dikkate alındığında malzeme olarak geri dönüşüm, yani atık lastiğin kalıplanabilen kauçuk malzemeye dönüştürülmesinin önemi ve gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Atık kauçuğu yeniden kalıplanabilir forma getirmek ancak devulkanizasyonla yani vulkanizasyonla oluşan çaprazbağların koparılması ile mümkündür.

4. Atık Lastiklerin Değerlendirilmesinde Sürdürülebilirlik

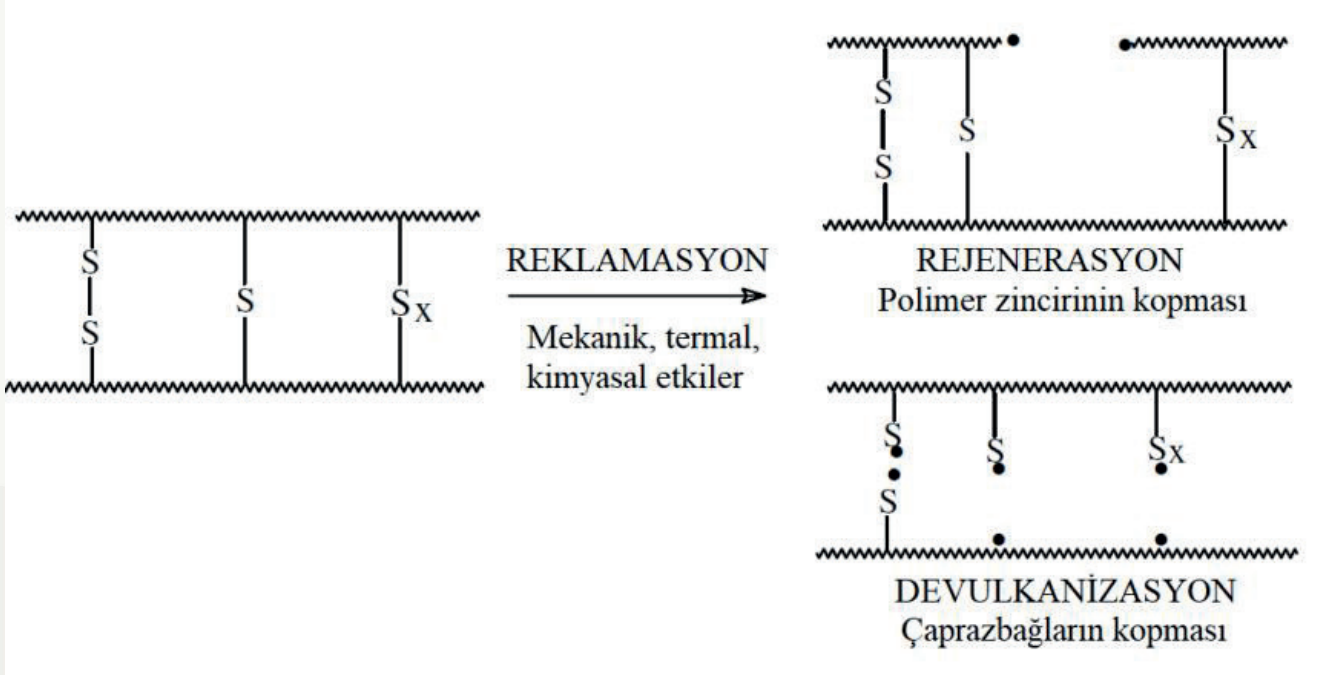
Lastik üreticileri üretimlerine devam edebilmeleri için gerekli olan hammaddelere (doğal kauçuk ve sentetik kauçuk için hidrokarbon kaynakları) erişebildikleri sürece atık lastiklerin geri dönüşümü konusunda hızlı bir ilerlemenin kaydedilmesi mümkün görünmemektedir. Ancak son yıllarda çevresel hassasiyetlerin artması ve polimer atık yönetimindeki gelişmelerle birlikte atık lastik miktarının her geçen gün çoğalması, atık lastiklerin potansiyel bir değerli ham madde kaynağı olarak algılanmaya başlamasını sağlamış, yöneticileri de bu konuda harekete geçmeye zorlamıştır. Örneğin Türkiye’de atık lastiklerin toplanması ve değerlendirilmesi ile ilgili Atık Lastik Yönetmeliği oldukça yenidir ve 2006 yılında yayınlanmıştır (ÖTL Yönetmeliği). Türkiye gibi lastik üretimi için hammadde kaynaklarına sahip olmayan ülkelerde atık lastiklerin verimli bir şekilde geri dönüştürülmesi çok daha önemlidir. Atık lastiklerin geri dönüşümü ve atık yönetimi alanında yapılan araştırmalar, bu atığın çeşitli yöntemlerde değerlendirilmesini sağlamıştır. Ancak, bu potansiyel hammadde kaynağı, olması gereken seviyede kullanılmamaktadır ve bu ürünler için döngüsel ekonomi hala sürdürülebilir durumda değildir. Atık lastikler tehlikesiz atık olarak sınıflandırılrsa da toprak ve su kirliliğine neden olmaktadır. Ayrıca giderek yaygınlaşan bir uygulama olan yürüyüş ve spor alanlarında kaplama amacıyla kullanılan kauçuk, mikroplastik kirliliğine yol açmaktadır. 2016’da İspanya’da 90.000 atık lastiğin gelişigüzel depolandığı bir alanda çıkan ve 20 gün boyunca devam eden yangın, atık lastiklerin yanması durumunda çevre ve sağlık problemleri oluşturma potansiyeline de bir örnektir.

Atık lastiklerin geri dönüşümünde sürdürülebilir uygulamalar geliştirmek çok önemlidir, ancak bunu sağlamak oldukça zordur. Bu zorlukların bir kısmı lastiğin yapısından

kaynaklıdır. Çok sayıda farklı taşıt olduğu için çok sayıda da farklı lastik türü vardır. Ayrıca her bir lastik 2. Bölümde kısaca bahsedildiği gibi birçok farklı kısımdan oluşan kompozit bir üründür. Bu bölümlerde kullanılan kauçuk malzeme; türü, bileşimi, çelik tel veya kort içerip içermemesine göre değişmektedir. Ayrıca üretici firmalara göre farklılıklar oluşabilmektedir. Atık lastiklerin sürdürülebilir şekilde geri dönüşümünü sağlamanın bir yolu, lastiğin üretimi aşamasında yapısındaki bileşenlerin önceden tanımlanmasına dayalı çözümlerin geliştirilmesidir. Debrata ve arkadaşları bu konuda yaptıkları çalışmada lastikleri öncelikle binek otomobil, kamyon ve arazi aracı lastikleri olmak üzere üç sınıfa ayırmakla başlayan bir lastik işaretleme önerisi sunmuşlardır. Öncelikle, lastik reçetelerinde değişiklik yaparak, geri dönüşümü daha kolay olan yeni malzeme bileşimlerinin kullanılması önerilmiştir. Ardından, lastiğin farklı bölgelerinde kullanılan farklı kauçuk bileşimlerinin homojen bir yapı dağılımı sergilemesi için optimize edilmesi ve lastiğin farklı bölümlerindeki malzeme türlerine ilişkin bazı bilgilerin lastiğin yan yüzüne işaretleme önerilmiştir. Araştırmacılar bu sayede lastiğin parçalanması aşamasında farklı malzemelerin daha kolay ve kontrollü bir şekilde ayrılmasını sağlayıp, uygun geri dönüşüm prosesine iletilmesinin sağlanabileceğini öne sürmüşlerdir. Üreticiler için çok düşük maliyetlerle sağlanabilecek böyle bir uygulama ile geri dönüştürülen atık lastiklerin oranının yaklaşık %75'e çıkarılabileceği ve sağlayabileceği ekonomik ve çevresel etkiler ile verimli bir sürdürülebilir ekonomi için koşullar oluşturabileceği ifade edilmiştir (Dobrota, Dobrota ve Dobrescu, 2020).

Son yıllarda, oldukça karmaşık bir vulkanize malzeme olan atık lastiklerin geri dönüşümü amacıyla reklamasyon proseslerinin sürdürülebilir bir uygulama olarak araştırmacı ve sanayiciler tarafından ilgi gördüğü gözlenmektedir. Atık kauçuk reklamasyonu için iki uygulama vardır; kauçukta vulkanizasyonla oluşan çaprazbağları koparmayı amaçlayan devulkanizasyon ve çaprazbağlar yanında polimer zincirlerinin de koparıldığı depolimerizasyon (rejenerasyon) prosesleri (Şekil 3). Depolimerizasyon yani rejenerasyon kauçuk üretimi halen ülkemizde de ticari olarak kullanılan yöntemlerden birisidir. Rejenerasyon kauçuk üretimi, çoğunlukla otoklavda çeşitli kimyasallar kullanarak ısı etkisiyle yapılan bir reklamasyon prosesidir, ancak harcanan enerji, kullanılan kimyasalların olumsuz etkileri ve elde edilen ürünün yetersiz özellikleri bu prosesi sürdürülebilir olmaktan uzaklaştırmaktadır. Atık kauçukların geri dönüşümünde en uygun reklamasyon prosesi devulkanizasyondur. Devulkanizasyon sayesinde kauçuk yeniden kalıplanabilir hale gelmektedir. Devulkanizasyon için geliştirilen ve hala üzerinde çalışılan yöntemler arasında, kimyasal, makine kimyasal, ultrasonik, biyolojik, termal vb. devulkanizasyon metodları sayılabilir. Geliştirilen bu yöntemlerin ticari olarak yaygınlaşması ve sürdürülebilir hale gelmesi için; yöntem parametrelerinin optimizasyonu (sıcaklık, süre, basınç vb.), devulkanizasyon kimyasallarının etkinliğinin geliştirilmesi, prosesin tekrarlanabilirliği, standart ürün üretilmesi, hızlı ve düşük maliyetli proseslerin geliştirilmesi konularında çalışılmalıdır.

Şekil 3: Kauçuğun reklamasyonu; çapraz bağların ve polimer zincirlerinin kırılması (De, Das, De, Dey, Debnath, Roy ve diğerleri, 2006).



Atık lastikler için geliştirilen geri kazanım proseslerinin neredeyse tamamında lastikler parçalanmakta ve granül veya toz formunda kullanılmaktadır. Reklamasyondan zemin kaplamalarına veya farklı malzemelere katılarak değerlendirilmesine kadar farklı boyutlarda atık lastik tozları kullanılır. Dolayısıyla lastiğin toz formuna getirilmesi ve bu aşamada toza uygulanacak işlemler, atık lastiklerin kullanımı için yeni alanlar açacaktır. Lastiğin parçalanmasında; oda sıcaklığında parçalama, kriyojenik parçalama, su jetiyle parçalama gibi mekanik esaslı yöntemler kullanılır. Atık miktarının fazlalığı dikkate alındığında, daha düşük enerji ile istenilen boyut ve yüzey özelliklerine sahip atık kauçuk tozlarının üretimi, üzerinde mutlaka çalışılması gereken bir konudur.

Lastiğin parçalanıp boyutsal olarak ayrıştırılmasının ardından, doğrudan kullanılması yerine, kullanım amacına uygun olarak çeşitli yüzey işlemlerine maruz bırakılması kullanılan atık lastik tozu miktarının artması ve sürdürülebilir geri dönüşüm için önemli bir uygulama olacaktır. Kauçuk tozları; orijinal kauçuk reçetesine katılarak, polimer (termoset/termoplastik) bileşimlerine katılarak, ayrıca beton ve asfalta katılarak kullanılabilir. Bu uygulamalar ile ilgili yapılan çalışmalarda kauçuk tozunun yüzey modifikasyonunun ürün performansı açısından çok etkili olduğu vurgulanmaktadır (Karger-Kocsis, Meszaros ve Barany, 2013; Phiri, Phiri, Formela ve Hlangothi, 2021). Kauçuk tozu ve matris arasındaki uyumu arttırmak için çoğunlukla kimyasalların kullanıldığı yüzey işlemleri yerine, daha hızlı

ve verimli uygulamalar geliştirilmelidir. Kauçuk tozuna uygulanacak yüzey işlemleri, tozun kullanımı açısından yeni uygulama alanları oluşturabilir. Zedler ve arkadaşları yaptıkları çalışmada, yüzeyi uygun şekilde modifiye edilen atık kauçuk tozunun, çevresel kirleticilerin temizlenmesi için adsorban olarak kullanılabileceğini önermişlerdir. Bu amaçla tozun yüzey modifikasyonu için düşük maliyetli, verimli ve çevre dostu bir uygulama olarak reaktif ekstrüzyonu umut verici bir yöntem olarak önermişlerdir (Zedler, Wang ve Formela, 2022).

Tablo 2: Atık lastiklerin geri kazanımı konusunda ASTM ve Türk Standartlarında yer alan bazı standartlar (<https://www.astm.org>; <https://intweb.tse.org.tr>)

ASTM Standartları	
ASTM D5644-18	Standard Test Method for Rubber Compounding Materials—Determination of Particle Size Distribution of Recycled Vulcanizate Particulate Rubber
ASTM D5603-19a	Standard Classification for Rubber Compounding Materials—Recycled Vulcanizate Rubber
ASTM D5644-18	Standard Test Method for Rubber Compounding Materials—Determination of Particle Size Distribution of Recycled Vulcanizate Particulate Rubber
ASTM D8268-19	Standard Practice for Rubber Compounding Materials—Evaluation of Recycled Vulcanizate Particulate Rubber
ASTM D6814-02(2018)	Standard Test Method for Determination of Percent Devulcanization of Crumb Rubber Based on Crosslink Density
ASTM D8178-20a	Standard Terminology Relating to Recovered Carbon Black (rCB)
Türk Standartları	
TS13672	İş yerleri - ömrünü tamamlamış araç lastiklerinin geri kazanım tesisleri için kurallar
TSE CEN/TS 17307	Ömrünü tamamlamış lastiklerden elde edilen malzeme - granüller ve tozlar - elastomerlerin tanımlanması: gaz kromatografisi ve çözültide piroliz ürünlerinin kütle spektrometrik tespiti
TSE CEN/TS 17308	Ömrünü tamamlamış lastiklerden üretilen malzemeler - çelik tel - metalik olmayan içeriğin tayini
TS 8102	Rejenere kauçuklar

Atık lastiklerin geri dönüşümünde sürdürülebilirlik adına yapılabilecek en önemli çalışmalardan bir diğeri, geri dönüşüm yöntemleri ve elde edilen ürünlerin karakterizasyonu ile ilgili standartların oluşturulmasıdır. Tablo 2’de konuyla ilgili ASTM ve Türk Standartlarında yer alan bazı standartlar verilmiştir. Mevcut standartların, yöntemlerde ve

ürünlerde olan gelişmelere paralel olarak güncellenmesi ve geliştirilmesi gerekir. Özellikle devulkanizasyon teknolojilerinin uygulanması ve yaygınlaştırılması için standartlaştırılmış prosedürlerin ortaya konulması çok önemlidir, bazı çalışmalarda da bu konunun vurgulandığı görülmüştür (Formela, 2021). Bu konuyla bağlantılı olarak, geliştirilmesi ve düzenlenmesi gereken bir diğer konu, geri dönüşüm yöntemleri ve uygulamaları için doğru terminolojinin oluşturulmasıdır. Çünkü gerek ulusal gerekse uluslararası literatürde terimlerin yanlış veya birbirinin yerine kullanıldığı görülmektedir.

Sonuçlar

Yapılan araştırma ve literatür incelemelerinden elde edilen sonuçlar aşağıda özetlenmiştir:

- Dünyada ve Türkiye’de yıllık oluşan atık lastik miktarı çok fazladır ve taşıt kullanım oranının artmasına paralel olarak artış sürecektir.
- Atık lastiklerin geri kazanımı ve değerlendirilmesi amacıyla kullanılan bazı yöntemler vardır, ancak bu yöntemlerin geliştirilmesi ve olumsuz yönlerinin giderilmesi veya azaltılması amacıyla çalışmalar yapılmalıdır.
- Mevcut yöntemler kauçuğu malzeme olarak geri dönüştürmeyi sağlayamamaktadır, bu amaca yönelik uygulamalar geliştirilmeli ve yaygınlaştırılmalıdır.
- Sürdürülebilir bir atık lastik yönetimi lastiğin üretimi aşamasından başlamalıdır.
- Geri dönüşüm prosesleri için standart prosedürler ve dönüştürülen ürünlerin karakterizasyonu için gerekli standartlar belirlenmelidir.

Sonuç olarak, Türkiye gibi lastik üretimi için hammaddeye sahip olmayan ülkeler başta olmak üzere bu değerli atığın geri kazanımı konusunda çalışmaların sürdürülmesi çok önemlidir.

Kaynakça

- Abbas-Abadi, M. S., Kusenberg, M., Shirazi, H. M., Goshayeshi, B. and Van Geem, K. M. (2022). Towards full recyclability of end-of-life tires: Challenges and opportunities. *Journal of Cleaner Production*, 374, 134036.
- De, D., Das, A., De, D., Dey, B., Debnath, S.C. and Roy, B. C. (2006). Reclaiming of ground rubber tire (GRT) by a novel reclaiming agent. *European Polymer Journal*, 42, 917-927.
- De, S. K., Isayev, A. I., Khait, K. (2005). *Rubber Recycling*. Boca Raton: CRC Press, Taylor & Francis Group, FL 33487–2742.
- Dijkhuis, K. A. J. (2008). *Recycling of Vulcanized EPDM–Rubber*, PhD Thesis, University of Twente, Enschede, the Netherlands.
- Dobrota, A., Dobrota, G., Dobrescu, T. (2020). Improvement of waste tyre recycling technology based on a new tyre markings. *Journal of Cleaner Production*, 260, 121141.
- Formela, K. (2021). Sustainable development of waste tires recycling Technologies-recent advances, challenges and future trends. *Advanced Industrial and Engineering Polymer Research*, 4, 209-222.
- <http://www.etrma.org> Erişim tarihi: 20 Aralık 2022.
- <https://contec.tech/rubber-tire-recycling-overview/> Erişim Tarihi: 15 Aralık 2022.
- <https://intweb.tse.org.tr/> Erişim Tarihi: 16 Ocak 2023.
- <https://www.astm.org/> Erişim Tarihi: 16 Ocak 2023.
- <https://www.lasder.org.tr/otl/> Erişim Tarihi: 20 Şubat 2023.
- <https://www.lasder.org.tr/otl-nasil-degerlendirilir/malzeme-geri-kazanim-kirma/> Erişim Tarihi: 20 Şubat 2023.
- Karabörk, F. (2012). *Atık Araç Tekerlek Lastiklerinde Mikrodalga Devulkanizasyon Parametrelerinin Lastiğin Mekanik Özelliklerine Etkileri*. Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi, Konya, Türkiye.
- Karger-Kocsis, J., Meszaros, L. and Barany, T. (2013). Ground tyre rubber (GTR) in thermoplastics, thermosets, and rubbers. *J. Mater. Sci.*, 48, 1–38.
- Karger-Kocsis, J., Meszaros, L. and Barany, T. (2013). Ground tyre rubber (GTR) in thermoplastics, thermosets, and rubbers. *Journal of Materials Science*, 48, 1-38.
- Markl, E. and Lackner, M. (2020). Devulcanization Technologies for Recycling of Tire-Derived Rubber: A Review. *Materials*, 13, 1246.
- Ömrünü Tamamlamış Lastiklerin (ÖTL) Kontrolü Yönetmeliği. (2006). Çevre ve Şehircilik Bakanlığı.
- Phiri, M. M., Phiri, M. J., Formela, K. and Hlangothi, S. P. (2021). Chemical surface etching methods for ground tire rubber as sustainable approach for environmentally-friendly composites development– a review. *Composites Part B*, 204, 108429.
- Wisniewska, P., Wang, S. and Formela, K. (2022). Waste tire rubber devulcanization technologies: State-of-the-art, limitations and future perspectives. *Waste Management*, 150, 174–184.



Zedler, L., Wang, S. and Formela, K. (2022). Ground tire rubber functionalization as a promising approach for the production of sustainable adsorbents of environmental pollutants. *Science of the Total Environment*, 836, 155636.



ULUSAL KONGRE

TÜRKİYE'DE SIFIR ATIK: TESPİTLER, BEKLENTİLER VE FIRSATLAR

25-26 MART 2023 | ÇEVİRİM İÇİ

OTURUMLAR

1. GÜN: 25 MART 2023 CUMARTESİ

Açılış Oturumu: 10.00-10.45

Açılış Konuşması

1. Oturum: Sıfır Atık ve Kavramsal Yaklaşım I (10.45-12.30)

Oturum Başkanı: Prof. Dr. Nezih Kamil Salihoğlu
Bursa Uludağ Üniversitesi

Panelistler

Ekonomide Bir Paradigma Değişimi Olarak Döngüsel Ekonomi

Dr. Öğr. Üyesi Hilal Kuvvetli Yavaş, İstanbul Arel Üniversitesi

Gıda Atıklarının Değerlendirilmesi ve Döngüsel Ekonomi

Dr. Öğr. Üyesi Mukaddes Kılıç Bayraktar, Karabük Üniversitesi

Sıfır Atık ve Etik

Müge Çağlayan, Bartın Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Mesut Kayaer, Bartın Üniversitesi

Avrupa Birliği'nin Sıfır Atık Politikaları

Dr. Öğr. Üyesi Laçın Akyıl, İstanbul Arel Üniversitesi

Türkiye'de Sıfır Atık Politikasının Aşılması Gereken Eşikleri

Doç. Dr. Levent Memiş, Giresun Üniversitesi



2. Oturum: Sıfır Atık ve Kavramsal Yaklaşım II (13.30-15.00)

Oturum Başkanı: Mustafa Lütfi İlkbahar

İstanbul Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği İl Müdürlüğü

Panelistler

Sıfır Atık Zorluklarının PEST Analizi ile İncelenmesi ve Önem Derecesine Göre Sıralanması

Dr. Öğr. Üyesi Onur Derse, Tarsus Üniversitesi

Atık Sorununa Yenilikçi ve Yerel Çözümler: Avrupa'nın Öncü Sıfır Atık Belediyelerinin Uygulamaları

Dr. Öğr. Üyesi Sibel Çalışkan, İstanbul Arel Üniversitesi

Yeşil Yönetim Kapsamında Sıfır Atık Politikalarının Uygulanması

Arş. Gör. Seda Kulu Bay, Gaziantep Üniversitesi

Prof. Dr. Yakup Bulut, Gaziantep Üniversitesi

Geri Dönüşüm İçin Plastik Atık İthalatının Türkiye Örneği Üzerinden Analizi

Doç. Dr. Ali Bilgin Varlık, İstanbul Arel Üniversitesi

Öğretmen Adaylarının Sürdürülebilir Tüketim Davranışları ile Değerler Arasındaki İlişkinin İncelenmesi (TÜBİTAK 2209-A)

Zekeriya Mata, Bartın Üniversitesi

Arş. Gör. Dr. Burak Kiras, Bartın Üniversitesi

Sürdürülebilirlik Haberlerinde Görsel Çerçeveler Üzerine Bir İnceleme

Doç. Dr. Meltem Şahin Hassan, Erciyes Üniversitesi



3. Oturum: **Arel POTKAM Özel Oturumu (15.15–17.00)**

Oturum Başkanı: Prof. Dr. Ersin Göse
İstanbul Arel Üniversitesi

Panelistler

Türkiye’de Biyobozunur Maddeden Biyoplastik Üretimine Ülke Ekonomisine Etkisinin Araştırılması

Öznur Koçak, İstanbul Üniversitesi

Öğr. Gör. Erdi Buluş – İstanbul Arel Üniversitesi

Feyzanur Şen, MEF Üniversitesi

Özlem Birgül Yılman, Bursa Teknik Üniversitesi

Çevre Dostu Mikroplastik Tutucu Doğal Çamaşır, Bulaşık, Buzdolabı ve Kurutma Makineleri Gibi Beyaz Eşya Ürünlerine Yönelik Nanoteknoloji ile Üstün Koruma

Öğr. Gör. Erdi Buluş, İstanbul Arel Üniversitesi ArelPOTKAM

Doç. Dr. Yeşim Müge Şahin, İstanbul Arel Üniversitesi ArelPOTKAM

Gülseren Sakarya Buluş, İstanbul Arel Üniversitesi ArelPOTKAM

Atıklardan Filament Üreterek Topluma Katkıda Bulunma

Dr. Öğr. Üyesi Alper Tezcan, İstanbul Arel Üniversitesi ArelPOTKAM

Öğr. Gör. Erdi Buluş, İstanbul Arel Üniversitesi ArelPOTKAM

Doç. Dr. Yeşim Müge Şahin, İstanbul Arel Üniversitesi ArelPOTKAM

Gülseren Sakarya Buluş, İstanbul Arel Üniversitesi ArelPOTKAM

Salih Asker, İstanbul Arel Üniversitesi ArelPOTKAM

Çevre ve Enerji Uygulamalarında Atıkları İçeren Polimerik Lif ve Partikül Üretim Ekipmanı

Gülseren Sakarya Buluş, İstanbul Arel Üniversitesi ArelPOTKAM

Öğr. Gör. Erdi Buluş, İstanbul Arel Üniversitesi ArelPOTKAM

Doç. Dr. Yeşim Müge Şahin, İstanbul Arel Üniversitesi ArelPOTKAM



2. GÜN: 26 MART 2023 PAZAR

4. Oturum: **Sıfır Atık Girişimleri ve Uygulaması I (10.00-11.45)**

Oturum Başkanı: Dr. Öğr. Üyesi Tolga Barışık
Istanbul Yeni Yüzyıl Üniversitesi

Panelistler

Tekstil Endüstrisinde Sürdürülebilirlik ve Atık Yönetimi

Sezen Sırmı Çetin, İstanbul Gedik Üniversitesi

Tekstil Aksesuarlarında İnovatif Geri Dönüşüm Yaklaşımları

Alper Tombak, YKK Metal ve Plastik Ürünleri Sanayi ve Ticaret A.Ş

Mücahit Arıkan, YKK Metal ve Plastik Ürünleri Sanayi ve Ticaret A.Ş

Akio Kobayashi, YKK Metal ve Plastik Ürünleri Sanayi ve Ticaret A.Ş

Türkan Özger, YKK Metal ve Plastik Ürünleri Sanayi ve Ticaret A.Ş

Tekstil Aksesuarlarında İnovatif Geri Dönüşüm Yaklaşımları

Alper Tombak, YKK Metal ve Plastik Ürünleri Sanayi ve Ticaret A.Ş

Mücahit Arıkan, YKK Metal ve Plastik Ürünleri Sanayi ve Ticaret A.Ş

Akio Kobayashi, YKK Metal ve Plastik Ürünleri Sanayi ve Ticaret A.Ş

Türkan Özger, YKK Metal ve Plastik Ürünleri Sanayi ve Ticaret A.Ş

İmalattan Sıfır Atık

Doç. Dr. Serap Çelen, Ege Üniversitesi



Aydınlatma Alanındaki E-Atıkların Yeniden Kazanımı

Şeyma Günaydın, Kitoko Aydınlatma

Doç. Dr. Damla Altuncu, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi

Mutfaklarda Sıfır Atık Projesinin Uygulanabilirliği: Türk Mutfağı Tespiti

Öğr. Gör. Ezgi Acet, İstanbul Arel Üniversitesi

Öğr. Gör. Nurgül Demet Yorgan, İstanbul Arel Üniversitesi

Doç. Dr. Gül Yılmaz, Topkapı Üniversitesi

Türkiye’de Ekmek Tüketimi ve Türk Mutfak Kültüründe Ekmek İsrafını Önleyici Uygulama Örnekleri

Öğr. Gör. Furkan Burak Ünal, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi

Öğr. Gör. Sinem Akman, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi

Doç. Dr. Gül Yılmaz, Topkapı Üniversitesi



5. Oturum: Sıfır Atık Girişimleri ve Uygulaması II (12.00-13.45)

Oturum Başkanı: Prof. Dr. Ayşe Ferdane Oğuzöncül
İstanbul Arel Üniversitesi

Panelistler

Yeşil Hastanelerin Sıfır Atık Politikası

Arş. Gör. Barış Yüksel, İstanbul Arel Üniversitesi

Arş. Gör. Asena Nur Dağlı, İstanbul Arel Üniversitesi

Şanlıurfa'da Hastane Atıklarının Yönetimi Bağlamında Örnek Bir Çalışma

Mehmet Öncel, Mehmet Akif İnan Eğitim ve Araştırma Hastanesi

Arş. Gör. Dr. Benan Yazıcı Karabulut, Harran Üniversitesi

Hatice Çelik, Mehmet Akif İnan Eğitim ve Araştırma Hastanesi

Prof. Dr. Mehmet İrfan Yeşilnacar, Harran Üniversitesi

Sağlık Kuruluşu Personelinde Tıbbi Atık Bilinci

Öğr. Gör. Şükriye Ceren Oçal Dirican, Beykent Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Sinem Sipahioğlu Kara, Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi

Üniversite Kampüslerinde Oluşan Atıkların Geri Dönüşümü Üzerine Öneriler: Balıkesir Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Örneği

Öğr. Gör. Mustafa Serhan Ünlütürk, Balıkesir Üniversitesi

Öğr. Gör. Dr. Figen Altınar, Balıkesir Üniversitesi



Üniversitelerde Sıfır Atık Yönetimi: Başkent Üniversitesi İç ve Dış Mekânlarda Uygulama Tasarımları

Prof. Dr. Nazmiye Erdoğan, Başkent Üniversitesi

Çevre Eğitim ve İnovasyon Merkezi

Ahu Nur Şahin, Antalya Büyükşehir Belediyesi



6. Oturum: Sıfır Atık ve Teknoloji (14.45-16.30)

Oturum Başkanı: Prof. Dr. Nurdan Büyükkamacı
Dokuz Eylül Üniversitesi

Panelistler

Akıllı Şehirler için Yapay Zeka Uygulamalarına Dayalı Akıllı Atık Yönetimi

Dr. Aytaç Perihan Akan, Hacettepe Üniversitesi

Prof. Dr. Ayşenur Uğurlu, Hacettepe Üniversitesi

Akıllı Kent Kavramı ve Tasarımlarının Sıfır Atık Bağlamında İncelenmesi: Konya Örneği

Öğr. Gör. Aysel Kavasoğulları, Yozgat Bozok Üniversitesi

Yeni Teknolojilerin Atık Yönetimine Getirdiği Fırsatlar: Blokzincir Örneğinde Bir İnceleme

Doç. Dr. Levent Memiş, Giresun Üniversitesi

Öğr. Gör. Melikali Güç, Giresun Üniversitesi

Katı Atıklardan Öğretim Materyallerine

Gamze Özben, Bartın Üniversitesi

Arş. Gör. Dr. Burak Kiras, Bartın Üniversitesi



Atık Mısır Koçanı Selülozu ile Hazırlanan Süper Adsorban Polimerlerin Tarım Uygulamalarında Denenmesi

Neslihan Mirik, Ege Üniversitesi

Aleyna İtmeç, Ege Üniversitesi

Arş. Gör. Dr. Tuba Barlas, Ege Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Hakan Çakıcı, Ege Üniversitesi

Doç. Dr. Burcu Okutucu, Ege Üniversitesi

Atık Taşı Lastiklerinin Geri Kazanımında Sürdürülebilir Uygulamaların Geliştirilmesi ve Önemi

Doç. Dr. Fazliye Karabörk, Aksaray Üniversitesi

Kapanış Oturumu: 16.30-17.00

Oturumlardan Bulgular

Kapanış Konuşmaları

