



T.C. ÇEVRE, ŞEHİRCİLİK VE
İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ BAKANLIĞI

SIFIR



ATIK



T.C. ÇEVRE, ŞEHİRCİLİK VE
İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ BAKANLIĞI

SIFIR



ATIK

SIFIRATIK



T.C. ÇEVRE, ŞEHİRCİLİK VE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ BAKANLIĞI

Danışma Kurulu

Prof. Dr. Mehmet Emin BİRPINAR
Mücahit DEMİRTAŞ
Sümeyrâ M. KILINÇ
Eyyüp KARAHAN
Aytaç YÜKSEL
Prof. Dr. Osman A. ARIKAN
Prof. Dr. Sinan UYANIK
Prof. Dr. Nilgün KIRAN CILIZ

Genel Yayın Yönetmeni

Halil ERDOĞAN

Yayın Koordinatörü

Ömer Faruk LEKESİZ

Editörler

Prof. Dr. Kasım YENİGÜN
Prof. Dr. Abdulmenaf TURAN
Dr. Tuğrul ÇAMAŞ

Proje Koordinasyon

Sadiye BİLGİÇ KARABULUT
Okan BAHRİOĞLU
Oğuzhan KİPOĞLU
Uğur Şükrü BIYIKLIOĞLU
Kübranur ULUĞ

Fotoğraf

Abdülhamit TOPAL
Fatih YAZICIOĞLU
Hakan BALOĞLU

Hazırlık

Uluslararası Piri Reis Kültür Ajansı

Grafik Tasarım

Abdulsamet GÜRBÜZ
Meryem TAŞDEMİR
Çağrı ATMACA

Matbaa

İhlas Gazetecilik A.Ş.

ISBN

978-625-7076-36-4



T.C. ÇEVRE, ŞEHİRCİLİK VE
İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ BAKANLIĞI

SIFIR



ATIK

Editörler

Prof. Dr. Kasım YENİGÜN
Prof. Dr. Abdulmenaf TURAN
Dr. Tuğrul ÇAMAŞ

iÇİNDEKİLER

09

TAKDİM

Emine ERDOĞAN

Türkiye Cumhuriyeti Cumhurbaşkanı Eşi

13

SUNUŞ

Murat KURUM

Türkiye Cumhuriyeti Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanı

19

ÖNSÖZ

Editörlerden

23

SIFIR ATIĞA GİDEN YOL : TÜRKİYE ÖRNEĞİ

Prof. Dr. Mehmet Emin BİRPINAR
Ersin GÜRTEPE

53

**İLK İNSANDAN BUGÜNE ATTIKLARIMIZ,
GELECEĞİMİZ VE DEĞER ALGILARIMIZ**

Prof. Dr. Bülent ARMAĞAN

69

**DÜNYADA VE TÜRKİYE'DE ATIK
POTANSİYELİ VE SIFIR ATIK TRENDİ**

Prof. Dr. Mustafa S. YAZGAN

87

**KATI ATIKLARIN KARAKTERİZASYONU
VE ÖZELLİKLERİ**

Prof. Dr. Osman A. ARIKAN
Dr. Hüseyin GÜVEN

103

ATIK YÖNETİMİ VE SIFIR ATIK

Doç. Dr. Mehmet Fatih DİLEKOĞLU

115

ATIK ÖNLEME VE AZALTIMI

Prof. Dr. Mehmet Sinan BİLGİLİ
Doç. Dr. Ebru AKKAYA
Prof. Dr. Ahmet DEMİR

133

DÖNGÜSEL EKONOMİYİ DESTEKLEMELİK İÇİN YAPI SEKTÖRÜNDEKİ YENİDEN KULLANIM UYGULAMALARI ÜZERİNE BİR İRDELEME

Doç. Dr. Burcu SALGIN
Prof. Dr. Nilay COŞGUN

151

ESENLER GELECEĞİN ŞEHİRİ: NAR İNOVASYON BÖLGESİ SIFIR ATIK HEDEFİ

Mehmet Onur SENEM
Prof. Dr. İmdat AS

175

AB YEŞİL MUTABAKATI'NDA SIFIR ATIK PROJESİ VE DÖNGÜSEL EKONOMİ MODELİ NEREDE?

Doç. Dr. Şenay BALBAY

193

DOĞA TEMELLİ BİYOLOJİK ÇÖZÜMLER, BİYOBOZUNUR UYGULAMALAR

Prof. Dr. Barış ÇALLI

209

MADEN ATIKLARINDA DÜNYADA DURUM VE YÖNETİMİ

Prof. Dr. Sinan UYANIK

227

MADEN ATIKLARI İÇİN ALTERNATİF DEPOLAMA YÖNTEMİ: ÇİMENTOLU MACUN DOLGU

Prof. Dr. Bayram ERÇIKDI
Doç. Dr. Ferdi CİHANGİR
Dr. Ercüment KOÇ

249

SIFIR ATIK İÇİN ÖNERİLER PAKETİ

Prof. Dr. Görkem AKINCI

267

**SIFIR ATIK ÇALIŞMALARINDA
MODERN YÖNTEMLER**
Doç. Dr. Çağdaş GÖNEN

287

**SIFIR ATIK MEVZUATI'NIN AVRUPA
BİRLİĞİ MÜKTESABATINA
UYUMU AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ**
Aytaç YÜKSEL
Duygu BARUT

317

**SIFIR ATIKTA SOSYOLOJİK
ARKA PLAN VE TOPLUMSAL KABUL**
Prof. Dr. Muammer TUNA

335

**SIFIR ATIKTA FARKINDALIK:
ALGI YÖNETİMİ, MEDYA VE EĞİTİM**
Dr. İbrahim YENİGÜN

349

**DİJİTAL ÇAĞDA SÜRDÜRÜLEBİLİR ATIK
YÖNETİMİ: SIFIR ATIKTA YENİLİKÇİ
YAKLAŞIMLAR VE GÜNCEL KAVRAMLAR**
Prof. Dr. Bestami ÖZKAYA
Arş. Gör. Fatma Zehra ŞÜKÜR

371

**SIFIR ATIK POLİTİKASININ İKLİM
DEĞİŞİKLİĞİ İLE MÜCADELE
ÇALIŞMALARINDA VE DÖNGÜSEL
EKONOMİYE GEÇİŞ SÜRECİNDEKİ ROLÜ**
Eyyüp KARAHAN

385

**TÜRKİYE VE SIFIR ATIK PROJESİ
UYGULAMALARI: 2053 HEDEFİ**
Sadiye BİLGİÇ KARABULUT

405

**SIFIR ATIK YÖNETİMİNDE SERTİFİKASYON
UYGULAMALARI: YASAL DÜZENLEMELER İLE
TÜRKİYE ÖRNEĞİ**
Prof. Dr. Nilgün KIRAN CILIZ
Merve UZUN - Cennet DEĞİRMEN
Ceyda KALIPÇIOĞLU
Prof. Dr. Mehmet Emin BİRPINAR
Eyyüp KARAHAN - Recep AKDENİZ
Sadiye B. KARABULUT - Demirhan KÜÇÜK
Hülya ÇAKIR - Mehmet BALCI



TAKDİM

Emine ERDOĞAN

Türkiye Cumhuriyeti Cumhurbaşkanı Eşi

2017’de, doğanın tüm kaynaklarının, insanlığın müşterek mirası olduğu anlayışıyla, “dünya ortak evimiz” dedik ve Sıfır Atık Projesi’ni başlattık.

Atık oluşumunu azaltarak, önleyerek, oluşan atıkları kaynağında ayrıştırarak, geri dönüşümle hammadde ve enerji tasarrufu sağlayarak yaşanabilir bir dünyayı imar etme yolunda başarılı adımlar attık. Bugüne kadar geçen sürede, hedeflerimizi zamanından önce gerçekleştirmekle kalmadık, bu hedefleri aşan kazanımlar elde ettik. 2019’da, Sıfır Atık Projesi’ne, Sıfır Atık Mavi’yi ekledik. Denizlerimizi korumak ve çöplerden arındırmak için yoğun çalışmalar sürdürdük. Bugün, 531 mavi bayraklı plajımızla, dünyada üçüncü sıraya yükseldik.

İklim değişikliğiyle mücadeledeki başarılarımızla, dünyada örnek gösterilen bir ülkeyiz. BM Gıda ve Tarım Örgütü’nün “Sıfır Atık, Sıfır Açlık Ödülü”, BM Kalkınma Programı’nın “Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları Eylem Ödülü”, BM İnsan Yerleşimleri Programı’nın “Atık Alanında Akıllı Şehirler Küresel Şampiyonu Ödülü” ve Dünya Bankası tarafından ilk kez verilen “İklim ve Kalkınma Liderliği Ödülü” ülkemizin oldu.

Ne mutlu ki, dünyanın sürdürülebilir geleceğinin inşasında önemli bir aktörüz. Önümüzdeki yol haritasındaki ilk durağımız, 2023’te Sıfır Atık Projesi’ni tüm ülkede yaygın hale getirmektir. 2053’te ise, “net sıfır emisyon” hedefimizi gerçekleştirmiş bir ülke olacağız! Bu gayret, dünyanın tüm gelecek nesillerine adanmıştır.

Bugüne kadar birçok ülkeden, Sıfır Atık tecrübemizi paylaşmamız noktasında talep aldık. Sıfır Atık hareketini tüm dünyada teşvik etmeyi ve tecrübe aktarımı yapmayı önemli bir misyon olarak görüyoruz. Birleşmiş Milletler 77. Genel Kurulu esnasında, BM Genel Sekreteri Sayın Antonio

Guterres ile ‘Küresel Sıfır Atık İyi Niyet Beyanı’ nı imzaladık ve tüm ülkeleri imzaya davet ettik.

Sürdürülebilir atık yönetimi uygulamalarını, isteyen her ülkeyle paylaşacağımız gibi, Sıfır Atık yaklaşımının küresel çapta benimsenmesi için de çalışmalar yürüteceğiz. İnsanlık tarih boyunca krizler karşısında her zaman işbirliği ve dayanışma örnekleri göstermiştir. Sıfır Atık’ın küresel bir harekete dönüşmesinin, tarihe geçecek nitelikte bir dayanışma örneği olacağını düşünüyorum.

Tarihte her çağ, öne çıkan sorunlarıyla anılır. Sanayi Devrimi ile yaşanan dönüşüm, tabiatı maalesef ki bir yağma alanına çevirdi. Günümüzde, gücünü tüketimden alan ekonomi ve tehlike altındaki sınırlı kaynaklar, insanlığın bugünü kadar, yarınını da krize sürükleyen en temel sorun haline geldi.

İklim değişikliği ile mücadele aksiyonlarının “doğayla barışmak ve yeniden kucaklaşmak” hedefi etrafında toplanması, tabiatın insanlar tarafından bir “öteki” olarak konumlandırıldığıнын göstergesidir. Bu da, tüm bilimsel çalışmalarla birlikte, esaslı bir zihinsel dönüşüme ihtiyaç duyduğumuzu ifade ediyor. Dolayısıyla, döngüsel ekonomiye geçiş, tabiatla yeniden denge odaklı bir ilişki kurmamızın kapısını aralayacak.

Bu noktada, yürüttüğümüz tüm çalışmalar, medeniyetimizin tabiatla; sevgi, saygı, şefkat ve hürmet ekseninde kurduğu denge ilişkisini ihya eder niteliktedir. Çevre konularında farkındalığı yüksek, doğal kaynakları koruyacak yaşam becerilerine sahip bir nesil yetiştirmek, tüm çalışmalarımızın odak noktasını oluşturuyor. Kurduğumuz sistemler kadar, bu sistemleri sürdürülebilir kılacak genç zihinlerin, Türkiye’nin Sıfır Atık Hareketi’ni geleceğe aktaracağına yürekten inanıyorum.

Bu yolculukta takdire şayan bir emek ortaya koyan başta Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığımız olmak üzere, tüm paydaşlara can-ı gönülden teşekkür ediyorum.

Yediden yetmişe, Sıfır Atık Projesi’ne kalplerinde geniş yer açarak, kazanılan başarıların esas sahibi olan Aziz Milletimize sonsuz şükranlarımı sunuyorum.



SUNUŞ

Murat KURUM

Türkiye Cumhuriyeti Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanı

Gelin, başa yeşiller kuşanan doğayı görün

Her köşede bir çiçek dükkânı açan doğayı görün

Güller gülerek sesleniyor bülbüllere: Susun, susarak doğayı görün

-Mevlânâ Celâleddîn-i Rûmî

Ortak evimiz dünyamız, havasıyla, suyuyla, toprağıyla insanlığa ve tüm canlılara binyıllardır Yüce Yaradan tarafından bahşedilmiş bir nimet ve emanettir. Kendi yaşam döngüsü ve nizamı ile her türlü insan müdahalesinin üstesinden gelebilmiş olmasına rağmen mavi gezegenimiz sanayi devriminin yıkıcı etkilerine tanık olmuş, ne yazık ki ağır bir tahribata uğramıştır. Son yüz elli yıldan beri insanoğlunun dünya ile kurduğu tüketici ve yıkıcı ilişki biçiminden dolayı hem insanlık hem de diğer bütün canlılar çok önemli bir risk ve tehdit altındadır. İçerisinden geçtiğimiz bu süreçte bir yandan dünyamızın suları ve havası kirlenirken diğer yandan en büyük zenginlik kaynaklarımız olan bitki ve canlı türleri gün geçtikçe yok olma riski ile karşı karşıyadır. Yine doğal afetler günden güne daha fazla can alırken savaşlar, çatışmalar gittikçe artmakta, azgelişmişlik, yoksulluk, kitlesel göçler ve küresel iklim krizi dünyamızın dengesini bozmaktadır. Bu gelişmelerden olumsuz yönde en çok etkilenenler ise şehirler olmaktadır.

Öyle ki; tercih ettiğimiz yaşam biçimi ve dünyada uygulanan ekonomik kalkınma modelleri artık sürdürülebilir olmaktan uzaklaşmaktadır. Gittikçe derinleşen bütün bu sorunların üstesinden gelmek zorundayız. Bir yandan küresel ısınmayı yavaşlatacak adımları atarken, diğer yandan sür-

dürülebilir kalkınmayı sağlamak elzemdir. Tam olarak bu noktada, Saygıdeğer Hanımefendi'nin himayelerinde başlattığımız ve bugün küresel bir çevre hareketine dönüşen Sıfır Atık Hareketi, bir çözüm olarak karşımızda durmaktadır. İnsanoğlunun ürettiği atık verileri bu durumu teyit etmektedir. Dünyada sadece evsel katı atık üretimi 2010 yılında kişi başına günlük ortalama 1,2 kg iken bu miktarın 2025 yılına kadar kişi başına 1,4 kg'a ve yıllık toplam evsel katı atık üretiminin 2025 yılında dünya ölçeğinde 2,2 milyar tona ulaşacağı hesaplandığında Sıfır Atık Hareketinin ne kadar önemli olduğu anlaşılacaktır.

Diğer yandan Sıfır Atık Hareketi bir yeşil çözümdür, yeşil dönüşüm fel-sesidir. Yeşil dönüşüm, insan aktivitelerinin olduğu tüm alanlarda; şehir-cilikten sanayi üretimine, sağıktan enerjiye, ulaşımdan lojistiğe, eğitim-den tarım ve turizme kadar her alanda eş zamanlı olarak tüm dünyada uygulanmalıdır. Öncelikli çözüm ise, dünyadaki karbon emisyon mikta-rının tek başına % 70'ini üreten şehirlerin dönüşümünden geçmektedir. İşte Sıfır Atık, insan yaşamının ve şehirlerimizin en hızlı şekilde dönüşü-münü başlatacak ve hızlandıracak en önemli uygulamaları içermektedir.

Türkiye, Cumhurbaşkanımız Sayın Recep Tayyip Erdoğan'ın liderliğin-de daha adil bir dünyanın kurulması yönündeki iradelerini "Dünya Beşten Büyüktür" ilkesiyle dünya kamuoyuna ilan etmiştir. Bu iradenin içerdiği manayı en güzel şekilde harekete geçirmenin yolu da yine Sıfır Atık Proje-si'nden geçmektedir. Ülkemiz, sıfır atık politikalarında dünya ülkeleri ara-sında ilk sıralarda yer almaktadır. İklim değişikliği gibi küresel bir sorunun çözümü konusunda önemli bir araç olarak benimsenen ve 2017 yılından bu yana büyük kazanımlar elde ettiğimiz Sıfır Atık Hareketinin küresel dü-zeyde bir modele dönüşüyor olması bunun en somut örneklerinden biri-dir. Sıfır Atık Projesi şimdiye kadar uluslararası düzeyde aldığı iki büyük ödülle birlikte kendisini tüm dünyaya ispatlamış bir harekettir.

Sayın Cumhurbaşkanımızın "Hayal, gerçeğe atılmış tohumdur." sözünü hatırla tutarak bizler için yeni bir hedef olarak belirlediği Türkiye Yüzyı-lı'na daha emin adımlarla ve kararlılıkla yürümekteyiz. Bu yeni dönemin kodlarını Cumhurbaşkanımızın Birleşmiş Milletler 76. Genel Kurulunda ilan ettiği Yeşil Kalkınma Devrimi ve 2053 Net Sıfır Emisyon Hedefleri kapsamında görmekteyiz. Tüm sektörlerde yeni bir üretim, şehircilik, ta-rım, turizm ve ulaşım politikalarının geliştirilmesi zorunluluğu ülkemizin gündemine yeni bir kalkınma modeli olarak bu şekilde girmiştir. Afetlerin yanı sıra bu modelin benimsenmiş olmasının en önemli nedenlerinden biri de küresel iklim değişikliğine uyum ve mücadele politikalarıdır. Paris İklim Anlaşmasının Gazi Meclisimiz tarafından onaylanması, Bakanlığımız adının Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı olarak değiş-tirilmesi, Türkiye Çevre Ajansı'nın ve İklim Başkanlığının kurulması, atık geri dönüşüm oranının %27.2'ye çıkarılması, yutak alanları olarak Millet

Bahçelerinin ve Ekolojik Koridorların oluşturulması, şehirlerimizin planlanmasında, yapılaşmasında ve kentsel dönüşüm uygulamalarında iklim dostu şehircilik anlayışının temel bir ilke olarak benimsenmesi bu çalışmaların sadece birkaçıdır. Yine bu değerlere sahip çıkmak adına Türkiye'nin 208 farklı üniversitesinden seçilen öğrencilerden oluşan iklim elçileri ve çevre müfettişi çocuklarımızın katkısı ve Bakanlığımız tarafından yürütülen eğitim çalışmalarısıyla Sıfır Atık Projesi; dünyanın geleceğine katkılar sunmaya devam etmektedir.

Yaptığımız çalışmaları, ortaya koyduğumuz hedefleri, dünyamızın geleceği adına yaktığımız umut meşalemizi atalarımızın bizlere yurt kıldığı Anadolu'dan başlayarak gönül coğrafyamıza ve dünyanın mazlum milletlerine doğru kararlılıkla yayacağız.

Biz dünyanın görmüş olduğu en büyük çevre ve şehircilik medeniyetinin mirasçıları olarak; her zaman dünyamızın ve insanlığın geleceğine yön verdik. Bugün yine aynı şekilde geliştirdiğimiz modeller ve uyguladığımız politikalarla küresel arenada sözü olan ve kabul gören bir ülke olduk. 20. yüzyılın başlarında küllerinden yeniden doğan Cumhuriyetimiz 21. Yüzyıla, Türkiye Yüzyılı'na, yön veriyor. Türkiye Yüzyılında Medeniyetimizden devraldığımız kadim kültürümüzün bütün unsurlarıyla yeni bir dünya inşa edeceğiz. Şehitlerimizin bizlere emaneti olan cennet vatanımızı taşıyla, toprağıyla, havasıyla, suyuyla, ormanıya deniziyle, bütün canlıları ile birlikte korumak bize verilen en büyük görevdir. Bu görev ve sorumluluğun bir sonucu olan ortaya çıkan ve üç dilde hazırlanan sıfır atık kitabı, sıfır atık konusunu bütün yönleriyle ele almaktadır. Ortak evimiz dünyanın geleceğine çok önemli katkılar sunacağına inandığımızı bu eserin hazırlanmasında emeği geçen herkese şükranlarımı sunuyorum.

ÖNSÖZ

Editörler

Yaşam tarzımız, kurduğumuz sosyo-ekonomik model, gündelik rutinlerimiz; bunların tamamı alışkanlıklarımız sonucu ortaya çıkan gerçeklerdir. Ancak dünyamız artık bizim alışkanlıklarımızı kaldıracak kadar sınırsız imkanlara sahip değildir. Alışkanlıklarımızı değiştirmenin, yeni bir model ve yaklaşım ortaya koymanın tam zamanıdır. Bu anlamda yeni bir ekonomi anlayışı, yeni bir model ve bir zihniyet değişimi olarak nitelendirebileceğimiz Sıfır Atık buna yönelik atılmış çok önemli bir adımdır.

Sıfır atık konusu hem dünya gündeminde hem de bu alanda son yıllarda yapılan akademik çalışmaların merkezinde yer almaktadır. Atığı değerli bir hammadde olarak gören ve gün geçtikçe kazanımları sürekli artan bu yeni yaklaşımın çok boyutlu ve disiplinlerarası bir anlayışla ele alınması gerekmektedir. Fenni bilimlerden sosyal bilimlerin neredeyse bütün alanlarına tekabül eden bu yaklaşım bugünün ve gelecekte karşılaşılabilecek muhtemel sorunların çözümü bakımından oldukça elverişli öneriler ve araçlar sunmaktadır. Fenni bilimlerden fizik, kimya, biyoloji ve mühendislik konuya teknik açıdan yaklaşmakta iken, iktisat, yönetim, siyaset ve sosyoloji gibi sosyal bilimlerde konunun kendi alanlarına ilişkin boyutlarına odaklanmaktadır. Ancak her bir disiplin içinde üretilen bilimsel yaklaşımlar diğer çalışmalardan elde edilen çıktıları kullanmak durumundadırlar. Son yıllarda iklim değişikliği, afet, çevre sorunları ve sıfır atık konularında üretilen bilimsel çalışmalarda bu işbirliği örneklerine daha çok rastlanmaktadır.

Sıfır atık alanında üretilen akademik çalışmaların tek başına yeterli olamayacağından bahisle bu konuda görevi ve yetkisi bulunan aktörler de sürece dahil edilmelidir. Başka bir deyişle elde edilen bilimsel verilerin uygulamaya geçmesi için bu alandaki uygulayıcı aktörler ile birlikte

hareket edilmesi gerekmektedir. Türkiye açısından değerlendirildiğinde başta Cumhurbaşkanlığı olmak üzere Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı'nın merkez, taşra ve yurtdışı teşkilatları sorumluluk üstlenmiş durumdadırlar. Ancak bu tek başına yeterli olmayacağı için Sanayi ve Teknoloji, Bakanlığı, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, İçişleri Bakanlığı, Sağlık Bakanlığı, Milli Eğitim Bakanlığı ve Ticaret Bakanlığı gibi kurumlar kimi zaman doğrudan kimi zaman da dolaylı olarak bu sürece katkı sunmaktadırlar. Yerel yönetimler ise uygulayıcı kurumlar arasında çok özel bir rol oynamaktadır. Türk yerel yönetim sisteminin en önemli aktörleri olan belediyelerin gerek kanunlarla kendilerine verilmiş olan görev ve yetkiler gerekse de bu alanda Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı'nın destekleri ile üstlenmiş oldukları aktif rol son yıllarda daha çok dikkat çeker bir hale gelmiştir. Yine bütün bu aktörlerin aynı zamanda toplumun can damarı olan sektör temsilcileri ve sivil toplum örgütleri ile birlikte hareket etmesi büyük önem arz etmektedir.

Sayılan tüm hususların yanı sıra işbirliğini sağlayacak en önemli mekanizmalardan birisi de bilimden bilgi üretmek suretiyle ortaya konulan çalışmalarlardır. Sonuçları delillendirilmiş bilimsel çalışmalar; kurumlar, sektörler ve vatandaşlar için bir yol haritası görevi görmektedir. Tam da bu yaklaşıma uygun olarak sıfır atık alanında çalışmalar yapan bürokratlar, akademisyenler ve sektör temsilcilerinin yazar olarak katkı sunduğu ve Sıfır Atık konusunun bütün yönleriyle ele alındığı bu eser hazırlanmıştır. Bu eserde, sıfır atık kavramının kökenleri, ortaya çıkışı, sıfır atığın kapsamı, sıfır atık ile döngüsel ekonomi arasındaki ilişki, sıfır atık iklim değişikliği ilişkisi Türkiye'de sıfır atık hareketi ve sıfır atık projesi kapsamında yapılan çalışmalar, üretilen projeler, sıfır atık uygulamalarının farklı sektörler üzerindeki etkileri, sıfır atık konusunun sosyo-kültürel yapıdaki karşılığı ve sıfır atığın geleceği gibi konular yer almaktadır.

2017 yılında Emine Erdoğan Hanımefendi himayesinde başlatılan Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından yürütülen Sıfır Atık Hareketi'nin 5. yılına atfen hazırlanan ve 21 makaleden oluşan bu çalışmayı Türkçenin yanı sıra İngilizce ve Arapça dillerinde de okuyucuların dikkatine sunuyoruz.



SIFIR ATIK HAREKETİ

Büyük bir toplumsal ve ekonomik dönüşüm hareketi olarak 2017 yılında Saygıdeğer Hanımefendi Emine Erdoğan'ın himayesinde başlatılan Sıfır Atık Hareketi, beşinci yılının sonunda bir vizyona dönüşmüş, uluslararası alanda yüksek düzeyde kabul görmüş, ödüller almıştır.

Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı'nın öncülüğünde yürütülen Sıfır Atık projesi kapsamında 17.5 milyon vatandaşımıza eğitim verilmiş, bu sayede büyük bir zihniyet dönüşümü gerçekleşmiştir.

5 yıllık süre zarfında Sıfır Atık hareketi ile geri kazanım oranı %27,2'ye kadar yükselmiş, toplamda 65.2 milyar TL tasarruf elde edilmiştir. Böylece Türkiye'nin belirlemiş olduğu Yeşil Kalkınma Devrimi ve 2053 Net Sıfır Emisyon Hedefine doğru giden yolda büyük bir kazanım elde edilmiştir.

5 YILDA SIFIR ATIK KAZANIMLARI



530

milyon kwh

Enerji Tasarrufu



347

milyon adet

Kurtarılan Ağaç



572

milyon m³

Su Tasarrufu



87

milyon adet

Varil Petrol Tasarrufu



69

milyon m³

Depolama Alanı Tasarrufu



650

milyon ton

Hammedde Tasarrufu



3.9

milyon ton

Salınması Engellenen
Sera Gazı

GERİ KAZANIM MİKTAR / ORAN



550

bin ton

Plastik Poşet



20.4

milyon ton

Kâğıt/Karton



0.5

milyon ton

Metal



5.2

milyon ton

Organik vd.



5.4

milyon ton

Plastik



2.3

milyon ton

Cam



4.2

%

Atıksu Arıtma Oranı



150

bin

Sıfır Atık Yönetim
Sistemine Geçen
Bina/Yerleşke Sayısı



17.5

milyon

Sıfır Atık Yönetim
Sistemine Dair Eğitim
Verilen Kişi Sayısı

SIFIR ATIĞA GİDEN YOL : TÜRKİYE ÖRNEĞİ

Prof. Dr. Mehmet Emin BİRPINAR

Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakan Yardımcısı

İklim Değişikliği Başmüzakerecisi

mehmet.birpinar@csb.gov.tr

Ersin GÜRTEPE

Çevre ve Şehircilik Uzmanı

1. Giriş

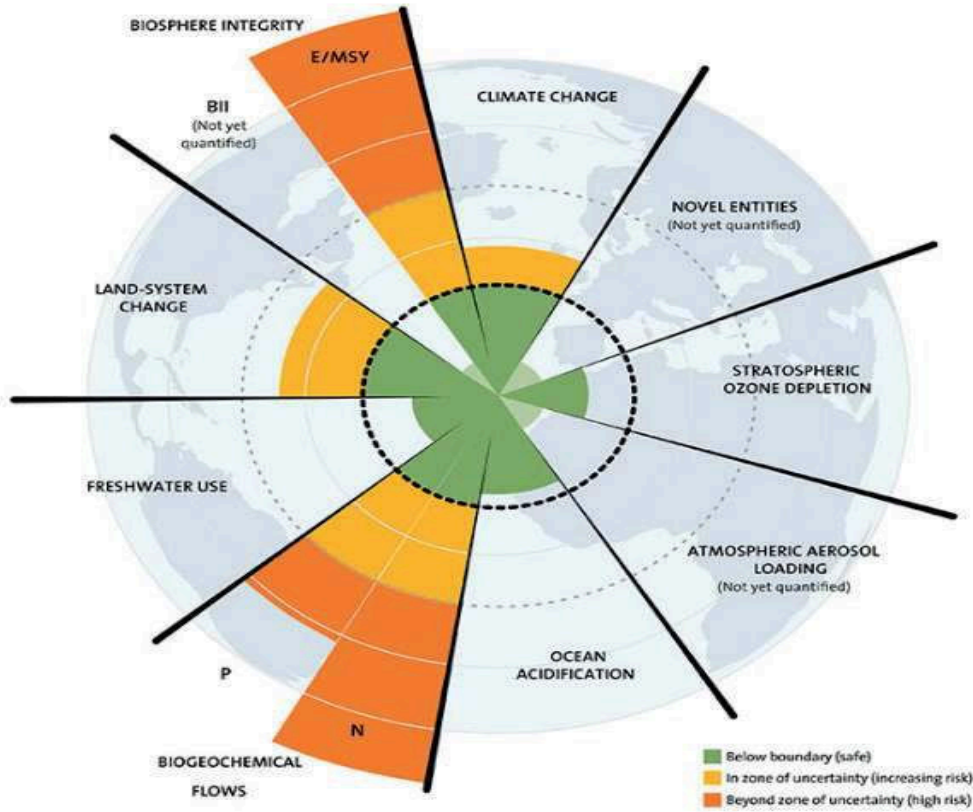
İnsanlık varoluşundan bu yana sürekli gelişimi koalamış, ortaya koyduğu sayısız imalat ile yaşam kalitesinin daha iyi seviyeye ulaşmasını sağlamış, ancak özellikle de makineleşmenin tetiklediği teknolojik yenilikler daha çok kaynak kullanımı gerektirmiş, aşırı üretim ve tüketim odaklı büyüme tarzları kaynakları temin ettiğimiz doğa üzerindeki baskıları arttırarak ekolojik dengeyi olumsuz yönde etkilemiştir.

Gezegemimiz üzerindeki baskıların ciddiyeti küresel bazda ilk olarak yaklaşık yarım asır önce, 1968 yılında kurulan Roma Kulübü tarafından hazırlanan “Büyümenin Limitleri” adlı eserde ele alınmış; nüfus artışı, aşırı kaynak kullanımı gibi etkilerin gezegenin kapasitesini zorladığı, tüketimin bu denli seyretmesi halinde de 100 yıllık süre içerisinde kaynakların tükenebileceği vurgulanmıştır (Meddaw, 1972).

Mavi gezegende oluşan tahribatı İsveç merkezli Stockholm Dayanıklılık Merkezi tarafından 2009 yılında yürütülen bir çalışma ile ortaya konmuştur. Çalışmaya göre dünyamızın sağlıklı ve güvenli bir yaşam sunabilmesi adına hayati öneme haiz 9 alanda sınırların olduğu belir-

lenmiştir. Bunlar arasında azot/fosfor akışı, biyoçeşitlilik kaybı, iklim değişikliği, atmosferik aerosol yükündeki artış, stratosferik ozon azalımı, tatlı su kullanımı, okyanus asitlenmesi gibi birçok sınırın hâlihazırda aşıldığı belirtilmiştir (Stockholm Resilience Center, 2009).

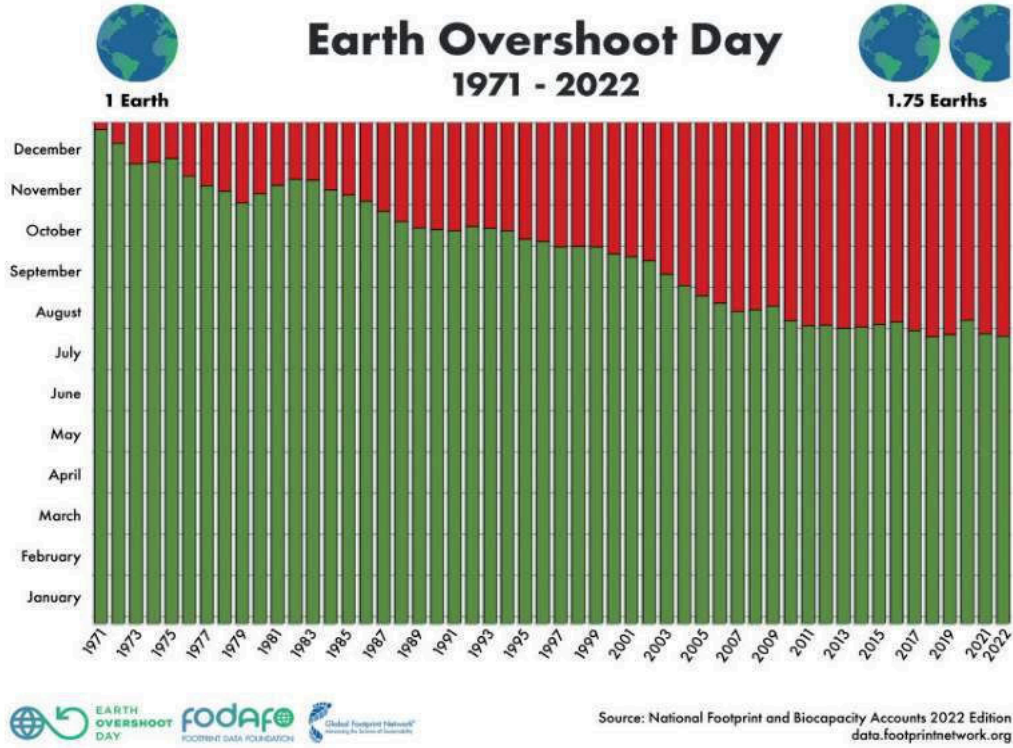
Aynı şekilde, Birleşmiş Milletler Çevre Programı'nın (UNEP) 18 Şubat 2021 tarihinde yayınladığı "Doğa ile Barışalım" temalı raporda da sadece son 50 yıllık süreçte doğal kaynakların işleme ve kullanımında 3 katlık artışla kaynak kullanımının yıllık bazda 90 milyar tona ulaştığı, birincil enerji ve gıda üretiminin benzer bir seyir izleyerek son yarım asırda 3 kat artış sağladığı belirtilmiştir (UNEP, 2021).



Şekil 1. Gezegenel Sınırlar

Kaynak kullanım ve tüketim hızını ölçen bir parametre olarak karşımıza çıkan ve her geçen yıl daha da geriye çekilerek dünyamız üzerindeki baskıyı gözler önüne seren ölçülebilir diğer bir gösterge de Dünya Limit Günü. Küresel Ayak İzi Ağı (Earth Overshoot Day, 2022: <https://www.overshootday.org/newsroom/>) tarafından yapılan değerlendirmelere göre 1990'da 11 Ekim, 2000'de 23 Eylül, 2010'da 21 Ağustos, 2015'de 13 Ağustos, 2018'de 1 Ağustos, 2019'da ise 27 Temmuz olarak gerçekleşen dünya limit günü, 2020 yılında vuku bulan ve çevresel bozulmanın bir te-

zahrü olarak karşımıza çıkan COVID-19 salgını dolayısı ile durağanlaşan hayat, kaynak kullanımını da azaltmış ve mezkûr yılda limit aşım günü 22 Ağustos olarak gerçekleşirken takip eden 2021 yılında tekrar kısalarak 29 Temmuz, içinde bulunduğumuz 2022 yılında ise 28 Temmuz olarak kayıtlara geçmiştir. Diğer bir ifade ile 2022 yılının son 5 aylık sürede kullanılan kaynaklar esas itibari ile 2023 yılı içerisinde canlılığın hizmetine sunulan kaynaklardan oluşmaktadır.



Şekil 2. Dünya limit günü tarihsel değişimi (1971-2022)

Aşırı kaynak tüketim ve üretim kalıpları aynı zamanda günümüz küresel sorunu iklim değişikliğinin de en büyük nedenleri arasında yer almaktadır. Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) tarafından hazırlanan altıncı değerlendirme raporuna göre beşeri kaynaklı faaliyetler dolayısı ile sürekli artan seragazi emisyonları küresel ortalama sıcaklık değerinin sanayi öncesi döneme kıyasla +1,1°C daha fazla olmasına yol açmıştır. Etkileri, sıklıkları ve şiddeti her geçen gün artış gösteren afetler sadece bu sıcaklık artışının birer sonucu.

Tüm bu gelişmeler beraberinde aşırı hava olayları, sıcak ve soğuk hava dalgaları, kuraklıklar, yangınlar, seller gibi birtakım sorunlar da doğurmaktadır. İklim değişikliği kaynaklı afetlerin sıklığı, şiddeti ve etkilerinin giderek arttığına dikkat çeken Dünya Meteoroloji Örgütü; son 50 yılda afet sayılarının 5'e katlandığını, bu afetler dolayısı ile de her gün 115 in-

sanın hayatını kaybettiği ifade edilirken aynı zamanda binlercesinin de yoklukla mücadeleye maruz kaldığı belirtilmektedir (WMO, 2021).

Atık Dağlarına Doğru

İnsanoğlu yaşamı kolaylaştırmak adına geçmişten günümüze sayısız bina, fabrika, köprü, yol, baraj, gemi, uçak, araba ve daha nice yapılar inşa etmiştir. Bunları da dünyanın sunduğu kaynakları değerlendirerek elde etmektedir. 9 Aralık 2020 tarihinde Nature’de (Elhacram ve diğerleri, 2020: <https://www.nature.com/articles/>) yayınlanan bir çalışmaya göre insan eliyle yapılan tüm antropojenik kaynaklar (binalar, araçlar, barajlar, yollar vb) dünyadaki tüm canlı varlığın (su canlıları, kara canlıları, bitki ve ağaçlar, insanlar, her türlü hayvan popülasyonu vb) ağırlığına ulaştığı belirtilmektedir.

Anılan çalışmaya göre sadece son 1 asırdır hayatımıza giren plastik miktarı, dünyamızdaki su ve karasal hayvan ağırlığının hemen hemen 2 katına eşdeğer. Yine gıda amaçlı üretilen kümes hayvanlarının kütlesi yaban kuşların kütlesinin 3 katına ulaşmış durumda.



Şekil 3. Beşeri imalatların canlı varlık ağırlığı aşması

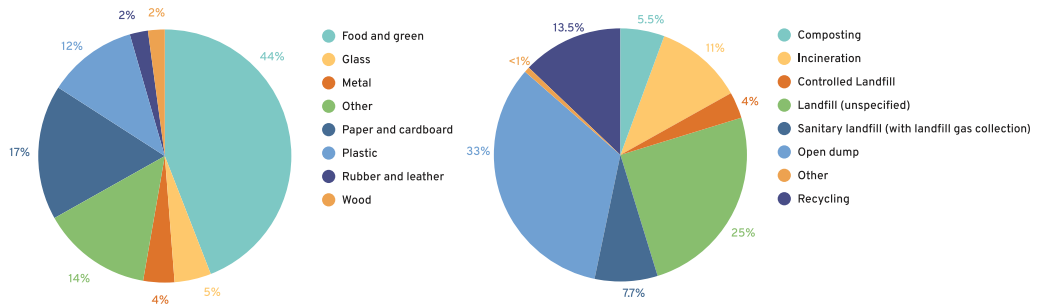
Ancak ne var ki ortaya konan tüm imalatların bir ömrü, bir dayanım ve verimli kullanım süreleri var. Hiçbirisi sonsuz bir kullanım ömrüne sahip değil. İçlerinde birkaç dakika kullanılan plastik türevli poşetler veya birkaç aylık ömre sahip meşrubat şişeleri olabildiği gibi birkaç yüz-yıl kullanım ömrü olan binalar olsa da en nihayetinde bu imalatların tamamı atık olma potansiyeline sahipler. Diğer bir söylem ile günümüzde üretilen hemen her eşya, her ürün aynı zamanda birer atık. Yani insanlık atık üretiyor, ancak bu atıkların çoğu yapay kimyasallar barındırdığından yok oluşları yüz veya bin yılları bulabilecek nitelikte. Dolayısı ile var oldukları sürece de atmosfer, hidrosfer veya diğer sistemlere zarar vermeye devam edecektir.

2. Küresel Atık Görünümü

Günümüzde insan eliyle doğa üzerine yapılan baskılar dünyanın en yüksek noktasından en derin bölgesine kadar hemen hemen her alanda kendisini gösterir bir hale gelmiştir. Dünyanın en yüksek tepesi olan Everest Tepesi'nde biriken atık yığınları, dünyanın en derin yeri Pasifik Okyanusu'ndaki Mariana Çukuru'nda tespit edilen plastik atık parçalarının yanı sıra alanda yaşayan kabuklulardan da alınan numune analizleri sonucunda çukurda yaşayan canlılarda, dünyanın en kirli nehirlerinde yaşayanlardan 50 kat daha tehlikeli kimyasal (kalıcı organik kirleticiler - POPs) birikimine dair tespit dünyamızın karşı karşıya kaldığı vahameti gözler önüne sermektedir.

Dünya Bankası tarafından yürütülen çalışma sonuçları da bu değişimi verilerle ortaya koymaktadır. İlki 1999 yılında, ikincisi de 2012 yılında yayınlanan raporlara bir yenisini daha ekleyen Dünya Bankası 2018 yılında yayınladığı son Rapor'a (Kaza ve diğerleri, 2018: <https://openknowledge.worldbank.org/>) göre küresel bazda 2016 yılında 2,01 milyar ton atık oluşmuştur. Bu değer kaba bir tabirle 800bin olimpik havuzu doldurabilecek bir büyüklüğü temsil etmektedir. Tüketimin bu denli seyretmesi halinde ise 2050 yılına geldiğimizde günümüz değerinden yüzde 70 artışla 3,4 milyar ton katı atığın oluşması beklenmektedir. Buna mukabil hâlihazırda 7,8 milyar olan dünya nüfusunun aynı süreçte yüzde 35 artışla 10 milyara çıkması bekleniyor. Nüfusun yaklaşık olarak üçte bir oranında artarken atığın yüzde 70 oranında artması; bireysel tüketimin iki katı bulan bir yükseliş yaşayacağına işaret etmektedir.

Anılan Rapor'a göre küresel bazda atık karakterizasyonu incelendiğinde yaklaşık olarak yüzde 40'ının geri kazanılabilir nitelikteki kuru atıklardan (kâğıt, cam, metal, plastik gibi) oluştuğu tespit edilmesine karşın dünya genelinde oluşan atıkların yüzde 70'i değerlendirilmeksizin gömülmekte, üstelik bunun neredeyse yarısı sağlıksız bir şekilde yapılmaktadır. Buna mukabil kompost ve maddesel geri kazanım miktarı tüm atıkların yüzde 20'sinin altında kalmaktadır.



Şekil 4. 2016 yılı Küresel atık karakterizasyonu ve bertaraf yöntemleri (Ref: Dünya Bankası)

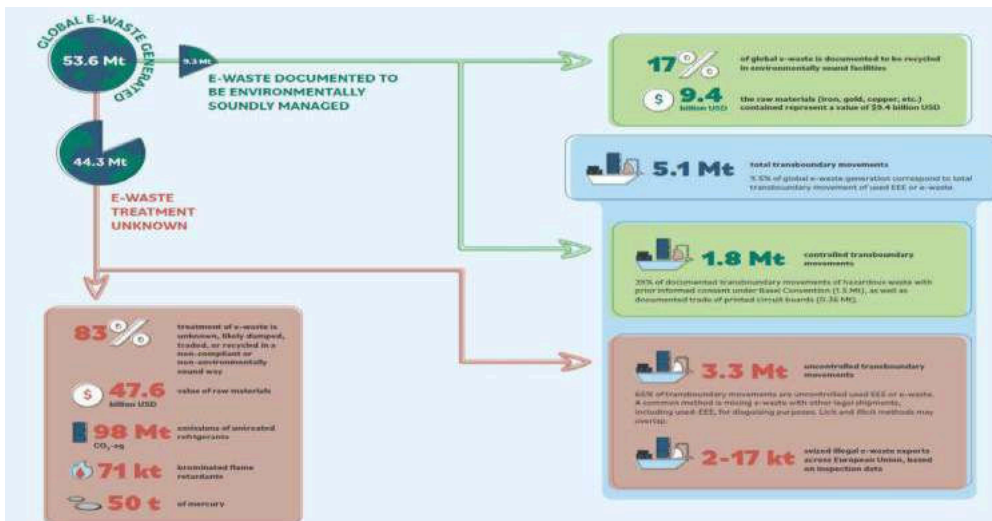
Teknolojik gelişmeler ve hammadde ihtiyacındaki artış ile küresel bazda cereyan eden bir takım hadiselerin tetiklediği fiyat artışlarına rağmen atıkların hala düşük oranda yeniden değer zincirlerine dâhil edilerek ekonomiye kazandırıldığını müşahade etmekteyiz.

Verileri incelediğimizde maddesel olarak geri dönüştürülen atık oranı yüzde 13, kompost yapılmak suretiyle değerlendirilen atıkların yüzde 6, enerji üretimi amacıyla yakılan atıkların %11, depo gazının toplanarak işlendiği atık oranının ise %8 olarak gerçekleşmiş olduğunu ifade edebiliriz.

Gelişmiş ülkelerin ayrı topladıkları geri dönüştürülebilir nitelikteki atıkların büyük kısmını altyapısı yetersiz daha yoksul ülkelere ihraç etmeleri de ayrı bir sorun. Her yıl plastiklerden elektronik atıklara kadar milyonlarca ton atık yer değiştirilmektedir.

Küresel e-atık izlemeye (ewastemonitor, 2020: <https://ewastemonitor.info/wp-content/>) göre 2014 yılında 44,4 milyon elektronik atık oluşurken bu değer 5 yıl içerisinde yüzde 20 artışla 53,6 milyon ton mertebelerine ulaşmıştır. Oluşan e-atıkların 9,3 milyon tonunun düzenli bir şekilde toplandığı ve geri kazanıma tabi tutulduğu raporlanırken geriye kalan %82,6'sının ise akıbetinin bilinmediğine dikkat çekilmiştir.

2022 yılında yayınlanan bir Rapor (ewastemonitor, 2022: <https://ewastemonitor.info/wp-content/>) ise birçok toksik madde içeren e-atıkların sınır ötesi dolaşımına yönelik değerlendirmelerde bulunmaktadır. Rapor'a göre yıllık bazda dünyada oluşan e-atığın yüzde onuna tekabül eden 5,1 milyon tonu ülkeler ve hatta kıtalar arası yer değiştirmektedir. Aynı Rapor'da bu miktarın 3,3 milyon tonu kayıt dışı bir şekilde gerçekleştiği ayrıca vurgulanmaktadır. Ancak değerlendirilmediği sürece atığın yer değiştirmiş olması çözüm sunmamaktadır. Sözün özü atıkları hala yerince iyi yönetemediğimiz açık.



Şekil 5. Sınır ötesine taşınan e-atıklar

3. Türkiye’de Atık Görünümü

Konumu itibari ile üç tarafı denizlerle çevrili, dört mevsimi bir arada yaşayan nadir ülkelerden biri olan Türkiye, aynı zamanda; Asya, Avrupa ve Afrika gibi önemli kıtaların birleşim noktasında bulunmaktadır. Bu yönüyle önemli ticaret ve enerji koridorlarına ev sahipliği yapmasının ötesinde içlerinde endemik türleri de barındıran zengin bir biyoçeşitliliğe de sahip.

Bunun da ötesinde tarihe yön veren birçok medeniyete ev sahipliği yapmış, modern şehirlerin de gelişmesinde öncü olan Mezopotamya topraklarında yer alması hasebiyle de çok önemli tarihi ve kültürel zenginliklere de ev sahipliği yapmaktadır. Ancak, coğrafik açıdan büyük avantajlar sunan bu konumu aynı zamanda günümüz temel sorunu iklim değişikliğinin de en çok etkilediği alanlardan biri olan Akdeniz Havzası. Tüm bu unsurlar ülkemizde çevre, doğa ve ekolojik yönden gelişimin önemini gözler önüne sermektedir.

Tarihe yön veren nice Türk devletleri olarak yaşadığımız coğrafyalarda kültüre, çevreye, tabiata her zaman saygı göstermiş, doğanın sadece biz insanların değil; tüm canlıların ortak yaşam alanı olduğu bilinciyle hareket etmiş bir millet olduk. Birçok coğrafyanın karanlık çağı yaşarken çevremizin, nebatat ve Yaradan’ın sessiz kulları olarak nitelendirdiğimiz hayvanatın korunmasına, onların bir ölçü, bir mizan dâhilinde kullanılmalarına dair fermanlar yayınlamış, ölçülülük dahilinde doğadan ve hayvanattan istifade yolunu gözettik (Sunar, 2015:<https://www.academia.edu/24280311/>).

Yine batı dünyasında karanlığın hüküm sürdüğü anlarda, 16. yüzyılın ortalarına doğru, Kanuni Sultan Süleyman tarafından çıkarılan “Çevre Temizliği Yasaknamesi” ecdadımızca temizliğe verilen önemi ortaya koyan yazılı belgeler olarak karşımıza çıkmaktadır (Çolak, 2019: <https://www.zaferdergisi.com/makale/>).



Şekil 6. Çevre Temizlik Yasaknamesi'nden bir görüntü

Ne var ki oldukça yıkıcı geçen ikinci dünya savaşına müteakip başlayan bolluk ve refah döneminde –ki tarihte “Büyük Hızlanma” olarak anılan dönemde– ülkemiz de nasibini almış, bu dönemde şehirlerin hızla büyümesi ile birlikte art an tüketim beraberinde ülkemizde de çevresel sorunlara yol açmıştır. Ancak dünya kamuoyunda 1960’lardan sonra yer edinen çevresel hassasiyet ülkemiz gündemine ancak 1980’li yıllarda karşılık bulabilmiştir.

1982 sayılı T.C. Anayasamızın 56’ncı maddesinde yer alan “Herkesin sağlıklı bir çevrede yaşama hakkı olduğu” ibaresi ile anayasal güvence altına alınan temiz çevre hususuna yönelik olarak 1983 yılında çıkarılan 2872 sayılı Çevre Kanunu ile alıcı ortamlarda kirliliğin önlenmesi hedeflenmiş, bu itibarla da hava, su, toprak, kimyasallar ve atık yönetimi gibi tematik alanlara dair ikincil mevzuatlar hayata geçirilmiştir.

Ülkemiz bu dönemde sadece ulusal bazda değil, gelişmiş ülkelere kıyasla kirleticilik etkisi çok düşük seyretmesine karşın çevre ve doğa bazlı uluslararası sözleşmelere de taraf olarak bu noktadaki azmi, samimiyeti ve kararlılığımızı göstermiştir. 2004 yılında başlatılan AB müzakereleri kapsamında sayıları yüzü aşan alt düzenleme AB yasaları ile uyumlu hale getirilmiş, Aralık 2009’da is 27 nolu AB Çevre faslını açarak bu noktada büyük bir atılımda bulunmuştur.

İklim değişikliği ile mücadele alanında da benzer adımlar atılmış, ilk olarak 2004 yılında BM İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi’ne, Sözleş-

me'nin 2020 yılına kadarki uygulama aracı olan Kyoto Protokolü'ne 2009 yılında, Sözleşme'nin 2020 yılı sonrasındaki uygulama aracı olan Paris İklim Anlaşması'na ise 2021 yılında taraf olmuştur. 2021 yılında aynı zamanda ozon tabakasının incelmeyeine de yol açan Florlu seragazlarının azaltımı öngören Kigali değişikliğine de taraf olarak bu noktadaki samiyetimizi perçinlemiştir.

Bu dönemde aynı zamanda kimyasal ve pestisitlerin ticaretini düzenleyen Rotterdam Sözleşmesi'ne, 2021 senesinde tehlikelilik etkisi yüksek kalıcı organik kimyasalların yönetimine ilişkin Stockholm Sözleşmesi'ne, 2022 yılında ise insan ve çevre sağlığını tehdit eden cıva kullanımını sınırlandırmak, emisyonları kontrol altına almak için Minamata Sözleşmesine resmen taraf olmuştur (TBMM, 2019: Minamata Sözleşmesi'nin Beyan ile Kabulü, <https://www.tbmm.gov.tr>).

Bütün bunların yanında uluslararası gelişmelerin yakından takibini yapmak üzere yurtdışı çevre müşavirlikleri (ÇŞİDB, 2021:Yurtdışı çevre müşavirliklerinin kurulması, ÇŞİDB, <https://ab.csb.gov.tr/>) kurulmuş, iklim değişikliği ile mücadeleyi güçlendirmek ve çevre kalitesini iyileştirmek üzere İklim Değişikliği Başkanlığı ile Türkiye Çevre Ajansı (TUCA, 2021:tuca.gov.tr/) kurulmuştur. Bütün bunların da ötesinde, 76. BM Genel Kurulu hitaplarında (Erdoğan, 2021: unga/180073000928477/) Sayın Cumhurbaşkanımız tarafından dünya kamuoyuna 2053 yılı net sıfır emisyon hedefimiz ilan edilmiş ve bu çerçevede “yeşil kalkınma hamlemiz” duyurulmuştur.

Hava, su, kimyasallar, deniz ve kıyı gibi tematik alanlarda sağlanan bu gelişmelerde en büyük dönüşüm hiç kuşkusuz atık yönetiminde sağlanmıştır. Burada da tetikleyici unsur birçok BM Kalkınma Programı (UNDP), BM Gıda ve Tarım Örgütü (FAO), UN-Habitat, Dünya Bankası (Unhabitat, 2021: <https://unhabitat.org>, <https://www.aa.com.tr/>) gibi birçok uluslararası kuruluş tarafından ödüle layık görülen Sıfır Atık Hareketi olmuştur.

4. Sıfır Atık Hareketinin Gelişimi

Sıfır atık uygulaması bir proje olarak ilk kez Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığında uygulanmaya başlanmıştır. Ardından sürece her türlü desteği veren ve projeyi bir harekete dönüştüren Sayın Emine Erdoğan Hanımefendi'nin himayesine girmesi ile birlikte Cumhurbaşkanlığı Külliyesi ve takip eden süreçte de Türkiye Büyük Millet Meclisinde uygulamaya geçilmiştir.

Akabinde burada elde edilen başarının ülke sathına yayılması için çalışmalarına başlanmış, bu noktada ilk olarak bir eylem planı hazırlanarak işleyiş takvimi belirlenmiştir. Bununla birlikte sistemin işlevselliğini kazanması adına gerekli mevzuat düzenlemeleri yapılmış, bu noktada 3 kez Çevre

Kanunu kapsamında geniş revizyonlar yapılırken aynı zamanda birçok alt düzenleme de yapılarak sistem yasal zemine kavuşturulmuştur.

Ülkemizde adeta bir vizyon olarak değer gören hareketin yaygınlaşmasını teşvik edici birçok unsur hayata geçirilmiştir. Sisteme geçişlerin kurum bazında, bina veya yerel yönetim bazında yapılmasına da imkân tanınarak bu noktada teşvik edici uygulamalar geliştirilmiş, sistemi kuranlara kategorisine bağlı olarak sıfır atık belgeleri düzenlenmiştir.

Eğitim ve farkındalık çalışmalarına da ayrıca önem verilmiş, bu kapsamda uluslararası sıfır atık zirveleri, ulusal, bölgesel ve yerel bazda zirve ve konferansların yanında her yaş kategorisi ve paydaş bazında etkinlikler ile sistemin tanıtımı yapılmıştır.

Nasıl Bir Sistem?

İlk olarak Cumhurbaşkanlığı, TBMM ve Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığında başlayan dönüşüm sürecinde temel amaç ofislerde, yemekhanelerde ve diğer alanlarda oluşan her türlü atığı (organik, yemek artıkları, plastik, kâğıt, metal, cam, piller, bitkisel atık yağlar, madeni yağlar, elektrikli ve elektronik atıklar vb) kendi kategorisi içerisinde değerlendirmek üzere ayrı toplamak, bu noktada geçici bir toplama alanı oluşturmak ve alanında yetki almış lisanslı firmalara teslim ederek tekrar ekonomiye kazandırılmasını sağlamak olmuştur. Bu kapsamda kurum içi eğitim faaliyetleri düzenlenmiştir.

Ortak koridor alanlarına ve yemekhane gibi ortak kullanımlara ilgili sayıda ve türde atıklara hizmet sunmak üzere ayırma ünitelerini yerleştirilmiş, personelin sisteme dahil için ofislerde bulunan çöp kovaları kaldırılmış, gelişmelerin izlenmesi için de her bir katta atık sorumlusu tayin edilerek günlük bazda oluşan atık türü ve miktarının çizelge altına alınması sağlanmıştır.

Diğer taraftan, tek kullanımlık ambalajlı su tüketiminden ziyade yemekhane bölümlerine sebiller yerleştirilmiş, personele çok kullanımlık mataralar dağıtılarak yeni alışkanlık edinimi hızlandırılmıştır.



Şekil 7. Kurum içi ortak noktalarda kullanılan biriktirme ekipmanları ile kafeteryalarda kullanılan su sebilleri örnekleri (Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı)

Kuru bazda bulunan ve türlerine göre ayrılan atıklar geçici depolama sahasında biriktirilmelerine müteakip ilgili alanda faaliyet gösteren lisanslı geri kazanım firmalarına teslim edilirken yaş olarak tabir edilen sebze-meyve gibi mutfak atıkları ile bahçe atıkları gibi yeşil atıkları ve oluşan yemek atıkları için de farklı yönetim metotları geliştirilmiştir.

Bu kapsamda park-bahçe atıkları ile sebze-meyve atıklarının toprak iyileştirici malzeme olan kompost yapımında değerlendirilmesi sağlanmış, yemek artıklarının da işlenerek hayvan dostlarımıza sunulması için hayvan bakım merkezlerine teslimi gerçekleştirilmiştir. Aynı şekilde, külliyelerde oluşan organik atıkların işlenmesi için kompost cihazları temin edilmiş, üretilen kompost malzemesinin bir kısmı yine külliye yeşil alanlarında kullanılırken bir kısmı da ziyaretçilere hediye edilmiştir.



Şekil 8. Geçici atık depolama sahası ve kompost uygulaması (Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı)

Sıfır atık sisteminin kurulması için ilk olarak Sıfır Atık Yönetmeliği (2021:<https://www.mevzuat.gov.tr/>) hazırlanmış, burada sıfır atık sisteminin basamakları, sıfır atık sistemine geçiş takvimi gibi hususlara yer verilmiştir. Ayrıca geliştirilen bilgi sistemi ile de sıfır atık sistemine geçen kurum/kuruluşlar kayıt altına alınmış ve ayrı toplanarak kendi döngüsü içerisinde tekrar değer zincirine dâhil edilmek üzere ilgili alanda geri kazanım faaliyetini icra eden tesislere verilen atıklar tür ve miktar bakımından izlenmesi sağlanmıştır.

Sistem esas itibari ile tüm atık üreticilerini kapsamaktadır. Sıfır atık sistemlerini kuran sisteme geçişi teyit eden sıfır atık belgeleri düzenlenmektedir. Mevzuatla tanımlanan sistemi kuran; restoran, kafe, otel, okul,

kamu binası, işyerleri, hatta belediyelere dahi sıfır atık belgesi verilmektedir. Ayrıca sisteme geçişi teşvik etmek üzere atık üreticilerine kendi faaliyetleri sonucu oluşan atıkları satış vb gibi değerlendirme imkânı sunulmuştur.

Çalışmalar, sağlanan gelişmeler kayıt altına alınarak izlenmektedir. Uygulama kapsamında gıda atıklarının önlenmesi de ayrıca ele alınmakta ve bu noktada Sıfır Atık, Sıfır Açlık teması dâhilinde çalışmalar yürütülmektedir.

Sürdürülebilir atık yönetimini temelini oluşturan unsurlardan biri olan toplumsal katılımı sağlamak üzere birçok çalışma yürütülmüş, iletişim kanallarını güçlendirmek adına sifiratik.gov.tr web sitesi (2019: <https://sifiratik.gov.tr/>) kurulmuş, ayrıca sosyal mecralarda (twitter, instagram, facebook: sifiratikgovtr/) da hesaplar alınarak gelişmeler ve sıfır atık hareketinin önem ve faydalarını konu edinen paylaşımlar kamuoyu ile düzenli olarak paylaşılmıştır.

2017 yılından bu yana düzenlenen konferanslar, bölgesel seminerler, yerel yönetimlerde çalışan personele yönelik eğitimler ile çocuklar için düzenlenen etkinlikler dahilinde yaklaşık 16 milyon kişiye eğitim verilmiştir.

Millî Eğitim Bakanlığı ve TEMA ile protokol yapılarak öğrencilerin sıfır atık bilinciyle yetiştirilmesi bağlamında periyodik eğitimlerin verilmesi sağlanmıştır (2019: <https://www.meb.gov.tr/sifir-atik-bilinci>).

Ayrıca ulusal ve uluslararası boyutta düzenlenen sıfır atık zirveleri ile hareketin bilinirliği, önemi, iyi uygulamaların tanıtımı ve ödüllendirilmesi-ne yönelik büyük çaplı organizasyon gerçekleştirilmiştir.



Şekil 9. Uluslararası Sıfır Atık Zirveleri

Diğer taraftan, sıfır atık sistemlerinin kurulmasına yönelik olarak faaliyet alanlarına bağlı olarak binalar, yerleşim yerleri, turizm işletmeleri, eğitim ve sağlık kurumları gibi yerlere özgü rehber niteliğinde kılavuzlar hazırlanmıştır (<https://cygm.csb.gov.tr/>).



Şekil 10. Sıfır atık uygulama kılavuz örnekleri

Atıksız Şehirler Uygulaması

Sıfır atık hareketi kapsamında dünya örnekleri incelenmiş, iyi uygulama örnekleri taranmış ve Japonya'nın Kamikatsu kasabası (2022: <https://www.washingtonpost.com>) örneğinde olduğu gibi bir "atıksız şehir" motto-suyla Sıfır atık kasabalarının kurulması adına da pilot alanlar seçilerek bu-ralarda gerekli altyapı kurulmuştur. Burada hizmete açılan sıfır atık bahçesi ile de sıfır atık kültürünün yerinde görülmesine hizmet edilmektedir.

Aynı şekilde 81 ilimizde yapılacak millet bahçelerinde de sıfır atık alan-ları, sıfır atık eğitim merkezleri kurularak eğitim faaliyetlerinin devamlılığı sağlanmaktadır. Bu itibarla Ankara'da yapılan Başkent Millet Bahçesi içe-risinde ülkemizin ilk sıfır atık okulu (2021: <https://baskentpostasi.com/haber>) da çocuklarımızla buluşturulmuştur.



Şekil 11. Sıfır atık bahçesi (Kızılcahamam -sol), Türkiye'nin ilk sıfır atık okulu (simülasyon merkezi - sağ)

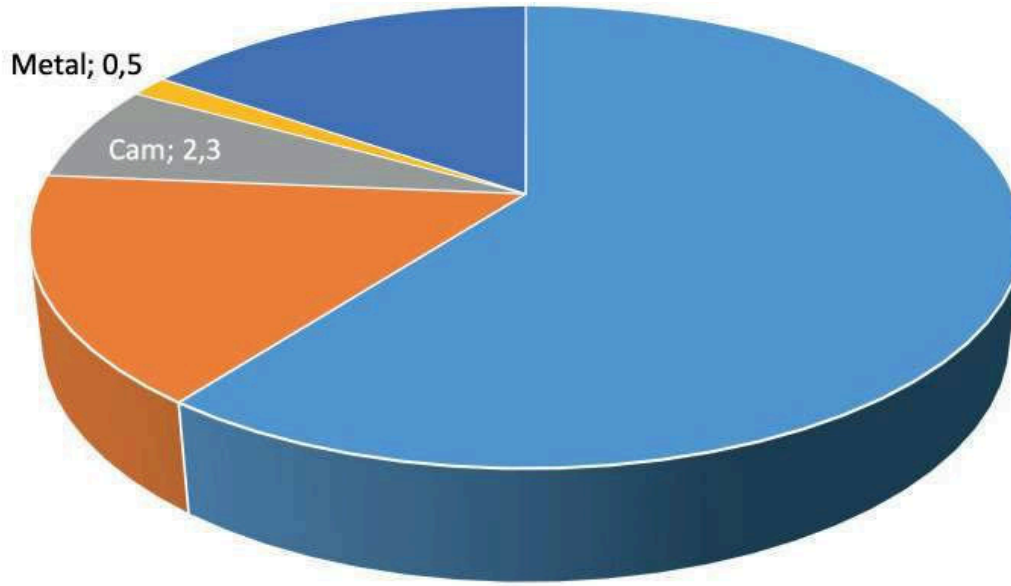
Diğer kurumlar da süreçte aktif rol almış, sıfır atık hareketinin sorumluluk sahalarında uygulanmasında yönelik eylemlerde bulunmuşlardır. Milli Eğitim Bakanlığı okullarda bu dönüşümün yapılması için harekete geçerken, Millî Savunma Bakanlığı askeri bölgelerde sistemin tesisi için girişimlerde bulunmuştur (2019: <https://www.msb.gov.tr>).



Şekil 12. Bazı kamu kurumlarındaki sıfır atık uygulamaları

Hareketin Kazançları

Hareketin başladığı Eylül 2017'den bu yana geçen 5 yıllık süreçte toplamda 33,8 milyon ton değerlendirilebilir atık ayrı toplanarak işlenmiş ve tekrar hammadde olarak değer zincirine katılımı sağlanmıştır (2022: <https://www.csb.gov.tr/>). Bu değer 2020 yılında ulusal bazda oluşan evsel atık miktarından fazla bir miktara tekabül etmektedir.



Şekil 13. Sıfır atık hareketi kapsamında geri kazanılan atık türleri (milyon ton)

Sıfır atık hareketinin etkin olarak uygulandığı 5 yıllık süre zarfında, hammaddeden ziyade geri kazanılmış ürünlerin girdi olarak kullanılması ile üretimde daha az enerji ve su kullanılması, depolama alanından tasarruflar, doğal kaynakların korunması, hava kirleticileri ile seragazı gibi olumsuz emisyonların önlenmesi bu faydalardan bazıları. Değersel açıdan ele aldığımızda ise geri kazanılan bu atıklar ile;

- 195 bin ailenin bir yıllık enerji kullanımına eş değer 530 milyon kilovatsaat enerji tasarrufu,
- 2 milyon hanenin bir yıllık su kullanımına eşdeğer 572 milyon metreküp su tasarrufu,
- 1 metre yüksekliğinde 9 bin 288 futbol sahası genişliğine eş değer 69 milyon metreküp depolama alanından da tasarruf,

Yıllık bazda 850bin aracın trafikten çekilmesi (EPA:<https://www.epa.gov/greenvehicles>) manasını taşıyan 3,9 milyon ton sera gazı salımının önlenmesi,

Hong Kong'un karasal alanının (<https://en.wikipedia.org/>) iki katına sahip bir ormanlık alanın korunması anlamına gelen 1,95 milyon dekarlık orman alanına eş değer 347 milyon ağaç kesilmesinin önlenmesi,

2022 yılının ilk 6 ayında BTC boru hattında taşınan petrol miktarını temsil eden (BOTAŞ:<https://www.botas.gov.tr>) ve 98 milyon araç deposuna eş değer 87 milyon varil petrol ile 650 milyon ton hammadeden tasarruf sağlanmıştır.

Sıfır Atık Mavi Hareketi

Türkiye, (adalar hariç) Akdeniz, Ege Denizi, Marmara Denizi ve Karadeniz kıyıları olmak üzere 8592 km kıyı uzunluğuna sahiptir. Kıyılarımız zengin biyolojik çeşitlilik değerlerini içerisinde barındırmaktadır. Türkiye kara sularında yaklaşık 5000 bitki ve hayvan türü tespit edilmiştir. Denizlerimizden ve kıyılarımızdan çok yönlü bir şekilde istifade etmek için mavi vatanımızın korunması zaruritesi vardır. Bu düşünce ile 10 Haziran 2019 tarihinde sıfır atık hareketinin altında yine Sayın Emine Erdoğan Hanımefendi'nin öncülüğünde Sıfır Atık Mavi Hareketi başlatılmıştır.



Şekil 14. Sıfır atık mavi hareketinin başlatılması

Deniz ve su kaynaklarımıza gelen atıkların yüzde 80'inden fazlası esas itibari ile karasal kaynaklı. Dolayısı ile mavi vatan nitelediğimiz ve aldığımız her iki nefesten birisini sunan denizlerimizin korunması için denize

kıyısı bulunan 28 ilimizde etkin deniz çöpü yönetimi için 2020 yılında il bazlı eylem planları hazırlanmıştır.

Sıfır Atık Mavi Hareketi ve deniz çöpleri il eylem planlarının uygulanmasıyla 2019 yılından 2022 yılı ilk çeyreği itibarıyla yaklaşık 138.000 ton deniz çöpü toplanarak bertarafa gönderilmiştir. Yapılan iyileştirmelerin meyvesini mavi bayrakla taçlandıran ülkemiz bu noktada 2022 yılında 531 mavi bayraklı plaj, 24 marina, 5 yat ve 15 turizm teknesi ile Dünyada üçüncü sırada yer almıştır (Blue Flag: <https://www.blueflag.global>).



Şekil 15. Ülkemizde son 5 yılın mavi bayrak sayıları

Denizleri tehdit eden diğer bir unsur ise hayalet ağ olarak adlandırılan avcılık malzemeleri. Önceleri ipek gibi ürünlerden yapılan ağlar, plastiğin hayatımıza girmesi ile daha uygun maliyete sahip olduğundan plastik türevli bir hale dönmüştür. 8 ila 10 yıla kadar hayalet avcılık yapabilmeleri dolayısıyla deniz canlıları ile ekosisteme zarar verebilmektedir. Hayalet ağlarına takılan deniz canlıları boğulma, yorgunluk veya uzun süre aç kalma dolayısı ile yaşamlarını kaybetme tehlikesi ile karşı karşıya kalmaktadır. Keza gemilerin pervanelerine dolanmaları durumunda büyük bir zarara sebebiyet verdikleri gibi mercan resiflerine de dolanarak akıntılarla sökülüp yok olmalarına neden olabilmektedir.

Ülkemizde bu itibarla Tarım ve Orman Bakanlığı (2022: <https://www.ensonhaber.com/>) ile Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlıklarının desteği ile Sıfır Atık Mavi Hareketi kapsamında sucul ortamlar taranarak hayalet ağlardan arındırma işlemleri yürütülmektedir.

Sıfır Atık Mavi Hareketi kapsamında yürütülen çalışmalardan bir tanesi de dip temizliği faaliyetleri. Ülkemizin en büyük gölü Van Gölü, dünyaca ünlü Ölüdeniz'in bulunduğu Fethiye kıyıları, (2019: <https://sifiratik.gov.tr/kutuphane/>) ülkemizin en büyük tatlı su gölü olan Beyşehir Gölü (2021: <https://www.konya.bel.tr/haberayrinti>) Sıfır Atık Mavi Hareketi kapsamında dip temizliğin yapıldığı alanlardan bazıları olmuştur.

Sıfır Atık Mavi Hareketi kapsamında ABD Havacılık ve Uzay İdaresine (NASA) göre Mars gezegenindeki Jezero Krateri ile benzer jeolojik özellikler gösteren ve beyaz adaları ile turkuaz renkli suyuyla adeta bir görsel şölen sunan Salda Gölü koruma altına alınmıştır (<https://saldagolu.gov.tr/>).

5. Sıfır Atık Hareketinin Sağladığı Değişim ve Dönüşümler

2017 yılında başlatılan sıfır atık projesinin etkinliğini sağlayabilmek adına 2018, 2020 ve 2022 yıllarında yapılan çevre kanunu revizyonları ile geri kazanım katılım payı (GEKAP) uygulaması, çevre etiket uygulaması, zorunlu depozito-iade uygulaması, bina ve yerleşim yerlerinde sıfır atık sistemlerinin yaygınlaşması, alışverişte taşıma amaçlı kullanılan plastik poşetlerin ücretlendirilmesi gibi uygulamalara dair yasal altyapı oluşturulmuştur. Bu noktada;

- Aralık 2018’de kapsamlı Çevre Kanunu revizyonunda (2018: <https://www.resmigazete.gov.tr/>) plastik poşetlerin ücretlendirilmesi, geri kazanım katılım payı uygulaması, sıfır atık sistemlerinin yaygınlaşması ve depozito-iade sistemine yönelik düzenlemeler yapılmıştır.
- Aralık 2020’de yapılan kapsamlı Çevre Kanunu revizyonunda (2020: <https://www.resmigazete.gov.tr/>) ise döngüsel ekonomi kavramı Kanun'a eklenmiş, atık madeni yağları etkin yönetimine yönelik hükümlere yer verilmiş, sıfır atık ve kaynakta ayrı toplama uygulamalarını, tek kullanımlık malzemelerin ve plastik poşet kullanımının azaltılmasını destekleyici hükümler ilave edilmiş ve atıklar ile atıklardan elde edilen malzemelerin üretimde zorunlu kullanımına ilişkin düzenlemeler yapılmıştır. Aynı Kanun ile Türkiye Çevre Ajansı kurulmuştur. Ajansın öncelikli görevlerinden birisi de ülke sathında sıfır atık uygulamalarının yaygınlaşmasını sağlamakla birlikte içecek ambalajlarına uygulanan zorunlu depozito-iade sistemini yönetmek olmuştur.
- Haziran 2022 de yapılan son kapsamlı Çevre Kanunu revizyonu (2022: https://www.resmigazete.gov.tr) ile de Türkiye Çevre Ajansı marifetiyle zorunlu depozito-iade sisteminin kamu-özel iş birliği eliyle yapmasına imkân tanıyarak özel sektörün atık yönetim sürecinde daha etkin rol almasının önü açılmış, düşük miktarda tıbbi atık üreten muayene benzeri yerlerin ilgili mevzuat hükümlerine aykırı işlem tesis etmeleri halinde idari para cezası verilmesine yönelik hüküm getirilmiştir.

Temel bağlamda ele aldığımızda, son dönemde Kanun düzeyinde yapılan düzenlemeler ve bu düzenlemelere bağlı olarak çıkarılan ikincil mevzuat ile ülkemizde “al-kullan-at” temeline dayalı üretim-tüketim anlayışı ile bertaraf odaklı klasik atık yönetimi anlayışından uzaklaşmış, iklim nötr hedefi doğrultusunda hammadde ve enerji verimliliğini esas alarak

yeşil kalkınma ve döngüsel ekonomiye geçişin hızlandırılması, sıfır atığın yaygınlaştırılması ana ilke olarak benimsenmiştir.

GEKAP ile Daha Sade Bir Finansman Mekanizması

'Kirleten Öder' ana ilkesine bağlı olarak piyasaya süren veya ithalatçılarından piyasaya sürdükleri özel ürün (pil, akü, tv, bilgisayar gibi) veya ambalaj (pet şişe, cam şişe, kutu vb) cinsine bağlı olarak hacimsel bazda birim başına veya ağırlıkları göz önüne alınarak belli bir oranda katkı payı bedelleri alındığı geri kazanım katılım payı (GEKAP) uygulaması hayata geçirilmiştir.

Böylelikle hem bütün üretici/piyasaya süren ve ithalatçı işletmelerin hem de üretilen ve piyasaya sürülen tüm ürünlere ait bilgilerin kayıt altına alınması sağlanmış, elde edilen gelirin de öncelikli olarak çevresel altyapı hizmetlerinde kullanılmasını sağlayan sade bir finansal yönetim geliştirilmiştir.

Düzenlemede ayrıca atık üreticilerine kendi toplama altyapısını kurarak oluşan atıklarını toplamalarını (depozito-iade sistemi veya farklı toplama kanalları ile) belgelendirmeleri halinde GEKAP uygulamasından muafiyet imkânı tanınmış, böylelikle toplama altyapısının kurulmasının ehemmiyeti öne çıkarılmıştır. Anılan muafiyet uygulaması ile sürekli yeni ürün üretmek yerine daha uzun ömürlü veya tekrar kullanılabilir ürün üretimine de destek verilmiş olup, böylelikle de doğal kaynakları daha etkin kullanımı teşvik edilmiştir.

Ulusal Çevre Etiket Uygulaması

Çevresel sorunların her geçen gün daha da büyümesi beraberinde birtakım alışkanlıkların değişmesini de gerekli kılmaktadır. İnsan faaliyetleri ile oluşturulan kirliliğin en nihayetinde insanın kendisini etkileyeceği gerçeğini gören duyarlı kesimler her geçen gün artış göstermektedir. Sunulan ürün ve hizmetlerin her aşamada çevresel ayak izinin asgari düzeyde tutulduğunu gösteren işaretler dünyada oldukça yaygın. Bunlardan ilki ve varlığını 40 yılı aşkın süredir ikame ettiren uygulamalardan birisi eko-etiket sistemi.

Bir ürünün veya hizmetin üretimi esnasında çevreye zarar verilmediği veya asgari seviyede bir etkinin olduğu, bu noktada en az suyun kullanıldığı, enerjinin verimli kullanıldığı, kaynakların etkin kullanıldığı, atıl hale geldiğinde de geri dönüştürülerek tekrar kullanıma sokulabileceğini, kısacası yaşam döngüsü değerlendirmesini temel alan bir işaret. Bu yönüyle döngüsel ekonominin iyi örneklerinden birisi olarak karşımıza çıkmaktadır. Ülkemizde de bu itibarla sıfır atık hareketi kapsamında ürün ve hizmetlerde çevresel unsurların öne çıktığı ulusal çevre etiket sistemi (eko-etiket) uygulaması (Türkiye Ulusal Çevre Etiket: <https://cevre-etiketi.csb.gov.tr/>) başlatılmış ve ülkemiz ayrıca Küresel Eko-etiket Ağı'na

(Global Eco-Label Network) üye olarak bu ulusal çevre etiket atılımını uluslararası camiaya da duyurmuştur.

Hiç kuşkusuz bu adımlar sıfır atık hareketinin israfın önlenmesi, kaynakların daha verimli kullanılmasını içeren yaklaşımının birer emaresi olmuştur.



Şekil 16. Türkiye ulusal çevre etiketi logosu ve örnek ürünler

Depozito-İade Sistemine Geçiş

Ülkemizde her yıl ortalama 15-20 milyar adet içecek ambalajı (pet şişe, cam şişe, alüminyum kutu, karton kutu gibi) piyasaya sürülmektedir. Bu ambalajların gelişigüzel atılmasının yanında bu ambalajları da tekrar değer zincirine dahil etmek üzere sıfır atık hareketi kapsamında belirli içecek ambalajlarına uygulanmak üzere zorunlu depozito-iade sistemi hayata geçirilmiştir.

Ulusal bazda depozito-iade sistemini yönetme görevi Kanun'la Türkiye Çevre Ajansına verilmiştir. Bu noktada pilot alanlarda ters otomatların konulması, ödül puan gibi uygulamalarla kamuoyunda farkındalık oluşturma çalışmaları Ajans eliyle yürütülmektedir. Yapılan Kanun değişikliği ile birlikte Ajansa bu görevini kamu-özel iş birliği marifetiyle yapmasına olanak tanınmıştır.



Şekil 17. Türkiye Çevre Ajansı tarafından kurulan ters otomat örnekleri

Atık Motor Yağlarda Yeni Dönem

Sıfır atık hareketi kapsamında mevzuatı yenilenen ve güçlenen diğer bir atık türü de atık madeni/motor yağlar olmuştur. Tehlikeli olmasının yanı sıra kalorifik değerinin yüksek olması bu atıkların kontrolsüz yakılmasını ve kanserojen içerikli hava kirleticilerini salma durumu söz konusu iken, yapılan düzenleme ile bu yağların toplanarak işlenmesi ve katma değeri yüksek ürünlerin elde edilebilmesi için standartları yüksek rafinasyon tesislerin kurulması sağlanmıştır.

Aynı şekilde, motor yağı değişimi yapılan akaryakıt istasyonları, tamirhaneler, servisler, kamu kurum/ kuruluşları gibi yerler kayıt altına alınarak -Motor Yağı Değişim Noktası (MOYDEN)- adı altında belgelendirilmiş, böylelikle kayıt dışılığın önüne geçilmiştir (MOYDEN: <https://webdosya.csb.gov.tr/>).

Plastik Poşetlerin Ücretlendirilmesi

Alışverişte taşıma amaçlı olarak kullanılan plastik poşetlerin ücretlendirilmesi uygulamasıyla 2019, 2020 ve 2021 yıllarında plastik poşet kullanımında yaklaşık %65'lik azalma gerçekleşmiş ve bu azalma oranıyla plastik poşet kaynaklı 550.000 ton plastik atığın oluşumu önlenmiştir. Bu azalmayla ülkemizde plastik poşet üretimi için gerekli plastik hammadde ithali de önlenmiş ve 22.746 ton sera gazı salımı da engellenmiştir.

Ayrıca, vatandaşlarımızda konuya ilişkin bilgi ve farkındalık seviyesi oluşmuş, ciddi anlamda davranış değişikliği gerçekleşmiş ve toplumda çok kullanımlık taşıma ekipmanı (bez çanta, file vb.) kullanımı yaygınlaşmıştır. Bunun yanında, plastik poşetlerin bir tarafına sıfır atık logosu ile birlikte çevre temalı mesajların yer alması zorunlu kılınarak bu noktada da farkındalık oluşumuna katkı sağlanması amaçlanmıştır (2020: <https://www.trthaber.com/haber>).



Şekil 18. Plastik poşet kullanımının azaltılmasına ilişkin uygulama örnekleri

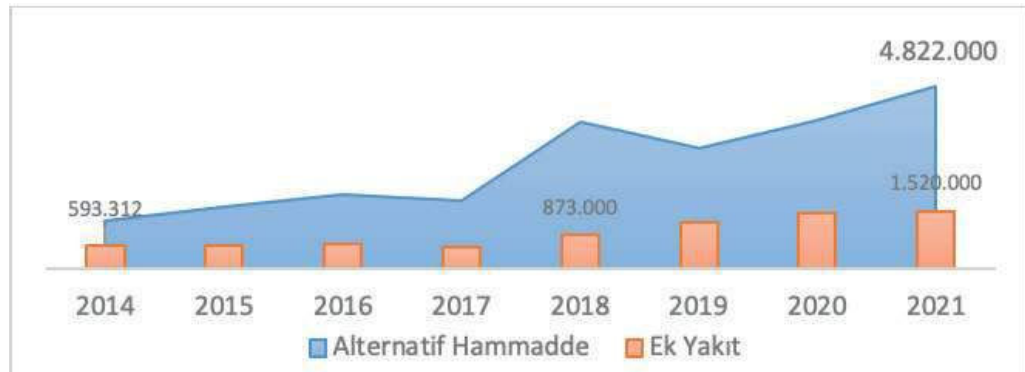
Geri Kazanım Artarken Depolama Azalıyor

Sıfır atık hareketi ile gerek yurdun dört bir köşesinde yürütülen başarılı farkındalık çalışmaları gerekse de üst düzey katılımlı organizasyonlar sayesinde atık geri kazanım oranlarında katlanan bir artış yaşanmıştır. 2017 yılı eylülünde başlayan çalışmalar 5 yıl gibi kısa süre içerisinde yüzde 13 olan geri kazanım oranının iki kattan fazla artışla yüzde 28 değerine çıkarılmıştır. Miktar olarak ise 9 milyon ton mertebelerine ulaşarak yine hareketin başladığı 2017 yılı dönemine göre 2 katı aşmıştır. Düzensiz -vahşi- depolama ile giderilen atık oranı da yarı yarıya azalma göstererek yüzde 27'nden yüzde 13 seviyelerine inmiştir.



Şekil 19. Geri kazanım ve depolanan atık miktarlarındaki değişim

Bunun dışında sanayide temiz üretim, endüstriyel simbiyoz gibi uygulamalar da yaygınlık kazanmış ve sanayide atıkların ek yakıt ve alternatif hammadde olarak kullanımı artış göstermiştir. Özellikle sıfır atık hareketinin başlamasından bu yana işlenerek tekrar döngüye konulmak üzere alternatif hammadde olarak kullanılan atık miktarı yüzde 50 artışla 4,8 milyon tona çıkarken, ek yakıt olarak kullanılan atık miktarı da aynı süreçte iki kat artışla 1,52 milyon tonu aşmıştır.



Şekil 20. Sanayide alternatif hammadde ve ek yakıt olarak kullanılan atık miktarı

Bu süreçte diğer bir kazanım ise “Al-kullan-at” kültüründen “al-kullan-değerlendir-tamir et-yeniden kullan-dönüştür” kültürü olan dōngüsel ekonomi modeline geçiş (2022: <https://dongusel.csb.gov.>) için çalışmaların başlatılması olmuştur.

Geri Dōnüşüm Sektōrü Güçlendi

Türkiye geri dōnüşüm de diğer birçok ũlkeye kıyasla kendi geri dōnüşüm altyapısına sahip. Geri dōnüşüm oranlarının yüksek seyrettiği birçok batı ũlkesinde atıklar enerji ũretimi amacıyla yakılmakta veya ihraç edilmekte, ancak akıbeti bilinmemektedir. Temel argũmanımız atıkların bir ũlkenin sınırlarını aşması yok olacağı manasını taşımaz. Neticede hala dũnyamızda bulunuyor. Bu saikle ũlkemizde kâğıt endũstrisinden cam sektörüne kadar bũyũk ve gelişmiş teknolojiye sahip geri kazanım firmalarımız bulunmaktadır.

Yapılan yatırımlarla sayıları ancak onlarla ifade edilen lisanslı atık işleme tesisleri katlanan bir artış gōstermiř ve gũnũmũzde 81 ilimizde 5 bini bulan sayıya ulaşmıştır. İstihdama da pozitif etki yapan bu durum ũzellikle de sıfır atık hareketinin başlamasından bu yana da yũzde 30 artış sağlamıştır. Bu durum geri kazanılarak değer zincirine katılan atık miktarının artışında doğrudan bir etki yapmıştır.

Aynı şekilde Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği (TOBB) bũnyesinde “Atık ve Geri Dōnüşüm Sektōr Meclisi” kurulmuştur(2022: <https://tobb.org.tr/Sayfalar/>). Bōylelikle atık yōnetiminin kurumsallaşması ve tũm paydaşların tek çatı altında toplanarak sorunların mũzakere edilmesi ve sağlıklı bir şekilde ōzũme kavuşturulması sağlanmıştır.

Diğer taraftan sıfır atık sisteminin daha sağlıklı işlemine temin etmek ve yurtiçinde oluşan atıkları ũncelikli olarak değerlendirmek ũzere atık ithalatının azaltılması ve kalitesiz atığın gelmesini ũnlemek adına ithalatta kota uygulaması ve kontaminasyona yōnelik sınırlar konulmuş, geri kazanımı mũmkũn olmayan atıkların ithali ise yasaklanmıştır.

Atık Toplayıcılarına ōzũm

Atıkların toplanmasında bũyũk bir iş yũkũnũ de kamuoyunda ekeki olarak adlandırılan atık toplayıcıları (waste pickers) oluşturmaktadır. Karışık atıkların içerisinden değerlendirilebilir atıkları alarak depolamaya gitmelerini ũnleyen, geri kazanım sektörũnũn doğal bir paydaşı konumunda bulunan atık toplacılar Uluslararası Doğa Koruma Birliği (IUCN) tarafından da ũzellikle plastik atıkların toplanması yoluyla okyanuslara akan plastik yığınların ũnlenmesine bũyũk katkı yaptıkları vurgulanmaktadır(2022: <https://tobb.org.tr/Sayfalar/>).

Ancak burada gerek çalışanların sağlıksız koşullarda birçok hastalık riskine maruz kalması gerekse de değerlendirilebilir atıkların kayna-

ğında ayrı biriktirilerek toplanmasını daha sağlıklı bir zemine oturtmak üzere temsilcilerle birçok defa bir araya gelinmiş, tüzel kişilik oluşturmaları yönünde tavsiyelerde bulunulmuş, yapılan istişareler sonucunda sisteme dahil edilmesi noktasında ortak bir mutabakata varılmıştır. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığınca hazırlanan ilgili mevzuat ile atık kâğıt toplayıcılarının siteme dâhil edilmesinin önü açılmıştır (ÇSB, 2022: Atık Toplayıcılarına İlişkin Genelge, <https://csb.gov.tr/>).

6. Sıfır Atık Hareketine Verilen Uluslararası Ödüller

Ülkemizde atık yönetimi noktasında büyük ve hızlı bir dönüşüme kapı aralayan sıfır atık hareketi uluslararası alanda da dikkatleri üstüne çekmiş, bu minvalde hareketin savunucusu Hanımefendi Sayın Emine Erdoğan tarafından sadece ulusal değil uluslararası platformlarda da hareket etkin olarak tanıtılmış ve diğer lider eşlerine her fırsatta çağrıda bulunmuştur.

2019 yılında Japonya’da düzenlenen G20 zirvesinde, su şehri olarak anılan Osaka’da dünya liderlerinin eşlerine sularımızı tehdit eden plastik atık kirliliğine dair işbirliği çağrıları hala tazeliğini korumaktadır (<https://www.tccb.gov.tr/en/news>).

Sayın Emine Erdoğan bu itibarla dünyada çevre konusuna eğilim gösteren ender First Ladylerden birisi olmuştur. Bu çabaları uluslararası camiadan da takdirle karşılanmıştır. Bu itibarla, 2018 yılında Birleşmiş Milletler Tarım ve Gıda Örgütü (FAO), 2021 yılında Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı, aynı yıl BM Habitat, 2022 yılında Akdeniz Parlamenterler Meclisi, son olarak da 2022 yılında Dünya Bankası tarafından sürdürülebilir kalkınmaya verdiği destek dolayısıyla sıfır atık hareketine ödüller takdim edilmiştir.

Hareket aynı zamanda, 2019 yılında Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü’nün (OECD) Türkiye’nin Çevresel Performansının Gözden Geçirilmesi konulu raporunda ‘Umut Vadeden Proje’ olarak örnek gösterilmiştir.

Sıfır Atık, Sıfır Açlık Ödülü

Kasım 2018 “Güçlü Ekonomi ve Yeşil Bir Doğa İçin” temasıyla Cumhurbaşkanlığı Millet Kongre ve Kültür Merkezi’nde düzenlenen “Sıfır Atık Zirvesi”nde BM Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) Orta Asya Alt Bölge Koordinatörü ve Türkiye Temsilcisi Viorel Gutu tarafından Emine Erdoğan Hanımefendi’ye çevre duyarlılığı projeleri nedeniyle 17 Ekim Dünya Gıda Günü vesilesiyle, FAO’nun ‘Sıfır Atık, Sıfır Açlık’ temalı bir ödülü takdim edilmiştir.

SKA Eylem Ödülü

Mart 2021 tarihinde Birleşmiş Milletlerin 17 Sürdürülebilir Kalkınma Amacından 12’si olan “Sorumlu Üretim ve Tüketim” amacına yaptığı önem-

li katkılarından dolayı Sıfır Atık Hareketi için Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı (UNDP) Türkiye Mukim Temsilcisi Claudio Tomasi tarafından “Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları Eylem Ödülü” Emine Erdoğan Hanımefendiye takdim edilmiştir (UNDP, 2021: <https://www.undp.org/turkiye/>).

Waste Wise Cities Ödülü

Haziran 2021 tarihinde himayesinde yürütülen “Sıfır Atık Projesi” ve çevreye katkılarından dolayı, BM İnsan Yerleşimleri Programı (Habitat) Başkanı Maimunah Mohd Sharif tarafından Emine Erdoğan Hanımefendiye, “Waste Wise Cities Global Champion (Atık Alanında Akıllı Şehirler Küresel Şampiyonu)” ödülü takdim edilmiştir (unhabitat, 2021: <https://unhabitat.org/>).

Akdeniz Parlamenter Asamblesi Ödülü (PAW Awards)

Ülkemizin 2005 yılından bu yana “ana katılımcı” olarak temsil edildiği Akdeniz Parlamenter Asamblesi (AKDENİZ-PA, PAM), bölgenin karşı karşıya olduğu sorunlara ortak çözümler bulmak için üye ülkeler arasında iş birliğini geliştirme misyonuyla Akdeniz Bölgesi'nde merkezi bir aktör konumundadır. AKDENİZ-PA (PAM) tarafından Bölge'de diyalog ve iş birliğini güçlendirmek amacıyla bölge halkları arasında köprüler kurmaya yönelik önemli çalışmalar yapmış kişi, organizasyon ve de kuruluşlara ödül verilmektedir.

Dışişleri Bakanlığımızın önerisi doğrultusunda, 2022 yılında verilecek AKDENİZPA Ödülü için “Türkiye Sıfır Atık” projesi ülkemiz adına aday gösterilmiş ve 9-10 Mart'ta Dubai'de düzenlenen 16. Genel Kurul Toplantısı'nda 21 ülke arasında birinci seçilerek ödüle layık görülmüştür (2022: <https://www.pam.int/sites/>).

İklim ve Kalkınma Liderliği Ödülü

Dünya Bankası tarafından sıfır atık hareketi çerçevesinde iklim değişikliği ile mücadeleye verilen katkı ve sürdürülebilir kalkınmayı desteklemesi dolayısıyla 21 Temmuz 2022 tarihinde bu yıl ilk kez verilmeye başlanan İklim ve Kalkınma Liderliği Ödülü hareketin savunucusu Hanımefendi Sayın Emine Erdoğan'a takdim edilmiştir (2022: <https://www.dailysabah.com/>).

7. Sonuç

Aşırı tüketim beraberinde israf olarak tanımladığımız, hala kullanılabilirken atık olmaya sevk ettiğimiz bir durumu da karşımıza çıkarmaktadır. Diğer bir ifade ile ihtiyaç fazlası tüketimi bir nevi israf kültürü olarak da yorumlanabilir.

Günümüzde hemen hemen tüm ürün gruplarında adeta planlı bir eskitme yönetiminin benimsendiğini müşahade etmekteyiz. Elektronik cihazlar garanti sürelerinin bitimine müteakip sorunlar baş gösterirken tekstil gibi alanlarda da kısa süre içerisinde yıpranmalar dolayısı ile yenileme ihtiyacını hissettirmektedir. Markalar her sene yeni üretimler yapmakta, bu esnada mevcuda birkaç yeni özellik katmak suretiyle yeni modelleri piyasaya sürmektedir. Ancak genelde üretilen modellerin de kullanım ömürlerinin oldukça kısa olduğunu, bu zaviyeden de kamuoyunda planlı eskitme olarak ifade edilen durumu yaşamaktayız (Çerçi, Tosun, 2021: <https://dergi-park.org.tr>).

Elbette ki yeni tasarımlar, yeni üretimler yapılmalı. Ancak bunların modüler yapıda olanlarının tercih edilmesi, tasarımların bu açıdan zenginleştirilmesi kaynak verimliliği açısından da faydalı olacaktır. Keza ürün ve ürün aksesuarlarının tamir edilebilir şekilde üretilmesi de günümüzün ihtiyaçları arasında yer almaktadır. Ne var ki, modüler yapıda olmayı bir yana bırakalım günümüzde piyasada oldukça büyük yer alan büyük markaların cep telefonu, dizüstü bilgisayar gibi üretimlerde sıklıkla arızalanma ihtimali taşıyan adaptör veya pilleri entegre bir şekilde üretmekte, bu yönüyle bir yanda çözüm noktasında tüketiciyi kendilerine bağlamakta bir yandan da kapalı devrenin tamamının değiştirilmesi ile kaynak israfına yol açmaktadır. Aynı şekilde şarj edilebilir ürünlerde kullanılan giriş uçlarındaki farklılık, kulaklık gibi ürün girişlerindeki farklılıklar yine markaya bağımlı kılarak daha çok kaynak israfına yol açmaktadır. Zamanla markaların piyasadan çekilmesi veya üretime ara vermeleri halinde birçok cihaz atıl duruma düşebilmektedir. Oysaki kullanılan bu tür ürünlerin hizmet amacı aynı. Teknolojik imkânların el verdiği ölçüde uçların farklı kılınmasından ziyade ortak bir paydada buluşulması büyük bir tasarrufa da kapı aralayacaktır (BBC News, 2022: <https://www.bbc.com/>).

Kripto madenciliği, metaverse gibi kavramlar dolayısıyla bir yandan tamamen dijital bir dünyaya merhaba derken, bir yandan da bu sistemlerin sürdürülebilirliği için kullanılan devasa enerji ile birlikte nadir elementlerin ekolojik ayak izlerinin her geçen gün artışına şahit olmaktayız. Öyle ki 2018 yılındaki bir çalışma kripto madenciliğinin yol açtığı karbon ayakizinin Ürdün, Moğolistan ve hatta Bolivya gibi ülkelerin toplam emisyonlarına eşdeğer düzeye çıktığını belirtmektedir (Christian&KlaaBen ve diğerleri, 2021: <http://dx.doi.org/>; <https://ceep.mit.edu>).

Yukarıda değinilen tüm unsurlar esas itibari ile Türkiye’de Sayın Emine Erdoğan’ın himayesinde başlatılan sıfır atık hareketinin dünya geneline yayılması gerektiğinin de bir göstergesi esasında. Zira burada amaç kaynakları daha etkin ve verimli kullanmak.

Dünyamızın karşı karşıya kaldığı iklim krizine çözüm noktasında sera-gazı emisyonlarının azaltılması için yenilebilir enerji veya elektrifikasyona

yönelim bir çözüm sunarken gerek elektrikli araç teknolojisi gerekse de Uluslararası Enerji Ajansı tarafından oldukça önemsenen güneş ve rüzgâr enerjisi için kullanılan ekipmanların birer ömre sahip olması, bu tür imalatlara daha duyulan ihtiyacın artış göstereceği göz önüne alındığında kaynakların verimli kullanımını sağlayan sürdürülebilir üretim ve tüketim kalıplarının yaygınlaşması kaçınılmaz görünmektedir. Bu noktada geliştirilen döngüsel ekonomi ilkesinin önemli ve etkili bir uygulama örneği olan sıfır atık yaklaşımının benimsenmesi, üretimin her safhasına dâhil edilmesi büyük önem taşımaktadır.

Dünyamızın içerisinde olduğu iklim krizi, pandemi, ülkeler arası gerginliğe bağlı olarak yaşanan enerji ve gıda krizleri esas itibarıyla doğa ile insan arasındaki dengenin ne denli hayati bir öneme haiz olduğunu hepimize bir kez daha göstermiştir. Ülkelerin kendi imkânları dâhilinde kendine yetebilme, doğal kaynaklar üzerindeki baskıların azaltılarak döngüsel benzeri yeni kalkınma stratejilerinin benimsenmesi artık kaçınılmaz bir hal almıştır.

Bu itibarla, yine ülkemizin bir girişimi olan ve Sayın Emine Erdoğan ile BM Genel Sekreteri Sayın Antonio Guterres'in imzaladığı “Küresel Sıfır Atık İyi Niyet Beyanı'na” (TRT World, 2019: <https://www.trtworld.com/>) tüm ülkelerin kayıtsız şartsız desteklemesi kaynakların daha akılcı, adil ve verimli kullanımına hizmet edeceği değerlendirilmektedir. Zira bu hususlar hem şimdiki hem de gelecek kuşaklara daha müreffeh şartlar sunmak doğrultusunda hepimizin ortak sorumluluğudur.



Şekil 21. Küresel Sıfır Atık İyi Niyet Beyanı

Kaynakça

1. Meddow, Dennis (1972). The Limits to Growth.
2. Stockholm Resilience Centre, (2009). <https://www.stockholmresilience.org/research/planetary-boundaries/the-nine-planetary-boundaries.html>.
3. UNEP, (2021). Making Peace With Nature. <https://www.unep.org/resources/making-peace-nature>.
4. Global Footprint Network. <https://www.overshootday.org/newsroom/past-earth-overshoot-days/>.
5. Dünya Meteoroloji Örgütü, (2021). Hava, İklim ve Su Aşırılıklarından Kaynaklanan Ölüm ve Ekonomik Kayıplar.
6. Elhacham, e., Ben-Uri L., Grozovski J., Bar-On & Mil, (2020). Global human-made mass exceeds all living biomass. <https://www.nature.com/articles/s41586-020-3010-5>.
7. Kaza ve diğerleri, (2018). What a Waste 2.0 : A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050. Washington, DC: World Bank. <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/30317>.
8. Ewastemonitor, (2020). The Global E-waste Monitor 2020. https://ewastemonitor.info/wp-content/uploads/2020/11/GEM_2020_def_july1_low.pdf.
9. Ewastemonitor, (2022). https://ewastemonitor.info/wp-content/uploads/2022/06/Global-TBM_webversion_june_2_pages.pdf.
10. Sunar, Mehmet Mert, (2015). Osmanlı İmparatorluğunda Çevre ve Şehir: Hayvanlar. www.academia.edu/24280311/Osmanli_Imparatorluğunda_Çevre_ve_Şehir_Hayvanlar.
11. Çolak, İsmail (2019). Osmanlı Devletinde İlk Çevre Düzenlemesi. www.zaferdergisi.com/makale/11121-osmanli-devletinde-dunyanin-ilk-mukemmel-cevre-duzenlemesi.html.
12. TBMM, (2019). Minamata Sözleşmesinin Beyan ile Kabulü, <https://www.tbmm.gov.tr/Yasama/KanunTeklifi/257302>.
13. ÇŞİDB (2021). Yurtdışı çevre müşavirliklerinin kurulması. <https://ab.csb.gov.tr/musavirlikler-i-104305>.
14. Türkiye Çevre Ajansı. <https://tuca.gov.tr/>.
15. T.C. Cumhurbaşkanlığı, (2021). T.C Cumhurbaşkanı Recep Tayyip Erdoğan Konuşması. <https://m.facebook.com/tcbestepe/videos/cumhurbaşkanı-erdoğ-an-birleşmiş-milletler-76-genel-kurulunda-konuşuyor-unga/180073000928477/>.
16. Unhabitat, (2021). <https://unhabitat.org/turkey's-first-lady-honoured-as-a-champion-of-un-habitat's-waste-wise-cities-programme>.
17. Anadolu Ajansı, (2021). <https://www.aa.com.tr/tr/gundem/dunya-bankasindan-emine-erdogana-iklim-ve-kalkinma-liderlik-odulu/2642543>.
18. Mevzuat.gov, (2019). Sıfır Atık Yönetmeliği, <https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=32659&MevzuatTur=7&MevzuatTertip=5>.
19. Sıfır atık hareketi resmî web sitesi. <https://sifiratik.gov.tr/>.
20. Sıfır Atık Türkiye Resmi Facebook hesabı, (2019). <https://www.facebook.com/sifiratikgovtr>.
21. Sıfır Atık Resmi Instagram hesabı. <https://www.instagram.com/sifiratikgovtr/>.

22. Sıfır Atık Türkiye Resmi twitter hesabı. <https://twitter.com/sifiratikgov>.
23. MEB, (2019). Milli Eğitim Bakanlığı ile Protokol. <https://www.meb.gov.tr/sifir-atik-bilinci-tum-ulkeye-yayiliyor/haber/19532/tr>.
24. ÇSB. <https://cygm.csb.gov.tr/dongusel-ekonomi-ve-atik-yonetimi-dairesi-baskanligi-i-85454>.
25. Washingtonpost, (2022). <https://www.washingtonpost.com/climate-solutions/interactive/2022/japan-zero-carbon-village-climate/>.
26. Başkentpostası, (2021). <https://baskentpostasi.com/haber/turkiyenin-ilk-sifir-atik-okulu-altindagda-h11573.html>.
27. MSB, (2019). <https://www.msb.gov.tr/SlaytHaber/2022019-04841>.
28. ÇSB, (2022). <https://www.csb.gov.tr/bakan-kurum-bursada-dogu-bolgesi-kati-atik-entegre-tesisi-acilis-toreni-ne-katildi-bakanlik-faaliyetleri-34177>.
29. EPA. Greenhouse Gas Emissions from a Typical Passenger Vehicle. <https://www.epa.gov/green-vehicles/greenhouse-gas-emissions-typical-passenger-vehicle#>.
30. https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_countries_and_dependencies_by_area.
31. BOTAŞ. <https://www.botas.gov.tr/Sayfa/ham-petrol/13>.
32. Blue Flag. <https://www.blueflag.global/all-bf-sites>.
33. Ensonhaber, (2022). <https://www.ensonhaber.com/gundem/istanbulda-turkiyenin-en-buyuk-hayalet-agi-cikartildi>.
34. Sıfıratik.gov, (2022). Fethiye kıyıları dip temizliği, <https://sifiratik.gov.tr/kutuphane/haberler/dunyaca-unlu-plajlarda-deniz-dibi-temizligi>.
35. Konya Büyükşehir Belediyesi, (2020). Beyşehir Gölü hayalet ağ temizliği, <https://www.konya.bel.tr/haberayrinti.php?haberID=7964>.
36. Saldagolu.gov. <https://saldagolu.gov.tr/saldagolu/index.htm>.
37. Resmigazete, (2018). <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2018/12/20181210-4.htm>.
38. Resmi Gazete, (2020). <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2020/12/20201230-10.htm>.
39. Resmi Gazete, (2022). <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2022/06/20220615-8.htm>.
40. ÇSB, (2019). Türkiye Ulusal Çevre Etiketleri, <https://cevreetiketi.csb.gov.tr/>.
41. https://webdosya.csb.gov.tr/db/balikesir/menu/moyden-kilavuz_20201225124749.pdf.
42. TRTHaber, (2020). <https://www.trthaber.com/haber/gundem/plastik-posetlerde-yeni-karar-sifir-atik-logosu-ve-slogan-yer-alacak-541649.html>.
43. ÇSB, (2022). Türkiye'nin Döngüsel Ekonomiye Geçiş Potansiyelinin Belirlenmesi Projesi, <https://dongusel.csb.gov.tr/proje-bilgileri-i-105782>.
44. TOBB, (2021). Atık ve Geri Dönüşüm Sektörü Meclisi, <https://tobb.org.tr/Sayfalar/Detay.php?rid=10436&Ist=Haberler>.
45. IUNC, (2021). <https://www.iucn.org/news/environmental-law/202104/waste-pickers-role-plastic-pollution-reduction-ones-we-cannot-leave-behind>.
46. ÇSB, (2022). Atık Toplayıcılarına İlişkin Genelge. <https://csb.gov.tr/atik-toplayicilari-genelgesi-bakanlik-faaliyetleri-34149>.
47. TCBB, (2019). <https://www.tccb.gov.tr/en/news/542/106849/first-lady-erdogan-attends-symposium-on-oceans-as-part-of-g20-summit-partners-program>.
48. OECD, (2019). <https://www.oecd.org/environment/country-reviews/Highlights-Turkey-2019-ENGLISH-WEB.pdf>.
49. UNDP, (2021). <https://www.undp.org/turkiye/press-releases/zero-waste-project-receives-undp-turkeys-first-global-goals-action-award>.
50. Unhabitat, (2021). <https://unhabitat.org/turkey's-first-lady-honoured-as-a-champion-of-un-habitat's-waste-wise-cities-programme>.

51. The Parliamentary Assembly of the Mediterranean, (2022). <https://www.pam.int/sites/default/files/2022-04/Executive-Report-16th-PS-Dubai-EN.pdf>.
52. Dailysabah, (2022). <https://www.dailysabah.com/turkey/world-bank-awards-turkeys-first-lady-erdogan-for-climate-work/news>.
53. Çerçi, Merve; Tosun, Nurhan (2021). Planlı Eskitme Kavramı Bağlamında Tüketici Tutumları,2021, <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/1536520>.
54. BBC, (2021). <https://www.bbc.com/turkce/haberler-dunya-58666609>.
55. Stoll C, Klassen L., Gallersdörfer U., (2018). MIT Center for Energy and Environmental Policy Research. <https://ceep.mit.edu/wp-content/uploads/2021/09/2018-018.pdf>.
56. TRTWorld, (2022). <https://www.trtworld.com/turkey/turkish-first-lady-un-chief-sign-document-on-zero-waste-project-60947>.

İLK İNSANDAN BUGÜNE ATTIKLARIMIZ, GELECEĞİMİZ VE DEĞER ALGILARIMIZ

Prof.Dr.Bülent ARMAĞAN

İÜC Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü

bulent.armagan@iuc.edu.tr

1. Giriş

Dinler tarihi incelendiğinde gerek semavi dinlerin gerekse de unutulmaya yüz tutmuş dinlerde tabiata, dolayısıyla ekolojik dengeye büyük önem verildiği görülmektedir. İlkel kabile toplumlarından başlayarak milli ve evrensel dinlerde tabiat ya da doğa her zaman kutsallaştırılmış ve insanın var olmasına etkin sebep olarak algılanmıştır. Dini hayatın ilk otantik halini yansıttığı belirtilen ilkel kabile toplumlarındaki dini düşüncede tabiatla uyum dini algıda, ritüellerde ve günlük hayatta gözlemlenmiştir. Bu toplumlarda insanların tabiata saygısı, kendilerinin tabiatın bir parçası olduğu inancı, kuşaktan kuşağa geleneksel bir biçimde aktarılır. Dolayısıyla ilkel kabile insanları, kendilerinin tabiata ait olduklarına inanırlar; hayatlarını, beslenmelerini ve dini törenlerini yaşadığı tabiata uygun bir şekilde devam ettirirler. Yaşam tarzları, günlük hayatta, avcılıkta ve dini törenlerde tabiattaki denge ve hassas ayara uygun bir şekildedir. Etraflarını kuşatan hayvan ve bitkilerin hatta diğer cansız nesnelere insanla ortak çevreyi oluşturdıklarından dolayı onlara karşı da insan kadar saygı duyulur. Dinlerin çevre konusundaki tavırları çevre sorunlarının aşılabilir bir duruma geldiği bu günlerde çözüm üretmenin en geçerli yollarındandır. Kuşkusuz dinlerin bu sorunlara yaklaşımı insanların ruh dünyalarına ve maneviyat alanına yönelik etik

karakterlidir. Dinler çevre ile ilgili temel yaklaşımlarını sunar, insan-çevre ilişkisini çizer ve ana hatlarıyla ortaya konan bu ilkelerin tüm insanlar tarafından harekete geçirilmesini öngörür. Aynı zamanda dinler, çevre etiği kapsamında metafizik bir temel de hazırlar. Din-çevre münasebeti çerçevesinde dinler, çevre sorunları karşısında insanlığa metafiziki bilginin ve etik değerlerin yeniden ihya edilmesini tavsiye eder. Nihayetinde dinlerin çevre hususundaki yaklaşımı çevreye ilk yaratılıştaki olduğu gibi tekrar kutsal niteliği kazandırmaktır (Yıldırım, 2014).

2. Semavi Dinlerin Çevreye Olan Duyarlılığı

Semavi dinlerin ilki olan Yahudilikte çevrenin hâkimi ve yaratıcısı şüphe götürmez bir biçimde Allah'tır. Yahudi kutsal kitabında Allah, eseri tabiatı iradesiyle beğenerek, özenerek yaratmıştır. Bu durum şu şekilde anlatılır: "Tanrı yaratıklarına baktı ve her şeyin çok iyi olduğunu gördü" (Tekvin, 1/31). Yahudilikte Allah'ın, içinde canlıların yaşadığı dünyayı en güzel şekilde yarattığı ve ondan övgülerle bahsettiği bunun da Allah'ın kudretinin bir gereği olduğu vurgulanır. "Rab'be övgüler sun, ey gönlüm! Ya Rab Tanrım, ne ulusun! Görkem ve yücelik kuşanmışsın, Bir kaftana bürünür gibi ışığa bürünmüşsün. Gökleri bir çadır gibi geren, Evini yukarıdaki sular üzerine kuran, Bulutları kendine savaş arabası yapan, Rüzgârın kanatları üzerinde gezen, Rüzgârları kendine haberci, Yıldırımları hizmetkâr eden sensin. Yeryüzünü temeller üzerine kurdun, Asla sarsılmasın diye, Engini ona bir giysi gibi giydirdin, Sular dağların üzerinde durdu. Sen kükreyince sular taşı, Göğü gürletince hemen çekildi. Dağları aşıp derelere aktı, Onlar için belirlediğin yerlere doğru... Vadilerde fışkırttığın pınarlar, Dağların arasından akar. Bütün kır hayvanlarını suvarır, Yaban eşeklerinin susuzluğunu giderirler. Kuşlar yanlarında yuva kurar, Dalların arasında ötüşürler. Gökteki evinden dağları sularsın, Yeryüzü işlerinin meyvesine doyar. Hayvanlar için ot, İnsanların yararı için bitkiler yetiştirirsin; İnsanlar ekmeğini topraktan çıkarsın diye... Mevsimleri göstereceğin diye ayı, Batacağı zamanı bilen güneşi yarattın... Ya Rab, ne çok eserin var! Hepsini bilgece yaptın; Yeryüzü yarattıklarınla dolu. İşte uçsuz bucaksız denizler, İçinde kaynaşan sayısız canlılar, Büyük küçük yaratıklar..." (Mezmurlar, 104/1-25) (Yıldırım, 2014).

Yahudi inancında çevre ile insan ilişkisine de dikkat çekilir. Ancak burada üzerinde durulması gereken husus insanın canlılar içerisinde üstünlüğünün zikredilmesidir. Bu bağlamda Allah'ın yarattığı kainatta en etkin varlık insan olmakla birlikte diğer varlıklar, insanın tahakkümü altında onun yararlanması için yaratılmışlardır. Yahudi kutsal kitabında bu durum şu şekilde anlatılır: "...Görüntümüzde ve benzeyişimizde insan yapalım. Denizin balıklarına, gökyüzünün kuşlarına, çiftlik hayvanlarına ve tüm yeryüzüne ve üzerinde hareket eden tüm toprak hayvanlarına hükümler. Tanrı adamı kendi görüntüsünde yarattı; onları erkek ve dişi olarak yarattı. Ve onları mübarek kıldı ve Tanrı onlara dedi: Verimli olun ve çoğalın ve yeryüzünü doldurun ve onu ele geçirin. Denizin balıklarına, gökyüzünün kuşlarına ve yeryüzü üzerinde hareket eden tüm hayvanlara hük-

medin...” (Tekvin, 1/25-28). İnsanın hükümranlılığı altında olan çevrenin korunması da insanın yükümlülüğü altındadır. Nitekim çevrenin ihata ettiği ortamda canlı-cansız mevcudatın zarar görmemesi insandan istenir. Özellikle çevredeki yeşilliğin ve ağaçların boş yere tahrip edilmesi kesinlikle yasaklanmıştır. Yahudi çevre anlayışında Allah’ın kutsal kitapta zikrettiği gibi en güzel bir şekilde yarattığı ve içerisine yerleştirdiği dünyayı koruması, ona hâkim olması insandan istenmektedir. Hulasa bu durumda insan semavi dinlerin ilki olan Yahudilikte çevrenin bütün anlamda da dünyanın muhafaza edilmesi için görevlendirilen bir emanetçi konumundadır. Yahudi inancı da insana yüklenen bu görevin hakkıyla yerine getirilmesini emretmektedir (Yıldırım, 2014).

Hristiyan inancında Yahudilikte olduğu gibi kainatın tek yaratıcısı Allah’tır. Dolayısıyla Allah dünyanın ve içerisinde var olan bütün varlıkların da mutlak efendisidir. Esasında Hristiyanlıkta İsa’nın konumu Allah ile yarattığı dünya arasındaki ilişkiye yeni bir boyut katmaktadır. Bilindiği gibi Hristiyan inancında Allah, insanlığı günahattan kurtarmak için tarihe müdahale etmiş ve İsa bedeninde ete kemiğe bürünerek insanlar arasında yaşamıştır (Michel, 1992). Allah’ın İsa bedenindeki enkarnasyonu çevre ile kutsal olanın birleşimi biçiminde sunulmaktadır. Bu durumda Allah’ın yarattığı tabiat da manevi değer kazanmakta ve insandan ona sahip çıkılması istenmektedir (Yıldırım, 2014).

İsa Mesih insanları aydınlatırken hitap ettiği topluluklara çevreden esinlenerek anlatımlarda bulunur. Bu durum Yeni Ahit’te şu şekilde izah edilir: “İsa onlara başka bir benzetme anlattı: ‘Göklerin egemenliği, tarlasına iyi tohum eken adama benzer’ dedi. Herkes uyurken, adamın düşmanı geldi, buğdayın arasına delice ekip gitti. Ekin gelişip başak salınca, deliceler de görüldü. Mal sahibinin köleleri ona şöyle dediler: Efendimiz sen tarlana iyi tohum ekin demediniz mi? Bu deliceler nereden çıktı? Mal sahibi bunu bir düşman yapmıştır dedi... Bırakın biçim vaktine kadar birlikte büyüsünler. Biçim vakti orakçılara, önce deliceleri toplayın diyeceğim, yakmak için demet yapın. Buğdayı ise toplayıp ambarıma koyun” (Matta, 13/24-29). Çevredeki canlıların zarar görmesinden insanların sorumlu olduğu da dile getirilir: “Beş serçe iki meteliğe satılmıyor mu? Ama bunlardan bir teki bile Tanrı tarafından unutulmuş değerlidir” (Luka, 12/6) (Yıldırım, 2014).

Hristiyan inancına göre yeryüzünün krallığının Allah’a ait olduğu, İsa Mesih’in temel görevinin de bunu insanlara açıklamak olduğu bildirilir. Allah’ın sahibi olduğu tabiatın ahenk ve uyum içinde tasarlandığı, insanın bu düzeni bozmaması gerektiği ve bunu korumakla da yükümlü olduğu vurgulanır. “Göksel egemenlik, yolculuğa çıkan bir adamın kölelerini çağırıp malını onlara emanet etmesine benzer...” (Matta, 25/14). İnsan, Allah’ın bağış ve lütufta bulunduğu dünyada koruyucu görevini sınırsız bir yetki şeklinde görmekten ziyade sonraki kuşaklara emanet aldığı gibi aktaracağını fark etmelidir. Netice itibarıyla Hristiyan inancında Allah’ın eseri olan çevrenin kötüye kullanılması, tahrip ve israf edilmesi yasaklanmıştır. Allah’ın yarattıkları arasındaki en çok değer verdiği insan emanetçi konumundadır (Yıldırım, 2014).

İslam dini; çevre bilincinin gelişmesine ve toplumun çevre konusunda eğitilmesine önemli ölçüde kaynak olmaktadır. İslam dinine mensup olanlar, İslam'ın çevreye bakış açısını özümser ve bunları uygularlarsa, ekolojik dengenin korunmasına büyük katkıda bulunacaklardır. Allah'ın insanlara bahşettiği nimetlerden yararlanmada tabiatın ve çevrenin sömürülmemesinin farkında olma ve çevrenin korunmasında sorumlu olma bilinci İslam çevre anlayışının temel doktrinini oluşturmaktadır ve bu doğrultuda hareket etmek, çevre krizini önlemeye yardımcı olacaktır. Müslümanların tek başlarına değil, İslam anlayışının çevre konusundaki duyarlılığı, Müslüman olmayan toplumlara örnek olması halinde, yapılacak işbirliği ile dünya bu felaketten kurtulacaktır. Müslümanların sorumluluğu büyüktür ve yadırғанamayacak niteliktedir.

Müslümanların çevre krizine yönelik olarak verdiği tepkinin çoğu ahlaki açıdan olmuştur. Din bilginleri, filozoflar; suyun, toprağın ve diğer varlıkların korunması ile ilgili ayetlere atıfta bulunmuşlar ve şeriata çevresel bir etik için kaynak olarak başvurmuşlardır (Nasr, 2007). Kuran'da insanların hedeflerinin olduğu ve İslam'ın çevre krizine yönelik ahlaki çözümlere sahip olduğu belirtilir. Çevre krizine çözüm olarak Kur'an birkaç İslami ilkeye işaret eder.

Bunlar; tevhit, hila-fet, emanet, şeriat, adalet ve itidaldır. Çevre krizi tehdidinde karşı hiçbir Müslüman Tanrı'nın doğasını ya da onunla ilgili anlayışımızı değiştirmeye çalışma-



mıştır. Yapılanlar geleneğin, önceleri daha az vurgulanan belli yönlerini diriltmeye çalışmak olmuştur (Ekinci, 2018). Kuran'a göre her varlığın dolayısıyla da çevrenin manevi boyutu vardır. Çünkü tüm varlıklar Allah'ı tespih etmekte içlerine yerleştirilen kuralları yaşamakta ve gayelerini yerine getirmektedir. Her Müslüman Kuran'a göre kâinatta yapacağı olumsuz davranışların, neticede kendilerine döneceğini bilmek zorundadır. İslamiyet'in Müslümanlara aşladığı önemli bir konu da iktisattır. Günlük ihtiyaçlar karşılanırken, tabiatla ölçülü bir biçimde yararlanılması, aşırı ve zararlı bir tüketimden kaçınılması gerekmektedir. Orta halli tüketim yapan müminler övülmektedir (Fersahoğlu, 2003). İslamiyet beden, elbise, mesken ve tabii çevrenin temizliğini insanlardan istemektedir. Çevreyi korumanın temellerini de bunlar oluşturur.

Konunun daha iyi anlaşılmasına yardımcı olmak için İslâm Çevre Hukuku'nun genel hükümlerini üç ana mefhum etrafında toplamak mümkündür. Bunlar, amme menfaati (mesalih-i mürsele), zarar vermemek ve zararları gidermek ile hisbe müessesesi'dir (Armağan, 2005). Bu hükümlerden konumuzla ilintili olan ilk iki hüküm aşağıda detaylandırılmıştır;

a) Amme Menfaati

Devletin fonksiyonları, âmmenin menfaati olan yerde, vatandaşları koruma istikametinde gelişir. Modern hukukta yer alan bu prensip, İslâm devlet hukukçuları tarafından asırlar önce ifade edilmiştir. Konumuzla ilgili olarak belirtelim ki, çevre sağlığını temin etmede âmmenin menfaati vardır. Sağlık sebepleriyle olsun, iktisadi ve kültürel sebeplerle olsun, çevremizin temiz tutulmasında, kirletilmesinde ve eğer kirletilmişse, münasip yollarla temizlenmesine gayret edilmesinde âmme menfaati vardır. Bu sebeple çevre sağlığına her şeyden önce âmme menfaati açısından bakmak ve değerlendirmek icap eder (Armağan, 2005).

b) Zarar Vermemek ve Zararı Gidermek

İnsanlara ve eşyalara zarar vermemek ve verilen zararların giderilmesi de İslâm Hukukunun genel bir prensibidir ve İslâm Çevre Hukuku'nun da temel bir felsefesini teşkil etmektedir. İnsanlara ve eşyaya zarar verilmesi yasağı ve verilen zararların münasip yollarla giderilmesidir. İslâm Çevre Hukuku'na bu açıdan baktığımız zaman şunları söyleyebiliriz. Çevrenin temiz tutulmasında âmmenin menfaati olduğu gibi, kirletilmesinde de kişiye, topluma ve eşyalara zarar vardır. Böyle bir zarar verilmesini İslâm dini kabul etmez. Eğer şu veya bu sebeple zarar husule gelmişse, bu zarar hemen giderilmelidir. Zararın giderilmesi konusunda, yine İslâm Hukuku kaidelerine ve kabul edilen usullere göre bir metod takip edilebilir (Armağan, 2005). Yukarıdaki genel hükümleri verdikten sonra, şimdi de İslâm Çevre Hukuku'nda, çevreyi koruyucu hükümleri zikredebiliriz. Bu hükümler, Müslümanlara ve Müslüman devlet idarecilerine hitap eden emir ve tavsiyeler olup, bu tavsiye ve emirlere uyulduğu takdirde, çevrenin temiz tutulması ve korunması sağlanmış olacaktır. Bahsi geçen hükümleri iki grupta toplamak mümkündür:

i. Temizlik,**ii. Ağaç dikmek, orman oluşturmak ve onları korumak**

İslâm dininin temizliğe verdiği ehemmiyet herkesçe bilinmektedir. Gerek âyetlerde ve gerekse hadislerde temizlik tergipli ve insanlar ona teşvik olunmaktadır. Biz bunlardan sadece bazılarını zikredeceğiz: Cenab-ı Hak buyuruyor ki: “Şüpheli yok ki Allah çokça tövbe edenleri ve çokça temizlenenleri sever” (Kur’an-ı Kerim). Bir diğeri ayette ise şöyle buyrulmaktadır: “Yeri (arzi) de döşedik. Biz ne güzel döşeyicileriz” (Kur’an-ı Kerim). Ayette geçen “döşemek” fiilini tefsir ederken, müfessirler dünyayı düzene koymak, pisliklerden korumak vb. manalar da veriyorlar. Hz. Peygamber’in temizlik konusunda birçok tavsiye ve emirlerde bulunmuştur. Bunların içinde, dillerde en çok dolaşan “Temizlik imandandır” hadisidir. İki cihan Peygamberi temizliğe o kadar önem vermiştir ki, temizliği iman nurundan saymıştır. Bir diğeri hadis rivayetine göre, “temizlik” (taharet) dinin yarısıdır”. İslâm dini hükümlerine baktığımız takdirde “temizlik” mefhumunun;

1. Suların temizliği,
2. İnsanın bedeninin temizliği,
3. Elbisesinin temizliği,
4. Gıdasının temizliği,
5. Birlikte yaşadığı hayvanların temizliği ve nihayet
6. İçinde yaşadığı mekânın temizliğini içine aldığı görürüz.



Mekân temizliği demek, evler, tarlalar, çalışma yerleri ve devlet daireleri vb. yerlerin temizliğidir. Bunlardan suların ve havanın temizliğini ise, aşağıda ayrı başlık halinde zikredeceğiz. Genel olarak temizlik konusunda şu hadisleri zikredebiliriz:

1. Herkese açık olan yerlerin her yönden temizliği ayrı bir ehemmiyet taşır. Bu sebeple Hz. Muhammed, uzak kabilelere yolladığı tamimlerle “mescidlerin temiz tutulmasını” tenbih eder. Mescid-i Nebevi'nin temizliğinde hassasiyet gösteren Ümmü Mihcen'e gösterilen hususi alaka bu vesile ile kayda değer: Ümmü Mihcen öldüğü zaman, kendisine haber verilmeden defnedilmiş olduğunu duyunca, duruma üzüldü ve telafi için, cemaati toplayarak yeniden cenaze namazı kıldırır.
2. “Allah pâk ve naziftir, pâklık ve nezafeti sever; kerim ve cömerttir, kerem ve cömertliği sever. Öyle ise avlularınızı ve boş sahalaraınızı temiz tutun.
3. Hz. Peygamberin hadislerinde uzak çevrenin de her çeşit rahatsızlık verici kirletmelerden korunmasıyla ilgili emirler vardır. Müslim'in bir rivayetinde Hz. Peygamber şöyle buyurur: “Lanete uğramışlardan olmaktan sakının” Ashap: “Bunlar da kim, ey Allah'ın Resülü? diye sorunca, Hz. Peygamber açıklar: “Halkın gelip geçtiği yollarla, gölgelendikleri (kuytu) yerlerde abdest bozanlardır.”

Günümüzde suların korunması ve sağlık şartlarına uygunluğu etrafında çok geniş hijyenik tedbirler alınmış bulunmaktadır. Klorlama, kaynatma vb. tedbirlerin hepsinin ana temeli, suların temiz olması esasıdır. Bu konuda yukarıda zikredilen hadisler, modern dünyadaki tedbirlerin ana felsefesini ifade etmiş bulunmaktadır. Son olarak Hz. Peygamber'in şu sözü ile bu bölümü tamamlamak isterim; “Allahım! Pislikten ve pislenmekten sana sığınırım.”

3. Tarihi ve Hukuki Açından Atık Oluşumu ve Yönetiminin Önemi

Tarih boyunca insanların ilerlemesi doğası itibariyle, kamu ve çevre sağlığı üzerindeki etkilerine bağlı olarak katı atıkların yönetimi ile bağlantılı olmuştur. Katı atık yönetiminin uzun ve karmaşık bir tarihi vardır (Nathanson, 2015). Atıkların küresel olarak ortaya çıkması pratik olarak son on yılda ikiye katlanmıştır ve kentsel gelişme ve tüketim kalıplarındaki değişikliklerin her ikisinin sonucu olarak 2025 yılında toplam atık miktarının yıllık 2,5 milyar tona ulaşması beklenmektedir (Périou, 2012). Dünyanın bazı büyük kentlerinde belediyelerin çöp toplamaya başlaması 18. yüzyıldan sonra meydana gelmiş, fakat kullanılan metotlar oldukça basit kalmıştır (Tchobanoglous, 1993). Katı atıkların toplanması ve uzaklaştırılmasına dair yönetsel uygulama örneklerine antik çağlara kadar uzanan süreçte rastlamak mümkündür.

Yapılan arkeolojik kazılarda, avcı-toplayıcı grupların bile alet yapmak için yonttukları taş parçaları, hayvan kemikleri ve körelince attıkları aletlerden oluşan atıklarını biriktirdikleri anlaşılmaktadır. Örneğin Fransa'nın Yontma Taş Devri'nden kalma Gare de Couze Bölgesi'nde, 275×55 metrelik bir alanda 2

milyona yakın taş alet kalıntısı bulunmuştur. Yine de nüfusun ve eşyanın pek az olduğu bu dönemde atıkların miktarının da bugüne kıyasla yok denecek düzeyde kaldığı anlaşılmaktadır. Tarihteki ilk çöp toplama ve çöplük oluşturma uygulamasının ise, MÖ 3000’li yıllarda Girit Adası’ndaki Minos medeniyetinin başkenti Knossos’da katı atıkları toplamak için derin çukurlar açılıp, üzerinin toprakla örtülmesi olduğu bildirilmektedir. Yine de antik dünyanın kentleri temizlik bakımından acınası halde olduğu bildirilmektedir. Bu durumun da veba gibi pek çok hastalık ve salgına davetiye çıkardığı görülmektedir. İnsan dışkısı dahil tüm atıkların evlerin pencerelerinden sokağa fırlatıldığı, ortalıkta başıboş dolaşan kedi, köpek, koyun, inek gibi hayvanların bunları yiyeceğinin düşünüldüğü Ortaçağ Avrupasının da bu durumdan pek farklı olmadığı bilinmektedir. Kara veba, kolera, tifo, tifus gibi pek çok hastalık bu atıklarla beslenen hayvanlardan yayılmıştır (Kaynak, 2021).



Tarihte ilk atık (çöp) yönetiminin; M.Ö. 5. yüzyılda Yunanistan’da oluşturulduğu bilinmektedir. Yunan halkında evinde biriktirdiği süprüntüyü ve çöpü şehir çöplüğüne döktüğü anlaşılmaktadır (Kreith, 1994). İlk çöp toplama servisinin ise Roma İmparatorluğu’nda kurulduğu bilinmektedir. Roma İmparatorluğu’nda insanların çöplerini caddelere bıraktıkları, at arabasıyla gelen çöpçülerin bu çöpleri toplayıp şehrin merkezindeki çöp alanına döktüğü bildirilmektedir. Hayvan ve insan cesetlerinin ise kötü koku yüzünden şehrin dışına atıldığı görülmektedir. Roma İmparatorluğu’ndaki bu yarı organize çöp toplama sisteminden sonra Rönesans devrinin karanlığında herhangi bir organize çöp toplama işlemi olmamıştır (Kreith, 1994).

Atıkların toplanmasına ve ortadan kaldırılmasına yönelik ilk yasal düzenlemenin, İngiltere’de 1297’de herkesin evinin önünü temiz tutmasını zorunlu hale getiren bir kanunla yapıldığı anlaşılmaktadır. 1354’te ilk kez haftada bir çöp toplama uygulamasına başlanmış, fakat bu uygulama pek titizlikle hayata geçiril-

memiş olmalı ki 1628’de Kral bile sokaklardaki çöp kokusundan yakınmaya devam etmiştir. 1875 yılında İngiltere’de “Halk Sağlığı Kanunu” yürürlüğe girmiştir.

1880 yılında Amerika’daki şehirlerin % 43’ünde çöp toplama işlemi yapıldığı bilinmektedir. Bu oran 1915’te % 50, 1930’larda ise % 100’e çıkmıştır (Blumberg ve Gotlieb, 1989). 1950’lere kadar, evsel katı atıklar bilinçsizce katı atık toplama alanlarına dökülürken; herhangi bir planlama veya katı atık toplama alanlarını en iyi şekilde kullanmak için mühendislik adına hiçbir işlem uygulanmaksızın 1950’li yıllarda, artık katı atık toplama alanlarının üstü ince bir toprak tabakasıyla kapatılmaya başlanmıştır. Yağışla beraber oluşan yüzeysel akış katı atığın içine sızmış ve yeraltı suyunu kirletmiştir. Bunun farkına varılmasıyla beraber katı atık sahasının altında su geçirgenliği az olan bir tabaka oluşturulmuş ve böylece kirli katı atık suyunun yeraltı suyuna karışması engellenmiştir.

Osmanlı’da ise ilk çevre kanunu, Kanuni Sultan Süleyman döneminde yayınlanmıştır. İstanbul’da ilk çöp toplama sistemini Fatih Sultan Mehmet kurdurmuştur. Sonraları, atıkların çöp subaşılarının sorumluluğuna verildiği görülmektedir. “Acemi oğlanlar” veya “çöp çıkaranlar” çöpleri subaşı gözetiminde arabalara ya da sırtlarında taşıdıkları küfelere doldururdu. Toplanan çöpler eşelenip, işe yarayanlar paylaştırıldıktan sonra kalan kısmı ise denize dökülmekteydi. O dönemlerde atıklar daha çok organik olduğu ve doğaya karışabildiği için önemli bir çevre felaketi yaşanmadığı anlaşılmaktadır. Bu iş için İstanbul’da Kumkapı, Yenikapı ve Samatya gibi özel noktalar seçilse de rastgele çöp boşaltımının önüne geçilemediği dönemler de olmuştur. Örneğin 1764’te kayıkçılar kethüdası, denizdeki çöpler nedeniyle kayıkların pislik içinde yüzdüğünü, yolcu indirip bindiremediklerini kadiya şikayet etmiştir. Çöplerin denize dökülmesine ancak 1953’te son verilmiştir. 1993’ten itibaren de Ümraniye, Habipler, Kemerburgaz’da oluşturulmaya başlanan çöp depolama alanları kullanılmaya başlanmıştır (Kaynak, 2021).

4. Atık Yönetiminde Stratejik Yaklaşımlar

Kentsel nüfusun patlama yapmasından sonra çöpler insan ve çevre sağlığı için bir tehdit olarak görülmeye başlanmıştır. Kentler, gittikçe artan nüfusu karşılayabilmek için büyümeye ve yerleşimin sıkışık olduğu yerlerde şartlar kötüleşmeye başlamıştır (Nathanson, 2015). Endüstriyel devrim esnasında Avrupa ve ABD büyük miktarlarda atık meydana getiren hızlı büyüme ile karşı karşıya kalmıştır. Atıklar bir endişe haline gelmiştir ve Halk Sağlığı Çağı başlamıştır. Halk sağlığını sağlamaya yardımcı olmak için, topluluklar atık toplama ve atık depolama işlerini organize etmeye başlamışlardır. 19. yüzyılın ikinci yarısında ve 20. yüzyılın başlarında teknolojik gelişmeler çöp kutularının kullanımını, çöp yakma tesislerini ve sağlıklı atık depolama sahalarını içerirken; atık depolama uygulamasının çöplerin etrafa atılması uygulamasının yerine geçtiği ve bunun gelişmiş ülkelerde genel olarak uygulanır hale geldiği anlaşılmaktadır (Hoorweg ve Giannelli, 2007). Atık sistemleri ile atık yönetimine daha organize bir yaklaşım sergilenmiştir. Teknoloji, endüstri ve atıklarla ilgili uygulanan yeni politikalar ve

mevzuat atık yönetimi endüstrisinin gelişmesine yardımcı olmuştur. 1970 yılında, ABD'de Temiz Hava Yasası'nın kabul edilmesiyle hava kirliliği kontrol mekanizmalarına sahip olmayan birçok dönemde çöp yakma tesisleri kapatılmıştır ve yerlerine modern atıktan enerji üreten tesisler kurulmuştur (Tangri, 2003).



Katı atık yönetiminde, etkinlik ve güvenliğin sağlanabilmesi için, çevre ve insan sağlığını etkileyebilecek katı atıkların kaynağında azaltılması, geri kazanımı, tekrar kullanımı, kompostlanması, enerji üretimi için yakılması ve depolanması gibi uygulamaların bir araya getirilmesi gerekmektedir (Palabıyık ve Altunbaş, 2004). Başka bir ifadeyle, bütünleşik katı atık yönetimi, belirli bir yerleşim bölgesinde, atık üreten tüm sektörleri ve atık yönetim zincirinin tüm halkalarını kapsayan, atıkların yeniden kullanım ve geri dönüşüm için kaynağa ayrıştırılması ve azaltılması, toplanması ve taşınması, işlenmesi (materyal geri kazanımı, yakma ve kompostlama) ve nihai bertarafının sağlanmasıdır (Memon, 2010).

Katı atık yönetim sistemleri, insan sağlığı ve güvenliğini koruma ön koşuluyla birlikte, çevre açısından etkili, ekonomik bakımdan uygun fiyatlı ve sosyal yönden kabul edilebilir olmalıdır (McDougall vd., 2001). Bu şartları taşıyan katı atık yönetim sistemi sürdürülebilir katı atık yönetimi şeklinde ifade edilmektedir. Son yıllarda katı atıkları nasıl yönetebiliriz sorusuna aranan cevaplar içerisinde sıfır atık yaklaşımı olarak nitelenen atık yönetim stratejisi öne çıkmaktadır. Sıfır atık uygulaması, bütüncül bir yaklaşım olmasının yanında, atıkların yakılması ve depolanmasında yaşanan sızmaları önleyebilmek için tedarik zincirinin her aşamasında atıkları kaynağında azaltmak ve ortadan kaldırmak için yol gösteren bir tasarım felsefesidir. Sıfır atık yaklaşımı, endüstriyel girdilerin tamamının

nihai ürünlerde kullanılmasını veya diğer endüstrilerde ya da süreçlerde katma değerli girdilere dönüştürülmesini öngörmektedir (Curran ve Williams, 2012).

Katı atıkların yönetiminde sıfır atık yaklaşımı, atığın kaynağında azaltılması ve yeniden kullanılması için bir dizi politikanın geliştirilmesi, buna rağmen ortaya çıkan atıkların bertaraf edilmek yerine geri dönüşümü ve geri kazanımının sağlanması yoluyla atık üretimin sıfırlanması anlayışıdır (Bilgili, 2020; Sıfır Atık Yönetmeliği, 2019).

5. Sonuç ve Değerlendirme

Bugün çevre sorunları olarak ortaya çıkan sorunların aslında modern insanın sorunları olduğu anlaşılmaktadır. İnsanlar yeryüzündeki ilk günlerinden bu yana çevreyle alveriş halinde olmuş; hayatta kalabilmek için çevreden yararlanmışlardır. Ancak hiçbir dönemde bu alışveriş modern zamanlardaki gibi tabii seyirinden çıkmamış ve tüm canlıların varlığını tehdit eden bir hal almamıştır. İkinci Dünya Savaşı sonucunda hissedilir hale gelen bu sorunlar artmaya devam etmektedir ve pek çok insan geleceğinden ümitli değildir. Bilim ve teknolojinin çözemediği ve 80'li yıllara gelindiğinde de devam eden bu süreç, insanlığı, yeni bir ahlak felsefesini geliştirmeye yöneltmiştir. Çevre sorunlarının nedenleri olarak insanların sahip oldukları görüş ve değer yargılarından kaynaklanan felsefi inançlarının olduğu saptanmıştır. Çevre sorunlarının önlenmesinde insanlar, insanlığın başından beri var olan ama çevreci yönü henüz değerlendirilemeyen dini kaynaklara yönelmişlerdir. Dinler, çevre sorunlarına insanların neden olduğunu ileri sürmektedir. Çünkü dinden uzaklaşıldığı oranda toplumların çevreyi tahrip ettiği görülmektedir. Tarihe bakıldığında da dinler böyle buhranlı ortamlarda ortaya çıkmış ve yol gösterici olmuştur. Tahrip edilen sadece çevre değil, insanın da insan tarafından sömürülmesidir. Dinler ahlaki açıdan insanları yönlendirerek, zihinlerini biçimlendirerek insanların tabiata zarar vermesini engelleyebilir. Semavi dinler çevreyi islah etme konusunda insanlara orta yolu tavsiye etmişlerdir. Bu da insanların yeryüzünün halifesi olarak yaratıldığı ve diğer varlıklara karşı sorumluluk taşıdığı gerçeğidir.

Kaynakça

1. Armağan, B. “Katı Atık Toplama Maliyetlerinin Minimizasyonu için Coğrafi Bilgi Sisteminin Kullanıldığı Bir Optimizasyon Modeli Geliştirilmesi”, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği ABD, İstanbul, 2004.
2. Armağan, B., Demir, İ., Demir, Ö. ve Gök, N., “Katı Atıkların Ekonomide Değerlendirilmesi”, İstanbul Ticaret Odası Yayınları, İstanbul, Yayın No: 2006-23.
3. Armağan, S., “İslam ve Çevre”, Gündönümü Yayınları, İstanbul, 2005.
4. Atık Yönetimi Yönetmeliği, Resmi Gazete Sayısı: 29314, Tarih: 02. 04. 2015.
5. Ayeleru, O. O., Okonta, F. N. and Ntuli, F., “Municipal Solid Waste Generation and Characterization in The City of Johannesburg: A Pathway for The Implementation of Zero Waste, Waste Management, (79: 87-97) 2018.
6. Bilgili, M.Y., “Katı Atık Yönetiminde Kullanılan Bazı Kavramlar ve Açıklamaları” Avrasya Terim Dergisi, 8 (2): 88-97, 2020.
7. Blumberg, L. ve Gotlieb, R. “War on Waste Can America Win Its Battle with Garbage” Washington: Island, sayfa 301, 1989.
8. Christensen, T. H., “Introduction to Waste Management”, T. H. (Ed.), Solid Waste Technology & Management. Blackwell Publishing Ltd, sayfa 2-16, 2011.
9. Curran, T. and Williams, I.D., “A Zero Waste Vision for Industrial Networks in Europe” Journal of Hazardous Materials, (207-208), 3-7, 2012.
10. Çevre Kanunu, Resmi Gazete Sayısı: 18132, 11.08.1983.
11. EC 2008b. “Communication from the Commission to the European Parliament and the Council - The Raw Materials Initiative: Meeting Our Critical Needs For And Jobs in Europe” {SEC(2008) 2741} / COM/2008/0699 final <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52008DC0699growth>, Erişim tarihi: 03.11.2017 EC Europe.
12. Ekinci, E. “İslam Dini'nin Çevreye ve Çevre Sorunlarına Bakış Açısı” Erzincan Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi (ERZSOSDE) XI-I: 129-140, 2018.
13. Fersahoğlu, Y. “Dinler ve Çevre” Marifet Yayınları, İstanbul, 2003, s. 1
14. Hoorweg, D., & Giannelli, N. “Managing Municipal Solid Waste in Latin America and The Caribbean” Integrating The Private Sector, Harnessing Incentives, sayfa 41703-41706, (2007).
15. Kaynak, D. “Dünyayı Ele Geçiren Atıklar Çöpler-Artık Geri Dönüşsüz” <https://tarihdergi.com/dunyayi-ele-geciren-atiklar-copler-artik-geri-donussuz>, 2021.
16. Kreith, F., “Handbook of Solid Waste Management, Solid Waste Stream Characteristics”, McGraw-Hill, Inc., New York, pp. 3.1-3.36, 1994.
17. Lehmann, S., “Optimizing Urban Material Flows and Waste Streams In Urban Development Through Principles of Zero Waste and Sustainable Consumption” Sustainability, 3: 155-183, 2011.

18. McDougall, F. R., White, P. R., Franke, M. and Hindle, P., "Integrated Solid Waste Management: A Life Cycle Inventory" Blackwell Science, United Kingdom, Oxford, Second Edition, 2001.
19. Memon, M. A., "Integrated Solid Waste Management Based on The 3R Approach" Journal of Material Cycles and Waste Management, 12: 30-40, 2010.
20. Nathanson, J. Solid-Waste Management. Encyclopedia Britannica, 2015.
21. Palabıyık, H. ve Altunbaş, D., "Kentsel Katı Atıklar ve Yönetimi" Yıldırım, U. ve Marın M. (Ed.), Çevre Sorunlarına Çağdaş Yaklaşımlar, Beta Basım Yayın, İstanbul, 2004.
22. Périou, C. "Waste: The Challenges Facing Developing Countries" Proparco's Magazine, 15, 1-27, 2012.
23. Tangri, N. "Waste Incineration: a Dying Technology", Quezon City and Berkley, CA: GAIA, 2003.
24. Tchobanoglous, G. "Integrated Solid Waste Managementengineering Principles And Management Issues" McGraw-Hill Higher Education, (No. 628 T3), 1993.
25. Nasr, S. H. "İslam ve Ekoloji", Oğlak Yayıncılık ve Reklamcılık Ltd. Şti., İstanbul, 2007, s.103-119.
26. Sıfır Atık Yönetmeliği, Resmi Gazete Sayısı: 30829, Tarih: 12.07.2019.
27. Shekdar, A. V., Sustainable Solid Waste Management: an Integrated Approach for Asian Countries. Waste Management, 29: 1438-1448, 2009.
28. Yıldırım, M., Çevre, Din ve Kutsal Tabiat, Adana, 2014.






CAM
GLASS


METAL
METAL


ORGANİK
ORGANIC

ÇİLİK VE
BAKANLIĞI
KİLİ İL MÜDÜRLÜĞÜ


**SIFIR
ATIK**
"geleceğe değer kattık"



DÜNYADA VE TÜRKİYE'DE ATIK POTANSİYELİ VE SIFIR ATIK TRENDİ

Prof. Dr. Mustafa S. YAZGAN

*İstanbul Teknik Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Bölümü
yazgan@itu.edu.tr*

1. Giriş

Atıklar, “temel ürünler olmayan”, “daha fazla kullanımı olmayan” veya “çöpe atılmaya hazır malzemeler” olarak tanımlanmaktadır. İnsan hayatı için gerekli olan hammaddelerin çıkarılması, bunların ara/nihai ürünlere dönüştürülmesi, nihai ürünlerin tüketimi ve diğer insan temelli faaliyetler sırasında ortaya çıkacağı için, atık oluşumu kaçınılmazdır. Bazı araştırmalara göre dünyada evsel katı atık üretiminin 2010 yılında kişi başına günlük ortalama 1,2 kg iken bu miktarın 2025 yılına kadar kişi başına 1,4 kg'a yükseleceği öngörülmektedir. Nüfustaki artış göz önüne alındığında, yıllık toplam evsel katı atık üretiminin 2025 yılında dünya ölçeğinde 2,2 milyar tona yükselmesi beklenmektedir (EPA, 2011).

Gelecek bin yılda, arkeologlar günümüz insanın uygarlığını, çok yüksek miktarda çöp üreten kuşaklar olarak tanımlayacaktır. Ayrıca ömürleri binlerce sene ile tanımlanan plastikler de muhtemelen en görünür mirasımız olacaktır (Barnes ve ark., 2009).

Öte yandan günümüzde sınırlı toksikolojik veriye sahip olunan 65.000'den fazla endüstriyel kimyasalın düzenli olarak kullanımda olduğu bilinmektedir. Benzer bir atık kategorisi de e-atıklar olarak bilinen

bilgisayarlar, televizyonlar ve cep telefonlarıdır. ABD'de, eskimiş bilgisayarların yaklaşık %70'inin, televizyonların ise %80'inin katı atık depolama alanlarında depolandığı belirtilmektedir. ABD'nin 2004-2009 yılları arasında şu an depolama alanlarında olan yaklaşık 250 milyon adet bilgisayar üretmiş olduğu belirtilmektedir (Royte, 2005).

Bazı araştırmalara göre ise ABD'de eski bilgisayarların ve televizyonların tahmini %80'inin geri dönüşüm için toplandığı ve diğer ülkelere ihraç edildiği bildirilmiştir (Puckett et al, (2002). E-atık ithalatçısı olan Çin, Hindistan ve Pakistan'daki e-atık ticaretinin çevresel sonuçlarının son derece riskli olduğu, insan sağlığına ise ciddi zararlar verdiği bilinen bir gerçektir. Bu nedenle, e-atıklar, atık tehlikesinin zengin ülkelere fakir ülkelere nasıl taşındığının bir örneğidir.

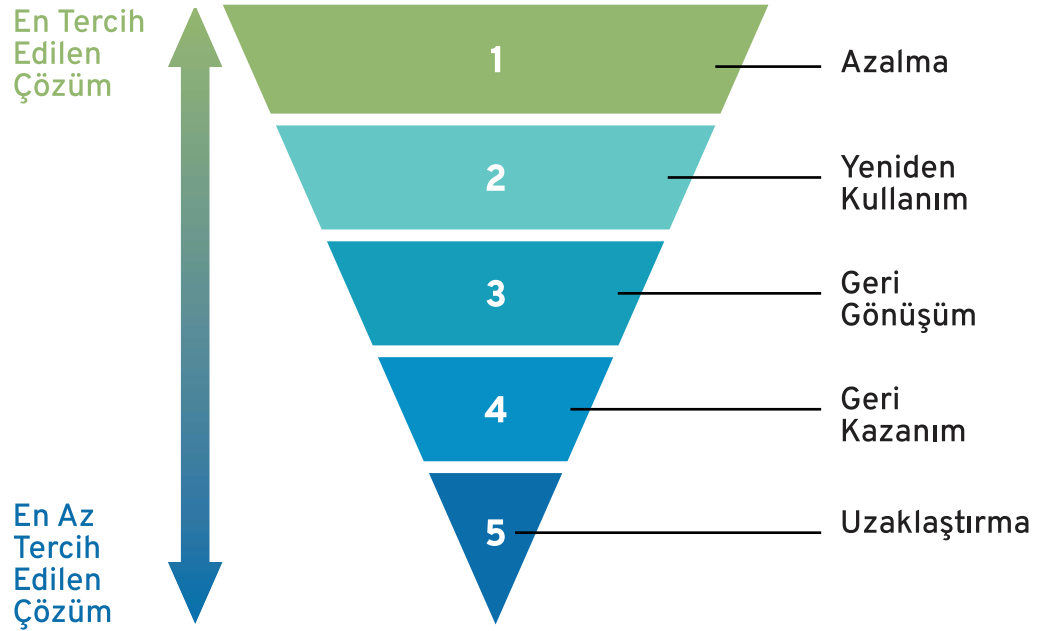
Benzer şekilde, katı atıkları depolama sahası olarak bilinen bir yere gömmek, onunla başa çıkmanın en yaygın ve en modern yoludur. Ancak bu uygulamanın, depolama tekniklerine bağlı olarak değişmekle birlikte oluşturduğu veya oluşturacağı tehlikeler de henüz tam olarak belgelenmemiştir. Bazı araştırmalarda, bir evsel atık depolama sahasına 2 km mesafede doğan çocukların anormalliklerden etkilenme ihtimalinin istatistiksel olarak çok daha yüksek olduğu bulunmuştur. Katı atık üretimindeki artış, düzenli depolama alanlarına olan ihtiyacı artırmaktadır. Kentleşmedeki artışla birlikte bu alanlar, yerleşim yerlerine daha da yakınlaşmaktadır. Depolama alanları, çoğunlukla düşük sosyoekonomik durumda olanların yaşadığı yerleşim alanlarında bulunur. İzinlerin daha kolay alınabilmesi ve genellikle daha az toplum tepkisi yüzünden genellikle atık alanları olarak bu tür alanların tercih edildiği görülmektedir. Diğer yandan tehlikeli atık yakma tesisleri de çevre sağlığı açısından cazip bir çözüm olarak bilirse de 2010 yılı itibariyle son beş yıl içinde dünyada 400'den fazla tehlikeli atık tesisinin, insan sağlığı için risk oluşturması nedeniyle resmî kurumlarca cezalandırıldıkları da bilinmektedir (*Stretesky ve McKie, 2010*).

Diğer bir çalışmada düzenli depolama süreçlerinin, üretilen metan gazı nedeniyle, sera gazı emisyonlarının önemli bir kaynağı olduğu bildirilmiştir. Ayrıca düzenli depolama alanlarının çoğalması, sonlu olan toprak kaynaklarını tüketmektedir. Dolan depolama alanlarının boşaltılarak başka alanlara transfer edilmesi de ikinci bir çevresel soruna neden olmaktadır. Örneğin New York şehrinin katı atıkları 2001'den beri 500 km'den daha uzaktaki New Jersey City, Pennsylvania ve Virginia'ya gönderilmektedir. Benzer şekilde, Toronto'nun yerel depolama alanı 2002 yılında dolduğundan dolayı, atıkları Michigan'a ihraç edilmektedir (Brown, 2008).

Yakma, depolamaya göre daha masum bir alternatif olarak görülmektedir. Ancak yakmanın katı atık hacminin yaklaşık %90'ını azalttığı ve gaza dönüştürdüğü belirtilmektedir (Danilov-Danilyan ve ark., 2009). Bir ton

katı atığın, sırasıyla kükürt dioksit, azot ve karbondioksit, hidrokarbonlar, ağır metaller ve dioksinler içeren yaklaşık 30 kg hava kaynaklı kül ve 6000 m³ duman gazı oluşturduğu tespit edilmiştir. Dahası, katı atık hacminde %90 azalmada, hala %10 oranında depolama gerektiren toksik yakma külü kalıntısı vardır. Bu nedenle yakma, yeni atık depolama sahası bulma zorunluluğunu ortadan kaldırmamaktadır.

Bütün bu sorunlar için çözüm önerisi olarak ortaya çıkan “Sıfır Atık” yaklaşımı, israfın önlenmesini, kaynakların daha verimli kullanılmasını, oluşan atık miktarının azaltılmasını, etkin toplama sisteminin kurulmasını ve atıkların geri dönüştürülmesini kapsayan atık önleme yaklaşımıdır. Klasik katı atık yönetiminde depolama ve yakma atık uzaklaştırma için uygun birer birer çözüm olarak görülürken, sıfır atık uygulamalarında bu yöntemler en istenilmeyen çözüm olarak sınıflandırılmaktadır. 5R olarak (Reduce, Reuse, Re-cycle, Recover, Removal) özetlenebilecek olan yeni sistemde en tercih edilen çözümden en az tercih edilen çözüme doğru atık hiyerarşisi Şekil 1’de verilmiştir.



Şekil 1. Sıfır Atık Hiyerarşisi

Doğal kaynaklar, küresel ekonominin işleyişini ve yaşam kalitesini destekleyen en önemli unsurlardır. Bu kaynaklar yakıtlar, mineraller ve metaller gibi hammaddeler ile birlikte gıda, toprak, su, hava, biokütle ve ekosistemleri de içermektedir. İyi işleyen bir ekonomi, doğal kaynakların ve hammaddelerin kesintisiz akışına bağlıdır. Kaynakların sürdürülebilir

ve verimli bir şekilde yönetimi, günümüzde kaçınılmaz bir gereklilik durumundadır. Ancak 1900 yılına göre bugün, kişi başına enerji tüketiminin 3 katına, hammadde kullanımının 2 katına, dünya nüfusunun ise 5 katına çıkmış olması çözülmesi gereken problemi katlayarak büyütüştür. Sürdürülebilir kalkınma ilkeleri çerçevesinde atıkların kontrol altına alınması, gelecek nesillere temiz ve yaşanabilir bir dünya bırakılması için sıfır atık prensibinin hedeflenmesi ve entegre bir yaklaşımla atıkların yönetiminin sağlanması günümüzde her zamankinden daha fazla önem kazanmıştır.

Son zamanlarda, sürdürülebilir büyümeyi garanti altına almak amacıyla, Avrupa Birliği bu çabaları yoğunlaştıran yeni bir aksiyon planı (EU Action for the Circular Economy, 2015) hazırlamıştır. Özellikle, dögüsel ekonomiye geçişi daha da kolaylaştırmak için hazırlanan bu planda, atıklarla ilgili yasal öneriler içeren bir dizi politika ve geri dönüşümü artırmak ve atıkların bertarafını azaltmak için bir eylem planı da yer almaktadır.

2. Dünyada Sıfır Atık Potansiyeli

Sanayi devrimi ve tüketim miktarlarının önemli derece artması, dünyada atık üretiminde büyük artışa neden olmuştur. Dünya Bankası tahminlerine göre 2022 yılı itibariyle dünya çapında yılda 2 milyar ton civarında katı atık üretilmektedir. Bu rakamın 2030 yılına kadar 4.3 milyar tona ulaşması beklenmektedir. Bu atıkların büyük bir çoğunluğu verimsiz bir şekilde yönetilmekte, satış ve/veya geri dönüşüm için bazı ek değerlere sahip olan birçok malzemenin kullanım ömrü erken sona ermekte ve depolama alanlarında çürümeye terk edilmektedir (Zaman, 2015).



Şekil 2. Yıllara göre dünya nüfusu ile oluşan katı atık miktarı arasındaki değişim

Dünyada çeşitli geri kazanım oranlarına göre atık kazanma potansiyeli milyar m³ cinsinden Tablo 1'de verilmiştir.

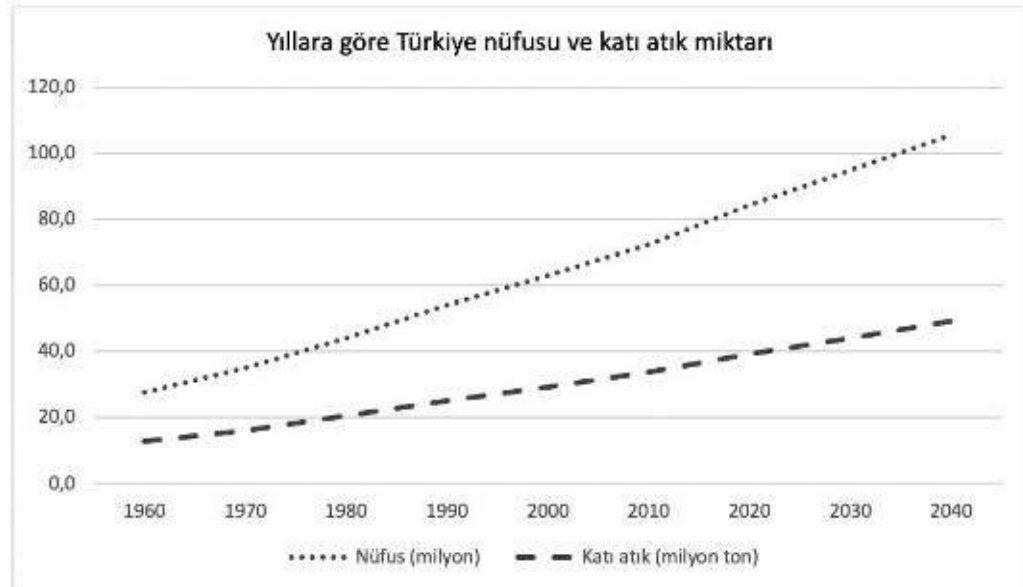
Tablo 1. Geri kazanım oranlarına göre dünyada kazanılabilecek atık potansiyeli (milyar m³)

	15%	20%	25%	30%	35%
2020	0,54	0,73	0,91	1,09	1,27
2030	0,65	0,86	1,08	1,30	1,51
2040	0,72	0,96	1,20	1,44	1,68

Küresel olarak üretilen katı atıkların %84'ü toplanırken, bunların %15'i geri dönüştürülmekte ve büyük bir kısmı atık depolama sahalarına götürülmektedir (Zaman, 2016). Sıfır atık projesinin dünya ölçeğinde yaygınlaşması ve geri kazanım oranının artmasıyla günümüzde 0.54 milyar m³ civarında olan atık geri kazanım miktarı 2040 yılında 1.68 milyar m³e kadar yükselebilecektir.

3. Türkiye'de Sıfır Atık Potansiyeli

Kişi başına yıllık 435 kg katı atık üretildiği kabulüyle Türkiye nüfusu ile yıllara göre oluşan katı atık miktarı Şekil 3'de verilmiştir.



Şekil 3. Yıllara göre Türkiye nüfusu ile oluşan katı atık miktarı arasındaki değişim

Şekil 3'de görüldüğü gibi katı atık miktarı nüfusa paralel olarak artmaktadır. Gelir düzeyinin artmasıyla birlikte katı atık artış oranının nüfus artış oranından daha fazla artacağı söylenebilir.

2017 yılında Türkiye'de uygulanmaya başlayan Sıfır Atık Projesi ile, 2018-2023 dönemini içeren Sıfır Atık Yönetimi Eylem Planı hazırlanmıştır. Eylem planının 2018 yılı itibariyle aşamalı olarak;

- Kamu kurumlarında,
- Terminallerde (havaalanı, otogar, tren garı vb.),
- Eğitim kurumlarında (üniversite, okul vb.),
- Alışveriş merkezlerinde,
- Hastanelerde,
- Eğlen-dinlen tesislerinde (otel, restoran vb),
- Büyük iş yerlerinde

uygulanması ve 2023 yılında tüm Türkiye'de devreye alınması ve sıfır atık projesi ile toplam atığın % 35'inin ekonomiye geri kazandırılması hedeflenmektedir.

Türkiye'de çeşitli geri kazanım oranlarına göre atık kazanma potansiyeli milyon m³ cinsinden Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Geri kazanım oranlarına göre Türkiye'de kazanılabilecek atık potansiyeli (milyon m³)

	15%	20%	25%	30%	35%
2020	5,9	7,8	9,8	11,8	13,7
2030	6,6	8,8	11,0	13,3	15,5
2040	7,4	9,8	12,3	14,7	17,2

İstanbul'da ise günlük 19.500 ton katı atık üretilmektedir. Türkiye'de sıfır atık projesinin başladığı 2018 yılı itibariyle bu atıkların yaklaşık yüzde 12'si geri dönüşüme kazandırılmakta iken bu oran 2022 yılı itibariyle %27,2'yi bulmuştur.

Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, Sıfır Atık Bilgi Sistemine giriş yapan kuruluşların beyanlarına göre Sıfır Atık kapsamında 2021 yılında geri kazanılan atık miktarı ve çevresel kazançlar aşağıda verilmiştir.

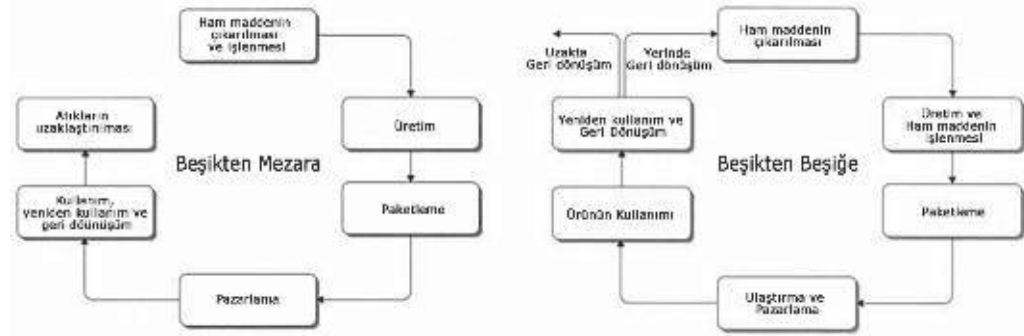
- 118.497 ton kağıt = 2.014.449 adet ağaç,
- 8.305 ton plastik = 21.660.319 litre petrol,
- 11.156 ton cam =13.387 ton hammadde kazancı
- 13.623 ton metal = 17.710 ton hammadde kazancı
- 4.218 ton bitkisel atık yağ = 4.217.895 ton biyodizel
- Böylece; 22.943 ton sera gazı salınımı önlenmiştir.
- Ayrıca; 374.814 metreküp depolama sahasından tasarruf sağlanmıştır.

4. Sıfır Atık Kavramları ve Trendleri

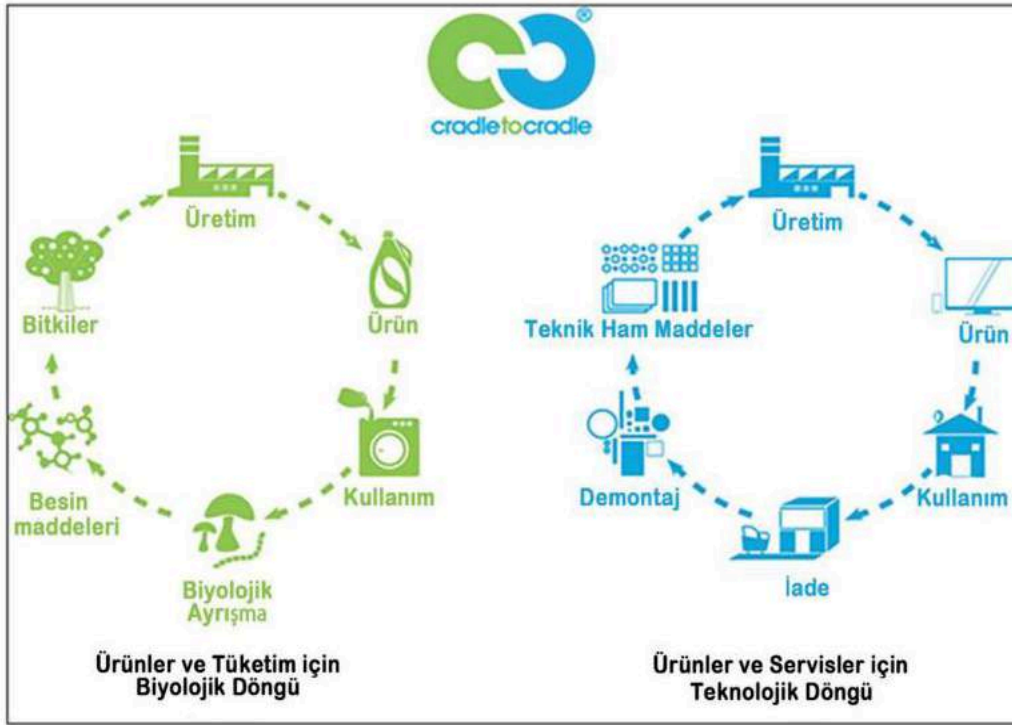
Sıfır atık, çağımızın atık sorununun çözümüne yönelik atılmış en önemli adım olmakla beraber, atıkların tamamen sıfırlanması fiziksel, kimyasal ve biyolojik kanunlar nedeniyle mümkün değildir. Tıpkı termodinamikteki entropi nedeniyle fiziksel dönüşümlerde ortaya çıkan ve kullanılamayan enerji gibi, atık dönüşümlerinde de birtakım kayıpların olması kaçınılmazdır. Bu nedenle sıfır atık kavramı, bir ideal, bir hedef ve bir meydan okumadır. Bu hedefe yaklaşabilmek için çeşitli yöntemler geliştirilmektedir. Aşağıdaki (kavramlar) yöntemler de bu amaca yönelik geliştirilmiş yaklaşımlardan bazılarıdır.

a) Beşikten Beşiğe / Beşikten Mezara (C2C / CDG)

Beşikten Beşiğe (Cradle to Cradle) kavramı, Beşikten Mezara (Cradle to Grave) kavramının yerine kullanılan ve bir ürünün yaşam döngüsünü, sonsuz kullanım üzerine tasarlayan bir yaklaşımdır (Şekil 4). Prof. Dr. Michael Braungart tarafından geliştirilen yaklaşım, tıpkı tabiattaki biyolojik çevrim gibi üretimde de teknolojik bir çevrimin olmasını ve hiçbir malzemenin israf edilmemesini savunmaktadır (Şekil 5).



Şekil 4. Beşikten beşiğe sistemler, ürünleri yeniden kullanmayı ve atık ürünleri yeni ürünler için temel malzemelere dönüştürmeyi hedefler (El-Haggar, 2007)



Şekil 5. Beşikten beşiğe yaklaşımı içerisinde ürünlerin biyolojik ve teknolojik döngüsü

Sıfır atık yaklaşımı öncesinde kullanılan Beşikten Mezara (C2G) yaklaşımı, malzemelerin hammaddeden, bertaraf gerektiren atıklara kadar tek yönlü akışını tanımlamak için kullanılan bir yaklaşımdır. Beşikten beşiğe (C2C) kavramında ise malzemeler bertaraf edilmeyerek kapalı bir döngü içerisinde geri dönüştürülmeli ve yeniden kullanılmalıdır (McDonough ve Braungart, 2002).

b) Yeşil Mühendislik (GE)

Yeşil mühendislik, bilim ve teknoloji yoluyla sürdürülebilirliği sağlama-ya odaklanan bir yaklaşımdır. Kirliliği kaynağında azaltmayı ve yeni ürünler, malzemeler, süreçler ve sistemler tasarlarken insanların ve çevrenin karşılaştığı riskleri en aza indirmeyi amaçlamaktadır. Yeşil mühendislik ürünün yeniden kullanılabilirliğini en üst düzeye çıkarmak için yeniden tasarlanmasını ve iyileştirilmesini, endüstriyel süreçlerde yeniden kullanılabilmesi için malzeme ve süreçlerin tasarlanmasını amaçlayan ilkelere dayanmaktadır.

c) Eko-Verimlilik

Eko-verimlilik, belirli gelişmelerin, faaliyetlerin veya süreçlerin çevresel ve ekonomik boyutlarını entegre etmeye odaklanır ve daha az etkiyle değer oluşturulmasını teşvik eder. Eko-verimlilik, atıkları yönetmek için

kullanılabilecek özel bir yönetim sistemi değildir. Çevresel ve ekonomik performansı ölçmek için diğer yaklaşımlarla birlikte kullanılabilen bir yönetim felsefesidir. Eko-verimlilik matematiksel olarak şu şekilde tanımlanabilir:

$$\text{Eko-verimlilik} = \text{Katma değer} / \text{Çevresel etki}$$

Eko-verimlilik kavramının 3 amacı vardır: malzeme girdilerini en aza indirerek ve malzeme döngülerini kapatarak kaynak tüketimini azaltmak; kirliliği en aza indirerek ve kaynakların sürdürülebilir kullanımını teşvik ederek çevresel etkiyi azaltmak ve daha az malzeme ve kaynak kullanarak tüketici ihtiyaçlarını karşılayan ürünler sunarak, ürün ve hizmetlerin değerini artırmaktır (Bohne ve ark., 2008).

d) Endüstriyel Ekoloji (IE)

Endüstriyel ekoloji, endüstriyel ürünlerin ve süreçlerin tasarımını, ürün rekabetçiliği ve çevresel perspektiflerle ele alan bir yaklaşım olarak tanımlanmaktadır. IE, faaliyetlerin ve süreçlerin ekonomik ve çevresel yönlerini incelediği için eko-verimliliğe benzer. Ancak üretim proseslerini daha sürdürülebilir olacak şekilde yeniden tasarlamaya, entegre etmeye ve uyarlamaya yönelik güçlü bir mühendislik bakış açısına sahiptir. IE disiplini, eko-sanayi parklarının geliştirilmesi ile atık yönetiminde kullanılan bazı özel araçlara ve tekniklere sahiptir. Bir eko-sanayi parkı, planlanan malzemeler ve enerji değişimleri yoluyla enerji ve hammadde kullanımını en aza indirerek ekonomik ve çevresel performansı iyileştirmek için birbirleriyle iş birliği yapan firmalardan oluşan bir ağıdır (Graedel & Allenby, 2010).

e) Çevre İçin Tasarım (DFE)

Tasarımcılar tarafından başlatılan ve çevre dahil tüm maliyetlerin tasarım aşamasında kabul edilerek benimsenmesini içeren yeni bir yaklaşım modelidir. Çevre İçin Tasarım, bir ürünün, sürecin veya hizmetin genel insan sağlığını ve çevresel etkisini azaltmaya yönelik ve etkilerin yaşam döngüsü boyunca dikkate alındığı bir tasarım yaklaşımıdır. Tasarımcıların optimize edilmiş ürünler veya süreçler / hizmetler bulmalarına yardımcı olmak için farklı yazılım araçları geliştirilmiştir. Çevre İçin Tasarım ayrıca, 1992 yılında oluşturulan, çevre kirliliğinin insanlara ve çevreye sunduğu riski önlemek için çalışan bir ABD Çevre Koruma Ajansı (EPA) programının orijinal adıdır.

f) Sökülmeye Uygun Tasarım (DFD)

Eski parçaların yeni ürünlere yeniden monte edilebilmesi ve malzemelerin geri dönüştürülebilmesi için ürünlerin sökölme kolaylığı sağlayacak şekilde tasarlanmasını amaçlayan bir tasarım disiplini. Sökülmeye uygun tasarım bir bina veya makina söküldüğünde veya yenilendiğinde

ürünlerin, parçaların ve malzemelerin kolayca geri kazanılmasını sağlayan bir tasarım sürecidir. Sürecin amacı, ekonomik değeri en üst düzeye çıkarmak ve yeniden kullanım, onarım, yeniden üretim ve geri dönüşüm yoluyla çevresel etkileri en aza indirmektir.

g) Yeniden Üretim

Yeniden üretim, bir ürünün, yeniden kullanılan, onarılan ve yeni parçaların bir kombinasyonunu kullanarak üretilen ürünün orijinal özelliklerine göre yeniden oluşturulmasıdır. Yıpranmış veya eskimiş bileşenlerin ve modüllerin onarılmasını veya değiştirilmesini gerektirir. Performansı veya ürünün beklenen ömrünü etkileyen bozulmuş parçalar değiştirilir. Yeniden üretim, bütünlüğü bakımından diğer geri kazanım işlemlerinden farklı olan bir ürün geri kazanım süreci biçimidir.



h) Faktör 4

Bir ürünün veya hizmetin iki katını, kullanılan kaynakların yarısını kullanarak yapmaya çalışmak demektir. Faktör 4 kavramı, mevcut metodolojileri kullanarak kaynak verimliliğinde dört kat artış olmasını amaçlar. Başka bir deyişle, şu anda kullandığımız kaynaklardan dört kat daha fazla üretim elde edebilmektir.

i) Temiz Üretim

Üretimin çevre üzerindeki etkilerini azaltmak için esas olarak işletmeler tarafından kullanılan bir verimlilik kavramıdır. Günümüz endüstrisinde yaygın olarak kullanılan bir uygulamadır. Oldukça kısa süreler içinde önemli tasarrufların yapılabildiği birçok başarı hikayesi olan bir yaklaşımdır.

j) Demateryalizasyon

Demateryalizasyon, kullanılan malzemelerin miktarındaki ve/veya üretilen atık miktarındaki mutlak veya göreceli azalmayı ifade eder. Endüstriyel ekolojiyi toplumsal düzeyde geliştirmek için önemli bir strateji olarak kabul edilir.

k) Dinamik Modülerlik

Ürünlerin modüller halinde üretildiği, böylece ürünün ömrünü uzatmak için yalnızca bazı modüllerin değiştirilmesinin yeterli olduğu bir üretim yaklaşımıdır. Modülerlik, ürün mimarisini fiziksel olarak bağımsız birimlere bölmeyi amaçlar. Modüler bir ürün mimarisi ile çevresel hedeflere daha kolay ulaşılabilir. Modülerlik, ürünün montajı ve demontajını kolaylaştırır, ürün çeşitliliğini artırır, ölçek ekonomisi sağlar ve üretim süresini azaltır.

l) Genişletilmiş Üretici Sorumluluğu (EPR)

Üreticilerin ürünlerin ve ambalajların tüm yaşam döngüsü için sorumluluğunu aldığı bir yaklaşımdır. Diğer bir ifadeyle, bir ürünle ilişkili tüm çevresel maliyetleri o ürünün piyasa fiyatına ekleme stratejisidir. Genişletilmiş üretici sorumluluğu, yeniden üretim girişimlerinin benimsenmesinin arkasındaki itici güçtür. Çünkü tüketici ürünlerinin kullanım sonu işlemine odaklanır ve öncelikli amacı, ürün geri kazanımının miktarını ve derecesini artırmak ve atık malzemelerin çevresel etkilerini en aza indirmektir.

m) Tersine Lojistik

Perakende zincirlerinin, kırılan ve satılmayan tüm malların onarımı, yeniden kullanımı veya geri dönüşümü için merkezi konumlara geri gönderilmesi için dağıtım sistemlerini tersine kullandıkları yöntemdir. Tersine lojistik, üreticiler ürün arızaları hakkında geri bildirim aldıkça yeniden tasarımda daha etkin çözümler bulabilmektedirler.



n) Ürün Yerine Hizmet Satışı

Çoğu fotokopi makinesi, bazı bilgisayarlar ve elektrikli ev eşyaları satılmak yerine müşterilere kiralanmaktadır. Sonuç olarak, üreticinin daha kaliteli, daha uzun ömürlü ürünler üretme konusunda bir çıkarı söz konusu olmaktadır. Böylece kullanıcılar daha az malzeme kullanmaktadırlar.

o) Sadelik Hareketi

Daha yüksek yaşam kalitesi karşılığında materyalizmin etkisini azaltmayı amaçlayan ve hızla büyüyen bir harekettir. ABD’de kariyer odaklı yaşam tarzlarından ziyade, aile hobileri ve kişisel gelişim için daha fazla zaman harcayarak daha basit yaşamak için ipuçları veren 40’tan fazla dergi bulunmaktadır.

5. Sonuç

Bugün yürürlükte olan atık yönetim sistemleri, modern uygarlığımızın gelişmesinde çok önemli roller oynamıştır. Zaman içerisinde, depolama sahası, kompostlaştırma, geri dönüşüm ve ileri arıtma yöntemleri gibi yenilikler de uygulanmıştır. Ancak kaynakların sınırsız olmadığına anlaşılması ve atıkların çevre ve insan sağlığı üzerindeki etkilerin daha iyi anlaşılması sonucu, atık konusunda daha ciddi adımların atılması gereği ortaya çıkmıştır. Sıfır atık, gerçek bir sürdürülebilir atık yönetimi elde etmek için geliştirilmiş, yirmi birinci yüzyılın en bütünsel yeniliğidir.

Vizyoner bir atık yönetim sistemi olan sıfır atık, son yıllarda atık sorunları için alternatif bir çözüm olarak ortaya çıkmıştır. Dünya üzerinde birçok şehir, atık yönetimi stratejilerinin bir parçası olarak sıfır atık hedeflerini benimsemiştir. Sıfır atık kavramı, sürdürülebilir üretim ve tüketimi, optimum geri dönüşümü ve kaynak geri kazanımını teşvik ettiği ve toplu yakma ve atık depolama sahası ihtiyacını azalttığı için politika yapıcılar tarafından da

benimsenmiştir. Atık yönetim sistemlerindeki profesyoneller sıfır atık kavramını çeşitli şekillerde ele alarak uygulamaya çalışmaktadırlar. Bu uygulamalardan birçok sıfır atık trendi ve yaklaşımı ortaya çıkmıştır.

Günümüzde mühendislik, tasarım, tıp gibi neredeyse tüm alanlarda farklı sıfır atık yöntemleri uygulanmaktadır. Temel sıfır atık felsefesi aynı kalmakla beraber, uygulaması farklı alanlara göre değişebilmektedir. Bu nedenle sıfır atık konsepti altında birçok yeni kavram da gelişmeye başlamıştır. Sıfır atık topluluğu, sıfır atık şehri, sıfır atık yaşamı, sıfır atık kampüsü, sıfır atık hastanesi, sıfır atık semti, sıfır atık havaalanı gibi birçok uygulama, günümüzde sıkça kullanılan sıfır atık uygulamaları olmuştur. Bu yaklaşımlar sayesinde, dünya üzerindeki madde akışları önemli ölçüde azalabilecek bu da satın aldığımız ürünlerin ve oluşturduğumuz atıkların azaltılmasını sağlayacaktır. Bu trendlerin her biri, sıfır atık gibi birleştirici bir konseptin veya markanın gücünün ispatıdır.

Sıfır atık, yirmi birinci yüzyılda atık sorunlarının üstesinden gelmek için geliştirilen bütünsel bir yaklaşımdır. Sıfır atık, toplumu, iş dünyasını, şehirleri, çevreyi, yaşamları ve ekonomiyi kurtarabilecek ve yenilikçi atımlara yönlendirebilecek olağanüstü bir konsepttir. Sıfır Atık yaklaşımı ile insanlar ve sistemler arasında tamamen yeni bir ilişki öngörülmektedir. Bu ilişki, dünya gezegeni üzerindeki etkimizi önemli ölçüde azaltabilecek ve insanlar için daha fazla güvenlik ve refah vadeden tek ilişkidir.

Kaynakça

1. Barnes, D., Galgani, F., Thompson, R., Barlaz, M., 2009. Accumulation and fragmentation of plastic debris in global environments. *Philos. Trans. R. Soc., B* 364 (1526), 1985–1998.
2. Bohne, R. A., Brattebø, H., & Bergsdal, H. (2008). Dynamic Eco-Efficiency Projections for Construction and Demolition Waste Recycling Strategies at the City Level. *Journal of Industrial Ecology*, 12(1), 52-68.
3. Brown, L., 2008. *Plan B 3.0: Mobilizing to Save Civilization*. W.W. Norton & Company, New York.
4. Danilov-Danilyan, V., Losev, K., Reyf, I., 2009. *Sustainable Development and the Limitation of Growth—Future Prospects for World Civilization*. Praxis Publishing, Chichester, UK.
5. EC 2015. *EU Action for the Circular Economy*. 02.12.2015. EUR-Lex - 52015DC0614
6. EPA (United States Environmental Protection Agency), 2011. *Municipal Solid Waste Generation, Recycling, and Disposal in the United States: Facts and Figures for 2010*. Retrieved from http://www.epa.gov/osw/nonhaz/municipal/pubs/msw_2010_rev_factsheet.pdf
7. Graedel, T., & Allenby, B. (2010). *Industrial Ecology and Sustainable Engineering* (p. 352). Upper Saddle River, NJ: Pearson.
8. McDonough, Braungart (2003) *Cradle to cradle: remaking the way we make things*. North Point Press, New York, p 208
9. Puckett, J., Byster, L., Westervelt, S., Gutierrez, R., Davis, S., Hussain, A., Dutta, M., 2002. *Exporting Harm: The High-Tech Trashing of Asia*. The Basel Action Network, Seattle.
10. Royte, E., 2005. *Garbage Land: On the Secret Trail of Trash*. Little, Brown and Company, New York.
11. Stretesky, P.; McKie, R. (2016). "A perspective on the historical analysis of race and treatment storage and disposal facilities in the United States" (PDF). *Environmental Research Letters*. 11 (3): 031001.
12. Zaman, A.U., 2015. A comprehensive review of the development of zero waste management: lessons learned and guidelines. *J. Clean. Prod.* 91, 12–25.





KATI ATIKLARIN KARAKTERİZASYONU VE ÖZELLİKLERİ

Prof. Dr. Osman A. ARIKAN

*İstanbul Teknik Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Bölümü
arikan@itu.edu.tr*

Dr. Hüseyin GÜVEN

*İstanbul Teknik Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Bölümü
guvenhu@itu.edu.tr*

1. Giriş

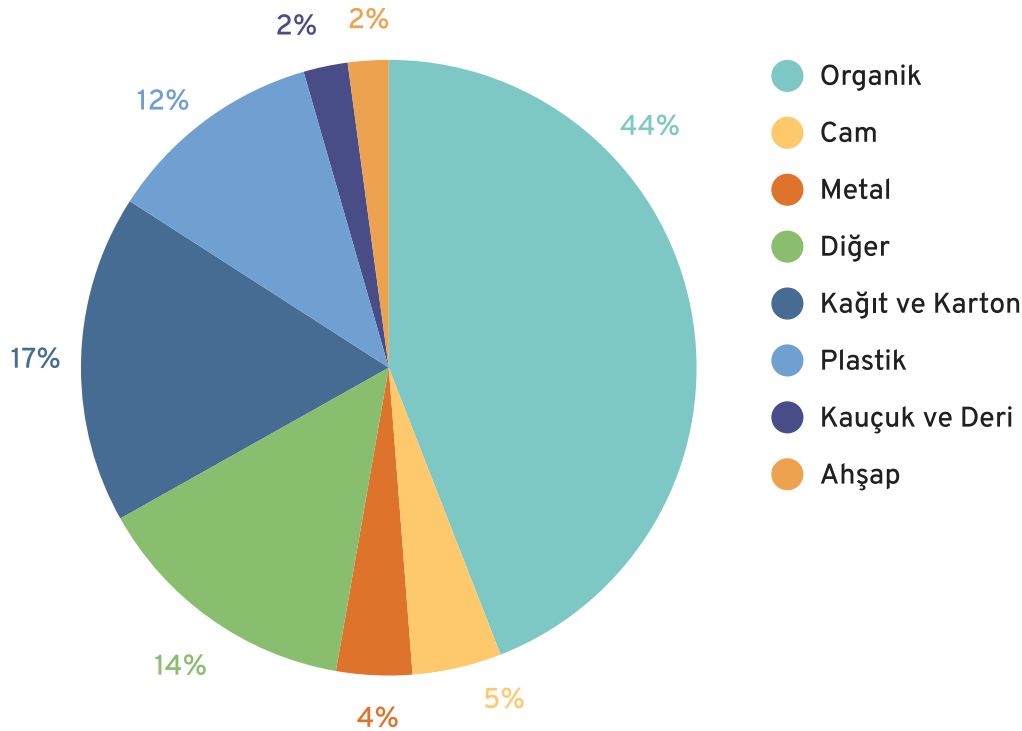
Katı atık miktar ve özelliklerinin belirlenmesinde, farklı katı atık tanımlarının sebep olduğu karışıklıklar sonucu oluşan uyumsuzluklar olabilmektedir. Katı atıkların türü, kaynağı ve hangi maddelerin katı atık olarak ele alınabileceği hakkındaki tanımlamalarda farklılıklarla karşılaşmaktadır. Bazı ülkelerde değişiklik göstermekle birlikte, kentsel katı atık (KKA) tanımını kapsamında genellikle aşağıdaki atık türleri yer almaktadır:

- Evlerden gelen atıklar
- Ticari ve kurumsal atıklar
- Eysel nitelikli endüstriyel atıklar
- Bahçe ve pazaryeri atıkları

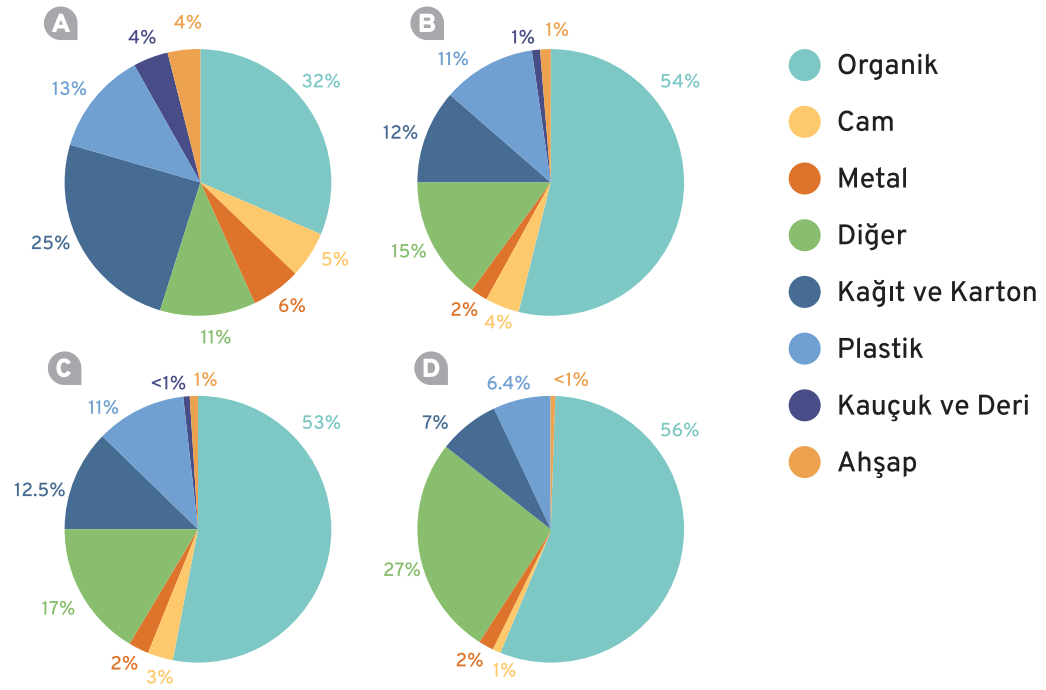
Atık karakterizasyonu (bileşimi), KKA'yı oluşturan farklı bileşenlerin (kategorilerin) oranlarını ifade etmektedir. Atık karakterizasyonu, atıkların oluştuğu noktalardan veya atık tesislerinden alınan atık numunelerinin önceden tanımlanmış bileşenlere ayrılarak tartılması ile belirlenir.

Dünyadaki ortalama KKA karakterizasyonu incelendiğinde; en büyük bileşenin % 44 ile organik atık (mutfak atığı ve bahçe atığı) olduğu görülmektedir (Şekil 1). Organik atığı sırasıyla kağıt ve karton (%17), diğer (%14) ve plastik (%12) atık bileşenleri takip etmektedir. Bunların dışındaki bileşenler %5 ve altında kalmaktadır. KKA'nın içindeki kuru geri dönüştürülebilir atıkların (kağıt ve karton, plastik, metal ve cam) oranı ise yaklaşık %38'dir (World Bank, 2018).

Atık oluşumunu ve bileşimini etkileyen en önemli faktörler, yerleşim yerinin coğrafik konumu, sosyo-ekonomik yapısı, ısınma kaynağı ve mevsimsel değişimlerdir (Öztürk, 2015). Ülkelerin kişi başına düşen gelir seviyesi atık miktarını ve bileşimini etkilemektedir (Şekil 2). Düşük ve orta gelir seviyesindeki ülkelerde organik madde miktarı, yüksek gelir seviyesindeki ülkelere oranla oldukça fazladır. Geri dönüştürülebilir bileşenler ise düşük gelir seviyesindeki ülkelerde oldukça düşük olup, yüksek gelir seviyesindeki ülkelere fazladır (World Bank, 2018).



Şekil 1. Dünyadaki ortalama KKA bileşimi (World Bank, 2018)



Şekil 2. Ülkelerin gelir seviyesine göre KKA bileşimi (a)Yüksek gelir seviyesi, b) Üst-orta gelir seviyesi, c) Düşük-orta gelir seviyesi, d) Düşük gelir seviyesi) (World Bank, 2018)

Karışık KKA gibi heterojen bir malzemenin bileşiminin ölçülmesi kolay bir iş olmasa da, atık yönetiminin planlanmasında ve atık tesislerinin projelendirilmesinde katı atık bileşenlerinin bilinmesi oldukça önemlidir.

2. Katı Atıkların Karakterizasyonu

Katı atıkların karakterizasyonu için yürütülecek numune alma çalışmaları, en kullanışlı ve doğru veriler en az maliyet ve gayretle sağlanacak şekilde planlanmalıdır. Bu tür numune alma çalışmalarının planlanmasındaki en önemli iki kriter, numune miktarı ve katı atıkların karakterize edilmesinde kullanılacak yöntemdir.

Numune alma şekli atık kompozisyonunun belirlenmesi çalışmalarında oldukça önemlidir. KKA karakterini istatistiki açıdan temsil edecek kadar yeterli miktarda ve sayıda numune alınmasını sağlayacak bir metodoloji kullanılmalıdır. Halihazırda atık karakterizasyonu çalışmalarında genel olarak kullanılan en yaygın standart, American Society for Testing and Materials (ASTM) tarafından geliştirilen “İşlem Görmemiş KKA'nın Kompozisyonunun Belirlenmesinde Kullanılan Standart Test”tir (ASTM, 2016). Bu standart, atık karakterizasyon çalışmaları yürütülürken uygulanacak prosedürleri ve numune sayısının belirlenmesi amacıyla kullanılan istatistiki yöntemi

tanımlamaktadır. Sonuçların güvenilir düzeyde olması için gerekli numune sayısı, numunenin bileşenlerine ve istenen doğruluk seviyesine bağlıdır. Bu metotta atık karakterizasyonu için sınıflandırılması gereken atık miktarı yaklaşık 100 kg olarak önerilmektedir. Ayrıca atık kompozisyonu hakkında istatistiki sonuçlara varılabilmek için kaç tane 100 kg'lık atık numunesinin yeterli olacağı belirlenmelidir.

ASTM tarafından temsil edici 100 kg'lık numunelerin hazırlanması için *dörde bölme* ve *karıştırma* işlemlerinin uygulanması önerilmektedir. Dörde bölme işlemi, bir toplama aracı dolusu atığın temiz asfalt vb. bir uygun alan boşaltılarak iyice karıştırılmasının ardından uygun bir şekilde dörde bölünmesi ile uygulanmaktadır. Bu işlemden sonra, bölünen parçaların her biri tekrar karıştırılıp ardından tekrar dörde bölünür. Bu *dörde bölme* ve *karıştırma* işlemleri numune miktarı yaklaşık 100 kg'a ininceye kadar tekrarlanır. Yüksek oranda doğruluğun sağlanabilmesi için fazla sayıda 100 kg'lık numune kullanılmalıdır. Örneğin, 50 adet 100 kg'lık numune kullanılırsa, atığın organik kısmının tahmininde % ± 5 ; kağıt, alüminyum ve demirli metalde % ± 15 , kartonda ise % ± 25 'lik standart sapma söz konusu olacaktır. Doğal olarak büyük hacimli bileşenlerin tahmin edilebilmesi için daha fazla numunenin analiz edilmesi gerekli olmaktadır.

Atık karakterizasyonunda numune miktarı ve numune sayısı belirlendikten sonra, atığın kaç kategoride (bileşen/madde grubu) sınıflandırılacağına karar verilmelidir. Bunun için çalışma sonuçlarının hangi amaçla kullanılacağı (geri dönüşüm/geri kazanımın artırılması, atık arıtma veya bertaraf tesisi planlaması vb.) bilinmelidir. Atık bileşenleri için genel olarak kullanılan ana atık bileşenleri Tablo 1'de verilmiştir. Son yıllarda yapılan çalışmalarda bu ana atık bileşenlerine ilave olarak tekstil, atık elektrik ve elektronik ekipman, evsel tehlikeli atık ve çocuk bezi de ayrı bir bileşen olarak dikkate alınmaktadır. Ayrıca çalışmanın amacına göre gerektiği durumlarda alt-bileşenlere (renkli/renksiz cam, plastik poşet/PET, alüminyum/demirli metaller, kağıt/karton vb.) de sınıflandırma yapılarak daha detaylı bir karakterizasyon çalışması yapmak mümkündür.

Sınıflandırmanın ardından, numuneler tartılır ve sonuçlar kaydedilir. Tartım sonuçlarına göre bileşenlerin oranı yüzde (%) olarak verilir. Sonrasında eğer planlanmışsa detaylı analizler için daha az miktarda bir numune (yaklaşık 2-3 kg) laboratuvara gönderilir. Laboratuvarda ihtiyaca göre atıkların fiziksel, kimyasal veya biyolojik özellikleri belirlenir.

Tablo 1. Katı atık ana bileşenleri (madde grupları)

Atık Bileşeni	Açıklama
Organik atıklar	Yemek artıkları, sebze, meyve, ekmeke, bahçe atıkları vb.
Cam	Cam şişe, cam bardak, kavanoz vb. her türlü cam
Metal	Metal meşrubat kapları, teneke kutu, metal çatal-kaşık-bıçak, demir, alüminyum vb. her türlü metal
Kağıt ve karton	Her türlü kağıt, gazete, dergi, defter, karton kutular
Plastik	Su ve plastik meşrubat kapları, plastik poşetler vb. tüm plastikler
Kauçuk ve deri	Ayakkabı, terlik, çanta vb.
Ahşap	Her türlü ahşap atıkları
Diğer	Yukarıdaki kategorilerin dışındaki malzemeler (kül, sokak süprüntüsü vb.)

Eğer sosyo-ekonomik yapı ve ısınma kaynağı vb. atık bileşimini etkileyen parametrelerde önemli bir değişiklik yoksa katı atık karakterizasyon çalışmaları birkaç yılda bir (2 ila 5 yılda bir) yapılabilir. Eğer söz konusu parametrelerde değişiklik varsa bu çalışmaların daha sık tekrarlanması uygun olacaktır. Ayrıca çalışmaların mevsimsel değişiklikleri ortaya koymak amacıyla yılda 4 defa (kış, ilkbahar, sonbahar ve yaz), bu mümkün değilse yılda 2 defa (kış ve yaz) yapılması önerilmektedir.

Madde grubu analiz çalışmaları, KKA yönetimi açısından temel araçlardır. Ancak, tutarlı bir prosedürün eksikliği ve bu tür çalışmalara yeterli bütçe ayrılmaması nedeniyle, elde edilen veriler çoğu zaman yetersiz ve düşük hassasiyette olmaktadır. Yetersiz miktarda numunenin incelenmesi yüzünden, numune alma işlemleri mevsimsel ve ekonomik değişimleri yansıtamamakta ve yerleşim yerlerindeki sosyo-ekonomik değişikliklerle uyumlu olarak bu tür çalışmalar tekrarlanmamaktadır. Elde edilen veriler planlama çalışmalarında kullanılacaksa, standart dışı yetersiz çalışmalar yürütülmesi hiç çalışma yapılmamasına göre daha yanıtıcı sonuçlara yol açabilir.

3. Katı Atıkların Özellikleri

3.1. Katı Atıkların Fiziksel Özellikleri

Heterojen bir yapıya sahip ve özellikleri zamana bağlı olarak değişim gösteren KKA'ların taşınması ve depolanması gibi işlemler sırasında sorunlar oluşabilmektedir. Bu yüzden, atığın fiziksel özellikleri belirlenmelidir. Bu amaçla kullanılan temel parametreler aşağıda listelenmiştir:

- Su Muhtevası
- Partikül Boyutu

- Yoğunluk
- Isıl (Kalorifik) Değer
- Mekanik Özellikler
- Aşındırıcılık

Su Muhtevası (Nem)

Su muhtevası atığın diğer fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini etkilemekte olup bu etkinin büyüklüğü atık bileşenlerine göre değişmektedir. Atığın üretilmesinden itibaren atık konteynerlerinde ve toplama araçlarında, atıktaki mevcut nem ve biyolojik ayrışmadan dolayı su muhtevası artmakta ve daha kuru olan diğer atık bileşenlerine de nem transferi olmaktadır. Bu nedenle atık bileşenlerinin su muhtevası genellikle başlangıç miktarına göre zamanla artmaktadır. Örneğin, kağıtların su muhtevası konteynerlerde ağırlıklarının % 7'si civarında artmakta, hatta atık toplama araçlarında bu artış ağırlıklarının % 20'sini geçebilmektedir. Su muhtevası atıklar için kompostlaştırma, yakma gibi teknolojilerin kullanılması durumunda oldukça kritiktir.

Su muhtevası aşağıdaki eşitlikle hesaplanmaktadır.

$$M = \frac{w - d}{w} \times 100 \quad (1)$$

Burada,

- M : su muhtevasını, ıslak ağırlık bazında, %
w : numunenin başlangıçtaki ıslak ağırlığını, g
d : numunenin kurutma sonrası ağırlığını, g

ifade etmektedir.

Su muhtevasını belirlemek için atık numuneleri etüvde 77°C'de 24 saat bekletilerek kurutulur. Daha yüksek sıcaklıklar, uçucu maddelerin buharlaşmasını ve bazı plastiklerin erimesini önlemek amacıyla tercih edilmektedir.

Katı atık bileşenlerinin su muhtevaları Tablo 2'de görüldüğü gibi oldukça değişkendir. Yağmurlu mevsimler sırasında su muhtevaları yağıştan dolayı artabilmektedir. Bir katı atık toplama aracında atıklar arasında nem transferi gerçekleşirse, birçok katı atık bileşeninin su muhtevası da değişmektedir. Özellikle kağıt atıklar sıvı atıkları emdiği için nem içerikleri oldukça artmaktadır.

Tablo 2. Sıkıştırılmamış katı atık bileşenlerinin su muhtevası (Vesilind ve diğ., 2011)

Bileşen	Su muhtevası (%)	
	Değer Aralığı	Ortalama Değer
Alüminyum kutular	2 - 4	3
Karton	4 - 8	5
Organik (mutfak) atıklar	50 - 80	70
Cam	1 - 4	2
Deri	8 - 12	10
Kağıt	4 - 10	6
Plastik	1 - 4	2
Kauçuk	1 - 4	2
Metal içecek kutuları	2 - 4	3
Tekstil	6 - 15	10
Ahşap	15 - 40	20
Bahçe atıkları	30 - 80	60

Partikül Boyutu

Çeşitli boyutlardaki partikül karışımlarının analitik olarak tanımlanması oldukça zordur. Bu atıklar düzgün şekilli değilse, problem daha da artmaktadır. Partikül boyutu analizleri açısından KKA en zor malzemelerden birisidir. Bununla birlikte birçok KKA işleme teknolojisi partikül boyutunun doğru belirlenmesi esasına dayanmaktadır.

Karışık partiküllerin tanımlanması için tek bir değer kullanılması doğru olmamaktadır. Bu doğrultuda en uygun yöntem, partikül dağılımını veren eğrinin çizilmesi ile partikül boyutlarının belirlenmesidir.

KKA'nın yapısı gereği partikül boyutunun belirlenmesi oldukça zordur. Elekler sadece iki ebatla boyutu belirleyebilmektedir. Böylece bir kısım atık elekten geçebilmekte ama boyutunun tam olarak tanımlanabilmesi zor olmaktadır.

Yoğunluk

KKA'lar, üzerine uygulanan basınca bağlı olarak değişen yoğunluğa sahiptir. Sıkıştırılmamış katı atıkların yoğunlukları 90-150 kg/m³ iken, atık konteynerinde yoğunluk 180 kg/m³'e yükselir. Katı atık toplama araçlarında ise sıkıştırma sonucu katı atığın yoğunluğu 350-420 kg/m³ arasındadır. Bu katı atıklar düzenli depolama alanında kompaktörle sıkıştırıldığında yoğunluk 700-1000 kg/m³'e kadar çıkabilmektedir.

Isıl Değer

Atıklardan enerji geri kazanımının hedeflendiği durumlarda, KKA ısı değerleri de önemli olmaktadır. KKA'ların ısı değerinin çeşitli yakıtlar ile karşılaştırılması Tablo 3'te verilmektedir. Bu tabloda kömür ve atıktan türetilmiş yakıt (ATY) için verilen ısı değerlerin karşılaştırılması sonucu ATY'nin kömür yerine kullanılabilirliği görülmektedir.

Isıl değer SI metrik sistemine göre kJ/kg cinsinden ifade edilir. Katı atıklar ve diğer heterojen maddelerin ısı değerleri genellikle kalorimetre ile ölçülmektedir. Kalorimetre; numunenin yakılması sonucu ısı artışının izlenmesi esasına dayanan bir yöntemdir. Numunenin kütesinin yanması sonucu oluşan ısı bilindiğinde ısı değer kJ/kg cinsinden hesaplanır. Bu birim, 1 kg suyun sıcaklığını 1°C artırmak için gereken ısıya karşı gelir.

Katı atıklar organik maddeler, inorganik maddeler ve sudan (nem) oluşmaktadır. Isıl değer, genellikle numune ağırlığının inorganik maddeleri ve nemi içerdiği üç bileşenin tümü cinsinden (kJ/kg) ifade edilir. Fakat bazen ısı değer nem olmadan kuru ağırlık olarak ifade edilir ve su bileşeni paydadan çıkarılır. Bunun yanında ısı değer, inorganik maddeleri ve nemi içermeyecek şekilde sadece organik kısım için de hesaplanabilir. Tablo 4'te görüldüğü gibi, katı atığın birçok bileşeni için ısı değerler farklılık göstermektedir.

Tablo 3. Çeşitli yakıt türlerinin ısı değerleri (Vesilind ve diğ., 2011)

Yakıt	Isıl Değer (kJ/kg)	Bileşim (% ağırlık)					
		S	H	C	N	O	Kül
Doğal gaz	54.750	-	23,5	75,2	1,22	-	-
Kalorifer yakıtı (No. 2)	45.000	0,3	12,5	87,2	0,02	-	-
Kömür, antrasit	29.500	0,77	3,7	79,4	0,9	3,0	11,2
Kömür, bitümlü	26.200	3,22	4,6	40,0	1,0	6,5	9,0
Kömür, linyit	19.200	0,4	2,5	32,3	0,4	10,5	4,2
Ahşap, sert	7.180*	-	-	-	-	-	-
Ahşap, yumuşak	7.950*	-	-	-	-	-	-
Parçalanmış KKA ^a	10.846	0,1	-	-	-	-	20,0
ATY ^b	15.962	0,2	-	37,1	0,8	-	22,6
ATY ^c	18.223	0,1	-	45,4	0,3	-	6,0
İşlenmemiş KKA	10.300	0,1	2,65	25,6	0,64	21,2	20,8
Kağıt	24.900	0,1	2,7	20,7	0,13	19,1	2,74

* Alt ısı değer, diğer bütün değerler üst ısı değer cinsinden verilmiştir.

^a Parçalanmış, hava ile kağıt/plastik ayrılmamış, demir giderilmiş, kurutulmamış

^b Parçalanmış, hava ile ayrılmış, kurutulmamış

^c Üsttekiyle (b ile) aynı, ancak boyutu 7,8 cm'lik elekten geçmeyecek büyüklükte

Kalorimetrik ısı değerlerinin kullanımında, üst ve alt ısı değerleri arasındaki farklılık oldukça önemlidir. Üst ısı değeri (ÜİD) toplam kalorimetrik enerji olarak da tanımlanırken, alt ısı değeri (AİD) net kalorimetrik enerjiyi ifade eder. Yakma tesislerinin tasarımında bu ayrım çok önemlidir.

Tablo 4. Bazı katı atık bileşenleri için ısı değerleri (Vesilind ve diğ., 2011)

Bileşen	Isı Değeri, kJ/kg		
	Orijinal	Nem içermeyen	Nem ve kül içermeyen
Karton	16.375	17.212	18.236
Organik (mutfak) atıklar	4.187	13.956	16.701
Dergiler	12.212	12.746	16.654
Gazeteler	18.561	19.724	20.027
Kağıt (karışık)	15.817	17.608	18.724
Plastik (karışık)	32.797	33.471	37.263
Yüksek yoğunluklu polietilen (YYPE)	43.496	43.496	43.961
Polistiren (PS)	38.146	38.146	38.146
Polivinil klorür (PVC)	22.679	22.725	23.213
Metal içecek kutuları	0	0	0
Bahçe atıkları	6.048	15.119	15.305

Mekanik Özellikler

KKA'nın basınç ve çekme gerilmeleri en önemli iki mekanik özelliğidir. Hacim azaltmanın sağlanabilmesi için gerekli basınç kuvveti atık yapısına bağlı olarak değişir. Önemli oranda hacim azaltmak için yapılan sıkıştırma işlemi yüksek miktarda enerji harcanmasını gerektirmektedir. Her bir katı atık bileşeninin çekme emniyet gerilmeleri farklıdır. Çekme mukavemeti elastisite modülüne bağlı olarak ifade edilebilir.

Bunların yanında atıkların depolanması söz konusu olduğunda atıkların mekanik özellikleri oldukça önemlidir. Şev açısı, atığın kaymadan istiflendiği en büyük şevin yatayla yaptığı açıyı göstermektedir. Örneğin; kumun su muhtevasına bağlı olarak şev açısı 35°'dir. Yoğunluk, su muhtevası ve partikül boyutuna bağlı olarak parçalanmış katı atıkların şev açısı 45° ile 90° arasındaki değerleri alabilmektedir.

Aşındırıcılık

Katı atıklar aşındırıcı özelliğe sahip birçok madde (kum, cam, metal, taş vb.) içermektedir. Bu aşındırıcı maddelerin, atık işleme üniteleri öncesinde uzaklaştırılması gereklidir. Bu tür bir ön işlem söz konusu ünitelerdeki mekanik ekipmanların yıpranmasını önler ve faydalı kullanım ömürlerinin uzamasını sağlar.

3.2. Katı Atıkların Kimyasal Bileşimi

Enerji ve/veya madde geri kazanılmasının fizibilitesi ısı değerinin yanında atığın kimyasal bileşimine bağlıdır. Atıklar için kimyasal bileşimin belirlenmesinde kullanılan iki yöntem yaklaşık analiz ve elementel analizdir. Her iki yöntem de, başta kömür olmak üzere katı yakıtlar için geliştirilmiştir. Yaklaşık analizde yakıt içerisindeki uçucu organik ve sabit karbon miktarları, elementel analizde ise karbon, hidrojen, oksijen, azot ve kükürt belirlenir. Her iki yöntem için ABD için yayınlanan veriler Tablo 5'te görülmektedir. Atıkların heterojen yapıları ile coğrafya ve zamana bağlı değişim gösterebilmeleri sebebiyle, tablodaki veriler tasarım amacıyla kullanmak açısından kısıtlı olabilir. Belirli atıklar için doğru bilgiler sadece uygun numune alma ve analiz süreci sonunda elde edilebilir.

Tablo 5. KKA'nın yaklaşık ve elementel kimyasal analizleri (ABD) (Vesilind ve diğ., 2011)

Yaklaşık analiz (yüzde ağırlık)		Elementel analiz (yüzde ağırlık)	
Su muhtevası	15 - 35	Su muhtevası	15 - 35
Uçucu madde	50 - 60	Karbon	15 - 30
Sabit karbon	3 - 9	Hidrojen	2 - 5
Yanamayan madde	15 - 25	Oksijen	12 - 24
Üst ısı değer, kJ/kg	7.000 - 14.000	Azot	0,2 - 1,0
		Kükürt	0,02 - 0,1
		Yanamayan madde	15 - 25

3.3. Biyolojik Ayrışabilirlik

Tipik KKA bileşenlerinin organik madde içerikleri Tablo 6'da verilmiştir. KKA'nın biyolojik olarak ayrışabilirliği organik atık oranının yüksek olduğu az gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde yüksektir. Bu tip atıklara kompostlaştırma ve biyometanizasyon vb. biyolojik arıtma uygulanabilir. Genel bir kriter olarak KKA'nın içerdiği uçucu katı maddenin (UKM) azami %65'inin ideal şartlarda ve yeterli süre sonunda biyolojik olarak ayrıştırılabildiği, ancak pratikte 60 günü aşmayan sürelerde UKM'nin yaklaşık %50'sinin ayrıştırılabileceği kabul edilir.

Tablo 6. KKA bileşenlerinin biyolojik olarak ayrışabilirlikleri (Vesilind ve diğ., 2011)

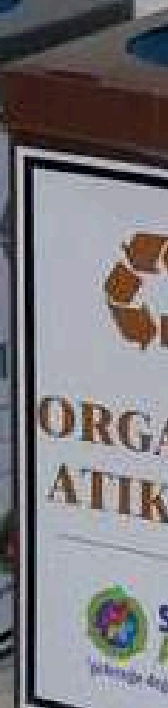
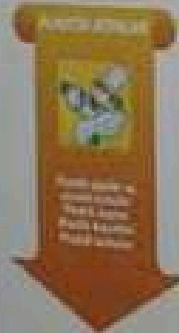
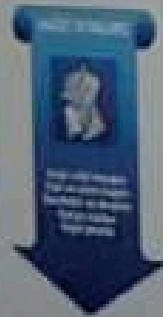
Bileşen	Biyolojik ayrışabilirlik yüzdesi
Kağıt ve Karton	0,50
Cam	0
Demirli metaller	0
Alüminyum	0
Diğer demirsiz metaller	0
Plastik	0
Kauçuk ve deri	0,5
Tekstil	0,5
Ahşap	0,7
Organik (mutfak) atıklar	0,82
Bahçe atıkları	0,72

Kaynakça

1. ASTM. American Society for Testing and Materials, Standard Test Method for Determination of the Composition of Unprocessed Municipal Solid Waste, ASTM D5231-92/Reapproved 2016.
2. Öztürk, İ. *Katı Atık Yönetimi ve AB Uyumlu Uygulamaları*, İSTAÇ A.Ş. Teknik Kitaplar Serisi-2, 3.Baskı, 2015.
3. Vesilind, P.A., Worrel, W., Reinhart, D. *Solid Waste Engineering*, Brooks/Cole, 2nd edition, 2011.
4. World Bank. *What a Waste 2.0: A global Snapshot of Solid Waste Management to 2050*, Urban Development Series, Washington, DC, 2018.



SIFIR ATIK





ORGANİK ATIKLAR



Haç kabuğu
Ekmek kalıntıları
Sebzeler
Yapraklar

ATIK PİLLER



Telefon Bataryası
Kulak Pili
Saat Pili
Tepneli Batarya

**GERİ DÖNÜŞMEYEN
EVSEL ATIKLAR**



Islak mendil
Isımarık Çiğnek
Porcelen tabak
Sopranlar



ORGANİK
ATIKLAR



ATIK
PİLLER



DİĞER
ATIKLAR

ATIK YÖNETİMİ VE SIFIR ATIK

Doç. Dr. Mehmet Fatih DİLEKOĞLU

Harran Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü
dilekoglu@harran.edu.tr

1. Giriş

Günümüzde toplumlar atık üretimindeki artış nedeni ile çevre ve sağlık tehdidi altındadırlar. Atık bertarafında alışlagelmiş uygulama olan düzenli depolama sahaları hem işletim problemleri hem de halkın tepkisi nedeni ile çoğu zaman sıkıntı kaynağıdır. Bu bağlamda çeşitli devletlerin kendi kültürel alışkanlıkları ve toplumsal talepleri nazarı dikkate alarak uyguladıkları atık bertaraf metotları ile bu düzenli depolama alanlarının sayısını azaltmaya yönelik girişimleri vardır. Ülkemizde uygulamaya konulan sıfır atık projesi buna örnek olarak verilebilir. Bu sayede düzenli depolama sahalarına gidecek olan atık miktarının oldukça yüksek oranda azaltılması hedeflenmiştir.

Evsel atıklar bazı ülkelerde organik gübre üretimi için kompost veya biyogaz üretimi için kullanılmakla beraber ağır sanayileşmiş ülkelerde yakılmak suretiyle enerji kaynağı olarak kullanılabilirler (Hall and Scrase 1998). Elbette ki bu atık kompozisyonu ile yakından ilgilidir. Atık muhtevastındaki yanma değeri düşük maddelerin miktarı yakıt verimini de etkilemektedir. Kompostlama ise organik muhtevası yüksek atıklar için uygun bir bertaraf tekniği olarak uygulanmaktadır.

Bu bölüm sıfır atık hedefleri için entegre atık yönetim stratejileri hakkında fikir vermek için hazırlanmıştır.

Atık Yönetimi'nin Kısa Tarihçesi

Ülkemizde atık yönetiminin en eski ve bilinen uygulaması çiftçilerin hayvan dışkılarını gübre gibi kullanması ve tezek olarak yakması olarak karşımıza çıkmaktadır. Hem üretim az ve pahalı hem de hammadde yetersiz olduğundan ülkemiz gibi sanayisi geç başlayan toplumlarda geri dönüşüm ve yeniden kullanım uygulamaları kaçınılmazdır. Mesela margarin tenekelerinin saksı olarak kullanımı, plastik kapların saklama kabı olarak değerlendirilmesi bu hususlara çarpıcı örneklerdir. Ayrıca geleneklerimiz ve inancımızın genlerimize işlediği israfın haram olması inancı bizleri bu konuda daha da hassas yapmıştır. Yine aile içinde kardeşlerin ve kuzenlerin birbirinin kıyafetlerini giymesi oldukça yaygın bir yeniden kullanım örneğidir. Nitekim sokak sokak ve köy köy gezen eskicilerin “es-kiciii” nidaları hepimizin kulağındadır.

19. yüzyılda sanayi devrimi ile beraber artan şehirleşme ile görüldü ki, köy yaşamlarında çevre temizliğine önem veren insanların şehirlerdeki umursamaz tavırları şehirlerdeki çöplerin toplanmasını yerel yönetimlerin en önemli sorunlarından biri yapmıştır. Özellikle üretimin ucuzlamaya başlaması ile kullan at dönemine geçişle beraber kent merkezlerindeki çöp kutuları daha hızlı dolmaya başladı. Zaman içerisinde kent merkezlerine yakın vahşi çöp depolama tesislerinin yetersizliği, koku, patlama ve sızıntı suyu ile yeraltı sularının kirlenmesi gibi yeni problemler oluşmaya başlaması düzenli depolama tesislerinin oluşturulması uygulamasını doğurdu. Düzenli depolama tesisleri seçim kriterleri olan ve teknik yapılarla donatılmış çöp depolama tesisleridir.

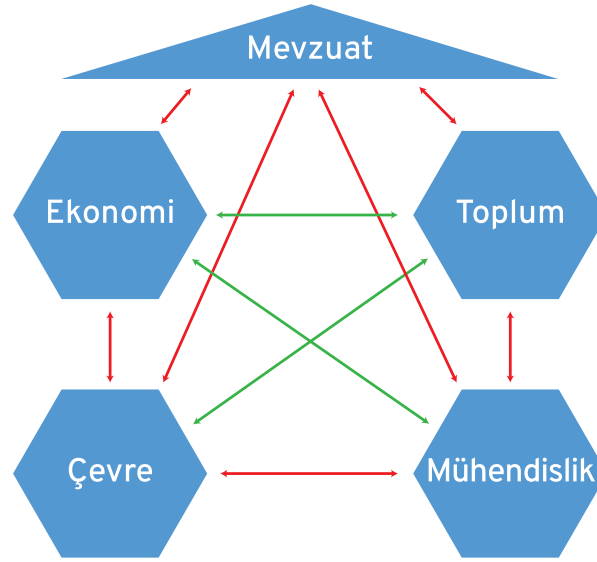
Elbette ki toplumlar gelişmeye ve nüfus artmaya devam ettiğinden düzenli depolama tesisleri de hızla dolmakta ve yeni yerlere ihtiyaç duyulmakta idi. Bunun yanısıra tıbbi atıklar, tehlikeli atıklar gibi atıklar da artmış bunlar için de bertaraf arayışları ve uygulamaları gündeme gelmişti.

Yukarda bahsedilen problemler zinciri atık yönetimi ve sıfır atık kavramının ehemmiyeti hakkında ufukumuzun açılmasına ışık tutmaktadır.

2. Sıfır Atık Hedeflerine Ulaşmak İçin Atık Yönetimine Entegre Bakış

Toplum, ekonomi, çevre, sağlık ve yasal zorunlulukların yanı sıra mühendislik faktörleri de atık yönetim sürecini oldukça zorlaştırmaktadır. Tüm bu faktörler atık yönetiminde fonksiyonellikleri sebebi ile birbirleri ile iç içedirler (Nemerow et al. 2009). Şekil 1'de bu ilişkinin karmaşıklığı

görülmektedir. Bu etkileşimin mutlak surette ortak paydada buluşması ile ancak sıfır atık hedefine ulaşılabilecek bir entegre atık yönetimi oluşturulabilecektir. Bunun zorluğu ise oldukça açıktır.



Şekil 1. Atık yönetimde farklı faktörlerin birbirleri ile münasebeti

Atık yönetiminin gerekliliği çevre ve toplum sağlığını korumak için gıda ve su tedarik etmek kadar önemlidir. Atık üreticisi olan kent sakinleri atık yönetimi konusunda yetkililerce sağlanacak bir otoriteye ihtiyaç duyarlar. Toplumun bu ihtiyacı, iyi bir atık yönetimi hizmeti için ekonomik analizin yanı sıra çevresel etkilerin de göz önünde bulundurulacağı mühendislik planlamasının yapılmasını gerektirir. Etkin bir atık yönetim sistemini oluşturmak geliştirmekte olan toplumlarda mevzuatla desteklenmezse ve ilgili yasa ve yönetmelikler anlaşılır olmazsa uygulanamayacaktır. Bu nedenle, uygun bir atık yönetim sistemi kurmak için yasa koyuculardan destek almak şarttır.

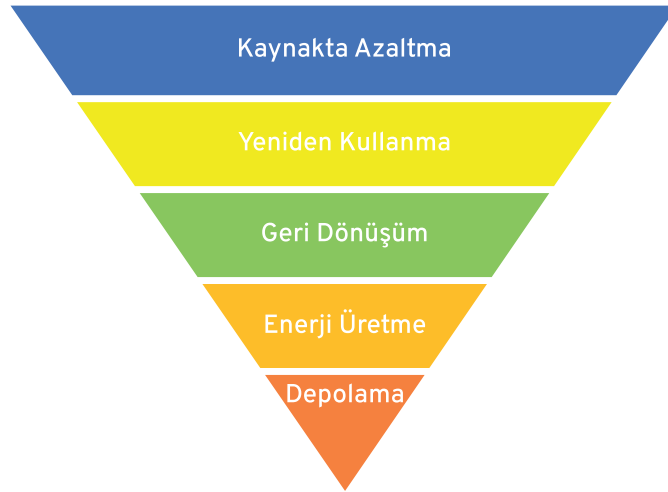
3. Atık Yönetiminde Strateji Oluşturma

Bir atık yönetimi oluştururken planlama yapmak yani strateji geliştirmek elzemdir. Plan ve strateji bir yönetim sisteminin amaçlarını ve hedeflerini belirler ve sistemin işleyiş akım şemasını oluşturur. Böylece atık yönetimindeki tüm paydaşlar sınırlarını ve sorumluluklarını bilirler.

Bazı devletler, EPA (Çevre Koruma Ajansı) tarafından tanımlanan dört yöntem de dâhil olmak üzere, atık yönetimi hedeflerine ulaşmak için hangi tür teknikleri, teknolojileri ve yönetim programlarını kullanmaları gerektiğini seçmek için bir süreç benimsemiştir: Kaynakta azaltma, geri dönüşüm

ve kompostlama, yanma ve düzenli depolama. Çoğu kentler her birinin çevresel etkilerini dikkate alarak tercih sırasına göre bu seçeneklere öncelik verir. Örneğin Kaliforniya, kaynak azaltmayı tercih eden, ardından geri dönüşüm ve kompostlama, atık dönüşümü ve çöp depolama ile takip eden hiyerarşik bir süreç seçmiştir. Yanma, bu durumda bir seçenek olarak atık dönüşümü ile değiştirilmiştir, ancak süreç hala geri dönüşümün ancak maksimum kaynak azaltma miktarı sağlandıktan sonra dikkate alınmasını gerektirmektedir (Tchobanoglous and Kreith 2002, 1.8).

En revaçtaki strateji, belediyelere atıklarını nasıl yönetecekleri konusunda rehberlik etmek amacıyla kurulan atık yönetimi hiyerarşisidir. Şekil 2, Avrupa Birliği'nde (AB) atıklar üzerinde kurulan atık yönetimi hiyerarşisini, yani belediyelerde atıkların bertarafı için yasal bir çerçeveyi göstermektedir (2008/98/EC).



Şekil 2. Atık yönetim stratejilerinde farklı adımlar

Bu adımların en tepesindeki hedef atık miktarını azaltmaktır. Tüketim alışkanlıkları, depozitolu satışlar, daha az malzemelerin kullanılabilirdiği ambalajlar gibi yöntemlerle bu hedefe ulaşılabilir. İkinci sırada yer alan hedefimiz yeniden kullanımdır. Özellikle ikinci el satış yerlerinin oluşturulması ve özendirilmesi, bozulan eşyanın tamiri ile ömrünün uzatılması gibi yöntemlerin teşviki ile yeniden kullanım hedeflerine ulaşmak mümkündür. Geri dönüşüm özellikle hammadde tedarikini azaltmada ve üretimde harcanan enerji miktarını azaltmada son derece önemli bir adımdır. Bu saydığımız üç adım ünlü “Reduce-Reuse-Recycle” olarak bilinmektedir. Bu adımlar kaynak tüketimini azaltmakla kalmıyor aynı zamanda enerji tüketiminin azaltılmasında da önemli rol oynamaktadır. Kaynakta azaltma, yeniden kullanım veya geri dönüşüm adımları eğer atık miktarını azaltmaya yeterli gelmiyorsa bu durumda hiyerarşik adım atıkların enerji gibi değerli bir ürüne evrilmesini söyler. Enerji dönüşümü

için ya doğrudan yakılarak enerji üretme veya organik atıklardan metan/ biyogaz gibi gazlar elde edilmesi yollarından biri tercih edilebilir. Bu hiyerarşi piramidindeki en düşük rütbe depolama işlemindedir. Yani mümkün olduğunca bu işlemden uzak durmak lazımdır. Bu piramitte ifade edilen mertebeler atık yönetimi tercihindeki ağırlıklandırma için verilecek puanlamanın yüksekte aşağı doğru sıralaması içindir. Böylece en iyi puanın kaynağa azaltmaya ve en düşük puanın ise depolama için verildiğine dikkat edilmelidir. Bu olumlu yönlerine rağmen, “Avrupa Atık Hiyerarşisine göre maddi dolaşımı örgütleyerek, tüketim oranını düşürmeye yönelik teşviklerin azaldığını” (Hultman and Corvellec 2012) ve sonuç olarak ilk sıraya ulaşmanın zor olacağını iddia eden bu hiyerarşi hakkında bazı eleştiriler vardır. Ancak, aynı zamanda, çöp depolamasını önlemek için oldukça başarılı çalışmaktadır.

Diğer bir strateji ise “genişletilmiş üretici sorumluluğu” dur. Üretici sorumluluğu, yaşam döngüleri boyunca ürünlerle ilişkili tüm maliyetlerin (kullanım ömrü bitimine kadar bertaraf maliyetleri dahil) ürünün piyasa fiyatına entegrasyonunu teşvik etmek için tasarlanmış bir stratejidir. Genişletilmiş üretici sorumluluğu, ürünlerin tüm yaşam döngüsü boyunca hesap verebilirliği getirmeyi amaçlamaktadır. Bu, ürünleri üreten ve ticaretini yapan firmaların, ürünlerden sadece imalat sırasında değil, kullanım ömürlerinden sonra da sorumlu olmaları gerektiği anlamına gelir.

Çevre kirlenmesi ile beraber gündeme gelen eski bir strateji ise “Kirlen-ten Öder” prensibidir. Yani çevreyi kirleten tarafın çevreye neden olduğu etki için ödeme yapması anlamına gelir. Atık yönetimi ile ilgili olarak, atıkların bertarafı için ödeme yapacak bir atık üreticisi gereklidir.

Atık yönetimi için uygulayacağımız strateji ile atıkların ne anlama geldiğini yeniden değerlendirme fırsatı olacaktır. Atık ne ifade etmektedir? Atıklar bir hammadde mi yoksa bertaraf edilmesi gereken gereksiz çöpler mi? Atıklardan yeni ürünler elde ederek yüksek katma değer sağlanabilir mi?

3.1. Atık Bertarafında Stratejik Planlama

Planlama, belirli bir projeyle ilgili faaliyetleri geliştirmek için yollar tanımlamaya çalışarak, işleri organize bir şekilde yapma girişimidir. Bir proje, belirli bir ihtiyaca verilen cevaptır ve bunlara ulaşmak için hedefler ve faaliyetler aracılığıyla belirlenir. Planlama, faaliyetleri önceliklere, aralarındaki mantıksal bağlantılara, mevcut kaynaklara ve zaman çizelgelerine göre düzenler. Bilinmeyen topraklarda güvenli bir şekilde seyahat etmek için bir harita gibidir.

Bununla birlikte, iyi seyahat edilen bir bölgeyi tanımlayan mükemmel araştırılmış haritaların aksine, topluluk sorunlarını çözmek için tasarlanan projeler kusurludur ve hedeflerinde kolayca başarısız olur, daha maliyet-

li sonuçlanır veya sert eleştirilere maruz kalır. Bu eksiklikleri hafifletmeye yardımcı olmak için, stratejik planlama, alternatifleri göz önünde bulundurmak, zayıflıkları ve riskleri incelemek, güçlü yönleri ve fırsatları dikkate almak için tasarlandığından dolayı ilginç bir araçtır. Bu sayede zihinler seçeneklere açıktır ve proje yola çıktıktan sonra gerekli değişikliklerle akmaya başlar. Stratejik planlama yaparken, her şey iki bakış açısıyla ele alınabilir. İki belirli bir duruma bakar ve dört soru sorar:

- ▶ Güçlü yönler nelerdir?
- ▶ Fırsatlar nelerdir?
- ▶ Riskler nelerdir?
- ▶ Zayıflıklar nelerdir?

Bu dört soru klasik SWOT analizine (güçlü yönler, zayıflıklar, fırsatlar ve tehditler) karşılık gelir.

İkinci bakış açısı kümesi, durumu duruşuyla ilişkili olarak inceler ve dört duruma mümkün olan en iyi şekilde bakar.

- ▶ Durumun yerlerde veya kalite, evrim ve gelişim için bilinen yöntemlerle nasıl ele alındığını açıklayan son teknoloji.
- ▶ Durum tersine çevrilebilir ve mükemmeye yakın duruma getirildiğinde ulaşılabilecek sınırları tanımlayan ideal veya teorik durum.
- ▶ Durumu olduğu gibi ve önceki zamanlarda olduğu gibi tanımlayan tarihsel durum. Bu, deneysel ve denetim yöntemleriyle yapılan gerçek gözlemlerle durumu inceleyen ölçülen ve gözlemlenen durumu içerir.
- ▶ Olası varyasyonlara nasıl tepki verdiğini incelemek için farklı simülasyon teknikleriyle durumu simülasyonlara ve problemlere tabi tutan modellenmiş durum.

Bu dört durum analizi burada DURUM analizi olarak adlandırılacaktır. Bu sekiz bakış açısı incelemesi, durumun analizini aydınlatır ve daha akılcıca proje formülasyonlarına izin verir. Bu sekiz bakış açısı incelemesi, stratejik planlamada kullanılabilecek bir bakış açısı ve analiz teknikleri ailesine aittir:

- ✓ SWOT analizi (Güçlü Yönler, Zayıf Yönler, Fırsatlar ve Tehditler)
- ✓ PEST analizi (Politik, Ekonomik, Sosyal ve Teknolojik analiz)
- ✓ STEER analizi (Sosyo-kültürel, Teknolojik, Ekonomik, Ekolojik ve Regüle edici faktörler)
- ✓ EPISTEL (Çevre, Politik, Bilgi, Sosyal, Teknolojik, Ekonomik ve Yasal).

Bu listenin son üç kümesi, burada önerilen DURUM analizine bir şekilde karşılık gelir.

Yerel yönetimler bu analizleri yaparak ortaya koyacakları atık yönetim planını uygulayabileceklerdir.

4. Atık Yönetiminde Yaşam Döngüsü Kavramı ve Sıfır Atık

Canlılar için kullanılan doğumdan ölüme olan süreç olarak isimlendirilen “Yaşam Döngüsü” terimi, ürünün canlı bir varlık olarak kabul edilmesi ile eşleştirildiği zaman, o ürünün bir doğumu, toplumda bir yaşam süresi ve sonra ölümü yani kullanılamaz hale gelip atılması süreci vardır.

Geçmişten günümüze mühendislik ve teknik gereksinimlerimiz olan her şeyi üretmeye odaklanmıştır. Ancak bu ürünlerin ölümü yani bertarafı konusunda çok kafa yormamıştır. Doğumdan ölüme olan “Yaşam Döngüsü” nde doğuma odaklanan insanlık son döngüyü yok sayarak, ürün yapımına giden doğal kaynakların sonsuz olmadığı ve dünya çapında bir atma zihniyetiyle ürünleri tüketme oranımızın sürdürülemez olduğu gerçeğini gözden kaçırmıştır. Ayrıca, çevreye giderek daha fazla atık ve kirlilik üreterek uzun vadeli ve hatta onarılamaz zararlar veriyoruz. İlaveten, ürünleri seri üretmek için verimsiz teknolojileri kullandığımızdan, giderek daha fazla kaynak harcıyor ve daha fazla kirlilik üretiliyor.

Yaşam döngüsü ilkeleri, ürünün nasıl üretildiği de dahil olmak üzere bir ürünün ortaya çıkmasındaki üç aşamasına da eşit olarak önem verir. Aslında bu ilkeler yeni değillerdir ve onlarca yıldır varlardı fakat yeni ürünleri ve daha verimli teknolojileri tasarlarken bu ilkeleri etkin olarak uygulamayı yeni yeni öğreniyoruz.

İşin gerçeği ekonomi birçok kararı gölgede bırakmaktadır. Sürdürülebilir bir çevrede yaşamak da bu kararların başında gelmektedir. Ticari faaliyetler kar amacıyla kurulmuştur ve çevre ile ilgili sorumlulukları yerine getirirken de karlılığı korumaları gerekmektedir. İş dünyasında çevre korumayı mevzuat gereği yerine getirmediğini bildiren firmalar az da olsa vardır. Ancak bunların da asıl amacı yine karlılığı artırmaktır. Toplumun çevre duyarlılığını kullanarak satışlarını artırmak asıl hedefleridir.

Bu düşünceden hareketle Yaşam Döngüsü ilkeleri günümüzde Yaşam Döngüsü maliyetlendirmesi veya YDM olarak bilinen maliyet hesabı olarak uygulanmaktadır. YDM, şirketlerin farklı çevre yönetim stratejileri ve teknoloji yatırımlarının fizibilitesini yapmak ve mukayese etmek için uygulanmaktadır. Yani üretilecek ürünün tasarımını değiştirmeden -ki çevre açısından belki de yapılması gerektirir- YDM ile çevresel gerekliliklerin karşılanmasında önleyici veya azaltıcı teknolojiler arasında maliyet analizleri yaparak etkili bir şekilde uygulanmaktadır.

Mesela bir çimento fabrikasını ele alalım. Çimento üretiminde kullanılan iki teknoloji normal atmosferik fırınlar ile elektrikli fırınlardır. Atmosferik konvansiyonel fırınlar önemli miktarda hava kirlenmesine se-

bep olurlar ve tabii ki çevresel zorunlulukları sağlamak için pahalı arıtım teknolojilerine ihtiyaç duyarlar. Bu sebeple kirli teknoloji olarak adlandırılabilir. Elektrikli fırınlar ise son derece temiz teknolojilerdir ancak ilk yatırım maliyetleri çok yüksektir. Yapılacak olan bir YDM analizi ile tesisin ömrü boyunca maliyetlerinin mukayesesi yapılacaktır. İlk yatırım maliyeti, enerji sarfiyatı, verimlilik, çevresel yatırım maliyetlerinin varlığı ve ortadan kalkması ile oluşan maliyet ve tasarruf vb. tüm maliyetler ve tasarruflar karşılaştırılarak nihai olarak hangisinin en uygun yatırım seçeneği olacağı belirlenebilir. Elbette ki her iki teknolojiyle de hava kirliliği ile ilgili yasal gereklilikleri karşılayabiliriz, ancak bunlardan yalnızca biri yatırımcının ekonomik gücüne ve şirketin uzun vadeli hesaplarına ve çevre yönetimi ile ilgili uzun vadeli risklerin azaltılmasına dayanan finansal açıdan çekici olması ihtimal dahilindedir.

Yaşam Döngüsü maliyetleri (YDM) araçlarının kirlilik ve atık yönetimi stratejileri ile ortak uygulanması Atık Yönetim stratejilerinin belirlenmesinde son derece etkili olacaktır.

5. Atık Yönetiminde Kaynakta Azaltma Stratejisinin Uygulanması İçin Öneriler

Ülkemizde sıfır atık politikasının başarıya ulaşmasında en önemli paydaş olan hane halkının bu stratejiye çekilebilmesidir. Bu son derece elzem olan halkın katılımını sağlamak sadece eğitim ile elde edilmesi mümkün değildir. Özellikle gelir seviyesi az olan toplumların eğitim ile alışkanlıkları değiştirmek uzun zaman gerektirir. Sıfır atık hedefleri ise o kadar uzun zaman bekleyemeyecek kadar değerlidir. Peki çözüm nedir? Nasıl kaynakta azaltma sağlanabilir?

Gelir seviyesi az olan toplumlarda ödül sistemi son derece etkili bir metottur. Ancak kaynakta atık azaltma için verilen ödüller tabiatı ile çok yüksek değildir. Dolayısıyla ödül sistemi dahi burada başarıyla akim kalmaktadır. O halde devreye atık yönetiminin baş aktörü olan belediyeler girmelidir. Belediyeler bunu çözebilir. Toplumlara atık ayırma konusunda sağlanacak kolaylıklar beraberinde başarıyı getirecektir. Bunun sağlamanın yolu hane halkını yormadan kapısının önünden ayırdığı atıkları toplamak ve ödeme yapmaktır.

Kaynakça

1. 2008/98/EC. Council Directive (EC) 2008/98/EC of 19 November 2008 on waste and repealing certain directives. Official Journal of the European Union, L321/3, 22 November.
2. Hall, D. O. and J. I. Scrase. 1998. Will biomass be the environmentally friendly fuel of the future? *Biomass and Bioenergy* 15(4/5):357-367.
3. Nemerow, N. L., F. J. Agardy, and J. A. Salvato. 2009. *Environmental Engineering: Environmental Health and Safety for Municipal Infrastructure, Land Use and Planning, and Industry*. Vol. 3. New York: Wiley.
4. Hultman, J. and H. Corvellec. 2012. The European Waste Hierarchy: From the sociomateriality of waste to a politics of consumption. *Environment and Planning A* 44(10):2413.
5. Tchobanoglous, George, and Frank Kreith. 2002. *Handbook of Solid Waste Management*, 2nd ed. New York: McGraw-Hill.



ANGAZI

KA
ARAC USTU
www.kar
Tel: 0312 287 27
Fax: 0312 287 48



ORHANGAZI ÜLKE OKULLARI

2020 - 2021
Eğitim Öğretim Yılı
Başlamıştır

CAMLIÇA KÖLESİ
ORTAOKUL
ANADOLU LİSESİ

"Temiz Bir Türkiye için"



T.C. ÇEVRE, ŞEHİRCİLİK VE
İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ BAKANLIĞI

RBA
EKİPMANLARI
www.rba.com.tr
ANKARA

45

SEZBU

ATIK ÖNLEME VE AZALTIMI

Prof. Dr. Mehmet Sinan BİLGİLİ

Yıldız Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü
e-posta: mbilgili@yildiz.edu.tr

Doç. Dr. Ebru AKKAYA

Yıldız Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü

Prof. Dr. Ahmet DEMİR

Yıldız Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü

1. Giriş

Nüfus artışı, sanayileşme ve endüstriyel gelişmelerle beraber oluşan atık miktarı ve bileşenleri önemli oranda değişmektedir. Bununla birlikte, özellikle son yıllarda küresel ısınmanın etkilerinin hissedilir oranda artması, kaynakların sınırlı olduğu bilincinin oluşması ve farkındalıkların artmasına bağlı olarak, tüketim alışkanlıklarında ve atık yönetim sistemlerinde gelişmeler görülmektedir. Diğer taraftan, Covid-19 salgını ile beraber değişen tüketim alışkanlıkları ve değişen alışveriş şekli atık bileşenlerini önemli oranda etkilemiştir. Daha çok uzaktan alışveriş ile paketleme ve ambalaj atıkları ile birlikte eldiven, maske ve dezenfektan gibi kişisel koruyucu malzemelerin kullanımı da artmıştır.

Yaşam süresi, eğitim ve gelir seviyesi ile ilişkilendirilen Birleşmiş Milletler (BM) insani gelişmişlik indeksi (Human Development Index, HDI) 0,7'nin üzerinde olduğunda yüksek HDI olarak tanımlanmaktadır. HDI ile birlikte Ekolojik Ayakizi, sürdürülebilir kalkınmanın başlıca göstergelerindedir. 2018 verilerine göre Türkiye için HDI değeri 0,82; Ekolojik Ayakizi ise 3,35 gha/kışı (kışı başı küresel hektar) olarak belirlenmiştir (Global Footprint Network, 2018). Aynı yıl için belirlenen biyolojik kapasite ise 1,3 gha/kışı'dır.

Bu verilerden de görüleceği üzere mevcut ekolojik ayakizi biyolojik kapasitenin oldukça üzerindedir. Bu artışın önüne ancak etkin kaynak yönetimi ve atıkların minimizasyonu ile geçmek mümkündür.

McDonough ve Braungart tarafından yayınlanan eserde “Beşikten Beşiğe” kavramı tanımlanmıştır. “Beşikten Beşiğe” yaklaşımı sıfır atık kavramının önemli bileşenlerindedir. Buna göre bir süreçte oluşan atık başka bir işlemin hammadde ni oluşturmaktadır. Aynı zamanda döngüsel ekonomi yaklaşımının temelini de oluşturan bu yaklaşım ile esasında doğadaki süreçlerin taklit edilmesi hedeflenmektedir. Kiraz ağacı örneğinde bahsedildiği üzere kiraz ağacı hiç atık oluşturmamaktadır. Ağaçtan dökülen çiçekler ve meyveler doğadaki diğer canlılar için veya toprak için besin olmakta ve bu döngü her yıl tekrarlanmaktadır (McDonough ve Braungart, 2002). Günümüzde doğanın taklit edilerek atıkların minimize edildiği, tüm kaynakların döngüde tutulduğu, hammadde ihtiyacının azaltıldığı bir ekonomik modelin uygulanması gerekliliği ortadadır. Sanayi devriminden sonra yaygınlaşan al-yap-kullan-at şeklinde uygulanan doğrusal ekonomi modelinden, al-yap-kullan-geri dönüştür-tekrar hammadde olarak kullan modeli olan döngüsel ekonomi modeline geçişin zamanı gelmiştir.

2. Ana Çalışma/ Araştırma

2.1. Atık Yönetimi Hiyerarşisi

Atık, bir ürünün veya malzemenin hammadde temini aşamasından üretim süreci, dağıtım süreci ve tüketim sonrası sürecine kadarki tüm aşamalarında oluşabilir. Atıklar nitelik ve nicelik bakımından ürünün veya malzemenin kullanım alanları ve/veya oluştukları yere göre oldukça farklılık göstermekte, her bir atık türü için farklı bir yönetim sistemi gerekmektedir. Örneğin evsel atıklar, tarımsal atıklar, endüstriyel atıklar, inşaat ve yıkım atıkları birbirlerinden oldukça farklı özelliklerde ve miktarlarda oluşabilirler ve farklı şekillerde yönetilmeleri gerekmektedir. Atığın engellenmesi veya azaltılması bir ürünün veya malzemenin yaşam döngüsü boyunca farklı noktalarda mümkün olabilir. “Beşikten beşiğe” bir bütün olarak düşünüldüğünde, en başta üretim aşamasında ürünün kullanım ömrünün uzatılması, faydalı ömrünün uzun olması veya kullanım ömrünü tamamlayan bir ürünün başka bir proses için hammadde olarak değerlendirilebildiği geri kazanım prosesi akla gelebilir.

ABD Çevre Ajansı (EPA) tarafından belirlenen atık yönetim stratejisinde atığın minimizasyonu 1. sırada gelmektedir. Ayrıca, AB Atık Çerçeve Direktifi’nde (EC Waste Framework Directive, 2008/98/EC) atık yönetiminde birincil önceliği atık oluşumunun önlenmesi olan 5 aşamalı bir atık yönetim hiyerarşisi öne sürülmektedir (Şekil 1).



Şekil 1. Atık yönetimi hiyerarşisi

Bu hiyerarşiye göre;

Atık önleme; azaltım veya minimizasyon ile birlikte değerlendirilebilecek bu en önemli adımda atığın kaynağında oluşmasının önüne geçilmesi hedeflenmektedir. Atık oluşumunun önlenmesi için, herhangi bir üretim prosesinin ilk adımlarından itibaren uygulanabilecek yöntemleri içermektedir.

Tekrar kullanım; bir ürünün veya malzemenin formu değiştirilmeden aynı amaç için tekrar kullanılması (plastik bir yiyecek kabının daha sonra tekrar aynı amaç için kullanılması veya saksı olarak kullanılması; plastik kap hala aynı formdadır).

Geri dönüşüm; atık olan ürünün orijinal yapısını değiştirmeden üretim amacından farklı bir amaç için ikincil bir ham maddeye dönüştürülmesine geri dönüşüm denir. Fiziksel veya kimyasal işlemler geri dönüşümde uygulanabilir (plastik kabin öğütülerek tekstil elyaf malzemesine dönüştürülmesi). Geri dönüşüm aşağı dönüşüm ve yukarı dönüşüm olarak ikiye ayrılabilir. Yukarı dönüşüm (upcycling); atığın önceki üretiliş amacına göre daha nitelikli, yüksek kaliteli bir ürün elde edilmesidir. Burada tasarım ve hayal gücü ön plana çıkmaktadır (plastik kaptan saksı yapılması). Aşağı dönüşüm (downcycling); atığın önceki üretiliş amacına göre daha düşük kaliteli bir ürüne dönüştürülmesidir (plastik kaptan zemin malzemesi yapılması).

Geri kazanım; kullanılan bir ürünün bazı fiziksel/kimyasal/biyolojik işlemlerden geçirilerek farklı bir ürün olarak değerlendirilmesi işlemine verilen addır. Burada atıktan enerji elde edilmesi de geri kazanım olarak değerlendirilir. Atığın formu değişmiş, enerjiye dönüşmüştür (plastiklerden yakıt türetilmesi).

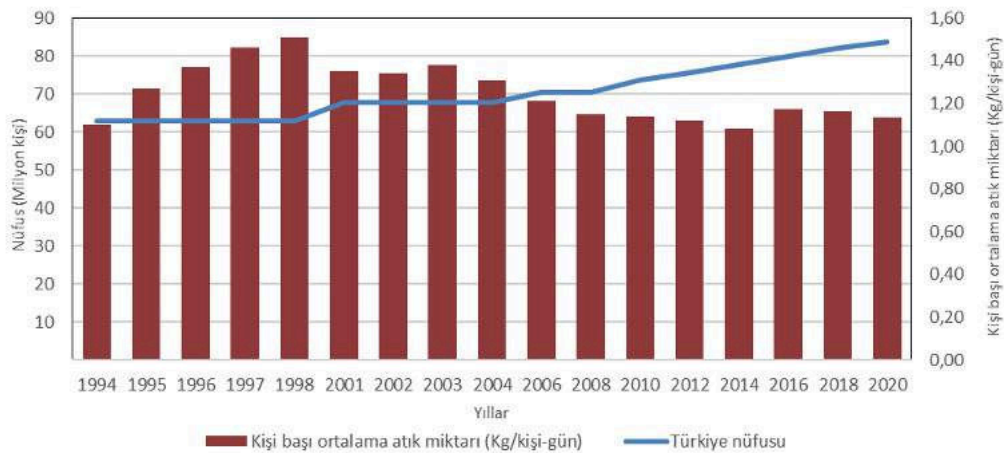
Bertaraf; yukarıda sayılan tüm adımlar değerlendirildikten sonra kalan atık, nihai bertaraf için düzenli depolamaya gönderilir.

Etkin bir atık yönetiminde atığın oluşumunun önlenmesi ilk adımı oluşturmaktadır. Sonrasında eğer atık oluşmuşsa atığın azaltılması için tekrar kullanım, geri kazanım, geri dönüşüm yöntemleri uygulanmalı en nihayetinde bu yöntemlerin de kullanılamayacağı atıklar oluşuyorsa uygun bertaraf yöntemleri düşünülmelidir.

2.2. Atık Miktarları ve Projeksiyonları

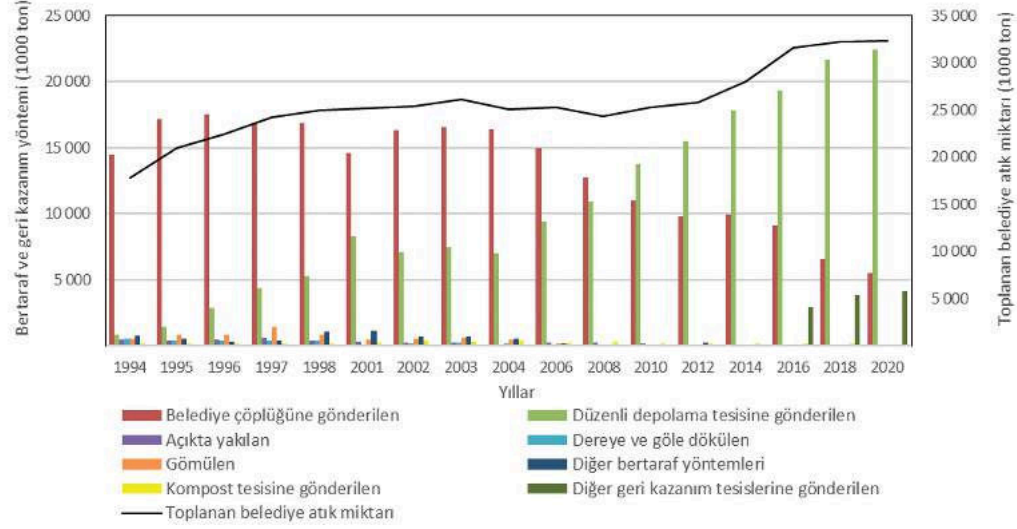
Dünya genelinde ülkelerin gelişmişlik düzeyleri ile ilişkili olarak 2016 yılı verilerine göre kişi başı günlük atık üretim miktarı 0,11-4,54 kg aralığında değişmektedir, ortalama üretilen atık miktarı ise 0,74 kg/kişi-gün civarındadır (What a Waste 2.0). "Eurostat verilerine göre, AB üye ülkeleri için 2019 yılı tahmini yıllık kişi başı atık üretim miktarı 501 kg (1,37 kg/kişi.gün), Türkiye için ise 424 kg (1,16 kg/kişi.gün) olmuştur ." (EuroStat, 2020a).

2020 yılında Türkiye nüfusu 83,6 milyon kişi, aynı yılda toplanan atık miktarı ise 32,3 milyon ton olarak belirlenmiştir. Şekil 2'de Türkiye nüfusu ve kişi başı ortalama atık miktarlarının yıllara göre değişimi verilmiştir.



Şekil 2. Türkiye nüfusunun ve kişi başı günlük atık miktarının zamana bağlı değişimi (Türkiye İstatistik Kurumu, 2020)

2019 yılında AB 27 ülkelerinde belediye atıkları geri dönüşüm oranı %48 iken Türkiye’de son 15 yılda %10 artarak %12’ye ulaşmıştır (Şekil 3).



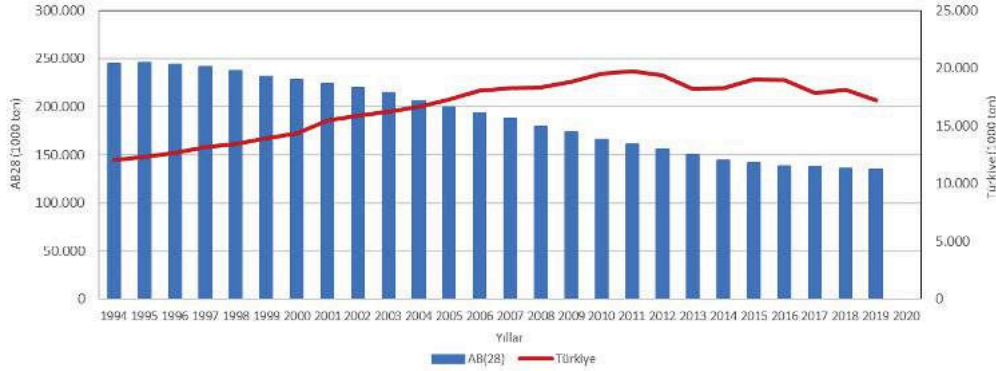
Şekil 3. Bertaraf/geri kazanım yöntemleri ve belediye atık miktarlarının zamanla değişimi (Türkiye İstatistik Kurumu, 2020)

Toplama, taşıma, geri dönüşüm ve bertaraf yöntemlerini içeren sürdürülebilir atık yönetim sisteminin stratejik planlaması ve başarısı, öncelikle atık yönetiminin ilk adımına karşılık gelen doğru karakterizasyona bağlıdır. Madde ve enerji geri kazanımı olmadan gerçekleştirilen katı atık bertarafı ciddi ekonomik ve doğal kaynak kayıplarına sebep olmaktadır. Atık üretimindeki artış, bu atıkların sürdürülebilir yönetimi ihtiyacını göstermektedir.

2.3. Atık Yönetiminin Çevresel Etkileri

İklim değişikliğinin en önemli nedenlerinden sera gazı emisyonlarının artışı ve sera gazlarının önemli nedenlerinden olan atıkların bertarafı süreci, günümüzün önemli çevresel sorunlarından biridir. Sera gazı emisyonlarının başlıca kaynaklarını, yakıtların yakılması, tarımsal faaliyetler, endüstriyel prosesler ve ürün kullanımı oluşturmaktadır. Atıkların bertarafı ise emisyon üretiminde 4. sırada gelmektedir. Türkiye’de atık kaynaklı sera gazı emisyonlarının önemli bir oranı düzenli depolama sahalarından kaynaklanmaktadır (Climate Investment Funds, 2019). Eurostat verilerine göre 1995-2017 yılları arasında AB (28) ülkelerinde atık miktarında %13’lük bir artış varken düzenli depolamaya gönderilen atık miktarında %60’lık bir azalma ile birlikte atık kaynaklı sera gazı emisyonu da yaklaşık %42 oranında azalmıştır. Türkiye’de ise bu süreçte atık kaynaklı sera gazı emisyonlarında yaklaşık %41’lik bir artış gerçekleşmiştir. AB(28) ülkelerindeki bu azalmanın başlıca nedeni geri kazanım, geri dönüşüm ve kompostlaştırma uygulamalarının artmasıdır (EuroStat, 2020a). Avrupa Çevre Ajansı verilerine göre 1994-

2019 yılları arasında AB(28) ile Türkiye'deki atık yönetimi kaynaklı sera gazı emisyonu Şekil 4'de verilmiştir. Türkiye OECD ülkeleri arasında enerji ihtiyacı ve sera gazı emisyonu en çok artan ülkeler arasındadır (OECD, 2019).



Şekil 4. AB (28) ile Türkiye'deki atık yönetiminden kaynaklı sera gazı emisyonlarının zamana bağlı değişimi (OECD, 2019)

2.4. Atık Yönetiminde Önleme ve Azaltmanın Yeri ve Önemi

Son yıllarda olağanüstü hava koşullarının sayıları ve şiddetinin artması ile yaşanan küresel ve bölgesel ölçekteki etkileri, mevcut atık/kalkınma/çevre yönetim sisteminin sürdürülemez olduğu konusunda uyarıcı niteliktedir. Sanayileşme ile birlikte yoğun enerji ve kaynak kullanımı küresel iklim değişikliğinin başlıca sebepleri arasında yer almaktadır. Dünya genelindeki sera gazlarının neredeyse %50'sinin kaynağını hammadde çıkarma ve üretim proseslerinin oluşturduğu belirtilmektedir (Akpulat, 2020). Bununla birlikte atıkların bertarafında yaygın olarak tercih edilen düzenli depolama alanları önemli sera gazı kaynaklarıdır.

Atık üretimi doğrudan kaynak kullanımı ile ilişkilendirilebilir. Öz kaynak olarak nitelendirebileceğimiz atıkların ikincil hammadde olarak değerlendirilmesi ham maddede dışa bağımlılığın azaltılması açısından oldukça önemlidir. Önemli bir ekonomik değeri olan atıkların oluşumunun önlenmesi ile sürdürülebilirliğin temel bileşenleri olan toplum, çevre ve ekonomiye önemli katkılar sağlanacaktır.

Bir ürünün yaşam döngüsü çerçevesinden bakıldığında, ürünün oluşturulması esnasında hammadde kullanımı, üretim prosesi, üretilen ürünün tüketiciye ulaştırılması, ilave olarak ürünün kullanımı sonrası oluşan atıkların toplanması, taşınması ve bertarafı, çevre, ekonomi ve toplum sağlığı açısından olumsuz etkilere yol açmaktadır. Atık yönetim hiyerarşisinde çok tercih edilenden az tercih edilen atık bertaraf yöntemlerine gidildikçe, maliyet ve çevresel etkiler artmakta, atığın yönetimi

zorlaşmaktadır. Atığın kaynağında önlenmesi ile tüm bu etkilerin önüne geçilmektedir.

2.5. Atık Önleme ve Azaltma Yöntemleri

Atık önleme ve azaltım ancak tüm paydaşların birlikte hareket etmesiyle mümkün olabilir. Esas itibarıyla kültürümüze çok uzak olmayan israf etmeden kullanma, ziyan etmeme, paylaşma, tamir etme, farklı şekillerde değerlendirme gibi yöntemlerin tekrar hatırlanıp uygulanması, bireysel olarak yapılabilecekler arasındadır. Son yıllarda endüstriyel ölçekte atık minimizasyonu için yapılan uygulamalar hız kazanmıştır. Malzeme değişimi, proses değişikliği, uygulama değişikliği, geri kazanım, yeniden kullanım, atık miktarının ve etkisinin azaltımına yönelik uygulamalar şeklinde sıralanabilir (Kabataş, 2010). Sadece ürünün değil tüm üretim aşamalarının birlikte ele alındığı çevre dostu temiz teknolojilerin kullanılması, endüstriyel simbiyoz ve atık borsası ile sektörel paylaşımlar yine atık azaltımında uygulanan yöntemler arasındadır.

Atık minimizasyonu, üretilen atık miktarının azaltılmasını hedefleyen bir dizi süreç ve uygulamadan oluşmaktadır. Atık minimizasyonu ile, atıkların oluşumu azaltılarak veya ortadan kaldırılarak daha sürdürülebilir bir atık yönetimi süreci işletilmiş olur (US EPA, 2012). Atık minimizasyonu, ürünlerin ve üretim süreçlerinin yeniden tasarlanmasını ve/veya tüketim ve üretim alışkanlıklarının değiştirilmesini kapsamaktadır (Davidson, 2011). Örnek bir atık önleme programına ait değerlendirme adımları kontrol listesi Şekil 5'de verilmiştir (European Environment Agency, 2021).

Atık yönetiminde geleneksel olarak uygulanan sistem, atıklar oluştuğundan sonra yeniden kullanım, geri dönüşüm ve atıktan enerji üretimi gibi yöntemlerle atıkların işlenmesine odaklanmaktadır. Atık minimizasyonu ise, üretim aşamasından başlayarak atık oluşumunun önlenmesine yönelik faaliyetleri içermektedir. Atık minimizasyonunun etkin bir şekilde uygulanabilmesi için, üretim süreci, yaşam döngüsü (malzemelerin çıkarılmasından toprağa geri dönüşlerine kadar) ve atığın bileşimi hakkında bilgi sahibi olmak gerekmektedir.



Şekil 5. Bir "Atık Önleme Programı" değerlendirme adımları kontrol listesi (European Environment Agency, 2021)

2.6. Atık Önleme ve Azaltımının Avantajları

Atık minimizasyonu ile çevrenin korunmasının yanında ekonomik faydalar da sağlanabilir. Atık minimizasyonu ile elde edilebilecek kazanımlar aşağıdaki gibi özetlenebilir:

Verimli üretim uygulamaları - atık minimizasyonu, kullanılan birim hammadde başına daha fazla ürün elde edilmesini sağlayabilir.

Ekonomik getiriler - ürünlerin daha verimli kullanılması, yeni malzeme satın alma maliyetlerinin düşürülmesini ve finansal performansın iyileştirilmesini sağlar.

Üretilen ürünlerin kalitesi - atık azaltımı amacıyla uygulanan yeni inovatif ve teknolojik uygulamalar, atık oluşumunu azaltabilir ve üretim aşamasında girdilerin kalitesini iyileştirebilir.

Çevresel sorumluluk – atık oluşumunun azaltılması veya ortadan kaldırılması, çevresel düzenlemelere ve standartlara uyumu kolaylaştırır. Aynı zamanda atıkların çevresel etkileri de azaltılmış olur.

Atık önleme ve azaltma sadece atık miktarında azalma değil aynı zamanda olumsuz çevresel etkilerde de azaltım anlamına gelmektedir. Atık önlemenin ve azaltmanın kazanımlarının, azaltılan atık miktarı ve niteliğine bağlı olarak oldukça fazla olması beklenmektedir. Özellikle kimyasal atık üreten sektörlerde atık azaltımı, sadece bertaraf maliyetlerinden kazanım değil, ayrıca çalışanların sağlığı için de önem arz etmektedir.

Atık minimizasyonu, çevre, toplum ve insan sağlığına olan etkilerin azaltılmasına yardımcı olurken birçok ekonomik kazanımı da beraberinde getirmektedir. Örneğin bir toz boyama fabrikasında atık azaltma çalışmaları; kaynakta azaltım, yeniden kullanım ve geri dönüşüm ile atık azaltma çalışmalarının gerçekleştirilmesi ile atık miktarında %40'lık bir azalma ile birlikte toplamda yıl sonunda 118.000 Euro'luk tasarruf elde edileceği öngörülmüştür (Erol, 2014). Bir ilaç fabrikasında atık minimizasyonu araştırmalarının yapıldığı bir çalışmada malzeme ve proses değişikliği, geri kazanım ve yeniden kullanım uygulamalarının arttırılması ile 2010 yılı verileri ile yaklaşık 4,5 milyar TL'lik iyileştirme çalışmaları ile yıllık 800.000 TL'ye karşılık gelen kazanç sağlanarak 6 yılda yapılan maliyetin kendini amorti edebileceği hesaplanmıştır (Kabataş, 2010).

2.7. Atık Minimizasyonu ile İlgili Yasal Düzenlemeler

Çevre Kanununun 3. maddesinde “Çevrenin korunmasına, iyileştirilmesine ve kirliliğinin önlenmesine ilişkin genel ilkeler” başlığı altında atık oluşumunun kaynağında azaltılması ve oluşan atıkların geri kazanılması hususları “f” bendinde vurgulanmış olup, sıfır atık ve döngüsel ekonomi kavramlarının vurgulandığı “h” bendinde ise uygulanabilecek mekanizmalar ve teşviklerden bahsedilmiştir (Çevre Kanunu, 1983).

2 Nisan 2015 Tarihli Resmi Gazete’de yayımlanan “Atık Yönetimi Yönetmeliği”ne göre “**Atık**: Üreticisi veya fiilen elinde bulunduran gerçek veya tüzel kişi tarafından çevreye atılan veya bırakılan ya da atılması zorunlu olan herhangi bir madde veya materyal” olarak tanımlanmıştır. Bu yönetmelikle Yan Ürün ve Yeniden Kullanım kavramları da mevzuata dahil edilmiştir. Döngüsel Ekonomiye geçiş sürecinde ikincil hammadde olarak değerlendirilebilecek olan atık kavramının yeniden tanımlanması, atığın bir öz kaynak olarak değerlendirilmesi esastır.

12 Temmuz 2019 tarih ve 30829 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan “Sıfır Atık Yönetmeliği” ile “*hammadde ve doğal kaynakların etkin yönetimi ile sürdürülebilir kalkınma ilkeleri doğrultusunda atık yönetimi süreçlerinde çevre ve insan sağlığının ve tüm kaynakların korunmasını hedefleyen sıfır*

atık yönetim sisteminin kurulmasına, yaygınlaştırılmasına, geliştirilmesine, izlenmesine, finansmanına, kayıt altına alınarak belgelendirilmesine ilişkin genel ilke ve esasların belirlenmesi” amaçlanmaktadır. Yönetmelik kapsamında atık azaltımı; “Üretim, tüketim ve hizmet süreçlerinde planlanan önleme faaliyetleri doğrultusunda çevresel açıdan belirli ölçütlere, temel şart ve özelliklere göre alınacak tedbirler ile atık miktarının düşürülmesi” şeklinde tanımlanmaktadır. Yönetmelik çerçevesinde üretim, tüketim ve hizmet süreçlerinde kaynakların verimli kullanılması amacıyla atık oluşumunun önlenmesinin sağlanması, öncelikli adım olarak benimsenmiştir.

Avrupa Çevre Ajansı, atık önleme programlarını değerlendirme rehberinde, atık yönetim hiyerarşisindeki önceliğin geri dönüşüm ve geri kazanımdan önce, atık önlemeye verilmesi gerektiğinin altı çizilmiştir. Burada Avrupa komisyonun 2020 Yeşil Mutabakat ve bu mutabakat içerisindeki Yeni Döngüsel Ekonomi Eylem Planı ile atık üretiminin önüne geçilmesinin hem çevre hem sağlık açısından öncelikli olduğu ve bu doğrultuda düzenlemelerin gerekliliği vurgulanmıştır. 2008 Atık Çerçeve Direktifinde (EC Waste Framework Directive, 2008/98/EC) atık önlemenin önceliği vurgulanmıştır. Bu direktifte AB üye ülkelerinin her 6 yılda bir atık yönetim planlarının ve atık önleme programlarının güncellenmesi beklenmektedir. 2018’de güncellenen atık çerçeve direktifinde atık önlemenin önemi daha çok vurgulanmaktadır (European Environment Agency, 2021). Döngüsel ekonomi eylem planı bu bağlamda yol gösterici olmakta ve ülkeler eylem planı ile uyumlu olacak şekilde kendi atık önleme programlarını ve atık yönetim planlarını güncellemektedirler. Avrupa çevre ajansı üyelerinden olan ülkemizde bu doğrultuda çeşitli düzenlemeler yapılmaktadır.

Günümüz ve geleceğin ihtiyaçlarına yönelik olarak yapılan düzenlemeler ile çevre ile ilgili mevzuat, AB uyum çerçevesinde geliştirilmektedir (OECD, 2019). Bu doğrultuda, 2021 yılında Ticaret Bakanlığı tarafından Yeşil Mutabakat Eylem Planı yayınlanmıştır.



3. Sonuç ve Öneriler

Atık yönetimi küresel ölçekte ve ulusal düzeyde önemini korumaya devam edecektir. Sürdürülebilir ve etkin bir atık yönetimi ve minimizasyonu için tüm paydaşların birlikte hareket etmesi gerekmektedir. Sürecin başarısından sanayi, akademi, özel sektör ve kanun koyucular başta olmak üzere bireysel olarak herkes sorumludur.

Birleşmiş Milletler 25 Eylül 2015 tarihinde 2030 yılına kadar küresel kalkınma için sürdürülebilir kalkınma amaçlarını (SKA) öne sürmüştür. Bu amaçları gerçekleştirebilmek amacıyla kaynakların etkin kullanımı ve dışa bağımlılığı azaltmak ve rekabet edebilirliği arttırmak için hazırlanan Avrupa Komisyonu Döngüsel Ekonomi Eylem Planı 2 Aralık 2015’de kabul edilmiştir (Veral, 2019). Gerek Birleşmiş Milletlerin gerek Avrupa Komisyonunun öne sürdükleri bu amaç ve planlarda atığın bir kaynak olarak değerlendirilmesi gerekliliği öne çıkmaktadır. Atık yönetimi ulusal ve küresel ölçekte sürdürülebilir kalkınma için stratejik öneme sahiptir. Sürdürülebilir kalkınma amaçlarının ve döngüsel ekonomi eylem planının gerçekleştirilmesinde atık yönetiminin önemi büyüktür.

Sorumlu üretim ve tüketim ile ilgili olan 12. Sürdürülebilir Kalkınma Amacının 5. maddesinde belirtildiği üzere 2030 yılına kadar atık üretiminin önemli ölçüde azaltılması hedeflenmektedir (2030’a kadar önleme, azaltma, geri kazanım ve yeniden kullanım yoluyla atık oluşumunu kayda değer miktarda azaltmak). Bu bağlamda atık önleme, azaltma, geri dönüşüm ve tekrar kullanma uygulamaları öne çıkmaktadır. Aynı amacın 3. maddesinde ise küresel kişi başı gıda atıklarının yarıya indirilmesi hedeflenmektedir. 2021 yılı Sürdürülebilir Kalkınma Raporu’na bakıldığında geri dönüştürülmeyen veya kompostlaştırılmayan kişi başı günlük atık miktarı için uzun vadede belirlenen değer 0,6 kg/kişi-gün iken, ülkemiz için bu değer 0,99 kg/kişi-gün olarak belirtilmiş ve “önemli zorluklar devam ediyor” şeklinde değerlendirilmiştir (Sustainable Development Report, 2019).

Özellikle yerkürenin sınırlı kaynaklarının doğrusal ekonomi modeli ile kullanılarak elde edilen ürünlerin kullanım ömrü sonunda bertaraf edilmesi gereken bir atığa dönüştüğü bu sistemde oluşan atıkların kontrolü, taşınması, bertarafı ve bu süreçte havaya, suya ve toprağa olan etkilerinin yanında kaynak tüketimine sebep olması atığın yeniden tanımlanması-değerlendirilmesi ihtiyacını da beraberinde getirmiştir. Diğer taraftan, oluşan atığın depolanması için gerekli alan ihtiyacı özellikle büyük şehirlerde sorun oluşturmaya devam etmektedir. İstanbul örneğinde olduğu gibi atıkların şehrin dışında bulunan depolama sahasına transferi süreci de ilave çevresel (karbon emisyonu), ekonomik (artan yakıt tüketimi) ve sosyolojik (trafik, vb.) etkiler oluşturmaktadır. Bu bağlamda atık yönetimi içerisinde atıkların minimizasyonu daha da önem kazanmaktadır.

4. Sonnot

Kullanılan kaynakların çevreye olumsuz etkilerini ve mevcut kaynaklara olan baskısını azaltmak için hammaddeden üretilen ürünün döngüde mümkün olduğunca uzun süre kalması gerekmektedir. Atıkların ikincil kaynak olarak değerlendirilmesi, sürdürülebilirlik ve döngüsel ekonomi açısından oldukça önemlidir. Sürdürülebilirliğin üç temel bileşeni olan çevre, toplum ve ekonomi açısından atık, her üç bileşende yönetimi oldukça önemli olan ve üç bileşeni de önemli derecede etkileyen bir kavram/kaynaktır. Özellikle dışa bağımlılığın azaltılmasında öz kaynakların etkin bir şekilde kullanılması açısından atığın döngüde kalarak tekrar tekrar kullanılan ikincil bir kaynak olarak değerlendirilmesi ile hem ekonomik kazanç hem çevresel kazanç hem de sosyolojik boyutta yeni istihdam alanlarının oluşması ve bu üç bileşenin birbirleri ile etkileşimi açısından üzerinde oldukça çalışılması gereken bir konu olarak karşımıza çıkmaktadır.

Kaynakça

1. Akpulat, Onur, Döngüsel Ekonomi ve Atık Yönetimi Türkiye, İSO Sürdürülebilirlik Günleri: Döngüsel Ekonomi, 2020.
2. Atık Yönetimi Yönetmeliği, 02.04.2015 Tarih ve 29314 sayılı Resmi Gazete
3. Climate Investment Funds, Near Zero Waste in Turkey - Moving Toward a Circular Economy by Monetizing Waste, (Issue December), 2019.
4. Çevre Kanunu, 11.08.1983 tarih ve 18132 Sayılı Resmi Gazete, <https://www.mevzuat.gov.tr/MevzuatMetin/1.5.2872.pdf> , 1983.
5. Davidson, Gary, Waste Management Practices: Literature Review, Dalhousie University - Office of Sustainability, 2011.
6. EC Waste Framework Directive, (2008/98/EC); https://environment.ec.europa.eu/topics/waste-and-recycling/waste-framework-directive_en
7. Erol, İrem, Waste Minimization in Powder Coating Industry, M.Sc. Thesis, Dokuz Eylül University Graduate School of Natural and Applied Sciences, İzmir, 2014.
8. European Environment Agency, Guidance For Evaluating Waste Prevention Programmes, Guidelines by the EEA and Eionet, 2021.
9. European Environment Agency, Waste Recycling in Europe, <https://www.eea.europa.eu/ims/waste-recycling-in-europe>, 2020.
10. EuroStat Generation of Waste per Capita, https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/cei_pc031/default/table?lang=en, 2020b
11. EuroStat, Greenhouse Gas Emissions of Waste Management, EU-28, 1990-2017, <https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-eurostat-news/-/DDN-20200123-1>, 2020a.
12. Global Footprint Network, Human Development Index and Ecological Footprint, <https://data.footprintnetwork.org/#/sustainableDevelopment?cn=223&type=BCpc,EFCpc&yr=2018>, 2018.
13. Kabataş, İdil Saylam, Formülasyonlu İlaç Sanayiinde Atık Minimizasyonu, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2010.
14. McDonough, William – Braungart, Michael, Cradle to Cradle: Remaking the Way We Make Things, New York, North Point Press, 2002.
15. OECD, OECD Çevresel Performans İncelemeleri Türkiye 2019, Türkiye Cumhuriyeti Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2019.
16. Önder, Hüseyin, “Sürdürülebilir Kalkınma Anlayışında Yeni Bir Kavram: Döngüsel Ekonomi”, Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, Sayı: Temmuz (57), 2018, 196–204, 2018.
17. Sapmaz Veral, Evren, “Döngüsel Ekonomiye Geçiş Doğrultusunda Yeni Tedbirler ve AB Üye Ülkelerinin Stratejileri”, Ankara Avrupa Çalışmaları Dergisi, Sayı:17(2), 463–488, 2019.

18. Sıfır Atık Yönetmeliği, 12.07.2019 Tarih ve 30829 sayılı Resmi Gazete.
19. Sustainable Development Report, <https://dashboards.sdgindex.org/map/indicators/non-recycled-municipal-solid-waste/values>, 2019.
20. Türkiye İstatistik Kurumu, “Türkiye Atık İstatistikleri, 2020”, <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Atik-Istatistikleri-2020-37198>, 2021.
21. US EPA, “Waste-Hazardous Waste-Waste Minimisation”, <https://data.footprintnetwork.org/#/sustainableDevelopment?cn=223&type=BCpc,EFCpc&yr=2018,2012>.



3 G

AKANIMI
UT
DŞ

İNİZ

ESENLER
BELEDİYESİ

323
MİLYAR
KURUMSAL
ÇİMENTO

8.974.900
METREKÜP
KURTARILAN

Geri Dönüşümle
Eğitime Çöpten
6 MİLYON
DEFTER
Kazandı

ESENLER
BELEDİYESİ
Kale dönüşüm hattı
212 629 96 71
SİFİR ATIK

ATIK PİL
TOPLAMA KUTUSU
KUTU DOLU OLMUŞA BELEDİYEMİZ ARAYIŞI
ATIK PİLLERİ TOPLATALIM
www.esenler.gov.tr

SEVİLEN
ATIK
TOPLAMA
KUTUSU
ESENLER
BELEDİYESİ



21
3 K

19.128
ADET
ATIK PİL TOPLAMA KUTUSU

50
ADET
ATIK PİL TOPLAMA KUTUSU

1.442.769
ADET
ATIK PİL TOPLAMA KUTUSU

56
LİTRE
TASARRUF

Geri Dönüşümle
Eğitime Çöpten
6 MİLYON
Kazandırdık

ATIK PİL TOPLAMA KUTUSU
ATIK PİL TOPLAMA KUTUSU
ATIK PİL TOPLAMA KUTUSU

ATIK PİL TOPLAMA KUMBARA

ATIK PİL TOPLAMA KUTUSU

ATIK PİL TOPLAMA KUTUSU
ATIK PİL TOPLAMA KUTUSU
ATIK PİL TOPLAMA KUTUSU

ATIK PİL TOPLAMA KUTUSU

ATIK PİL TOPLAMA KUTUSU

ATIK PİL TOPLAMA KUTUSU

ATIK PİL TOPLAMA KUTUSU
ATIK PİL TOPLAMA KUTUSU

DÖNGÜSEL EKONOMİYİ DESTEKLEMELİK İÇİN YAPI SEKTÖRÜNDEKİ YENİDEN KULLANIM UYGULAMALARI ÜZERİNE BİR İRDELEME

Doç. Dr. Burcu SALGIN

Erciyes Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü
bsalgin@erciyes.edu.tr

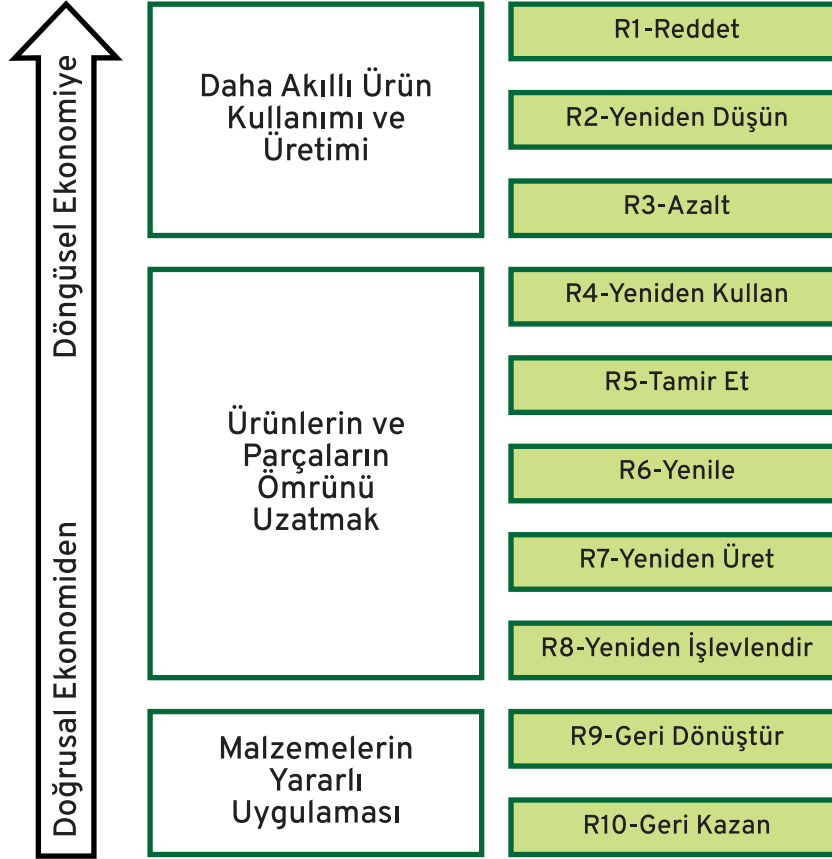
Prof. Dr. Nilay COŞGUN

Gebze Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü
nilaycosgun@gtu.edu.tr

1. Giriş

21. yüzyılda her alanda üretim hızla devam ederken ortaya çıkan atık miktarı da artmaktadır. Oluşan atıkların önlenmesi ya da azaltılması döngüsel ekonomiyi desteklemek için de önem taşımaktadır. Atık kavramını ortadan kaldırmayı hedefleyen döngüsel ekonomide (Smol vd., 2015; Ellen McArthur Foundation, 2021) dikkat çeken yaklaşımlar; ürünlerin yararlı ömrünü uzatmak, üretim ve kullanım aşamalarında enerji ve hammadde kullanımını azaltmak, ürün içeriklerinde ve üretim süreçlerinde geri dönüşümü zor/tehlikeli olanların kullanımını azaltmak, geri dönüştürülmüş ikincil hammaddeler için pazar yaratmak, bakımı/onarımı/yeniden üretimi/geri dönüşümü kolay olan ürünler tasarlamak, ürünlerin atık olmasını önlemek için endüstriyel simbiyoz kurmak başlıkları altında toplanmıştır (European Commission, 2022). Japonya'nın Tokyo kentinde 2005'te düzenlenen Bakanlar Konferansı ile literatüre giren 3R ilkesi (azalt, yeniden kullan, geri dönüştür) (3R Initiative, 2022), doğrusal ekonomiden döngüsel ekonomiye geçiş sürecinde çeşitlenmiştir. Reike vd.'ne (2018) göre döngüsel ekonomi literatüründe 5R ilkesi (yeniden düşün, azalt, yeniden kullan, tamir et, geri dönüştür) öne çıkmaktadır. Zorpas (2020) ise atık yönetimini 10R ilkesine (reddet, yeniden düşün, azalt, yeniden kullan, ta-

mir et, yenile, yeniden üret, yeniden işlevlendir, geri dönüştür, geri kazan) dayandırmıştır (Şekil 1).



Şekil 1. Atık Yönetim Hiyerarşisinde 10R Konsepti (Zorpas, 2020)

Bütün sektörlerde olduğu gibi yapı sektöründe de atık sorunu artmaktadır. Yapıların yaşamı süresince ortaya çıkan bu atıkların öncelikle önlenmesi, önlenemeyenlerin azaltılması gerekmektedir. Atık yönetim hiyerarşisinde de görülmektedir ki ürünlerin yararlı ömürlerini uzatma hedefi için ilk önemli adım önleme/azaltma, ardından yeniden kullanımdır. Bir ürünün yararlı ömrü uzatılarak yeni üretim engellenmektedir. Böylece yeni üretimde kullanılması gereken hammadde ve enerji sıfır düzeyine indirilmekte ve bu bağlamda oluşan atıklar önlenilmekte/azaltılabilmektedir (Salgın vd., 2021).

Bu çalışma, yapı sektöründeki atık yönetimine değinerek yeniden kullanım kavramına, güncel çalışmalara ve örneklere odaklanmaktadır. Döngüsel ekonomiye geçiş sürecinde bir ülke olan Türkiye'deki güncel durumu sunmaktadır.

2. Yapı Sektörünün Çevresel ve Ekonomik Yükü – Yapısal Atık

Günümüzün önemli çevre sorunları arasında yer alan atıkların oluşmasında yapı sektörünün payı büyüktür. Dünya genelinde 40 ülkede yapılan araştırmaya göre, 2012 yılına kadar yıllık yapısal atık üretimi üç milyar tondan fazladır ve bu miktar giderek artmaktadır (Akhtar ve Sarmah, 2018).

Yapının yaşamı boyunca (yapım, kullanım, yenileme, onarım ve söküm/yıkım) çeşitli nedenlerle ortaya çıkan her türlü yapı elemanı/bileşeni/parçasından oluşan atıklar yapısal atık olarak tanımlanmaktadır (Coşgun ve Esin, 2006). Bu atıklar büyük hacimleri, miktarları, karmaşıklıkları nedeniyle birçok ülkede öncelikli atıklardır. Avrupa Birliği'nde 2018'de toplam 5,2 milyon ton atık üretilmiş olup bunun %35,9'undan yapı sektörü sorumludur (Eurostat, 2021). İngiltere'de, 2018 yılında 67,8 milyon ton yapısal atık üretimi bildirilmiştir (DEFRA, 2021). ABD'de, 2014 yılı için yapısal atık miktarı 583 milyon olarak bildirilmiştir (Townsend ve Anshassi, 2017). Benzer miktarlarda atık üretimi Hong Kong (EPD, 2017) ve Çin'de (Wang vd., 2016) bildirilmiştir. Yapısal atıkların büyük hacimli olmaları atık alanlarını zorlamaktadır. Tehlikeli atık olarak kabul edilmemesine rağmen, yapısal atıklar toksik maddeler içerebilir. Binalar yıkılırken toprakla temas eden boyalar, çözücüler, yapıştırıcılar ve asbest gibi tehlikeli kimyasallar toprağı ve suyu kirletebilir (Coşgun vd., 2009).

Denetimsiz şekilde çevreye bırakılan yapısal atıkların temizlenmesi ve bertaraf edilmesi ise yerel yönetimlere ekonomik yükler getirmektedir. Yapı sektörü ekonomi açısından önemli bir itici sektör olduğundan yapısal atıklar verimli ve etkin bir şekilde değerlendirilmezse ekonomiye büyük zararlar vereceğı tahmin edilmektedir. Diğer katı atıklarda olduğu gibi geri dönüştürülmeyen yapısal atıklar ekonomik zararlara ilaveten çevresel yıkımları da hızlandıracaktır (Fırat ve Akbaş, 2015).

Avrupa Birliği'nin 2015 yılında yayınlanan Döngüsel Ekonomi Eylem Planı, doğrusaldan döngüsel ekonomi iş modellerine geçiş hakkındadır ve ürünlerin atık haline gelmesinin önlenmesi/azaltılması için yeniden kullanılarak veya geri dönüştürülerek kullanım süresinin uzatılması üzerine odaklanmasına yöneliktir. 2020'de yayınlanan Döngüsel Ekonomi Eylem Planı Sürdürülebilir Yapılı Çevre Stratejisi, inşaat ürünlerini ve atık düzenlemelerini gözden geçirmeyi içermektedir. Bu stratejinin, iklim, enerji ve kaynak verimliliğı, yapısal atıkların yönetimi, erişilebilirlik, dijitalleşme ve beceriler gibi ilgili politika alanlarında tutarlılığı sağlayacağı ifade edilmektedir (Nadazdi vd., 2022).

Çevresel ve ekonomik açıdan yükleri göz önünde bulundurulduğunda; yapısal atıkların her ülkenin kendi koşulları bağlamında yönetilmesi,

ülke genelinde yapısal atık oluşumunun önlenmesi/azaltılması, önlenemeyenlerin ise çevreye zarar vermeyecek şekilde toplanması, taşınması, geri kazanılması, geri kazanılamayanların ise mevzuata uygun şekilde depolanmasının sağlanması önemlidir. Yapı sektöründen kaynaklı atıkların çevresel ve ekonomik yükü akılcı bir yönetim ile azaltılabilir.

3. Yapısal Atık Yönetimi

Yapısal atık yönetiminin amacı, atık miktarını mümkün olduğu kadar en aza indirmek, çevresel ve ekonomik etkisini azaltacak şekilde bertaraf edilmesini sağlamaktır. Atık yönetimi stratejisinin temel adımı atık önlemedir. Ne kadar az atık olursa geri dönüştürülecek ve/veya depolanacak maddelerin miktarı azalacaktır. Oluşumu önlenemeyen atıkların yeniden kullanımı sağlanarak çevresel ve ekonomik etkinin azaltılmasını hedeflemektedir.

Bilimsel çalışmalarda yapısal atıkların önemli bir bölümünün mimarların tasarım sürecinde aldığı hatalı kararlardan kaynaklandığı üzerinde görüş birliğine varılmakta, yapım sürecinde oluşan yapısal atıkların %33'ünün tasarım hatalarından kaynaklandığı bilgisi verilmektedir (Bossink ve Brouwers, 1996; Faniran ve Caban, 1998; Ekanayake ve Ofori, 2000; Chandrakanthi vd., 2002; Innes, 2004; Osmani vd., 2008; Coşgun vd., 2009; Salgın, 2015). Çeşitli çalışmalarda yapısal atık önleme ve azaltma konusunda en önemli görevin mimarlara ait olduğu vurgulanmaktadır (Coventry ve Guthrie, 1998; Greenwood, 2003; Poon vd., 2004; Baldwin vd., 2006; Salgın, 2015).

Yeniden kullanıma ilişkin kararların yapının tasarım sürecinde alınması önemlidir. Bu bağlamda optimal yeniden kullanıma ulaşmak için alınması gereken kararlar aşağıda sıralanmıştır (Dorsthorst ve Kowalczyk, 2002);

- "Uyarlanabilirlik Hedefli Tasarım: İşlev değişikliği yapılacağı zaman yeni işleve uyum gösterebilecek tasarımlar yapmak,
- Yıkım Hedefli Tasarım: Geri dönüşümü olmayan ürünleri kullanmak ya da seçici yıkım yapmak,
- Söküm Hedefli Tasarım: Yapı ürünlerini yeniden kullanabilmek için bunları sökülebilir şekilde tasarlamak,
- Montaj ve Demontaj Teknikleri: Yapı ürünlerini ikinci kez kullanabilmek için sökülürken zarar görmesini olabildiğince engellemek."
- Bu bağlamda yapısal atık oluşumunu azaltan tasarım için öne çıkan kararlar (Keys vd., 2000);
- Ön yapım tekniklerini kullanmak,
- Standart ürün kullanımını artırmak,

- Geri dönüştürülebilir ürün kullanımını artırmak,
- Uygun boyutta ve özellikte ürün seçmek,
- Söküm hedefli tasarım yapmak,
- Atık üretebilecek yapı ürünlerini belirlemek,
- Ekipler arasında etkili iletişimi sağlamak

olarak tanımlanmıştır.

Yapım aşamasında satın almanın ve stok durumunun dikkatli bir şekilde kontrol altında tutulması atık oluşumunu önlediği gibi ekonomik açıdan tasarruf sağlayacağı için önemlidir. Ayrıca;

- Yapı ürünlerinin kesilmesi, kırılması nedeniyle oluşacak atığı azaltmak için uygun boyutlu ürünlerin tercih edilmesi,
- Ambalaj atığının azaltılması için toptan (büyük ambalajlı) satın alma yapılması,
- Ambalajları geri alan yapı ürünü sağlayıcılarının tercih edilmesi,
- Üretimden artan fazla ürünü geri alan satıcıların tercih edilmesi,
- Zehirli maddeler içeren ürünlerin kullanımı gerekli ise artan ürünü yok edilme probleminin oluşmaması için küçük miktarlarda alınması,
- Yapı üretim alanında atık oluşturmaması için gelen ürünlerin depolanmadan ve/veya kullanılmadan önce kontrol edilmesi, zarar görmüş olanların geri çevrilmesi,
- İklim koşullarından etkilenebilecek ürünlerin uygun koşullarda depolanması,
- Vandalizm'e karşı güvenlik önlemlerinin alınması,
- Kazı faaliyetleri sürecinde alandaki doğal bitki örtüsüne olası tahribatı azaltmak için önlemlerin alınması gerekmektedir.

Yıkım öncesinde yeniden kullanılabilir ve geridönüştürülebilir durumdaki yapı ürünlerinin sökümünün planlanması atıkların oluşumunu azaltmak için etkili bir adımdır. Söküm işlemi nedeniyle yıkım süreci uzayabilir. Ancak ekonomik ve çevresel yararlar açısından seçici yıkım önemlidir. Yıkım aşamasında atık azaltmak için alınması gereken önlemler;

- Yıkım öncesinde yeniden kullanılabilir ve geri dönüştürülebilir ürünlerin belirlenmesi (su ve elektrik tesisatı, kapılar, pencereler vb.),
- Seçici yıkım konusunda çalışanların bilgilendirilmesi ve söküm için uygun tekniklerin belirlenmesi,
- Sökülen ürünlerin verileceği kullanıcıların veya geri dönüştürücülerin belirlenmesi,

- Zararlı bileşik içerebilecek malzemeler (kurşun esaslı boyalar, asbestli yalıtım malzemeleri gibi) konusunda teknik danışmanlık alınmasıdır (Higgins, 1995).

Oluşumu önlenemeyen atıkların yeniden kullanımı ve geri dönüşümü ile çevresel etkileri azaltılabilir. Yeniden kullanım, diğer aşamalara göre daha az enerji harcayıp daha az doğal kaynak tükettiği için atıkları en iyi değerlendirme yöntemidir.

Dorsthurst ve Kowalczyk (2002) tarafından yapılan çalışmada, yapısal atıkları azaltmak için maddeden en yüksek düzeyde yararlanmanın amaçlandığı Tümlenik Zincir Yönetimi yaklaşımı ele alınmıştır. Bu yaklaşımda yapı ürünlerinin kullanımına ilişkin temel konular;

- Yeniden kullanımın düzeyi
- Yeniden kullanımın yolu: maddenin aynı amaçla kullanılması için geri dönüşümü (recycle), maddenin asıl kullanımından daha düşük amaçlı kullanımı için dönüşümü (downcycle), maddenin asıl kullanımından daha yüksek amaçlı kullanımı için dönüşümü (upcycle)
- Yapım, kullanım ve söküm/yıkım süreçlerinde rol alan bütün aktörlerin bütün süreçleri bu bilinçle planlaması, geri dönüşümü olmayan ürünlerin kullanılmaması

olarak tanımlanmaktadır.

4. Yapı Sektöründe Yeniden Kullanım Uygulamaları

Yapı sektöründe yeniden kullanım en yararlı çevresel yaklaşımdır. Doğrudan veya az bir işlemlerle yeniden kullanılabilen ürün ve bileşenler daha avantajlıdır. Yeniden kullanım, ürünlerin ve yapı bileşenlerinin düzgün olarak sökülüp başka bir binada benzer amaç için kullanılmasıdır. Bu yöntemde en az düzeyde enerji tüketilmekte ve atık olarak görülen ürünler olduğu gibi kullanılmaktadır. Yapısal atıkların yeniden kullanılabilmesi için yıkım sırasında yapı elemanının/bileşeninin/parçasının en az zararla kurtarılması, bu amaçla yapı sökümü ile ayrılması etkili bir yöntemdir. Yapı sökümü; yapı elemanlarının kurtarılması, ya da yapı bileşenlerinin parça parça taşınması olarak tanımlanmaktadır. Yapı sökümünün yıkımdan farkı, parçaların darbe vurulmadan ve dikkatli biçimde ayrılmasının sağlanması, böylece yeniden kullanıma olanak tanınmasıdır. Bu uygulamalarda ayırma, depolama ve sınıflandırma yöntemlerinin kullanılması önemlidir.

Yapı sektöründe yeniden kullanım uygulamaları; var olan bir yapının ya da yapı biriminin yeniden kullanımı düzeyinde olabileceği gibi bir yapı elemanının, bileşeninin, parçasının yeniden kullanımı düzeyinde de olabilir (Ustaoğlu ve Limoncu, 2019). Var olan bir yapıyı ya da yapı birimini işlevini yitirmesi nedeniyle yıkmak yerine yeni bir işlev yükleyerek yeniden kullanmak mümkündür. Bununla birlikte yıkılması gereken bir yapıda;

eleman, bileşen ve parça düzeyinde sökümler yaparak bunları yeniden kullanmak da mümkündür. Akademik çalışmalarda, hacimce kapladıkları alan ve miktarca büyüklükleri dikkate alındığında öncelikli atıklardan sayılabilecek tuğla, beton, plastik, cam, ahşap ve metalin sökülerek yeniden kullanım potansiyeli olduğu belirtilmektedir (Salgın vd., 2021). Ayrıca vitrifiye ürünlerin, kaplama amacıyla kullanılan halı vb. nitelikteki tekstil ürünlerinin yeniden kullanım olanağı bulunmaktadır. Bu bağlamda, çalışmanın bu bölümünde yapı sektöründe yeniden kullanıma ilişkin dünyadaki uygulama örnekleri ve Türkiye'deki güncel durum aktarılmıştır.

4.1. Dünyadaki Uygulama Örnekleri

Mimarlık literatüründe, işlevini yitiren (tarihi yapı niteliği taşıyan ya da taşımayan) yapıların yeni bir işlev yüklenerek yeniden kullanımına ilişkin başarılı ve çok sayıda örnek bulunmaktadır. Hollanda merkezli bir firma olan Superuse Studios tarafından tasarlanan ve eski yapının %90 oranında yeniden kullanılması fikrine dayanan bir proje olarak Buitenplaats Brienoord bu uygulamalara bir örnek olarak verilebilir (Şekil 2). Bina-daki yeni unsurlar, güney cephedeki çerçevede sabitleme malzemesi, beş adet ahşap makas, kolon ayakları ve camdır (WEB-1).



Şekil 2. Buitenplaats Brienoord Projesi (WEB-1)

Yapı sektörü etkinlikleri sonucunda oluşan atıkların yeniden kullanıma ilişkin dikkat çekici bir örnek olarak 2006 yılında Lexington, Massachusetts'te yapılmış bir konut projesi olan Big Dig Evi verilebilir. Herhangi bir önemli altyapı projesi üretilirken trafiğin geçici olarak yeniden yönlendirilmesi gerekir. Big Dig örneğinde de Amerika Birleşik Devletleri'nde Interstate-93 otoyolu için geçici rampalar inşa edilmiş, bir süre kullanılmış ve sonra yıkılarak büyük miktarda atığa neden olunmuştur. Big Dig Evi, bu parçaları doğrudan yeniden kullanarak bir otoyolun eve dönüştürülüşü bir projedir. Evin yapısal sistemi, Boston'daki Big Dig'den çıkan atık beton ve çelikten oluşmaktadır (Gorgolewski, 2017; WEB-2) (Şekil 3).



Şekil 3. Otobandan Big Dig Evi'ne (WEB-2)

Yapı ürünlerinin yeniden kullanımı açısından değerlendirildiğinde Avrupa Birliği'ne üye ülkeler arasında Hollanda dikkate değer bir yerdedir. Avrupa Komisyonu tarafından uygulanan döngüsel ekonomi eylem planı ile AB üyesi 28 ülkenin kaydettiği ilerlemeler takip edilirken Hollanda'nın 2016 yılında malzemelerinin büyük bir kısmını yeniden kullandığı görülmüştür. Bu hedefe ulaşmak için ise seçici yıkım ve atık ayrıştırma konusunda uzun yıllardır süregelen çalışmalar yapılmakta, ikinci el ürünler uygun şartlarda depolanmakta ve sınıflandırılarak satılmaktadır (Şekil 4).



Şekil 4. Yapı sektörüne yönelik ikinci el marketi (Coşgun, 2008)

Yeniden kullanım konusunda tuğla atıklara ilişkin dikkat çekici örnekler bulunmaktadır. Bu atıkların harçtan ayrılması ve temizlenmesi zahmetlidir. Tuğlaların sökülmesi, ardından temizlenerek kullanımı, yeni tuğla kullanımından daha pahalıdır. Avrupa Birliği tarafından finanse edilen REBRICK projesi bu sorunu ortadan kaldırmayı amaçlamıştır. Proje kapsamında sağlam tuğlaları ayıran ve temizleyen bir sistem geliştirilmiştir. Projenin tamamlanmasından sonraki ikinci yılda 24.000 tona varan atık azaltma öngörülmüştür (CORDIS, 2021). Tuğlanın yeniden kullanımına ilişkin bir diğer uygulama örneği Kopenhag merkezli bir firma olan Lendager Group tarafından tasarlanan Resource Rows konut projesidir. Carlsberg'in şehirdeki tarihi bira fabrikalarından, eski okullardan ve endüst-

riyel binalardan elde edilen tuğlalardan 1m x 1m boyutlarında paneller oluşturularak cephe tasarlanmış, böylece tuğla atıklar yeniden kullanılmıştır (Wilson, 2019) (Şekil 5).



Şekil 5. Resource Rows Konut Projesinde Cephe Tasarımı (Wilson, 2019)

Buraya kadar verilen örnekler mevcut bir yapının ya da atık durumundaki yapı elemanının/bileşenin/parçasının yeniden kullanımına ilişkin örneklerdir. Bununla birlikte günümüzde, gelecekteki olası yeniden kullanımlara destek verecek tasarımlar ve uygulamalar da dikkat çekmektedir. 2006'da Maryland, ABD'de inşa edilen Loblolly Evi bu uygulamalara bir örnektir. Loblolly Evi ön yapımlı üretimi ve modüler konsepti ile yaşamı sonunda hızlı bir şekilde sökülebilmeye, farklı bir yerde aynı tasarımın yeniden kurgulanmasına ya da bina parçalarının yeniden kullanımına imkân vermektedir. Bir İngiliz anahtarı ile birleştirilen strüktürel çerçeve, aynı zamanda bir İngiliz anahtarı ile sökülebilecek basitlikte (Kieran ve Timberlake, 2008). Bu bağlamda Loblolly Evi'ndeki öncelikli hedefinin, söküm aşamasında sıfır atık üretimi olduğu söylenebilir (Şekil 6).



Şekil 6. Loblolly Evi and It's Components (WEB-4)

4.2. Türkiye’de Mevcut Durum

Yapısal atıklar konusunda birçok ülkede bilimsel çalışmalarla birlikte merkezi ve yerel yönetimlerin ciddi önlemler ve uygulamalar içerisinde oldukları görülmektedir. Türkiye’de 1950’lerden bugüne dek yapısal atıklarla ilgili konulara kısmen ya da bütünüyle değinen çeşitli düzenlemeler yapılmıştır. En kapsamlı düzenleme olarak; 18 Mart 2004 tarihli ve 25406 sayılı Resmî Gazete’de “Hafriyat Toprağı ve İnşaat ve Yıkıntı Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği” yürürlüğe girmiştir. Bu yönetmelik yapısal atıkların çevreye zarar vermeyecek şekilde öncelikle kaynaktan azaltılması, toplanması, geçici biriktirilmesi, taşınması, geri kazanılması, değerlendirilmesi ve bertaraf edilmesine ilişkin teknik ve idari hususlar ile uyulması gereken genel kuralları düzenlemektedir (WEB-5).

2004 yılından bugüne kadar Türkiye’de yapı sektöründe yaşanan gelişmeler ve değişiklikler nedeniyle yönetmeliğin güncellenmesi gerekliliği doğmuştur. Özellikle izinsiz yapılaşmanın ortadan kaldırılması ya da depreme dayanıksız yapıların yıkılması nedenleriyle yürütülen kentsel dönüşüm sürecinde yıkımlar artmakta, dolayısıyla yapısal atık oluşumu da hızlanmaktadır. Oluşan çok miktardaki yapısal atık Türkiye için önemli sorunlar arasında yerini almıştır. Bu bağlamda 20 Nisan 2017’de, Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından “Yıkım İşlemleri ile Hafriyat Toprağı, İnşaat ve Yıkıntı Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği” taslak olarak yayınlanmıştır (WEB-6). Bu taslak yönetmelik, yıkım ve hafriyat faaliyetlerinin ve bu faaliyetler sonucunda ortaya çıkacak atıkların çevre ve insan sağlığına ve güvenliğine zarar vermeyecek şekilde yönetimine ve kontrolüne ilişkin usul ve esasları düzenlemektedir. Taslak yönetmelikte seçici yıkım konusuna özellikle önem verilmiştir. Etkin bir atık yönetim sisteminin oluşturulması için, seçici yıkım yapılarak kullanılabilir durumdaki yapı ürünlerinin yeniden kulla-

nılması zorunlu tutulmuştur. Benzer şekilde kazı toprağının da yeniden kullanımına ilişkin daha ayrıntılı maddeler eklenmiştir.

Türkiye’de yeniden kullanıma ilişkin bir çaba olduğu bilimsel çalışmalar aracılığıyla da görülmektedir (Salgın vd., 2020; Aksel ve Çetiner, 2020). Yapısal atık yönetimi ile ilgili konularda tasarımcıların bakış açısını anlamak için yürütülen bir çalışmada, katılımcılara en önemli ve başarılı atık yönetimi etkenleri sorulmuştur. Tasarımcıların %50’si malzemelerin geri dönüşümünün en önemli etken olduğunu söylerken, %24’ü atıkların yeniden kullanılmasının önemli olduğunu söylemiştir. Toplumun bu konularda daha fazla bilinçlendirilmesi gerektiği konusunda hemfikir olan tüm katılımcılara göre, çevrenin ve doğal kaynakların korunması için yapı sektöründe geri dönüşüm ve yeniden kullanım önemli ve gereklidir (Salgın vd., 2020). Aksel Çiçekçi (2020) tarafından şantiyelerdeki atık yönetimi uygulamalarına ilişkin gerçekleştirilen alan çalışmasına göre; şantiyelerde atıklar karışık toplanmakta, daha sonra tamamen veya kısmen ayrılmaktadır. Yeniden kullanımın aynı yüklenicinin farklı şantiyeleri arasında gerçekleştiği, farklı firmalara ait şantiyeler arasında yeterli iş birliğinin bulunmadığı belirtilmiştir. Bu bağlamda, Türkiye’de yeniden kullanımın yaygınlaşması için farklı firmalar arasında gerekli iletişim ağının kurulması ve iş birliklerinin artırılması önerilmektedir (Aksel Çiçekçi, 2020).

Özellikle deprem riskli yapıların ve izinsiz yapılaşmanın ortadan kaldırılması hedefiyle başlayan kentsel dönüşümde yapılar yıkılmadan önce kullanılabilir durumdaki yapı ürünleri sökülmekte ve ikinci el pazarlarına satılmaktadır. Burada zorunluluktan çok gönüllülüğe dayalı bir işleyiş vardır. Ek olarak özellikle metal iskele ve ahşap kalıp sistemleri başta olmak üzere bazı ikinci el ürünlerin internet üzerinden de satışı gerçekleştirilmektedir. Bu pazara talebin artması ikinci el ürünlerin temiz ve düzenli bir şekilde toplanmasına ve belirli bir kalite standardına bağlı olarak pazara sunulmasına bağlıdır. Belirtilen koşulların sağlanması halinde tasarımcıların ve yüklenicilerin de kullanıcıya bu ürünleri sunabileceği öngörülmektedir.

5. Sonuç ve Öneriler

Yapı sektöründe, mevcut bir yapının ya da yapı elemanının, bileşeninin, parçasının yeniden kullanım potansiyelinin bilinmesi, ikinci el ürün kullanımının desteklenmesi, ikinci el ürün pazarlarının artması, yapı sektöründeki katılımcıların (tasarımcı, yüklenici, kullanıcı vb.) bu bilinç ile hareket etmesi için gerekli eğitimlerin verilmesi önemlidir (Salgın vd., 2021).

Yapı üretiminde kullanılan ürünlerin dayanıklı olmaları durumunda yeniden kullanılma olanakları yüksektir. Dayanıklılığı yüksek ürünler yapı ömrünü tamamladıktan sonra yeniden kullanılabilirler. Bu şekilde,

yeni kaynak gereksinimi gecikmekte veya ortadan kalkmakta, dolayısıyla doğal kaynak korunumu sağlanmaktadır. Yeniden kullanıldıkları için kurtulmak gereken bir atık olmaktan çıkmaktadır. Yeni bir hammadde veya kaynak olarak yeniden değerlendirilerek atık oluşumu engellenmekte ve kirlilikler azalmaktadır.

Yapı sektörü pek çok alt sektörü bünyesinde barındırdığı için gelişmekte olan ekonomilerin lokomotifi durumundadır. Bu nedenle sektördeki atıkların yeniden kullanımı ülke ekonomisini yakından ilgilendirmektedir. Yapım ve yıkımlar sırasında yeniden kullanılabilir birçok yapı ürünü ortaya çıkmaktadır. Doğal kaynakların kıt olduğu dünyada döngüsel ekonomiye desteklemek bağlamında yapı sektöründe atıkların önlenmesi/azaltılması, bunun sağlanamadığı durumda ise yeniden kullanılması ön plana çıkmaktadır. Oluşan bu atıkların verdiği ekonomik ve çevresel kayıplar en aza indirilmeye çalışılmalıdır. Yeniden kullanım, değerlendirilebilir atıkların tekrar yapı üretim sürecine dahil edilmesiyle yeni iş kolları ve istihdam olanakları oluşması açısından verimli bir ekonomik yatırım olarak görülmektedir. Sonuç olarak, yapı sektöründe yeniden kullanımın yaygın bir şekilde uygulanmasının önemli ölçüde çevresel ve ekonomik yararlar sağlayacağı öngörülmektedir.

Kaynakça

1. Akhtar, A., Sarmah, A.K., "Construction and demolition waste generation and properties of recycled aggregate concrete: a global perspective", *Journal of Cleaner Production*, Vol.186, 2018, 262-281.
2. Aksel, H., Çetiner, İ., "Construction waste management practices on-sites: a case study of Istanbul city", *Environmental Research and Technology*, Vol.3, No.2, 2020, 50-63.
3. Aksel Çiçekçi, H., *Yapılarda yapım süreci çevresel etkisinin azaltılmasına yönelik atık yönetim modeli önerisi*, Yayınlanmamış Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İstanbul, 2020.
4. Baldwin, A., Poon, C., Shen, L., Austin, A., Wong, I., "Designing out waste in high-rise residential buildings: analysis of precasting and prefabrication methods and traditional construction", *Proceedings of the International Conference on Asia-European Sustainable Urban Development*, Chongqing, 2006.
5. Bossink, A.G., Brouwers, H.J.H., "Construction waste: quantification and source evaluation", *Journal of Construction Engineering and Management*, Vol.122, No.1, 1996, 55-60.
6. Chandrakanthi, M., Hettiaratchi, P., Prado, B., Ruwanpura, J., "Optimization of the waste management for construction projects using simulation", *Proceedings of the 2002 Winter Simulation Conference*, San Diego, 2002.
7. CORDIS, "New old bricks for the construction industry", Available at: <https://cordis.europa.eu/article/id/36066-new-old-bricks-for-the-construction-industry>, Accessed: 22.04.2021.
8. Coşgun, N., Esin, T., "Türkiye'de yapısal atık yönetim(sizlik) sorunları", *Çevkos-5*, Kocaeli, 2006.
9. Coşgun, N., Kişisel Arşiv, 2008, Hollanda.
10. Coşgun, N., Güler, T., Doğan, B., "Yapısal atıkların önlenmesinde/azaltılmasında tasarımcının rolü", *Mimarlık Dergisi*, Vol.348, 2009, 75-78.
11. Coventry, S., Guthrie, P., *Waste minimisation and recycling in construction: design manual*, London: CIRIA, 1998.
12. DEFRA, "UK statistics on waste", Available at: <https://www.gov.uk/government/statistics/uk-waste-data/uk-statistics-on-waste>, Accessed: 22.04.2021.
13. Dorsthorst, B.J.H., Kowalczyk, T., "Design for recycling", *Design for Deconstruction and Materials Reuse*, Karlsruhe: CIB TaskGroup 39, 2002.
14. Ekanayake, L.L., Ofori, G., "Construction material waste source evaluation", *Proceedings of the Second Southern African Conference on Sustainable Development in the Built Environment: Strategies for a Sustainable Built Environment*, Pretoria, 2000.
15. Ellen McArthur Foundation, "Towards the circular economy vol. 1: an economic and business rationale for an accelerated transition", Available at:

16. <http://www.ellenmacarthurfoundation.org/publications>, Accessed: 31.01.2021.
17. EPD, "Monitoring of solid waste in Hong Kong waste statistics for 2015", Available at: <https://www.wastereduction.gov.hk/sites/default/files/msw2015.pdf>, Accessed: 17.07.2017.
18. European Commission, "Towards A Circular Economy: A Zero Waste Programme for Europe", Available at: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A-52014DC0398>, Accessed: 15.02.2022.
19. Eurostat, "Waste statistics, European Statistics", Available at: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Waste_statistics#Total_waste_generation, Accessed: 30.04.2021.
20. Faniran, O.O., Caban, G., "Minimizing waste on construction project sites", *Engineering Construction and Architectural Management*, Vol.5, No.2, 1998, 182-188.
21. Firat, F.K., Akbaş, F., "The development of recycling in the construction industry and its effect on the economy", *Proceedings of the International Conference on Eurasian Economies*, Kazan, 2015.
22. Greenwood, R., *Construction waste minimisation-good practice guide*, Cardiff: CRIBE, 2003.
23. Gorgolewski, M., "Big Dig House - from highway to housing", *Resource Salvation: The Architecture of Reuse*, ABD: Wiley-Blackwell, 2017.
24. Higgins, T.E., *Pollution prevention handbook*, Boca Raton: Lewis Publishers, 1995.
25. Innes, S., "Developing tools for designing out waste pre-site and onsite", *Proceedings of Minimising Construction Waste Conference: Developing Resource Efficiency and Waste Minimisation in Design and Construction*, London, 2004.
26. Keys, A., Baldwin, A., Austin, S., "Designing to encourage waste minimisation in the construction industry", *Proceedings of CIBSE National Conference*, Dublin, 2000.
27. Kieran, S., Timberlake, J., *Loblolly House: elements of a new architecture*, New York: Princeton Architectural Press, 2008.
28. Nadazdi, A., Naunovic, Z., Ivanisevic, N., "Circular Economy in Construction and Demolition Waste Management in the Western Balkans: A Sustainability Assessment Framework", *Sustainability*, Vol.14, No.2, 2022, 1-17.
29. Osmani M., Glass J., Price A.D.F., "Architect's perspectives on construction waste reduction by design", *Waste Management*, Vol.28, 2008, 1147-1158.
30. Poon, C.S., Yu, A.T.W., Jaillon, L., "Reducing building waste at construction sites in hong kong", *Construction Management and Economics*, Vol.22, No.5, 2004, 461-470.
31. Reike, D., Vermeulen, W.J.V., Witjes, S., "The circular economy: new or refurbished as ce 3.0?-exploring controversies in the conceptualization of the circular economy through a focus on history and resource value retention options", *Resources, Conservation and Recycling*, Vol.135, 2018, 246-264.
32. Salgın, B., *Yapı yaşam süreçlerinde yapısal atıkların önlenmesine/azaltılmasına yönelik tasarım yaklaşımları ve bir model önerisi*, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2015.
33. Salgın, B., Coşgun, N., Aydın İpekçi, C., Tıkansak Karadayı, T., "Turkish architects' views on construction and demolition waste reduction in the design stage", *Environmental Engineering and Management Journal*, Vol.19, No.3, 2020, 439-452.

34. Salgın, B., Aydın İpekçi, C., Coşgun, N., Tıkansak Karadayı, T., “Enerji ve hammadde korunumu açısından yapısal atıkların yeniden kullanımına/geri dönüşümüne yönelik bir değerlendirme”, *Mimarlık Bilimleri ve Uygulamaları Dergisi*, Vol.6, No.2, 2021, 526-537.
35. Smol, M. Kulczycka, J., Henclik, A., Gorazda, K., Wzorek, Z., “The possible use of sewage sludge ash (SSA) in the construction industry as a way towards a circular economy”, *Journal of Cleaner Production*, Vol.95, 2015, 45-54.
36. Townsend, T., Anshassi, M., *Benefits of construction and demolition debris recycling in the United States*, ABD: CDRA, 2017.
37. Ustaoglu, S.S., Limoncu, S., “Yeniden kullanımın atık yönetimi bağlamında irdelenmesi”, *Yapı Dergisi*, Vol.449, 2019, 29-39.
38. Wang, X., Zheng, L., Wu, H., Duan, H., Wang, J., “Quantity and treatment status of C&D waste in China”, *Proceedings of the International Conference on Construction and Real Estate Management*, Edmonton, 2016.
39. WEB-1, <https://www.superuse-studios.com/projectplus/buitenplaats-brienenoord/>, Accessed: 16.07.2022.
40. WEB-2, <https://projectarchitecture.com/big-dig-house/>, Accessed: 16.07.2022
41. WEB-3, <https://www.cbs.nl/en-gb/news/2019/45/construction-sector-leading-in-waste-and-recycling>, Accessed: 16.07.2022.
42. WEB-4, <https://kierantimberlake.com/page/loblolly-house>, Accessed: 16.07.2022.
43. WEB-5, <https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=5401&MevzuatTur=7&MevzuatTertip=5>, Accessed: 28.07.2022.
44. WEB-6, <https://cygm.csb.gov.tr/yikim-islemleri-ile-hafriyat-topragi-insaat-ve-yikinti-atiklarinin-kontrolu-yonetmeligi-taslagi-goruse-acilmistir.-duyuru-256327>, Accessed: 28.07.2022.
45. Wilson, R., “Old into new: recycled bricks form facade of Copenhagen housing Project”, *Architects’ Journal*, 2019.
46. Zorpas, A.A., “Strategy development in the framework of waste management”, *Science of the Total Environment*, Vol.716, 2020, 1-13.
47. 3R Initiative, “Ministerial conference on the 3R initiative-chair’s summary”, Available at: <http://www.env.go.jp/recycle/3r/initiative/en/results/01.html>, Accessed: 28.07.2022.





ESENLER GELECEĞİN ŞEHİRİ: NAR İNOVASYON BÖLGESİ SIFIR ATIK HEDEFİ

Mehmet Onur SENEM

*İstanbul Teknik Üniversitesi, Coğrafi Bilgi Teknolojileri
Doktora Programı – Doktora Öğrencisi
senem19@itu.edu.tr*

Prof.Dr. İmdat AS (Sorumlu Yazar)

*TÜBİTAK 2232 Uluslararası Lider Araştırmacı
İstanbul Teknik Üniversitesi, Mimarlık Bölümü
ias@itu.edu.tr*

1. Giriş

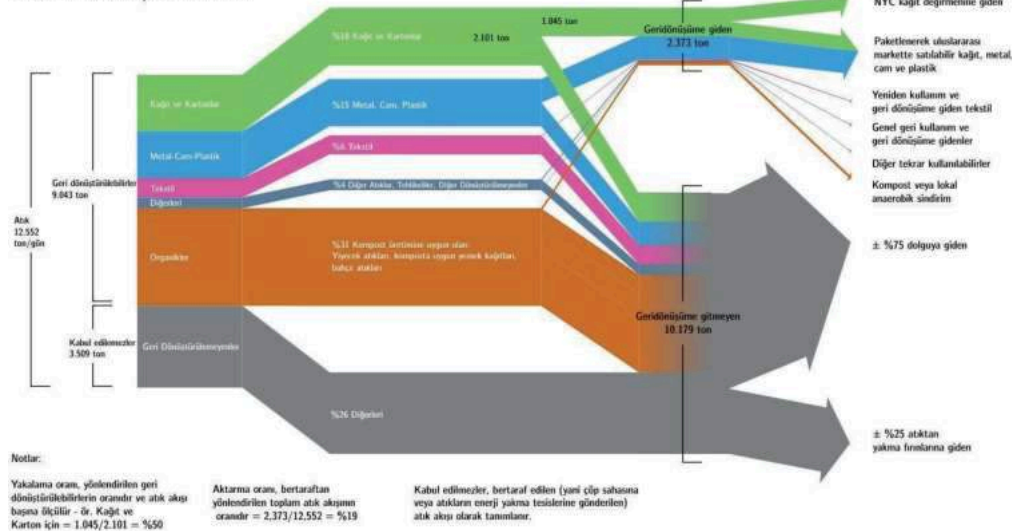
18. yüzyılda başlayan Endüstri Devriminden beri seri üretim hayatımızın bir parçası haline gelmiştir ve birçok yeniliğe, teknolojik gelişmeye ve yaşam kalitemizin artmasına sebep olmuştur. Amerikalı psikolog ve Harvard Üniversitesi profesörü Steven Pinker'ın *The Better Angels of Our Nature* adlı kitabında Dünya genelinde yaşam koşullarının önemli ölçüde arttığını, örneğin kabile savaşları, cinayetler, aile içi şiddet ve iç savaşların- Endüstriyel Devrimden beri- yıllar içerisinde çarpıcı bir biçimde azaldığını savunmaktadır (Pinker, 2011). Bu bağlamda şehirlerimizin yaşam kalitesi de önemli ölçüde artmıştır. Ancak Endüstriyel Devrim tüketim kültürünü de beraberinde getirmiştir ve insan üretimi atıklar gün geçtikçe artmıştır. Günümüzde, şehirler yılda 2 milyar ton atık üretiyor ve çoğunluğu gelişmiş ülkelerden gelmektedir. Bu atıkların en az üçte biri geri dönüştürülemiyor ve doğamıza zarar veriyor (Worldbank, 2022). Atık konusu dünyamız için önemli bir sorun haline gelmiştir.

Bu sorun ile mücadele etmek için Birleşmiş Milletler (BM) 2030 sürdürülebilir kalkınma hedeflerini (SDG) açıklamıştır. Belediye başkanları, politikacılar, mühendisler, mimarlar ve hatta sanatçılar atık sorunu ile nasıl baş

edilebileceği konusunda araştırma yapmaktadırlar. Örneğin bu konuda dünya çapında isim yapmış, genç Türk Ressamı Deniz Sağdıç, çeşitli atıklardan sanat eserleri meydana getirmektedir. Bugüne kadar 2-ton atığı bu şekilde sanat eserine dönüştürmüştür - 13 bin düğme, 35 bin plastik kelepçe, 290 ilaç atığı ile binlerce defolu pantolonu kullanarak sanat eserleri meydana getirmiştir. Eserlerinde atıklara yeni bir hayat vererek ve görenleri hayran bırakan inanılmaz gerçekçi portreler yaratmaktadır (Oru, 2021). Ancak 2 milyar ton atık ile mücadele edebilmek için kapsamlı siyasi, mimari ve teknik çözümlere ihtiyaç vardır. Dünya’da birçok kurum ve kuruluş bu sorunla mücadele edebilmek için sıfır-atık stratejileri geliştirmiştir.

Örneğin, Amerika Birleşik Devletleri’nin (ABD) New York şehrinde, her gün yaklaşık 12.500 ton çöp Temizlik İşleri Müdürlüğü (*Department of Sanitation* - DSNY) tarafından toplanır ve atık transfer istasyonlarına aktarılır. Atıkların 9,000 tonu (~%74) geri dönüştürülebilir, 3,500 tonu da (~%26) dönüştürülemeyen atıklardan oluşmaktadır. Geri dönüştürülebilen atıkların %18’i kâğıt ve kartonlar, %15’i metal, cam ve plastik (MCP), %6’sı tekstil ve %31’i yiyecek ve bahçe atıkları gibi organik atıklardan oluşmaktadır. Ancak bu atıkların sadece %18,9 geri dönüştürülmektedir, %81,1’inin dörtte üçü toprağa, yani dolguya gitmekte, kalan dörtte biri de yakılmaktadır (Şekil 1).

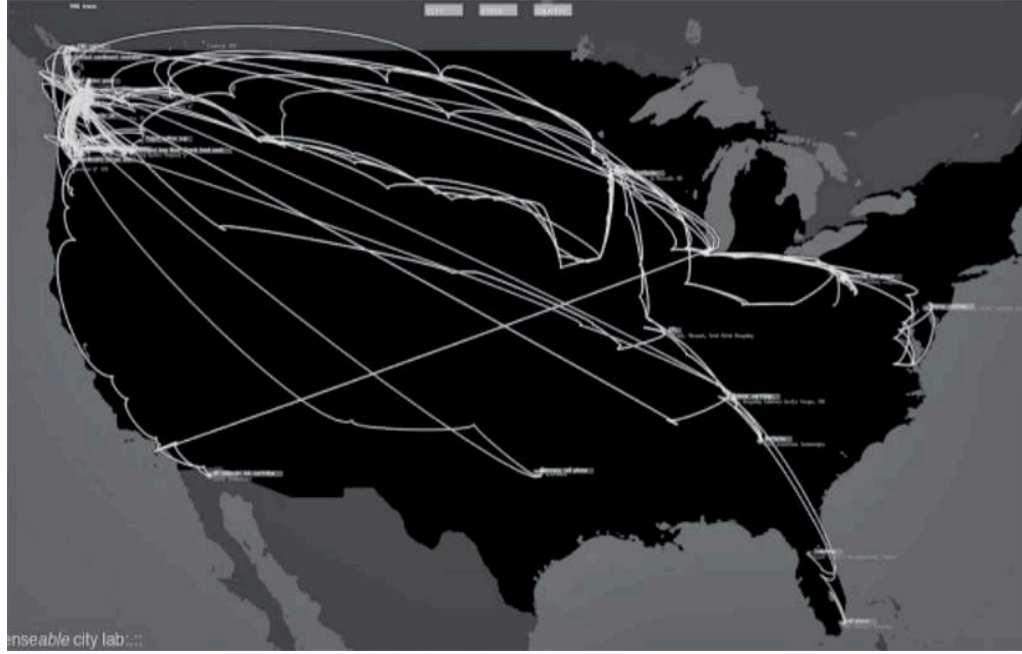
DSNY ATIK AKIŞ DİYAGRAMI



Şekil 1. New York (NYC) Şehri Temizlik İşleri Müdürlüğü'nün (DSNY) hâlihazırdaki Atık Akış Diyagramı. Dolguya ya da yakılmaya giden atıkların oranı %81,1'dir. NYC'nin hedefi 2030'da bu oranı sıfıra indirmektir.

New York'ta atıkların çoğu dolguya gitmektedir, peki bu süreç nasıl işlemektedir? 2011'de *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) Media Lab, SENSEable City Laboratuvarı, tarafından atık yollarını takip eden aydınlatıcı bir çalışma yapılmıştır. Çalışma, 3000 *Global Positioning Sys-*

tem (GPS) sensörü ve 500 gönüllü vatandaş ile ABD'nin kuzeybatısındaki Seattle şehri atıklarının ülke içinde hareketi izlemiştir. Gönüllüler verilen GPS sensörlerini araştırma grubunun belirlediği farklı tiplerdeki atıklara yerleştirmiştir. Atıkların hareketi iki aydan fazla bir süre izlenip Şekil 2'deki haritaya işlenmiştir. Çalışma, atık yönetim zincirindeki verimsizliği gözler önüne sermiştir (Ratti ve Claudel, 2016; Boustani vd. 2011).



Şekil 2. MIT Senseable City Lab. 'Trash Track' Projesi. ABD'nin Seattle şehrinin dolguya giden atıklarının ülke içinde izledikleri yolları ve atık yönetim zincirindeki verimsizliği gözler önüne sermektedir (Ratti ve Claudel, 2016).

Atık yönetimindeki verimsizliği en aza indirmek için, çevreci politikalar ile birlikte vatandaşların sıfır atık konusunda bilinçlendirilmesi ve katkı sağlaması gerekmektedir. Sıfır atık vizyonu ile çevre sorunlarının önüne geçmek, gelecek nesillere olabildiğince çöpten arıtılmış temiz bir dünya ve sosyal çevre bırakmak ana hedeftir.

2. Dünya'dan Atık Yönetimi Örnekleri

Kâğıt, plastik, cam ve kumaş gibi dönüştürülebilir atıklar ile ilgili dünya genelinde tesisler mevcuttur ve farkındalık yüksektir. İngilterede *Diversion Rate* olarak açıklanan, Türkçeye *Sapma Oranı* olarak tercüme edebileceğimiz kavram, geri dönüştürülebilir ve dolguya gitmeyen atık oranını ölçer. *Sapma Oranını* arttırmak geri dönüşüme giden atıkları arttırmak anlamına gelmektedir. Dünya Bankası'nın (DB) 2018 verilerine göre %80 ve üstü *Sapma Oranına* ulaşmış üç şehir bulunmaktadır. Bunlar Hindistan'ın Navi

Mumbai, Güney Kore'nin Changwon ve ABD'nin San Francisco şehirleridir. San Francisco gibi bu konuda başarılı kentler 2030 senesinde sıfır atık hedefine ulaşmaya yakın görülmektedirler (C40knowledgehub, 2022a).

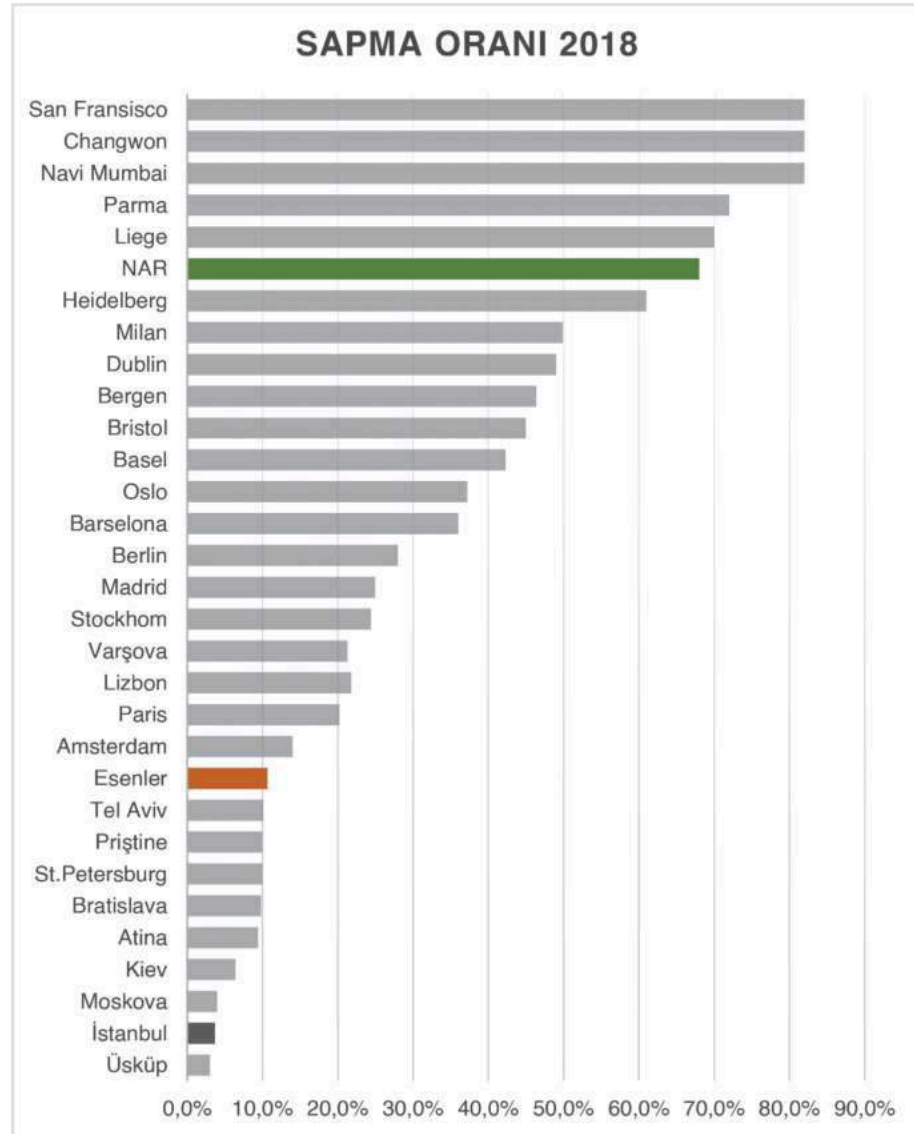
Bu bağlamda, 2005 yılında C40 adında *İklim Liderliği Grubu* kurulmuştur. C40, popülasyon olarak dünyanın on ikide birini ve küresel ekonominin dörtte birini temsil eden önemli şehirlerden oluşan bir organizasyondur (wikipedia.org, 2022). Bu grup, iklim kriziyle yüzleşmek içine şu anda ihtiyaç duyulan acil eylem planlarını gerçekleştirmek için iş birliği yapan yaklaşık 100 belediye başkanından oluşan bir ağıdır. İstanbul şehrinin de 2006 yılında üyesi olduğu C40, yüksek popülasyona sahip şehirlerin yönetim stratejilerini ve gelecek hedeflerini birbirleri ile paylaştıkları bir organizasyondur (c40.org, 2022d).

Bu grupta bulunan İngiltere'nin Londra kenti, 2018'de %14 olan atık sahası emisyonunun 2050'de net sıfıra ulaşmasını hedeflemektedir. Kent Anaerobik Sindirim ile kompostlama ve atık su ayrıştırma işlemleri yapan gelişmiş tesisleri kurmuştur (Elementenergy, 2022). Japonya'nın Tokyo kenti sıfır emisyon strateji raporunda, arıttığı katı atık miktarının 2019'da %22,7 olduğunu belirtmiştir, bu oranı 2030'da %37'ye çıkarmayı hedeflemektedir. 2050 hedefi için de yenilikçi teknolojiler ile tek kullanımlık olmayan ürünlerin geliştirilmesi, sürdürülebilir ulaşım mod'ların ve inovatif işletmelerin teşvik edilmesine yönelik çalışmalar yapmaktadır (Tokyo, 2019). Yeni Zelanda'nın Auckland ve Kanada'nın Vancouver şehirleri de 2040 senesi için sıfır atık hedeflerini ilan etmişlerdir (aucklandnz.com, 2022; C40.org, 2022c). Almanya'nın Berlin kentinde her birey 2020'de yaklaşık 380 kilogram atık üretmiştir. Yani 2020'de toplamda 800.000 ton çöp toplanmış – saat başı 30.000 plastik poşet ve 20.000 tek kullanımlık bardak tüketilmiştir. Berlin için sıfır atık stratejisi bu nedenle çok önem taşımaktadır. Şehir "atık festivali" gibi insanlar için farkındalığı arttırmaya yönelik etkinlikler de yapılmaktadır (smart-city-berlin.de, 2020; zerowasteberlinfestival.com, 2022).

Norveç'in Oslo kenti katı atıkların toplanması ve geri dönüşüme katılması çalışmaları dışında Norveç kıyılarına vuran atık sorununa da çözüm aramaktadır. Örneğin *'in the same boat' gibi* kar amacı gütmeyen organizasyonlar (Non-Governmental Organizations - NGOs), Norveç sahillerine vuran atıkları toplayarak geri dönüşüm zincirine sokmaya yönelik çalışmalar yapmaktadır (inthesameboat.eco, 2022).

Diğer önemli Avrupa kentlerinin *Sapma Oranları*, DB'nin 2018 verilerine göre şöyledir: Üsküp %3, Moskova %4, Kiev %6,4, Atina %9,4, Bratislava %9,8, St. Petersburg ve Priştine %10, Amsterdam %14'dür. Paris'in *Sapma Oranı* %20.2; Lizbon %21,8, Varşova %21,3, Stockholm %24,4, Madrid

%25, Berlin %28, Barselona %36, Oslo %37,2, Basel %42,3, Bristol %45, Bergen %46,4, Dublin %49, Milan %49,9, Heidelberg %61, Liege %70 ve Parma %72'dir (C40.org, 2022c). İstanbul şehri için *Sapma Oranı* İstanbul Büyükşehir Belediyesi'nin (İBB) 2021 faaliyet raporuna göre %3, ve Esenler ilçesi için de %10'dur. Bu oranlardan da anlaşılacağı üzere, Avrupa'nın yüksek nüfuslu kentlerinde dolguya giden atık miktarları arzu edilen seviyenin üzerindedir (Şekil 3).



Şekil 3. Dünya Bankası'nın Önemli Şehirler 2018 Sapma Oranı Verisi. San Francisco, Changwon ve Nova Mumbai sıfır atık konusunda %80 Sapma Oranına ulaşmışlardır (NAR projeksiyonu, İstanbul ve Esenler Sapma Oranları sonradan bu tabloya eklenmiştir).

3. Sıfır Atık Yöntem ve Yaklaşımlar

Ülkelerin ve çeşitli organizasyonların geliştirdiği sıfır atık yaklaşımları, atık problemi tanımları ve çözüm yolları farklılık göstermektedir. Örneğin; İngiltere’de Çevre, Gıda ve Kırsal İşler Dairesi’nin (*Department for Environment Food & Rural Affairs*) yayınladığı sıfır atığa doğru beş aşama başlıkları şunlardır: a. Önleme, b. Yeniden kullanmaya hazırlık, c. Geri dönüşüm, d. Diğer kurtarmalar, e. İmha etme’dir (Defra, 2011). Buna benzer başka ülkelerde kendi rehberlerini oluşturmuşlardır. Bu kitap bölümünde iki farklı yaklaşım detaylı anlatılacaktır: C40 organizasyonun geliştirdiği Sıfır Atık Yaklaşımları ile AB’nin Sıfır Atık Yaklaşımları.

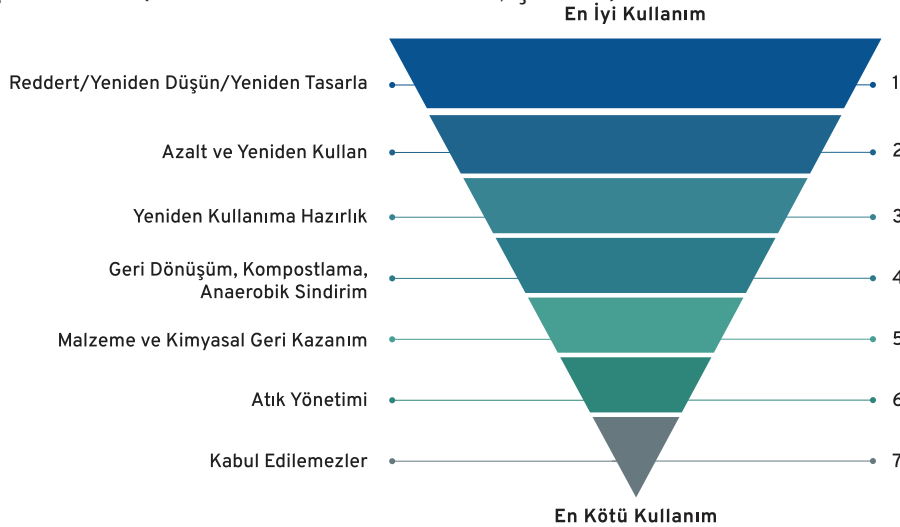
3.1. C40 Sıfır-Atık Yaklaşımı

C40’ın Sıfır Atık Yaklaşımı altı aşamadan oluşmaktadır:

- Malzemelerin azaltılması ve korunması
- Kaynakların döngüsel olarak kullanımının artırılması ve israfı durdurmak için teşviklerin geliştirilmesi
- Üreticilerin sürdürülebilir ve geri dönüşüme uygun ürünleri tasarlaması
- Yeniden kullanımın teşvik edilmesi
- Organik ve inorganik malzemelerin geri dönüşümünün sağlanması
- Atıkların imha edilmesinin düzenlenmesi

3.2. AB Sıfır-Atık Yaklaşımı

AB’nin Sıfır Atık Yaklaşımı ters bir piramit şeklindedir ve 7 seviyeden oluşmaktadır (Zerowastecities.eu. 2019; Şekil 4):



Şekil 4. AB’nin Sıfır-Atık yaklaşımı (Zerowastecities.eu. 2019).

- 1. Reddet/Yeniden Düşün/Yeniden Tasarla:** Birinci seviye, atıkların üretilmesini durdurmakla ilgili her türlü faaliyeti kapsar. İyi bir tasarım ile israfsız bir sistem geliştirmek amaçlanmaktadır. Alternatifleriyle kolayca değiştirilebilen ürünlerin geliştirilmesi teşvik edilmektedir. Tek kullanımlık ürünlerin ticarileşmesinin durdurulması, üretim ve kullanımdan çıkarılması hedeflenmektedir.
- 2. Azalt ve Yeniden Kullan:** Bu seviye, atık haline gelmeyen, ekonomik döngüde yeterince kullanılmayan veya kullanım değerini kaybetmesine rağmen atık haline gelmiş ürünler için pazarın büyütülmesi stratejilerini kapsamaktadır. Amaç, bu atıkların dolguya gitmesini önlemek ve ekonomiyi katılmalarının yollarını aramaktır.
- 3. Yeniden Kullanıma Hazırlık:** Bu seviye, atıkların yeniden kullanıma hazırlık sürecidir, yani atık haline gelen öğelerin yeniden ürün haline gelmesi için temizlenmesi, onarılması ve yenilenmesi çabalarını kapsamaktadır.
- 4. Geri Dönüşüm, Kompostlama, Anaerobik Sindirim:** Bu seviye, malzemeleri sürdürülebilir kaynak yönetiminde tutmak için atıkları yüksek kaliteli ikincil hammaddelere dönüştürmekle ilgilidir. Bu düzey, bir önceki 3. seviyeyi destekler.
- 5. Malzeme ve Kimyasal Geri Kazanım:** Malzeme geri kazanım ve biyolojik arıtma işlemleri, bertarafı en aza indirirken kaynakların değerini korumak için uygun maliyetli yöntemleri kapsamaktadır. Bu aşamada zor ayrıştırılan malzemeler ayrıştırılarak geri dönüşüme katılmaktadır. Tesislerde yapılabilen bu kimyasal ayrıştırmalar kaynakların en iyi şekilde değerlendirilmesini hedeflemektedir.
- 6. Atık Yönetimi:** Önceki aşamalarda elde edilen verilerin değerlendirilmesi bu fazda yapılmaktadır. Bu seviyede, atık yönetimi verileri ile malzeme geri dönüşümünün arttırılması için kararlar alınır. Bir başka deyişle, tasarlanan ürünler ve atıkların yönetilmesi için yeni politikaların geliştirildiği ve kararların alındığı aşamaları kapsamaktadır.
- 7. Kabul Edilemezler:** AB, kaynakları yok eden ve/veya çevresel olarak zararlı görülen ve geri dönüşüm zincirine girmeyen atıkları *kabul edilemez* olarak nitelendirir. Atıkların dolguya gitmesi, oksijenli veya oksijensiz her türlü yanması veya karışık atıkların birlikte yakılması, arzu edilmeyen yöntemlerdir. Sıfır atık hedefine ulaşabilmek için bu seviyedeki atıkların en aza indirilmesi gerekmektedir.

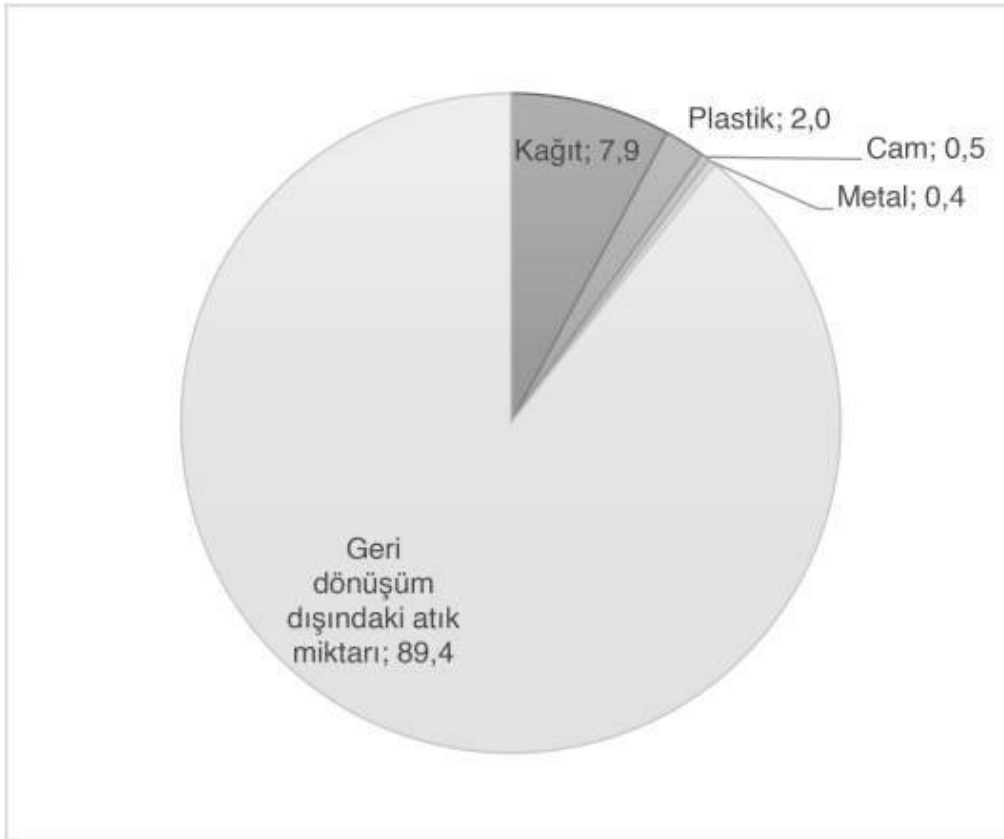
4. Esenler NAR İnovasyon Bölgesi Sıfır Atık Yaklaşımı

NAR İnovasyon Bölgesi master plan çalışması, İstanbul Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesinde CİDDİ (*City Development through De-*

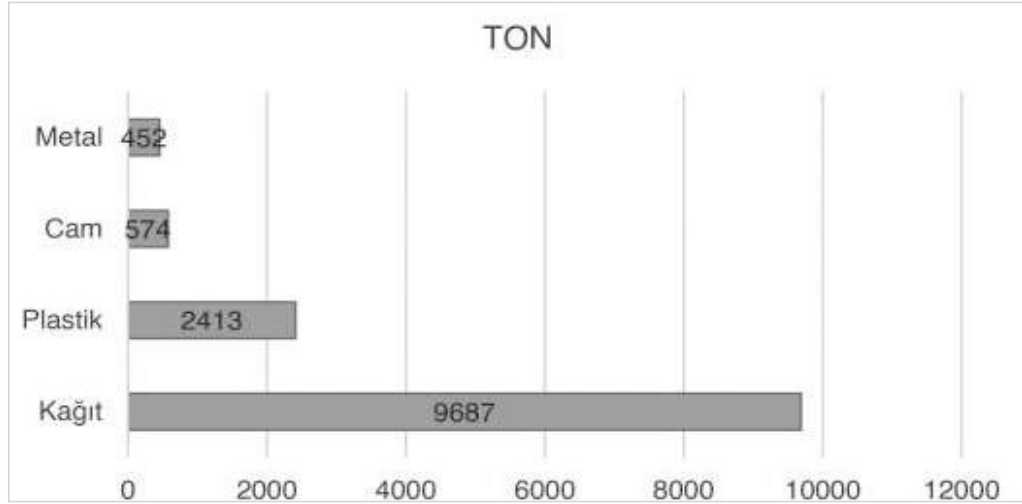
sign Intelligence) laboratuvarı bünyesinde yürütülen bir projedir. Proje, İstanbul ili, Esenler ilçesi sınırları içerisinde yer almaktadır.

4.1. Esenler İlçesinin Hâlihazırdaki Atık Durumu

Esenler Belediyesinin popülasyonu 446.276'dır. İstanbul Avrupa Yakası'nın merkezi konumunda olan ilçe, Tekstilkent, Giyimkent gibi sanayi alanları barındırırken, Yıldız Teknik Üniversitesi Davutpaşa Kampüsü gibi eğitim kurumlarına da sahiptir. Esenler'de, km² başına 70,000 kişi düşmektedir ve bu oran ile popülasyon yoğunluğu İstanbul ortalamasının (~12,000 kişi/m²) üzerindedir.



Şekil 5. Esenler Belediyesinin hâlihazırda geri dönüşüme giden ve dolguya giden atıkların oranları, 2021 (Yüzde)



Şekil 6. Esenler Belediyesinin geri dönüşüme giden atık miktarları, 2021 (ton)

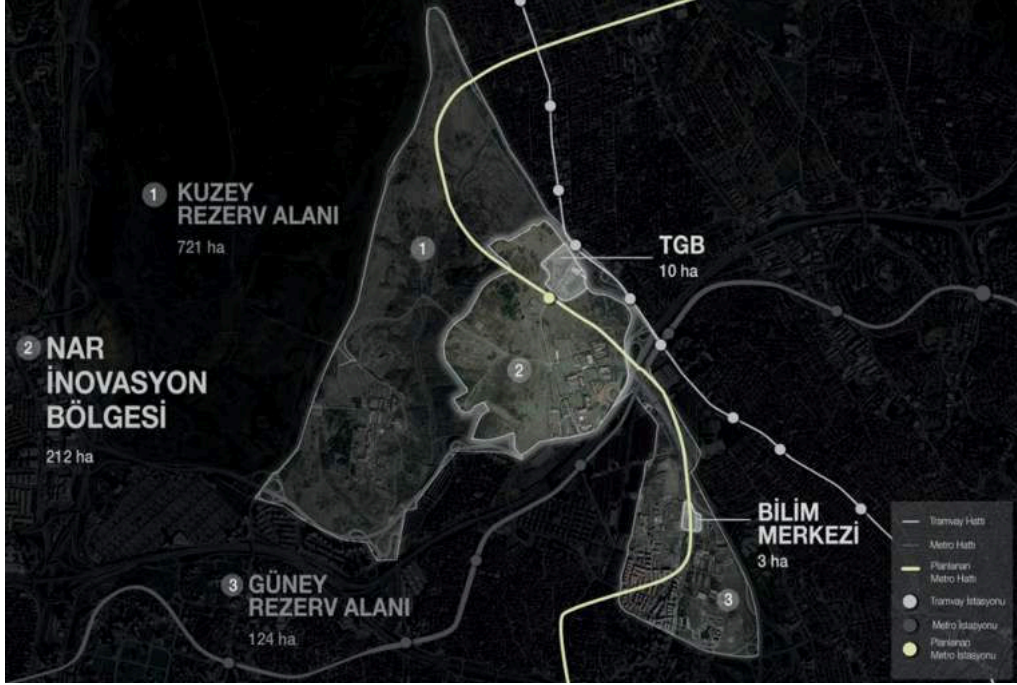
Esenler Belediyesi 2021 yılında toplamda 123,280 ton atık üretmiştir; bunun 13,120 tonu (%10,6) geri dönüşüme gitmiştir (Şekil 5). Kâğıt 9,687 ton (%7,9) ile en fazla geri dönüşüme giden atık olarak görülmektedir. İlçede 2,413 ton plastik, 574 ton cam ve 452 ton metal atık geri dönüştürülüp tekrar kullanıma sokulmuştur (Şekil 6).

Sıfır atık hedefine ulaşmak için %89,4'lik dolguya giden malzemelere yönelik çalışmalar yapılması gerektiği anlaşılmaktadır. Depolama ve yakma tesislerine giden bu malzemelerin azaltılması gerekmektedir. Esenler, %10,6 *Sapma Oranı* ile İstanbul geneli (%3) üzerinde bir performans sergilemesine rağmen Amsterdam, Paris, Lizbon, Varşova ve Stockholm gibi şehirlerin gerisindedir (Şekil 3). Esenler Belediyesi, sıfır atık politikasını benimseyen uygulamalar ile önümüzdeki yıllarda *Sapma Oranını* artırmayı hedeflemektedir.

4.2. Esenler Geleceğin Şehri Projesi

Esenler'in kuzeyinde kurulan *Geleceğin Şehri*, Kuzey Rezerv (721 ha) ve Güney Rezerv Alanlarından (124 ha) oluşmaktadır ve toplam 845 ha büyüklüğündedir. Güney Rezerv alanı projesi ilk tamamlanması beklenen kısımdır, 4 fazdan oluşmaktadır ve ilk fazı bitmek üzeredir. 19 Ağustos 2022'de, Esenler Belediyesi ilk 2500 konutu sahiplerine dağıtmıştır. Kuzey Rezerv Alanı içerisinde konut, ticari ve donatı alanları dışında Türkiye'nin en büyük Millet Bahçesi, Akıllı Şehir Teknolojileri temalı Teknoloji Geliştirme Bölgesi (TGB - 10 ha), ve NAR İnovasyon Bölgesi (212 - ha) bulunmaktadır (Şekil 8). Millet Bahçesi, Kuzey İstanbul Ormanları'na komşudur ve Mimar Sinan'ın ünlü Avasköy Su Kemeri'ni barındırmaktadır. TGB planlama ve tasarım süreçleri 'T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı', 'T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı' ve 'Esenler Belediyesi'

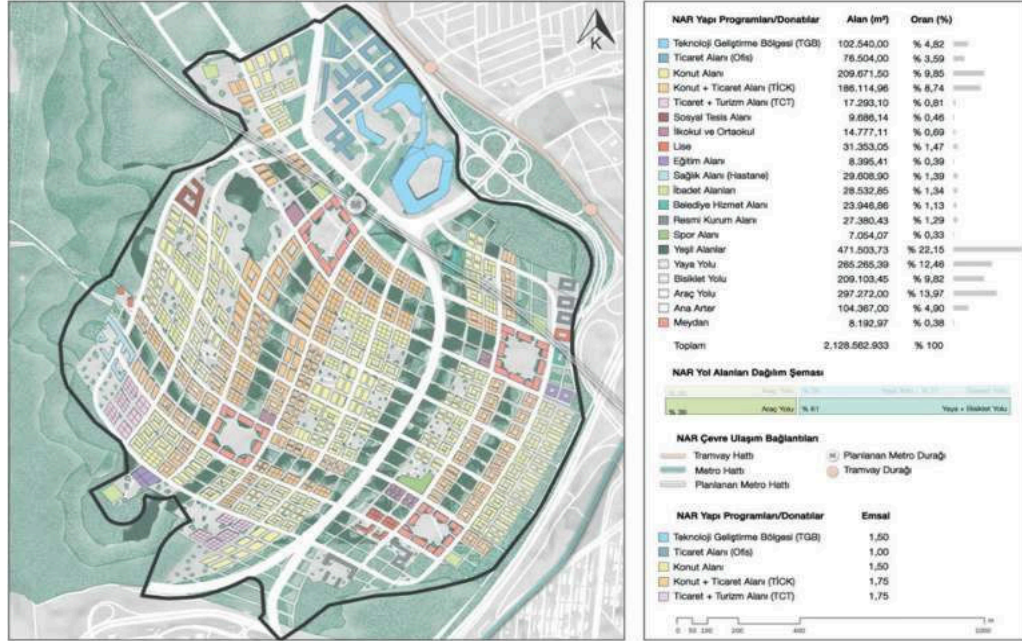
tarafından yürütülmektedir ve Türkiye'nin Akıllı Şehir Teknolojileri Merkezi olması öngörülmektedir (Şekil 7).



Şekil 7. Esenler Geleceğin Şehri. Toplam 845 ha büyüklüğünde olup Kuzey ve Güney Rezerv Alanları'ndan oluşmaktadır. Teknoloji Geliştirme Bölgesi (TGB) 10 ha ve NAR İnovasyon Bölgesi 212 ha büyüklüğündedir ve Kuzey Rezerv Alanı içerisinde yer almaktadır.

4.3. NAR İnovasyon Bölgesi

NAR İnovasyon Bölgesi Kuzey Rezerv Alanı içerisinde yer almaktadır (Şekil 7). NAR, *Doğuştan Akıllı Şehir* mottosu ile T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığının *2020-2023 Ulusal Akıllı Şehirler Stratejisi ve Eylem Planı* hedeflerine uygun olarak sıfırdan planlanmıştır. Ulaşım ilişkileri, ekolojik kaynaklar, enerji atık ilişkileri ile bir ekosistem düşünülerek master plan süreci tamamlanmıştır. NAR Bölgesi'nde yaşayan popülasyonunun ihtiyaçlarını karşılayan konut, ticari ve donatı alanları bulunmaktadır, bunlar; ilk, orta, lise ve kamusal eğitim kurumları, sağlık hizmetleri, ibadethane ve spor alanları, meydanlar ve yeşil alanlardır (Şekil 8).



Şekil 8. NAR İnovasyon Bölgesi Master Plan ve Program Dağılımı.

Proje, kişi başına düşen yeşil dokuyu 22m²'ye getirmeyi hedeflemektedir. Ana akslarda bulunan yeşil koridorlar, kesintisiz ağaç dokusu ile kaliteli bir çevre ve kamusal alan kurgulanmıştır. Kentsel tarımı ve yeşil dokuyu arttırmak için çeşitli bahçe uygulamaları ile birlikte yenilenebilir ve sürdürülebilir enerji üniteleri tasarımda kurgulanmıştır. Projenin ızgara sistemi üzerine kurulu yerleşimi, ulaşım ilişkilerini geliştirmek, yeşil dokuyu ve mevcut topografyayı korumak amacıyla topografyaya uyduurulmuştur (Şekil 8).

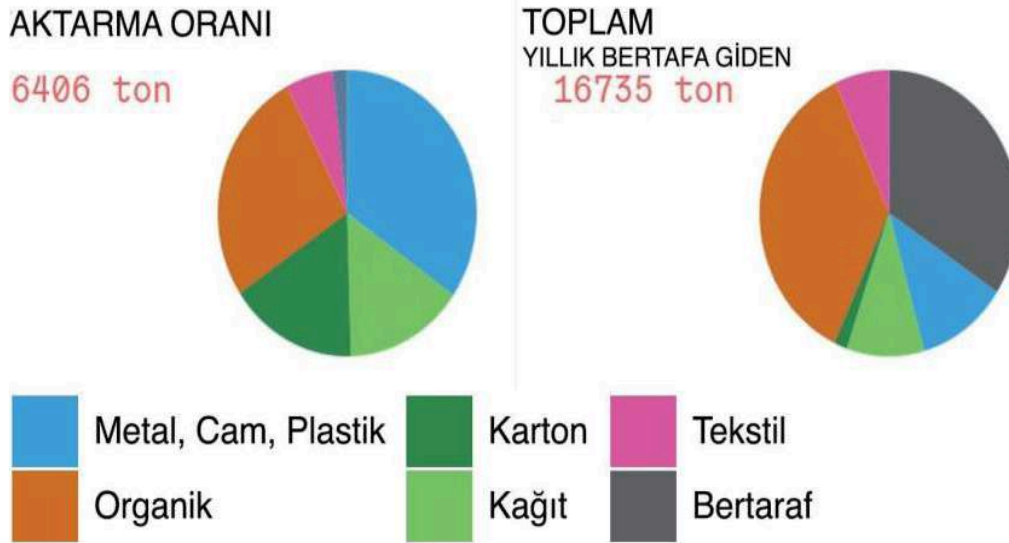


Şekil 9. NAR İnovasyon Bölgesi kapsamında geliştirilen süperblok modeli. NAR alanı ~40 tane süperblok'dan oluşmaktadır.

NAR alanı ~40 süperblok ve 4 ana meydandan oluşmaktadır. Her bir süperblok, yaklaşık 300 daire ve buna bağlı 1500 kişiyi barındırıyor. Toplamda NAR bölgesi popülasyonunun 15-20 bin civarında olacağı tahmin edilmektedir. Bölge sadece elektrikli araçlara (sonrasında da elektrikli otonom araçlara) açık olacaktır. Planlaması otonom sistemlere göre yapılmıştır.

4.3.1. NAR İnovasyon Bölgesi Atık Miktarı Projeksiyonu

NAR bölgesinde konut adedi ~3,200'dür. Esenler'de hane başı ortalama 5.2 kişi düştüğü varsayılırsa, bölgenin zerowastedesign.org'un kaba hesaplama cetveline göre yılda üreteceği yaklaşık atık miktarı şu şekildedir: Toplam atık miktarı 7,293 ton/yıl, geri dönüşüme yönlendirilen atık miktarı 4,939 ton/yıl, ve dolguya gönderilen miktar da 2,343 ton/yıldır (Şekil 10). (<https://www.zerowastedesign.org/waste-calculator/>). Bu hesaplamalara konut dışı alanlar, örneğin, ticari ve donatı alanları dahil değildir.



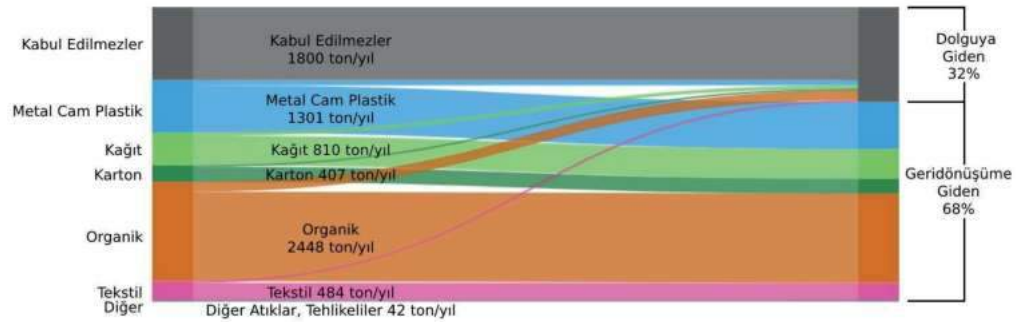
Şekil 10. NAR İnovasyon Bölgesi Toplam Konut Atık Projeksiyonu.

Sıfır atık hedefine ulaşmak için yapılması gereken 2,353 ton/yıl dolgu ve yakma tesislerine giden atıkların geri dönüşüm sürecine kazandırılmasıdır. Hedef, NAR projesinde planlanan yer altı atık galeri sistemi ve atık toplama mekanizmaları sayesinde atıkların olabildiğince dolgu ve yakma tesislerine değil, geri dönüşüm zincirine dâhil olmasıdır.



Şekil 11. Zerowastedesign.org'a göre ortalama malzeme geri dönüşüm oranları

Şekil 11'de zerowastedesign.org'un farklı şehirlerden elde edilen verilere göre ortalama atık geri-dönüşüm oranları gösterilmektedir. Her malzemenin geri dönüşüm akışına girmesi aynı oranda değildir. Bu verilere göre, atıklar içerisinde en çok ayırt edilen malzeme kartondur ve ortalama %79'u geri dönüşüm zincirine katılmaktadır. Kartonu %54 ile metal-cam-plastik malzeme grubu, %37 geri dönüşüme giren kâğıt ve %25 oranı ile tekstil grubu takip etmektedir. Geri dönüşüm akışına katılımda en düşük orana %22 ile organik malzemeler sahiptir. Ancak bu oranlar zerowastedesign.org'un aşağıda bahsedeceğimiz önerileri ile %90'a kadar yükseltilmesi mümkündür. Projeksiyon, halihazırda NAR İnovasyon Bölgesinde *Sapma Oranının* %68 olduğunu göstermektedir (Şekil 12, 13). Bu oran şu an İstanbul ve Esenler'in *Sapma Oranlarının* üzerindedir. Bu oranı yükseltip sıfır atık hedefine yaklaşmak için aşağıda bahsi geçen ek yaklaşımlar incelenecektir.



Şekil 12. NAR İnovasyon Bölgesi, zerowastedesign.org'un hesaplama cetveline göre %68 sapma oranına erişmektedir.

Malzeme	NÜFUS VERİLERİNE GÖRE			SIFIR ATIK YAKLAŞIMLARI İLE		%88 Toplam Tahmini Sıfır Oranı
	Dönüşüme Giden Sıfır Oranı (Ton/Yıl)	Toplam Bertaraf Giden (Ton/Yıl)	NAR Alanı Toplam Atık Miktarı (Ton/Yıl)	Toplam Yıllık Dönüşüme Giden (Ton/Yıl)	Toplam Yıllık Bertarafa Giden (Ton/Yıl)	
Organik	543,99	1904,44	2448,43	2211,00	237,43	
MCP	700,95	600,36	1301,30	1168,00	133,30	
Kağıt	297,21	512,75	809,95	741,00	68,95	
Karton	319,59	87,93	407,51	371,00	36,51	
Tekstil	118,19	366,52	484,71	426,00	58,71	
Tehlikeli Madde	42,00	0,00	42,00	42,00		
Bertaraf	0,00	1800,00	1800,00		1800,00	
	2019,00	5274,00	7293,00	4959,00	2334,00	

Şekil 13. NAR İnovasyon Bölgesi'nin zerowastedesign.org'a göre öngörülen atık verileri.

4.3.2. NAR İnovasyon Bölgesi Sıfır-Atık Yaklaşımı

NAR bölgesinin sıfır atık yaklaşımını zerowastedesign.org'da önerilen yöntemler ile AB Sıfır Atık prensipleri çerçevesinde üç maddede toplanabilir: A. Hanelerin genel olarak atık miktarlarını azaltmaları için mimari tasarım çözümleri, B. Geri dönüştürülebilir atıkların oranını artırmak için değişik yöntemlerin geliştirilmesi ve C. AB sıfır atık prensiplerinin NAR alanında uygulanması.

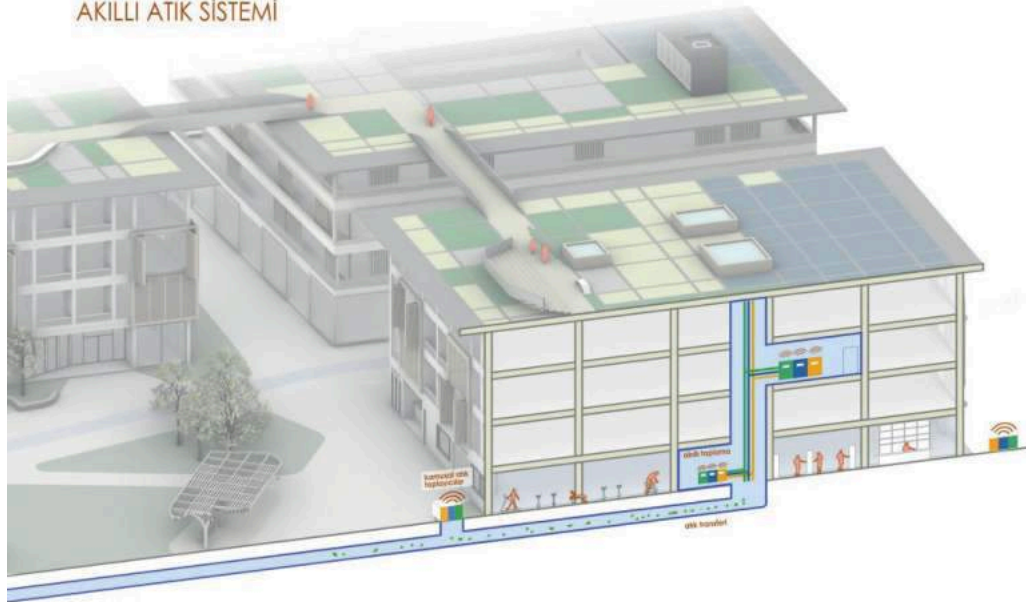
A. Genel olarak atıkların azaltılmasına yönelik şu yaklaşımlar geliştirilmiştir:

- Süperbloklarda ortak kullanım alanlarının arttırılması. Ortak çalışma, ibadethane, spor alanlarının yanı sıra mahalle sakinlerinin kullanabileceği araç-gereçlerin ortak bir depoda saklanması, örneğin ev bakımı araçları gibi. İnsanlar bunları evlerinde ayrı ayrı bulundurmamak zorunda kalmayacaktır.
- Süperblok'ta tüm konutlara merkezi bakım, onarım, temizlik, yıkama vs. gibi servislerin verilmesi.
- Atığa gidecek malzemelerin kullanımının azaltılması, örneğin, kompost olabilecek malzemelerin kullanılması; panel, pankart yerine dijital ekranların kullanılması istenmektedir.
- Gıda atıklarının azaltılması için atık takip sistemlerin kullanılması. Her bir Süperblok'ta gıda paylaşımı için ortak mekânlar tasarlanması. Gıda ürünleri çatı peyzajlarında yetiştirilen meyve, sebze veya diğer paylaşılması istenilen ürünlerdir.
- Bunların dışında, mobilya ve diğer ev eşyalarının paylaşımını da kolaylaştırıcı mekânların tasarlanması. Süperblok'ta yaşayan hane halkının istemediği mobilya ve benzeri eşyalarını diğer sakinler ile paylaşabilmesinin kolaylaştırılması için hem fiziki bir mekân tasarlanmıştır hem de paylaşımı sağlayan dijital bir uygulama geliştirilmiştir.

B. Geri dönüştürülen atıkların artırılması ile ilgili tasarlanan yaklaşımlar aşağıda sıralanmıştır:

- Atık yönetimi için teşvikler geliştirilmiştir. Örneğin atık ödeme sistemi ile atıkların ayrıştırılması ve bertarafı kolaylaştırılmıştır. Atıkların doğru bir şekilde bertaraf edilmesiyle, insanlara atık ağırlığına göre Esenler Kültürkart'a puanlar eklenmektedir. Bu puanlar şehrin çeşitli etkinliklerine katılım veya çeşitli gıda ürünlerinin alımlarında kullanılabilir. Bu ödül-ceza yöntemi ile dolguya giden atıkların azaltılması ve geri dönüşüme giden atıkların artırılması hedeflenmektedir.
- İnsanların geri dönüşüme gidecek atıkları kolay bir şekilde atabilmesinin sağlanması, bunun için bina içindeki atık odalarında, her bir atık çeşidini bulmalarının sağlanması gerekmektedir. Yani geri dönüşüme gidecek atıklar için insanların uzun mesafeler yürümesine gerek kalmayacaktır (Şekil 14).

AKILLI ATIK SİSTEMİ



Şekil 14. NAR İnovasyon Bölgesi Atık Yaklaşımı: Tüm konutlarda dikey atık kanalları bulunmaktadır. Burada çöpler üç şekilde ayrılmaktadır: a. yeniden kullanılabilir atık, b. organik atık ve c. dolguya gidecek atık. Bu kanallar sayesinde atıklar sokak altındaki galeri atık sistemine direkt bağlıdır ve kent yolları üzerinde çöp kutuları ve çöp arabalarına gerek kalmamaktadır (Çizim: Esra Arslantürk).

- Binalarda ve NAR Bölgesi içindeki atık sistemlerin grafik işaretleri, yazıları vs. özel olarak tasarlanmıştır; insanlar için kolay okunabilmesi, her yerde aynı olması ve karışıklığa sebep olmaması gerekmektedir.
- Atık odalarında dijital ekranlar ile insanlara geri bildirimde bulunulacaktır, ne kadar geri dönüştürülebilen atıklar atılmış ve ne kadar dolguya gitmiş vb. veriler insanlarla paylaşılacaktır. Bu sayede insanların atık davranışlarının olumlu yönde etkilenmesi hedeflenmektedir.

- Ev sahipleriyle hane halklarını atık konusunda eğitmek, NAR Bölgesinde geri dönüşümü zorunlu kılmak amaçlanmaktadır.

C. AB Sıfır Atık prensiplerinin NAR alanında uygulanması:

Türkiye Sanayi Sevk ve İdare Enstitüsü (TÜSSİDE), T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığının *Akıllı Şehirler Eylem Planı* için 1000'in üzerinde akıllı şehir uygulamalarının haritası çıkarmıştır ve fizibilite çalışmalarını yapmıştır. Esenler Belediyesi, TÜSSİDE'nin akıllı şehir uygulamalarından 108'inin kullanılmasına karar vermiştir (Şekil 15). Bu uygulamaların bazıları direkt, bazıları da dolaylı olarak sıfır atık yaklaşımına katkıda bulunmaktadır.



Şekil 15. Türkiye Sanayi Sevk ve İdare Enstitüsü'nün akıllı şehir uygulamaları, 10 ana başlık altında toplanmıştır: Akıllı -insan, -ulaşım, -yapı, -ekonomi, -çevre, -yönetişim, -enerji, -sağlık, -güvenlik ve -afet/acil.

AB Sıfır Atık Yaklaşımlarını (Şekil 4) NAR Bölgesinde aşağıdaki belirtilen Akıllı Şehir uygulamaları ile desteklenmektedir.

- Seviye 1 - Yeniden tasarla:

Bu faz dolguya giden atıkların azaltılması ve üretiminin durdurulmasıyla ilgili her türlü faaliyeti kapsar. NAR İnovasyon Bölgesi içerisinde kalan Teknoloji Geliştirme Bölgesi (TGB) tematik olarak akıllı şehir teknolojileri üzerine odaklanmıştır. Burada doğması beklenen startup'lar yeni iş modelleri ve ürün yelpazeleri ile israfsız sistemler geliştirmesi beklenmektedir. TGB'nin tek kullanımlık ürünlerin yerine birçok kez kullanılabilen, dönüştürebilen malzemelerin geliştirilmesinde öncü bir rol oynaması hedeflemektedir. NAR alanı içerisinde kalan tüm yapıların sertifikalı binalar (Akıllı Yapı) olması öngörülmektedir ve bu sertifikasyonda dönüşümden kazanılan yerel malzemeler ile binaların yapımı teşvik edilmektedir.

- Seviye 2 - Yeniden Kullan:

İkinci fazda amaç atıkların dolguya gitmesini önlemek ve bunun yerine ekonomiye geri dönmelerinin yollarını aramaktır. Bu bağlamda

NAR bölgesinde mahalle platformları ve kitle kaynak kullanımı (Akıllı İnsan Uygulamaları) ve paylaşımcı ekonomik modeller (Akıllı Ekonomi) ile atık olarak düşünülen malzemelerin ihtiyacı olan kişi ve kurumlarla kolayca paylaşılabilirliği ile atıkların ekonomiyeye dönmelerinin sağlanması hedeflenmektedir.

- Seviye 3 - Yeniden Kullanıma Hazırla:

Bu seviyede, geleneksel olarak atıkların dönüştürülmesi için altyapının sağlanmasının yanı sıra, Seviye 2'deki Akıllı Şehir Uygulamaları, atıkların tekrar kullanımına hazırlanmasında yardımcı olacaktır. Bunların dışında, yine bu bağlamda NAR Bölgesi binalarında, örneğin, gri su altyapısı (Akıllı Çevre) geliştirilmiştir. Bu şekilde binalara sağlanan suyun tek kullanımlık olmayıp tekrar kullanılması öngörülmektedir.

- Seviye 4 - Geri Dönüşüm:

Bu seviye geniş bir alanı kapsamaktadır ve yukarıda değişik bölümlerde geri dönüşüm konusu etraflıca açıklanmıştır. Bunların dışında NAR alanı içinde şehir içi tarımı kullanarak organik atıkların kompostlama yöntemi ile toprağa dönüştürerek kullanılması öngörülmektedir. NAR Bölgesindeki her bir Süperblok 8 adadan oluşmakta ve bu adalardaki yapıların çatıları şehir içi tarıma (Akıllı Çevre) uygun olarak tasarlanmıştır.



Şekil 14. NAR İnovasyon Bölgesi çatı peyzajları. Organik atıklar kompostlama yöntemi ile toprağa dönüştürülerek geri kazanılmaktadır.

- Seviye 5 - Malzeme/Kimyasal Geri Kazanım:

Bu faz için gerekli olan malzeme ve kimyasal geri kazanımı sağlayabilecek teknik altyapının yanı sıra, NAR Alanı, gelişmiş atık yönetimi ve galeri sistemi ile katı atık mekanizması ve atık su arıtma sistemi ile katkı sağlamaktadır. Siyah su olarak tanımlanan kullanım suyu, Süperblokların galeri sisteminde arıtılarak peyzaj alanlarının sulama

ma sistemini besleyecektir. Bu uygulama ayrıca temiz su kaynakları üzerindeki peyzaj sulama sistemi yükünü azaltmaktadır. Arıtılan atık su, çatı ve peyzaj alanlarındaki su ihtiyacını karşılayacaktır. Süperblok avluları altında yer alan yağmur toplama sarnıçlarının, binalarda kullanıcıların su ihtiyacını karşılamasına ve İstanbul için beklenen su sorununa olumlu katkı sağlayacağı düşünülmektedir (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2021).

- Seviye 6 - Atık Yönetimi:

Bu fazın amacı planlama ve tasarım aşamalarında atık önleyici ve geri dönüşümü destekleyen sistemler geliştirmektir. Bu bağlamda NAR alanında kullanılacak olan kent bilgi sistemi (Akıllı Yönetişim), yapı atık altyapısı (Akıllı Çevre) ve galeri sistemi (Akıllı Yapı) önemli akıllı şehir uygulamalarıdır.

- Seviye 7 - Kabul edilemezler:

Bu seviyede kalan atıklar geri dönüşüme katkısı olmayan kirleticilerdir, bunlara yatırımın engellenmesi ve önceki seviyelere yoğunlaşması gerekmektedir. Bu faz, sıfır atık yaklaşımları başarılı olduğu takdirde minimum seviyede olması gerekmektedir.

NAR Bölgesinde, süperblok'ların ve binaların mimari çözümlerinde, Zerowastedesign.org'da önerilen (dolguya giden atıkların azaltılması ve dönüştürebilen atıkların artırılması) stratejileri ile AB sıfır-atık yaklaşımlarını beraber uygulayarak sıfır atık hedefine yaklaşmayı hedeflemektedir.

5. Sonuç

Bu kitap bölümünde, Dünyadaki farklı şehirlerin sıfır-atık yaklaşımları incelenmiş ve verilere dayalı karşılaştırmalar yapılmıştır. Özellikle, C40 grubun ve AB'nin sıfır-atık yaklaşımları detaylı olarak değerlendirilmiştir. İstanbul Esenler ilçesi Geleceğın Şehrinin bir parçası olan NAR İnovasyon Bölgesinin bina programı ve nüfus bilgileri ile zerowastedesign.org'un projeksiyonuna göre bu bölgede atıkların %68 geri dönüşüme kazandırabileceği hesaplanmıştır. Bu oran ile NAR alanı, sıfır-atık konusunda teorik olarak dünyadaki en başarılı şehirler sıralamasında 6'ncı sıraya yerleşmektedir.

Bu çalışmada, bunun ötesinde sıfır-atık hedefine tam olarak ulaşmak için ne gibi ek tedbirlerin uygulanabileceği araştırılmıştır. NAR Bölgesinde, birçok atığın baştan meydana gelmesini önlemek ve daha çok atığın dönüştürülüp tekrar kullanılabilmesi için stratejilerin geliştirilmesi gerektiği anlaşılmıştır. AB sıfır-atık yaklaşımlarının da uygulanması önerilmiştir, örneğin akıllı atık yönetim stratejileri, ürünlerin dönüştürebilen malzemelerden yeniden tasarlanması, ürünlerin çoklu kullanıma açık olmaları vb. gibi.

Ancak sıfır-atık hedefine tam olarak ulaşmak için kanuni, mimari ve teknik çözümler yeterli olmadığı, bunların ötesinde toplumun üretim ve

tüketim alışkanlıklarını ve kültürünü değiştirmesi gerektiği anlaşılmıştır. Daha az atık üreten daha paylaşımcı toplumsal ve ekonomik modellerin toplum tarafından benimsenip uygulanması gerekmektedir. Bu süreçte toplumu ve bireyleri dönüştürücü sürdürülebilir çevreci çözümlerin inovasyonu gereklidir. Örneğin elektrikli araçları insanların çoğu çevreci ve sürdürülebilir olduğu için almıyorlar, heyecan verici ve popüler bir albenisi olduğu için alıyorlar. Dünyanın elektrikli araçlara geçişi ancak bu şekilde mümkün olabilir. Sıfır-atık devrimini de başarabilmek için bu alanlarda buna benzer, insanları ve toplumu heyecanlandıracak, yeni ürünlere, tasarımlara, teknolojilere ve yaklaşımlara ihtiyaç duyulmaktadır.

Kaynakça

1. Beavan, C., 2009. No impact man: The adventures of a guilty liberal who attempts to save the planet, and the discoveries he makes about himself and our way of life in the process. Macmillan.
2. Bishop, A., 2008. How to reduce your carbon footprint. Crabtree Publishing Company.
3. Boustani, A., Girod, L., Offenhuber, D., Britter, R., Wolf, M. I., Lee, D., ... & Ratti, C. (2011). Investigation of the waste-removal chain through pervasive computing. *IBM Journal of Research and Development*, 55(1.2), 11-1.
4. Boustani, Avid, et al. "Investigation of the waste-removal chain through pervasive computing." *IBM Journal of Research and Development* 55.1.2 (2011): 11-1.
5. Connett, P., 2013. The zero waste solution: untrashing the planet one community at a time. Chelsea Green Publishing.
6. Defra, U. K. "Guidance on applying the Waste Hierarchy." (2011).
7. Sarı, E., Öztürk, S. P. ve As, İ. (2022). "Geleceğin Dirençli Kenti: Esenler Nar İnovasyon Bölgesi", *Çevre, Şehir ve İklim Dergisi*. Yıl: 1. Sayı: 2. ss. 119-146.
8. Johnson, B., 2013. Zero waste home: The ultimate guide to simplifying your life by reducing your waste. Simon and Schuster.
9. Humes, E., 2012. Garbology: Our Dirty Love Affair with Trash. Penguin.
10. Kingwell, M., 1999. Better living: In pursuit of happiness from Plato to Prozac. Penguin.
11. Lehmann, S. and Crocker, R. eds., 2013. Designing for zero waste: consumption, technologies and the built environment. Routledge.
12. McCartney, M., 2015. Trash Talk Moving Toward a Zero-Waste World. *Science*, 350(6265), pp.1156-1156.
13. McDonough, W. and Braungart, M., 2010. Cradle to cradle: Remaking the way we make things. North point press.
14. Mifflin, C., Spertus, J., Miller, B. and Grace, C., 2017. Zero Waste Design Guidelines: Design Strategies and Case Studies for a Zero Waste City. The Center for Architecture, Inc.
15. Murray, R., 1999. Creating wealth from waste. Demos.
16. Oru, Belce, 2021. "Pantolona değil tabloya bak," *Inbusiness*, Link: <https://www.inbusiness.com.tr/in-business/2021/09/10/pantolona-degil-tabloya-bak>
17. Palmer, P., 2004. Getting to zero waste. Purple Sky Press
18. Paul Hawken, Amory Lovins and L. Hunter Lovins, *Natural Capitalism*, (New York: Little Brown and Company, 1999), 81.
19. Pinker, S., 2011. The better Angels of Our Nature: Why Violence has Declined. Viking Books.
20. SDG, U., 2019. Sustainable development goals. The energy progress report. Tracking SDG, 7.
21. Un-Habitat, 2010. Solid waste management in the world's cities. Un-Habitat.
22. Ratti, C., & Claudel, M. (2016). *The city of tomorrow: Sensors, networks, hackers, and the future of urban life*. Yale University Press.
23. Yarrow, J., 2008. How to Reduce Your Carbon Footprint: 500 Simple Ways to Save Energy, Resources, and Money. Chronicle Books.
24. Worldbank, 2022. What a Waste- A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050. Trends in solid waste management. Link: https://datatopics.worldbank.org/what-a-waste/trends_in-solid_waste_management.html#:~:text=The%20world%20generates%202.01%20billion,in%20an%20environmentally%20safe%20manner.
25. World Wildlife Fund (US) and World Wildlife Fund (US). Strategies for Source Reduction Steering Committee, 1991. *Getting at the Source: Strategies for Reducing Municipal Solid Waste*. Island Press.

İnternet kaynakları:

26. C40.org, 2022a
<https://www.c40.org/>
27. C40.org, 2022b
<https://www.c40.org/news/global-cities-and-regions-advance-towards-zero-waste/>

28. C40.org, 2022c
https://www.c40knowledgehub.org/s/article/Why-cities-need-to-advance-towards-zero-waste?language=en_US
29. c40.org, 2022d
<https://www.c40.org/cities/istanbul/>
30. Zerowastecities.eu, 2019.
<https://zerowasteurope.eu/2019/05/a-zero-waste-hierarchy-for-europe/>
31. Zerowastecities.eu, 2022a.
<https://zerowastecities.eu/bestpractice/the-story-of-milan/#:~:text=In%202011%2C%20the%20city%20of,set%20Dup%20in%20big%20cities>
32. Zerowastecities.eu, 2022b.
<https://zerowastecities.eu/bestpractice/the-story-of-milan/#:~:text=In%202011%2C%20the%20city%20of,set%20Dup%20in%20big%20cities>
33. smart-city-berlin.de, 2020
https://smart-city-berlin.de/en/news-list/newsdetail?tx_news_pi1%5Bnews%5D=1185&cHash=c9837f61b3c604fd160e0a1ff0d120f
34. zerowasteberlinfestival.com, 2022
<https://zerowasteberlinfestival.com/>
35. ecodesigncircle.eu, 2022
<https://www.ecodesigncircle.eu/events/221-zero-waste-berlin-festival-1>
36. Oslo Agency for Climate, 2016
https://cdn.locomotive.works/sites/5ab410c8a2f42204838f797e/content_entry5c8a-b5851647e100801756a3/5f522fb4484d5f00ac743e62/files/Climate_and_Energy_Strategy_for_Oslo.pdf?1599221695
37. Elementenergy, 2022
<https://resourcecentre.c40.org/>
38. NEOM, 2022
<https://www.neom.com/en-us/sectors/water/infrastructure/waste-plant>
39. Tarım ve Orman Bakanlığı, 2021
https://cdniys.tarimorman.gov.tr/api/File/GetFile/467/Sayfa/1497/1861/DosyaGaleri/iklim_degisikliginin_su_kaynaklarina_etkisi_ve_uyum_calisma_grubu_raporu.pdf
40. zerowastedesign.org, 2022
<https://www.zerowastedesign.org/waste-calculator/>
41. Msheireb, 2022
https://www.msheireb.com/mdd_news/msheireb-properties-wins-best-commercial-project-honour-at-the-prestigious-ad-design-awards/
42. Esenler Belediyesi, 2022
<https://esenler.bel.tr/sehir-rehberi/esenler-tarihcesi/>
43. Esenler Kent Rehberi, 2022
<https://docs.google.com/viewerng/viewer?hl=tr&url=https://esenler.bel.tr/wp-content/uploads/2019/10/kent-rehberi.pdf>
44. Sidewalklabs.com, 2022,
<https://www.sidewalklabs.com/toronto>
45. inthesameboat, 2022,
<https://www.inthesameboat.eco/>
46. Esenler Belediyesi 2021 Faaliyet Raporu
<https://esenler.bel.tr/kurumsal/faaliyet-raporu/2021-yili-faaliyet-raporu/>
47. İstanbul Büyükşehir Belediyesi 2021 Faaliyet Raporu
<https://ibb.istanbul/BBIImages/Slider/Image/2021-faaliyet-raporu.pdf>
48. wikipedia.org, 2022
https://en.wikipedia.org/wiki/C40_Cities_Climate_Leadership_Group
49. aucklandnz.com, 2022
<https://www.aucklandnz.com/invest/focus-sectors/green-economy>





AB YEŞİL MUTABAKATI'NDA SIFIR ATIK PROJESİ VE DÖNGÜSEL EKONOMİ MODELİ NEREDE?

Doç. Dr. Şenay BALBAY
Bilecik Őeyh Edebalı Üniversitesi, Meslek Yüksekokulu,
Çevre Koruma Teknolojileri Bölümü
senay.balbay@bilecik.edu.tr

1. Giriş

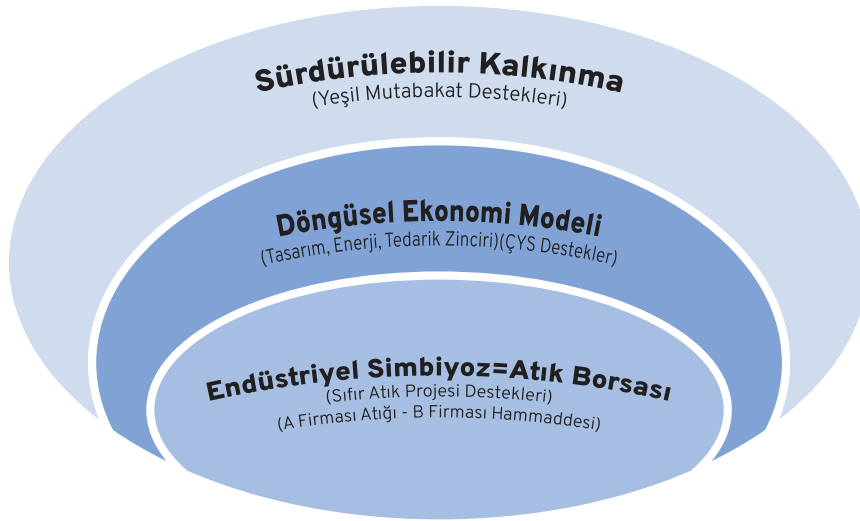
Sıfır Atık Yönetim Sistemi'nin Yeşil Mutabakat ve Döngüsel Ekonomi Modeli İlişkisi

Türkiye nüfusunun hızlı artışına bağlı olarak kontrolü zorlaşan atık miktarı nedeniyle yüksek maliyetli bertaraf ve toplama işlemleri, depolama alanlarının yetersizliği, atıkların oluşturduğu daha fazla sağlık riskleri gibi sorunlara çözüm sunmak amacıyla atıkların ikincil hammadde olarak kullanılması sonucu kaynak israfı en aza indirilerek ülke ekonomisine katkı sağlamaya yönelik Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından "Sıfır Atık Projesi" hayata geçirilmiştir. Sıfır Atık Projesinin önceliği atıkların kaynağında azaltılarak türlerine göre ayrılmasından sonra geri dönüşüm veya geri kazanım için ilgili yerlere gönderilmesidir. 02.04.2015 tarihinde yayınlanan Atık Yönetimi Yönetmeliği'nde atıkların oluşumundan bertarafına kadar çevre ve insan sağlığının korunmasının yanı sıra doğal kaynak kullanımının azaltılması amaçlanmıştır (Atık Yönetimi Yönetmeliği, 2015).

Atıkların kaynağında azaltılması veya önlenmesi sağlanarak ve ayrıca oluşan atıkların kaynağında ayrı biriktirilerek toplanması sonucunda geri

dönüşüm/geri kazanımının sağlanması amacıyla bertarafa gönderilecek atık miktarının en aza indirilmesi suretiyle başta çevre ve insan sağlığı olmak üzere tüm kaynakların (doğal kaynaklar gibi) korunmasını hedefleyen yaklaşım Sıfır Atık Yönetim Sistemidir (SAYS) (Sıfır Atık Yönetmeliği, 2019). Son yıllarda tüm dünyada sıfır atık uygulama çalışmaları yaygınlaştırılarak büyümektedir (<https://sifiratik.gov.tr>).

Sıfır Atık Projesinin sağlıklı bir şekilde ilerlemesi, Endüstriyel Simbiyoz ve Atık Borsası uygulamaları ile uyumlu işbirliğine bağlıdır. Endüstriyel Simbiyoz yenilenebilir enerji kullanımının yaygınlaştırılması, enerji tasarrufu, hammadde/malzeme israfının önlenmesi, kaynak verimliliği için dijital tasarımlar, karbon emisyon azaltımı gibi Döngüsel Ekonomi Modeli'nin alt kategorilerinden biridir (Balbay vd., 2021). TS EN ISO 14001:2015 Çevre Yönetim Sistemi (ÇYS), Yaşam Döngüsü Yaklaşımını kullanarak firmaların ürün ve hizmetlerinin tasarım, üretim, dağıtım, tüketim ve bertaraf etme yöntemlerini kontrol etmelerini sağlar. Kuruluşların çevreye verdikleri zararı en aza indirerek ve Sürdürülebilir Kalkınma'ya destek sağlamaları amacıyla oluşturabilecekleri bir sistemdir (Balbay, 2020). Döngüsel Ekonomi Modeli'nin sistemli olarak ilerlemesini ÇYS destekler. Avrupa Birliği, yayınladığı Yeşil Mutabakat ile 2050 yılına kadar sıfır karbon emisyonlu ilk kıta hedefinin yanı sıra sanayisinin dönüşümünü Döngüsel Ekonomi Modeli üzerine kurarak Sürdürülebilir Kalkınma'yı da amaçlamaktadır (Şekil 1).



Şekil 1. Yeşil Mutabakat, Döngüsel Ekonomi Modeli ve Sıfır Atık Projesi arasındaki ilişki (Balbay vd., 2021)

Sürdürülebilir Kalkınma'da amaç, sanayileşme ve üretim süreçlerinde çevresel ve sosyal unsurlar korunarak ekonomik fayda sağlanmasıdır. Bu amaç doğrultusunda ve sosyal açıdan değerlendirildiğinde bireylerin sağlık, eğitim ve gıdaya erişimleri kolaylaşırken adalet geliştirilerek eşitsizlik-

lerin önlenmesidir. Çevresel açıdan ise sağlıklı koşullar, temiz su ve enerjiye erişim, sürdürülebilir yaşam alanları ve iklim değişikliği gibi konular yer almaktadır (Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı (UNDP), 2018).

2. AB Yeşil Mutabakatı ve Döngüsel Ekonomi İlişkisi

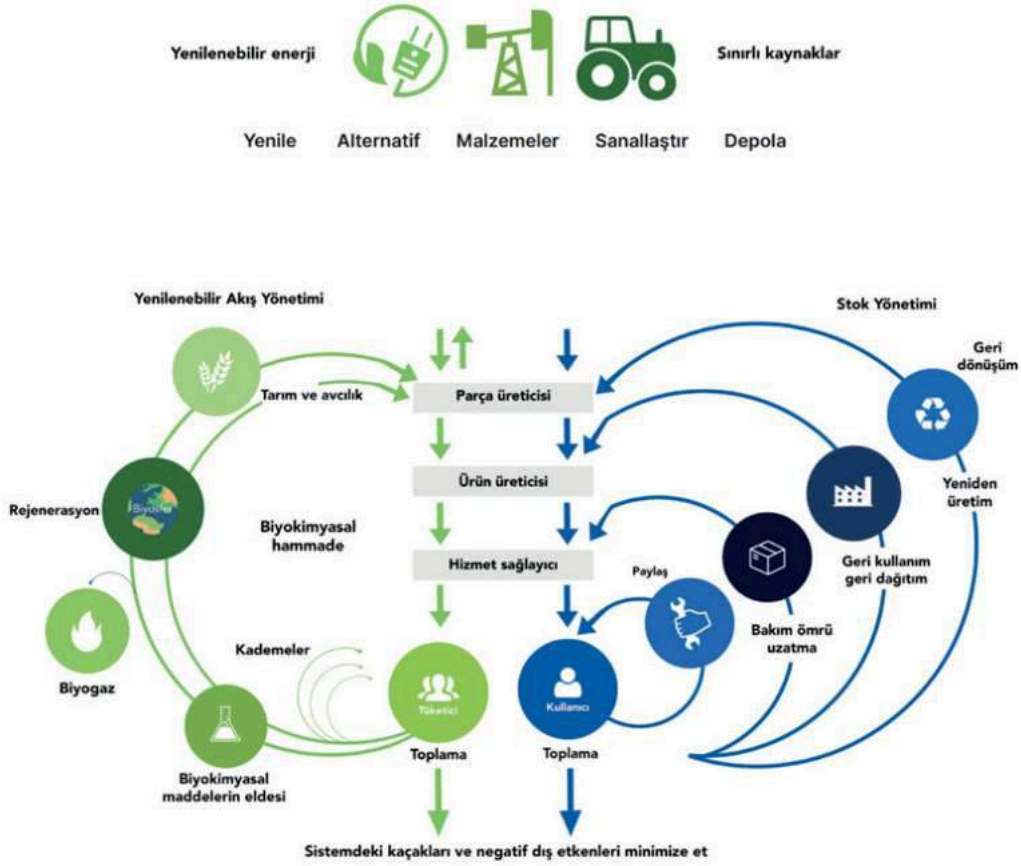
AB Yeşil Mutabakat'ı, iklim değişikliğini önlemek veya en aza indirmek amacıyla 19 Aralık 2019 tarihinde, 2050 yılına kadar karbon nötr kıta olmayı hedefleyen Avrupa Birliği tarafından yayınlanmıştır. Mutabakatın esas hedefi hem iklim değişikliğini kontrol etmek hem de çevreye verilen zararı en aza indirerek daha fazla iş fırsatları oluşturmak ve ekonomik fayda sağlamaktır. Yeşil Mutabakat; emisyon azaltımı, Döngüsel Ekonomi Modeli, sıfır kirlilik, tarım ve kırsal alanların dönüşümü, sürdürülebilir ulaştırma, enerji dönüşümü, adil geçiş ve tüm bunların finansmanını içeren bir çerçeveyi tarif etmektedir. Avrupa Birliği, Sürdürülebilir Kalkınma çalışmalarını gerçekleştirebilmek amacıyla Avrupa'da faaliyet gösteren ve Avrupa'ya ihracat yapan kuruluşların (tedarikçileri dahil) Yeşil Mutabakat'a uymalarını zorunlu kılmıştır.

Yeşil Mutabakat, Avrupa Birliği'nin yeni ekonomik büyüme stratejisidir ve Döngüsel Ekonomi Modeli (Şekil 2) ise mutabakatın en önemli bileşenlerindedir. Döngüsel Ekonomi Modeli'nin esas amaçları; 1) her türlü (üretim veya tüketim sonu) atığı azaltma ve kaynak verimliliği için simbiyoz çalışmalarının artırılması (bir firmanın atığını diğer firmanın hammadde olarak kullanması), 2) hammadde kaynaklarının döngü içerisinde tutularak daha uzun süre kullanılması, 3) enerji tasarrufu sağlanması, 4) israfın azaltılmasıdır (İşletmeler İçin Döngüsel Ekonomi Rehberi, 2020).

Dünyada gıda ve hammadde fiyatlarında yaşanan krizler ve 2002 yılı öncesine göre yüksek fiyatlar nedeniyle Doğrusal Ekonomi Modeli'nde iş hacmi oluşturulması amacıyla gerekli kaynaklara (ucuz malzemeler, ucuz enerji ve ucuz kredi) ulaşmak oldukça problemli hale gelmiştir. Bu nedenle Avrupa Birliği ülkeleri AB Yeşil Mutabakat'ını yayınlayarak Döngüsel Ekonomi Modeli'ne geçiş sürecini hızlandırmıştır (Balbay vd., 2021).

AB'nin Döngüsel Ekonomi Modeli'ne geçmek istemesinin esas nedeni ise özellikle pillerde kullanılan kobalt, kurşun, lityum ve nikel gibi kritik hammaddelerde dışa bağımlılığı azaltmaktır. AB kritik hammaddelerde kendi kendine yetebilmeyi Döngüsel Ekonomi Modeli ile sağlamayı amaçlamaktadır. Yeşil Mutabakat aynı zamanda AB üreticilerinin rekabetçi gücünü korumak için ticareti yapılan ürünün karbon yoğunluğu üzerinden hesaplanacak bir takım gümrük düzenlemelerini de tasarlamaktadır. Avrupa, tarım ve hayvancılıkta Döngüsel Ekonomi Modeli'ni uygulayarak hayvancılık ve bitki üretimi için dışa bağımlılığı bitirmeyi hedeflemektedir. Bundan dolayı Avrupa'da Döngüsel Ekonomi Modeli'ne uygun üretim

yapabilmek için ciddi yapısal değişikliklerin yanı sıra yasal çerçevede de değişimin yapılması gerekmektedir (TÜSİAD, 2021).



Şekil 2. Döngüsel Ekonomi Modeli (Growth within, 2015)

3. Türkiye’de Sıfır Atık Projesi

Türkiye’de çevre sağlığını koruma amacıyla atıklar ve kentsel temizlik hizmetleri 1930 yılından 2017 yılına kadar belediyeler tarafından gerçekleştirilmiştir. 2017 yılından itibaren Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından yürütülen “Sıfır Atık Projesi” başlatılarak tüm kamu kuruluşlarında uygulanmaya başlamıştır. Sıfır atık bir hedeftir. Tüm yaşam alanlarında bir kültür olarak benimsendiğinde ve mevzuatla desteklenerek zorunluluk haline geldiğinde bu hedefe ulaşma başarısı oldukça yüksek olacaktır (Erdur, 2019; Büyükkol, 2019; Demir, 2019; Küpeli, 2021). Erciyes Üniversitesi’nde uygulanan Sıfır Atık Projesi’nin geliştirilmesinde, yönetmeliklerde yer alan yasal zorunlulukların katkısının büyük olduğu açıkça görülmüştür (Akın, 2020). Aynı zamanda yasal zorunlulukların yanı sıra sıfır atık felsefesinin toplum tarafından benimsenmesi için uygulayıcılara yer verilmelidir (Pehlivan, 2021).

12 Temmuz 2019 tarihli 30829 sayılı Resmî Gazete'de Sıfır Atık Yönetmeliği yayınlanarak projenin sadece belediyelerde değil hastaneler, okullar, üniversiteler, organize sanayi bölgeleri, özel sektör kuruluşları (özellikle doğrudan halka hizmet veren benzin istasyonları, restoranlar, oteller, havalimanları, alışveriş merkezleri, yurtlar gibi) ve bazı üretim yapan firmalar (Çevre Yönetim Sistemi -ÇYS- uygulamayan kuruluşlar) tarafından da uygulamaya geçirilmiştir (<https://sifiratik.gov.tr/>). Sıfır Atık Projesini uygulayarak Sıfır Atık Yönetim Sistemi kurmak gönüllük esasına dayalı olmasına rağmen kamu ve özel sektör olmak üzere pek çok kuruluş tarafından benimsenmiştir. Son yıllarda projenin nedenleri ve sonuçlarının önemli olduğu görüldüğünden dolayı bu yaklaşım bir tercih değil zorunluluk olarak düşünülmektedir. Yapılan çalışmalarda bireylerin, atıkların kaynağında ayrı biriktirilmesi sonucunda sağlanabilecek faydalar konusunda yeterince bilinçli olmadıkları görülmüştür. Kamu kurum ve kuruluşları, belediyeler ve özel işletmeler kişilerin bu konuda bilgi sahibi olması amacıyla bilgilendirme, duyuru ve farkındalık çalışmalarına daha fazla yoğunlaşmaları gerekmektedir. Sıfır Atık Projesi'nden en yüksek faydayı sağlayabilmek için bilinçlendirme ve farkındalığın arttırılmasının yanı sıra idareciler tarafından teknik altyapının hem ekipman sayısı hem de teknolojik olarak geliştirilmesi oldukça önemlidir (Gül, 2020).

Türkiye'de sıfır atık farkındalığının arttırılması amacıyla sosyal medya da daha fazla farkındalık arttırıcı ve algı yönetici paylaşımlar da yer almalıdır. Avrupa ve Amerika'da yapılan sosyal medya paylaşımları ile karşılaştırıldığında Türkiye'de sıfır atık yaklaşımına verilen önem yeterli değildir. Kamu farkındalığının arttırılması amacıyla etkili paylaşımlarda verilecek bilginin içeriğinde sırasıyla izlenecek yol: 1) Atıklar kaynağında nasıl doğru ayrıştırılır, 2) Geri dönüşüm merkezlerine atıklar neden doğru ayrıştırılmış gönderilmelidir, 3) Ev hanımları kompostlama işlemini neden bilmelidir, 4) Kompostlama işlemi için mutfakta atıklar neden doğru ayrıştırılmalıdır, 5) İsrafın hem ev ekonomisi hem de ülke ekonomisine zararı ne kadardır. Dünya genelinde yapılan sosyal medya paylaşımlarında bu konulara daha fazla dikkat çekilmektedir (Çalışkan, 2020).

Türkiye'de tüm il ve ilçelerde küçük sanayi siteleri mevcuttur. Bu sitelerde faaliyet gösteren işletmeler ve çalışanların da işletmeleri içerisinde ÇYS'nin temel başlıklarını uygulamaya teşvik edilmelidir. Böylece işletmelerin doğal kaynaklardan tasarruf etmeleri sağlanarak atık miktarları en aza seviyeye düşürülecek ve ekonomik kazanç elde edebileceklerdir. Türkiye'nin Döngüsel ekonomi Modeli'ne ciddi katkı sağlayacaklardır.

4. Sanayi Kuruluşları ve Diğer Sektörlerin Döngüsel Ekonomi Modeli'ne Yaklaşımı

Çin Halk Cumhuriyeti ve Avrupa Birliği gibi dünya ekonomisinde söz sahibi olan oyun kurucuların Döngüsel Ekonomi Modeli'ne göre ekonomilerine yön vermeleri sanayi kuruluşları ve işletmelerin bu modele göre üretim ve hizmet yöntemlerinde değişiklik yapmak amacıyla bilgi ve farkındalık seviyesini yükseltmelerine neden olmuştur. 2020 yılı Dünya Ekonomik Forumu Yıllık Toplantısı'nda Döngüsel Ekonomi Modeli'ne işletmelerin geçişini hızlandırmanın yolları tartışılarak Döngüsel Ekonomi Modeli El Kitabı yayınlanmış ve sanayi kuruluşlarının geçiş süreci başlatılmıştır (WEF Annual Report, 2020). Avrupa Birliği, Döngüsel Ekonomi Modeli'ne geçişi teşvik etmek amacıyla AB Döngüsel Ekonomi Eylem Planı yayınlamıştır. "Ürün ve Hizmet Kiralama"ya dayalı daha fazla iş modellerinin geliştirilmesi, tek kullanım ürünlerden uzaklaşılması gibi eylem planları yer almaktadır.

MARS, M&S, Pepsi Co, The Coca-Cola Company, Unilever ve Werner & Mertz gibi dev şirketler 2025 yılına kadar %100 yeniden kullanılabilir, geri dönüştürülebilir veya kompostlanabilir ambalaj kullanmayı hedeflemektedir. Moda sektöründe 64 şirket, Döngüsel Moda Sistemi'ne geçişi hızlandırma sözü vermiştir. BASF Döngüsel Ekonomi Modeli'ne geçişini gerçekleştirmiştir (Balbay vd.,2021).

Türkiye ihracatının >%45'ini Avrupa Birliği ülkelerine yapmaktadır (TÜİK, 2022). Yeşil Mutabakat, AB'ye ihracat yapan firmaları da kapsadığı için ürünlerini AB'ye ihraç eden ve Türkiye'de faaliyet gösteren firmalar (tedarikçileriyle birlikte) bu mutabakata uymak zorundadır. AB pazarının oyun kurucu firmaları, Türkiye'de işbirliği içinde olduğu tedarikçilerinden Yeşil Mutabakat ve Döngüsel Ekonomi Modeli'ne uygun faaliyetlerini yürüten firmalar ile yollarına devam etmeyi tercih etmektedir. Bu nedenle son bir yıl boyunca TİM (Türkiye İhracatçılar Meclisi), İMMİB (İstanbul Maden ve Metaller İhracatçı Birlikleri), UİB (Uludağ İhracatçı Birlikleri) ve GAİB (Güneydoğu Anadolu İhracatçı Birlikleri) gibi bölgesine ve Türkiye ekonomisine yön veren birlikler sürekli olarak Yeşil Mutabakat, Döngüsel Ekonomi Modeli ve karbon ayak izi hesaplamaya yönelik eğitimlerini online gerçekleştirerek sadece üyeleri ve üyelerinin çalışanları için değil tüm Türkiye'ye eğitim vermektedirler. Aynı zamanda İş Dünyası ve Sürdürülebilir Kalkınma Derneği (SKD Türkiye) alt grubu Sürdürülebilir Sanayi ve Döngüsel Ekonomi, Türkiye Döngüsel Ekonomi Platformu ve DCUBE Döngüsel Ekonomi Kooperatifi Türkiye'nin Döngüsel Ekonomi Modeli'ne geçişinin hızlı bir şekilde gerçekleştirilmesini desteklemektedir (Türkiye Döngüsel Ekonomi Platformu, 2022; d-cube, 2022; SKD Türkiye, 2022). DCUBE Döngüsel Ekonomi Kooperatifi ve Hedefler İçin İş Dünyası Platformu işbirliği ile hazırlanan İşletmeler İçin Döngüsel Ekonomi Rehberi yayınlanmıştır (İşletmeler İçin Döngüsel Ekonomi Rehberi, 2020).

Avrupa'ya ihracat yapan Türkiye'nin önde gelen firmaları Döngüsel Ekonomi Modeli'ne geçiş süreçlerini hızlandırmışlardır. Bu nedenle AB içersinde faaliyet gösteren firmalar Döngüsel Ekonomi Modeli'ne uyan tedarikçilerinden hammadde ve malzeme alımını tercih etmeye başlamıştır. Ekim-Kasım 2021 tarihinde gerçekleştirilen Glasgow İklim Değişikliği Konferansı sonunda yayınlanan Glasgow İklim Paketi'nde firmaların sera gazı (karbon ayak izi) raporları olması karara bağlanmıştır. Avrupa'ya ihracat yapan tüm firmalar Yeşil Mutabakat'a uyarak sera gazı (karbon ayak izi) ve sürdürülebilirlik raporlarını doğru ve gerçekçi bir şekilde yayınlamak zorundadırlar (Klaaßen ve Stoll, 2021; COP 26, 2021). Bundan dolayı firmalar için lojistik faaliyetler Döngüsel Ekonomi Modeli'nde kilit rol oynamaktadır (Berberoğlu, 2021).

Döngüsel Ekonomi Modeli daha çok üretim amacına yöneliktir, ancak 2022 yılı Dünya Ekonomik Forumu Yıllık Toplantısında inşaat sektörü ve şehirlerde Döngüsel Ekonomi Modeli'nin uygulanması kararlaştırılmıştır (WEF, 2022). Modelin, Türkiye'de potansiyeli oldukça yüksek olan turizm sektöründe uygulanmasına yönelik çalışmalar da devam etmektedir. Turizm sektörü için Döngüsel Ekonomi Modeli, sektörün daha sürdürülebilir hale getirilmesine önemli katkılar sağlayacak bir model olarak düşünülmektedir (Akarsu, 2021).

5. Kamu Kuruluşlarının Döngüsel Ekonomi Modeli'ne Yaklaşımı

Küresel iklim değişikliği ile mücadeleye katkı sağlamak amacıyla 2010 yılında Endonezya Üniversitesi tarafından başlatılan UI GreenMetric Dünya Üniversiteleri Sıralama Sistemi doğal kaynak (elektrik, su ve doğalgaz) tüketimini azaltarak karbon ayak izini en aza indirme, çıkan atık miktarını minimize etme, farkındalığı arttıracak eğitim faaliyetleri düzenleme (atık yönetimi, enerji ve su tasarrufu, toplu ulaşım gibi) ve doğal yaşamı koruyarak yeşil alanları büyütmeyi hedeflemektedir. 2021 yılı itibarıyla sistemde 80 ülkeden 956 üniversite yer almış ve Türkiye'den 71 üniversite ağı katılmıştır (<https://greenmetric.ui.ac.id/about/welcome>).

UI GreenMetric Sistemi'nin doğal yaşamı koruyarak yeşil alanı büyütmeyi hedeflemesi Sürdürülebilir Kalkınma'yı, atık miktarını en aza indirme Sıfır Atık Projesi'ni, yenilenebilir enerji kullanılması, enerji tasarrufu, karbon gazı salınımının azaltılması, farkındalığın artırılması ise ÇYS, Döngüsel Ekonomi Modeli ve Yeşil Mutabakat'ı desteklemektedir.

UI GreenMetric Sistemi yer yıl kendini yenileyerek geliştirmektedir. Bu nedenle sisteme katılan üniversiteler sıralamada yerlerini koruyarak puanlarını yükseltebilmek için kendilerini sürekli geliştirmek zorundadır. Hem YÖK (Yüksek Öğretim Kurumu) hem de Çevre, Şehircilik ve İklim De-



ğışıklığı Bakanlığı tarafından Türkiye'deki üniversitelerin UI GreenMetric Sistemine katılmaları teşvik edilmelidir.

Belediyeler, hastaneler, okullar ve diğer kamu alanlarında uygulanan Sıfır Atık Projesi yanında 2019 yılında hayata geçirilen "Kamu Binalarında Enerji Tasarrufu Genelgesi" ile kamu binalarında enerji verimliliğinin artırılması amaçlanarak kamu alanlarında Döngüsel Ekonomi Modeli kısmen desteklenmektedir.

Ocak 2021'den itibaren Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK), ülkemizde mevcut sanayi kuruluşlarının Avrupa Yeşil Mutabakat standartlarına göre üretim yapabilmelerini teşvik etmek amacıyla Yeşil Mutabakat ile ilişkili konulardaki ARDEB ve TEYDEB proje önerilerine ek puan uygulamasına geçmiş ve bu konuları öncelikli alanlara dahil etmiştir.

6. Tarımsal Alanlarda Döngüsel Ekonomi Modeli'ne Yaklaşım

Tarım kooperatifleri, doğal yapıları içinde döngüsel ekonomi ve sürdürülebilirliği barındıklarından dolayı ön plana çıkmaktadır. Kooperatifler üzerinde yeşil teknolojiye yatırım yapma, AB direktiflerindeki gelişmeleri takip etme, biyo-tabanlı malzeme, ürün ve yakıt sağlayarak farkındalık oluşturmaya daha fazla odaklanması gerektiği açıktır. Farkındalığı oluşturmak için hükümetler, yerel topluluklar, belediyeler ve ilgili paydaşlar yatırımlarını yeşil teknolojiyi desteklemeye yöneltmeleri sonucunda tarım kooperatiflerinin Döngüsel Ekonomi Modeli'ne geçiş süreçleri hızlandırılacaktır. Kooperatifler arasında ve kooperatif üyeleri içinde ekipman, araç ve kaynak kullanımı işbirliği kurularak dolaşımın sağlanması, yenilenebilir enerji ile çalışan ekipman araçlara yatırım yapılarak karbon ayak izinin azaltılması, ürünlerin dağıtım ve lojistiğinin toplu yapılarak enerji ve yakıt tüketiminden tasarruf sağlanması, tedarik zincirinin her aşamasında ürün ömrünün arttırılarak ürün kalitesinin sağlanması, yeşil üretim ve yeşil teknolojiler hakkında eğitim ve danışmanlık verilmesi sonucunda kooperatifler Döngüsel Ekonomi Modeli'ne kolay uyum sağlayabileceklerdir (Balcioğlu, 2021).

Tarım alanında Döngüsel Ekonomi Modeli'nin uygulanarak çiftçilerin Yeşil Mutabakat'a uyumları Avrupa'da tartışılmaktadır. Tarım sektörüne yönelik faaliyet gösteren firmalar, çıkan atıklarının içerikleri konusunda bilinçlendirilerek katma değeri yüksek ürünlerin üretimine firmalar yönlendirilerek bu konuda yapılacak Ar-Ge faaliyetleri desteklenmelidir. Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) ve Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü (TAGEM) işbirliği çerçevesinde ulusal tarımsal Ar-Ge kaynaklarının daha etkin kullanılması amacıyla ortak öncelikli Ar-Ge ve yenilik konuları belirlenmiştir. Ancak tarım sektörünün Döngüsel Ekonomi Modeli'ne uyumunu kolaylaştıracak konulara yeterince yer verilmemiştir.



7. Döngüsel Ekonomi Modeli'nin Türkiye'ye Katkısı

Türkiye'de Döngüsel Ekonomi Modeli'nden "Ürün ve Hizmet Kiralama" yaklaşımı yaygınlaştırılmalıdır. Ürün yaşam döngüleri uzatılarak E-Atık miktarının azaltılmasına bağlı olarak şirketlerin ürün başına elde ettikleri gelirin artması sağlanabilir (Başkurt, 2020).

Türkiye'de atıkların bertaraf edilmesinin sorumluluğu belediyelerdedir. Türkiye'nin atıklarını ikincil bir kaynak olarak kullanma potansiyeli oldukça yüksektir. Bu potansiyelin kullanılması için toplumun her kesiminde üretim ve tüketim süreçleri Döngüsel Ekonomi Modeli'ne uygun tasarlanmalı, Döngüsel Ekonomi Modeli toplumun her alanına yaygınlaştırılmalı, sanayi kuruluşlarının sınırsız kar elde etme yerine çevreyi ve doğayı koruyan bir yaklaşım benimsemeyerek daha makul kar oranları için devlet tarafından politikalar oluşturulmalıdır. Böylece Türkiye'nin döngüsellik oranının artırılmasıyla gelişmiş ülkelere kolaylıkla yetişebileceği düşünülmektedir (Yalçın, 2021).

Döngüsel Ekonomi Modeli için tüm sektörlerde olduğu gibi inşaat ve konut sektöründe sınırlı çalışma mevcuttur. Avrupa ülkeleri ve Türkiye'de daha fazla uygulama örnekleri yapılmalıdır. Yapılan alan çalışmaları ve araştırmalar konut sektörünün Döngüsel Ekonomi Modeli'ne uyum sürecine ihtiyacı olduğu tespit edilmiştir. Bu sektörün teknolojik gelişmeleri takip ederek ve Döngüsel Ekonomi Modeli ilkelerini anlayarak ortak yol haritası oluşturması bu modele geçişte en önemli adımdır (Sönmez, 2020).

Türkiye'de Döngüsel Ekonomi Modeli uygulanabilirliği için yapılan SWOT analizine göre güçlü yönleri, gelişen ve güçlü pazarlara sahip olması, sahip olduğu fırsatları Yeşil Mutabakat'a uygun üretim yapabilme potansiyelinin yüksek olması, yüksek genç iş gücü, atık bertaraf maliyetinin ekonomiye kazandırılması, en önemli zayıf yönü çıkan atıklarının miktar, tür ve içeriklerinin bilinmemesi, bu alandaki yetişmiş insan gücü eksikliği ve tehditleri ise atıkların doğal ortama bırakılması, yanlış kullanımı, denetim yetersizliğidir. PEST analizine göre en önemli konular politik olarak denetim yetersizliği, ekonomik olarak yüksek atık ithalatı, sosyal açıdan yeni iş olanakların meydana gelmesi ve teknolojik yönden ise çevreye duyarlı endüstri süreçlerinde Türkiye dünya ortalamasının gerisindedir (Balbay vd. 2021).

8. Sonuç

Doğal kaynakların tükenmesini en aza indirmek, çevreye zarar vermeden kalkınmayı teşvik etmek ve çevre dostu uygulamalardan yararlanmak Sürdürülebilir Kalkınma'nın ana hedefleridir. Dünyada Sıfır Atık Uygulamasında karşılaşılan engeller; Finansal Engeller Yasal ve Siyasi



Engeller Sosyal-Kültürel Engeller Organizasyonel Engeller Teknik ve Fiziksel Engeller. Bu engellerin sırasıyla en önemli alt ana engelleri; 1) Yetersiz vergilendirme ve teşvik, 2) Yüksek atık taşıma ve bertaraf maliyeti, 3)Denetim ve izleme eksikliğidir (Oruç, 2021).

Türkiye için Yeşil Mutabakat risk oluşturmasına karşın Sürdürülebilir Kalkınma için de yeni bir fırsattır. Ticaret Bakanlığı ve Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı ortak koordinatörlüğünde kamu kurum ve kuruluşları arasında gerçekleşecek güçlü koordinasyon, Döngüsel Ekonomi Modeli'ne geçiş sürecinin başarısında önemli bir rol oynayacaktır. Mevzuat Döngüsel Ekonomi Modeli'ne uygun revize edilerek ve veriye dayalı karar süreci geliştirilerek üretim ve tüketim alışkanlıklarında değişim kolaylıkla sağlanabilecektir (TÜSİAD, 2021). Uluslararası bir piyasa olan atık yönetimi sektörü Döngüsel Ekonomi Modeli'nin fiiliyatta önemli bir strateji olduğunu açıkça göstermektedir (Balbay vd., 2021). Kamuda oluşturulan farkındalık yeterli seviyede değildir. TV kanalları ve sosyal medya da yapılan paylaşımlarda sıfır atığın sadece geri dönüşüm kutularından ibaret olmadığı ilk adımdan son adıma kadar Döngüsel Ekonomi Modeli'ni de içine alarak daha kapsamlı bilgi verilmelidir.

Dünyanın diğer ülkeleri ve Türkiye paylaşımları karşılaştığında sıfır atık konusunda daha büyük, kalıcı, kapsamlı ve zorlayıcı çalışmalara yer verilmesi gerektiği gözlemlenmiştir (Çalışkan, 2020).

Birleşmiş Milletler üyesi ve aynı zamanda Avrupa Birliği'ne aday statüde yer alan Türkiye'nin küresel alanda rekabet gücünü artırma ve ik-

lim değişikliği konusunda Paris Anlaşması'nın getirdiği yükümlölüklerini gerçekleştirme zorunluluğu bulunmaktadır. Bundan dolayı başta su ve enerji tasarrufu olmak üzere diğer doğal kaynakların korunma-kullanma dengesinin sağlanması, oluşan atıkların geri dönüştürölerek üretimdeki hammadde ihtiyacının karşılanarak kaynak verimliliğinin sağlanması, yenilikçi teknolojiler ile birlikte yatırım ortamının iyileştirilmesi ve istihdam katılması gerekmektedir. Türkiye'nin 2023 vizyonunun yanında 2053 ve 2071 vizyonlarına ulaşma amacıyla Döngüsel Ekonomi Modeli'ne uygun bütüncül bir modelin geliştirilmesi ve ülke genelinde ilgili paydaşlar nezdinde koordineli olarak uygulanması, yaşanan gelişmelerin bilimsel açıdan veriye dayalı izlenmesi ve buna yönelik düzenlemelerin yapılması büyük önem arz etmektedir.

Bakanlıklar başta olmak üzere YÖK, TÜBİTAK, TAGEM ve sivil toplum kuruluşları işbirliği ile tüm kesimin (özellikle tarım, turizm ve inşaat sektörleri) kolaylıkla uygulayabileceği Döngüsel Ekonomi Modeli sistemi oluşturularak Avrupa'nın gerçekleştirmek istediği Yeşil Mutabakat şartlarına Türkiye'nin kolaylıkla ulaşabileceği açıktır.

Kaynakça

1. Akarsu, Haris, Döngüsel Ekonomiye Geçişte Kritik Başarı Faktörlerinin Değerlendirilmesi: Türkiye Turizm Sektörü Örneği, Yüksek Lisans Tezi, Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Antalya, 2021
2. Akın, Berna, Erciyes Üniversitesi'nde Sıfır Atık Projesinin Geliştirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kayseri, 2020
3. Atık Yönetimi Yönetmeliği, Sayı: 29314, 02.04.2015
4. Balbay, S., Sarihan, A., Avsar, E. (2021). "Circular Economy / Industrial Sustainability" Approach in the World and in Turkey, European Journal of Science and Technology, (27), 557-569.
5. Balbay, Şenay, *ISO 14001:2015 Çevre Yönetim sistemi ve Uygulaması*, 1. Basım, Gece Kitaplığı, 2020
6. Balcioğlu, İrem, The Impact Of Agricultural Cooperatives On Circular Economy And Sustainability In The Context of Food Supply Chain Models, Master Thesis, Yaşar University, İzmir, 2021
7. Başkurt, Muratcan, Türkiye'de Beyaz Eşya Sektöründe Döngüsel Ekonomi Yaklaşımları, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2020
8. Berberoğlu, Yağın, Lojistik Faaliyetlerinin Döngüsel Ekonomi Performans Değerlendirmesi, Yüksek Lisans Tezi, Yaşar Üniversitesi, İzmir, 2021
9. Büyükkol, Merve, Antalya'da Faaliyet Gösteren Beş Yıldızlı Otel İşletmelerinde 'Sıfır Atık Projesi'nin Uygulanabilirliği, Yüksek Lisans Tezi, Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya, 2019
10. Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı (UNDP), 2018, Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri ve Toplam Faktör Verimliliği, Ankara.
11. Çalışkan, Yeliz, Halkla İlişkiler Ve Reklamcılık Anabilim Dalı Pazarlama İletişimi Programı, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Okan Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul, 2020
12. Demir, Kübra, Adana İlinde Sıfır Atık Projesinin Uygulanması, Yüksek Lisans Tezi, Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Nevşehir, 2019
13. Erdur, Eda, Türkiye'de Sıfır Atık Projesi Ve Projenin Kamu Kurumlarında Uygulanması; Süleymanpaşa Belediyesi Örneği, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2019
14. Growth within: a Circular Economy Vision for a Competitive Europe. McKinsey Center for Business and Environment, 2015.
15. Gül, Murat, Türkiye'de Atık Yönetimi Ve Sıfır Atık Projesinin Değerlendirilmesi: Ankara Örneği, Yüksek Lisans Tezi, Karabük Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Karabük, 2020
16. İşletmeler İçin Döngüsel Ekonomi Rehberi. (2020).

17. <https://www.business4goals.org/wp-content/uploads/2021/03/%C4%B0sletmeler-i-cin-Dongusel- Ekonomi-Rehberi.pdf>
18. <https://sifiratik.gov.tr/>
19. https://www3.weforum.org/docs/WEF_Annual_Report_2020_21.pdf
20. <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=dis-ticaret-104&dil=1>
21. <https://akademi.immib.org.tr/>
22. <https://uib.org.tr/tr/akademi.html>
23. <https://www.gaib.org.tr/tr/etkinlikler/kategori/egitim-2.html>
24. <https://donguselekonomiplatformu.com/>
25. <https://www.d-cube.org/>
26. <http://www.skdturkiye.org/>
27. <https://www.weforum.org/agenda/2022/05/why-the-circular-economy-is-the-business-opportunity-of-our-time/>
28. <https://greenmetric.ui.ac.id/about/welcome>
29. Klaaßen, L., Stoll, C., Harmonizing corporate carbon footprints, Nature Communications, 2021, 12:6149 | <https://doi.org/10.1038/s41467-021-26349-x>
30. Küpeli, Hatice Şebnem, Sıfır Atık Yönetim Sistemi Ve Adana Büyükşehir Belediyesi Sıfır Atık Uygulamasının Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2021
31. Outcomes of the Glasgow Climate Change Conference(COP 26) - Advance Unedited Versions (AUVs) and list of submissions from the sessions in Glasgow, October-November 2021
32. Oruç, Kerime Şeyma, Sıfır Atık Uygulaması, Uygulamada Karşılaşılan Engellerin Pisagor Bulanık Ahp Yöntemi İle Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2021
33. Pehlivan, Sinan, Kamu Kurumlarında Sıfır Atık Yönetimi: Bursa İlinde Bir Kamu Kuruluşu Olarak İlbank Bursa Bölge Müdürlüğü Örneği, Yüksek Lisans Tezi, Bursa Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Bursa, 2021Sıfır Atık Yönetmeliği, Sayı: 30829, 12.07.2019
34. Sönmez, Sevcin, The Adaptation Process Of The Circular Economy In Housing Sector, Master Thesis, Istanbul Technical University Graduate School Of Science Engineering And Technology, İstanbul, 2020
35. TÜSİAD, Avrupa Yeşil Mutabakatı Döngüsel Ekonomi Eylem Planı Türk İş Dünyasına Neler Getirecek?, 2021, <https://tusiad.org/tr/yayinlar/raporlar/item/10790-avrupa-yesil-mutabakati-dongusel-ekonomi-eylem-plani-turk-is-dunyasina->
36. Yalçın, Özkan, Doğrusal Ekonomiden Döngüsel Ekonomiye Kentsel Atık: Antalya Örneği, Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Isparta, 2021





DOĞA TEMELLİ BİYOLOJİK ÇÖZÜMLER, BİYOBOZUNUR UYGULAMALAR

Prof. Dr. Barış ÇALLI

Marmara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü
baris.calli@marmara.edu.tr

1. Giriş

Geçmişte atıklar katı, sıvı ve gaz şeklinde ayrı ayrı ele alınıp yönetilirken bugün atıkların birbirleri ile etkileşim halinde olduğu bilinmekte ve gelişmiş ülkelerde tüm atıklar birlikte değerlendirilip yönetilmektedir (Christensen, 2011). Bütüncül bir yaklaşım izlenmediği takdirde atıkların doğru şekilde yönetilmesi mümkün olmaz. Örneğin, sera gazlarının sebep olduğu iklim değişikliği, tatlı su kaynaklarının giderek azalması, termik santrallerden atmosfere salınan baca gazlarının neden olduğu sorunlar, uygun bertaraf edilmeyen tehlikeli atıkların çevreyi kirletmesi, atıksu deşarjı yapılan göl, akarsu ve denizlerde ekosistemin zarar görmesi ve biyobozunur organik atıkların geri kazanılmadan depo sahalarına gönderilmesi gibi birbiriyle direkt bağlantılı görülmeyen ama aslında bir bütünün parçası olan konular ancak bütüncül bir atık yönetimi veya günümüzün popüler tabiri “sıfır atık yaklaşımı” ile çözülebilir.

Sıfır atık yaklaşımının olmazsa olmazı atığı kaynağında önlemek ve daha az atık oluşturmaktır. Atık yönetimi piramidinin en tepesinde bu iki seçenek bulunur (U.S. EPA, 2017). Burada da bütüncül bir yaklaşım önemlidir. Mesela ne kadar az su tüketirsek o kadar az atıksu oluştururuz. Evimizde iyi

bir ısı yalıtımı ve verimli ısıtma sistemleri kullanırsak daha az yakıt tüketir, tasarruflu elektrikli cihazları tercih edersek daha az elektrik sarf eder ve böylece atmosfere daha az sera gazı bırakırız. Ambalajsız veya daha küçük ambalajlı ürünleri tercih edersek ambalaj atığı miktarını azaltırız. Bu şekilde birçok örnek vermek mümkündür.

Atık önleme ve azaltma süreçlerinde tüketici alışkanlıklarının önemi büyüktür. Örneğin tüketebileceğimizden fazla gıda ürünü almaz ve onları uygun koşullarda saklarsak çöpe giden gıda atığı miktarını ciddi oranda azaltabiliriz. Kültürümüzde bulunduğu halde son yıllarda unutulmaya yüz tutan 'israf etmeme' alışkanlığı aslında atık önleme ve azaltma kavramlarının toplumumuzda karşılık bulmuş halidir. Bayatlayan ekmeklerin kurutulması, bayatlayan kurutulmuş ekmeklerin saklanması, meyve kabuklarından reçel veya sirke yapılması, boşalan cam şişe ve kavanozlarda gıdaların saklanması, sebze ve meyvelerin yıkandığı suyla çiçeklerin sulanması, alışverişte tekrar kullanılan bez poşet ve filelerin tercih edilmesi, giysi ve ayakkabıların tamir edilerek daha uzun süre kullanılması eskiden yaygın olarak kullanılan atık önleme ve azaltma örnekleridir.

Atık oluşumunu engelleyemiyor veya azaltamıyorsak yapılması gereken atıklardan madde ve/veya enerji geri kazanımıdır. Burada önceliğimiz madde geri kazanımı olmalı ve atıklar hammadde olarak tekrar üretime dahil etmek olmalıdır. Eğer madde geri kazanımı mümkün değilse yanabilen atıkları yakarak, organik atıkları da çürütüp biyogaza ve kompostta dönüştürerek enerji ve madde geri kazanımı yoluna gidilmelidir (U.S. EPA, 2017).

2. Biyobozunur Organik Atıklar

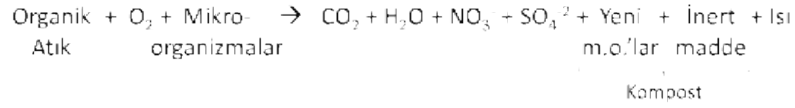
Kentsel atıklar, içerik olarak organik ve inorganik olmak üzere iki farklı gruba ayrılır. Organik atıklar; gıda atıkları, kağıt, karton, park ve bahçe atıkları ve plastikler, inorganik atıklar ise cam, metal, kül vb. atıklardan oluşur (Tchobanoglous vd., 1993). Plastik atıklar organik olmasına rağmen biyobozunur değildir. İnorganik atıklar ise zaten biyobozunur özellik taşımazlar. Biyobozunur atıklar sadece kentsel atıklarda bulunmaz. Tarımsal ve endüstriyel kaynaklı da olabilir. Yaygın olarak bulunan biyobozunur organik atıklar şunlardır:

- Besi hayvanı (küçük ve büyükbaş) dışkıları
- Organik mutfak atıkları (evsel, endüstriyel)
- Hal/pazaryeri, manav/market atıkları
- Park-bahçe atıkları
- Mezbaha atıkları
- Atık yağlar/yağ tutucu atıkları
- Biyolojik arıtma çamurları

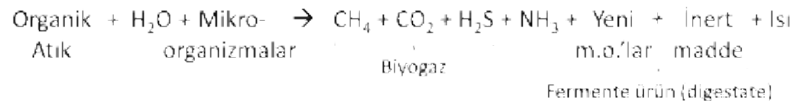
- Konsantre evsel atıksular
- Endüstriyel atık(su)lar (süt ve süt ürünleri, gıda, kağıt, maya, şeker, fermentasyon, sebze-meyve işleme vb.)

Biyobozunur atıklar mikroorganizmalar tarafından aerobik (havali) şartlar altında [1] karbondioksit ve suya, anaerobik (havasız) şartlar altında [2] metan ve karbondioksit ve inorganik bileşiklere dönüştürülen bitkisel ve hayvansal kaynaklı, farklı oranda su içeren organik maddelerdir (Tchobanoglous vd., 1993). Proteinler, lipitler (yağlar), karbonhidratlar (örn. selüloz), nükleik asitler (DNA, RNA), lignin ve külden (inorganikler) oluşur. Ayrıca, makro besi elementi olarak azot (N), fosfor (P) ve potasyum (K), mikro besi elementi olarak kükürt (S), magnezyum (Mg), kalsiyum (Ca), bor (B) ve sodyum (Na) eser miktarda da bakır (Cu), demir (Fe), çinko (Zn), mangan (Mn), iyot (I) vb. içerir (Inoko, 1984). Su içeriğine bağlı olarak atıksu veya atık olarak nitelendirilirler.

Aerobik (havali) biyo-ayrıştırma (kompostlaştırma) işlemi [1]



Anaerobik (havasız) biyo-ayrıştırma (biyometanizasyon) işlemi [2]



Biyobozunur organik atıkların yönetimi için yaygın olarak kullanılan biyolojik işlemler kompostlaştırma [1] ve biyometanizasyondur [2]. Biyobozunur atıklar, biyometanizasyon ve/veya kompostlaştırma sonucunda toprak şartlandırıcıya dönüştürülerek maddesel olarak geri kazanılabilir (Kraemer ve Gamble, 2014). İklim krizinin etkilerini ciddi şekilde hissettiğimiz bu dönemde, özellikle gıda kaynaklı biyobozunur atık üretimini azaltmak, azaltmadığımız biyobozunur atıkları da dögüsel ekonomi yaklaşımı ile geri kazanıp tarım topraklarına kazandırmak önceliğimiz olmalıdır.

3. Kompostlaştırma

Kompostlaştırma, organik atıkların aerobik şartlar altında biyolojik olarak bozunması işlemidir. Bu işlem sırasında, doğada bitki ve hayvan kalıntıları ve hayvan dışkılarının aerobik şartlar altında biyolojik yollarla ayrışması taklit edilmekte, harici karıştırma ve havalandırma ile süreç hızlandırılmaktadır. İşlem sonucu açığa çıkan ürüne kompost denir (Diaz vd, 2011).

Kompostlaştırma işlemi sırasında önemli miktarda enerji (ısı) açığa çıkar. Bu enerjinin yaklaşık yarısı hücre sentezi için kompostlaştırma işlemini

gerçekleştiren mikroorganizmalar tarafından kullanılır. Geri kalan enerji ise ısı olarak açığa çıkar. Kompostlaştırma sırasında kompost yığınının sıcaklığının artmasının sebebi açığa çıkan bu ısı enerjisidir. İşleminin başlangıcında yığının sıcaklığı ortam (hava) sıcaklığı seviyesinde olup kolay parçalanabilen organik maddelerin biyolojik yollarla hızlıca ayrışması sonucu büyük miktarda ısı enerjisi açığa çıkar. Uygun miktarda nem ve hava sağlanırsa birkaç gün içinde kompost yığınınındaki sıcaklık hızla yükselir ve organik maddelerin biyolojik ayrışma hızı ciddi şekilde artar. Bu durumda, takip eden birkaç gün içinde, yığının sıcaklığı 50-60 oC'ye kadar yükselebilir. Eğer kontrol edilmezse, sıcaklığın 70 oC'yi aşması muhtemeldir. Kompostlaştırma işlemi sırasında açığa çıkan ısıya bağlı olarak yığın içindeki sıcaklığın yükselmesi, reaksiyon hızının artmasının yanı sıra, kullanılan atıklarda bulunabilecek patojen mikroorganizmaların azalmasına yani hijyenizasyonuna katkı sağlar (Trautmann and Krasny, 1998).

Son adım olgunlaşma aşamasıdır. Bu aşamada yavaş bozunan atıklar parçalanır ve özellikle lignoselüloz hümitik maddelere dönüşür. Bu aşama, kullanılan atıklara bağlı olarak 4-8 hafta sürebilir (Tchobanoglous vd., 1993).

Kompostlaştırma işlemi, farklı mikroorganizmaların sıralı olarak görev aldığı, kesikli bir biyo-prosestir. Biyobozunur organik atıkların aerobik şartlar altında ayrıştırılmasından sorumlu mikroorganizmalar; bakteriler, aktinomisetler ve mantarlardır. Solucan vb. makro organizmalar da kompostlaştırma işlemine katkıda bulunabilir (Insam vd. 2013). Bu mikroorganizmalar genellikle ham atık kaynaklıdır. Ancak, kimi endüstriyel atıklarda yeterli miktarda uygun mikroorganizma bulunmayabilir. Bu durumda, aşı mikroorganizma kullanılmalıdır. Aşı mikroorganizma olarak ticari ürünler bulunmakla birlikte, biyolojik olarak kararlı hale gelmiş herhangi bir kompost ham atıklar ile karıştırılarak aşı olarak kullanılabilir.

Kompostlaştırma işleminde dikkat edilmesi gereken hususlardan biri, aerobik biyo-ayrışma süreci sırasında bitkilere zararlı fitotoksik maddelerin üretilmesidir. Bu fitotoksik maddeler kompost biyolojik olarak kararlı hale gelinceye kadar yığının içinde azalan miktarlarda bulunur. Ancak kompostlaştırma işlemi tamamen sona erdiğinde fitotoksik madde içermeyen, biyolojik olarak kararlı bir yapıya sahip ve bitki gelişimi için faydalı nihai ürün, kompost elde edilir. Bu nedenle, kompostlaştırma işleminin kararlı ve fitotoksik madde içermeyen nihai ürün elde edilinceye kadar devam etmesi önemlidir (Barral ve Paradelo, 2011). Diğer taraftan, kompostlaştırma işlemi gereğinden uzun sürerse, nihai ürünün organik madde içeriği giderek azalır ve buna bağlı olarak toprak şartlandırma kalitesi düşer.

Özellikle, hayvansal dışkıları gibi protein bakımından zengin atıkların kompostlaştırılması sırasında, yetersiz gözenek yapısı, havalandırma ve karıştırma ile yüksek nem içeriği nedeniyle yığın içinde anaerobik (havasız) şartların oluşması sonucunda indirgenmiş bazıları uçucu ürünler

açığa çıkabilir. Bu ürünler, kükürt ve azotlu bileşiklerin anaerobik şartlar altında fermentasyonu sonucu oluşur ve önlem alınmadığı takdirde kontrolsüz şekilde çevreye salınarak koku sorununa neden olurlar. Koku sorununu önlemek için öncelikli olarak işlemi iyi kontrol edip havasız şartların oluşmasını en aza indirmek gerekir. Ancak yine de kompostlaştırma işlemi sırasında bir miktar koku oluşabilir. Bu durumda, işlemi kapalı bir alanda gerçekleştirmek ve dışarı atılan havayı bir biyofiltreden geçirmek tavsiye edilir (Boswell, 2004).

3.1. Kompostlaştırma İşlemine Etki Eden Faktörler

Kompostlaştırma işlemine etki eden belli başlı faktörler nem, karbon/azot oranı, pH, sıcaklık, partikül boyutu ve gözenekliliktir (Diaz vd., 2011).

Nem (su muhtevası)

Kompostlaştırma işlemi başlangıcında ve süresince nem oranının %50-60 arasında olması tavsiye edilir. İşlem sırasında ısı açığa çıktığı için özellikle nemsiz, kurak bölgelerde buharlaşma ile önemli miktarda su kaybı gerçekleşir. Bu nedenle, nem oranını istenen seviyede tutmak için işlem sırasında su ilavesi gerekir. Diğer taraftan, nem içeriğini uygun aralığa getirmek için yüksek nem içeriğine sahip (yaş) atıklar kuru atıklarla karıştırılarak kompostlaştırılır.

Karbon/Azot (C/N) Oranı

Kompostlaştırma işlemine tabi tutulacak ham atık karışımının ideal C/N oranı 25-50 arasında olmalıdır. Düşük C/N oranları, azotun amonyak gazına dönüşüp salınmasına ve biyolojik aktivitenin olumsuz etkilenmesine neden olur. Yüksek C/N oranına sahip ham atıklarda ise azot hız sınırlayıcı besi maddesi olur ve işlemin gerçekleşmesini engeller.

pH

Kompostlaştırma için ideal pH aralığı 7-8'dir. Kolay biyobozunan organik madde içeriği yüksek atıkların fermentasyonu sonucu organik asit oluşuma bağlı olarak kompost yığnında pH, işlem başında 5'e kadar düşebilir. Ancak ilerleyen günlerde, organik asitlerin tüketilmesi ve azotlu bileşiklerin amonyuma hidrolizi sonucu pH tekrar 7-8 seviyesine yükselir. Eğer uygun C/N oranı sağlanırsa kompostlaştırma sırasında pH ayarlamasına gerek kalmaz.

Sıcaklık

Uygun havalandırma ve/veya karıştırma şartları sağlanırsa kompostlaştırma işlemi başladıktan birkaç gün sonra sıcaklık 50 oC'nin üzerine çıkar ve aktif periyodun sonuna kadar sıcaklığın 55-60 oC arasında sey-

retmesi beklenir. Sıcaklığın 65 oC'nin üzerine çıkması biyolojik aktiviteyi olumsuz etkileyeceği için havalandırma ve/veya karıştırma ile sıcaklık kontrolü yapılmalıdır.

Partikül Boyutu ve Gözeneklilik

Kompostlaştırma hızını artırmak için büyük boyutlu atıkları işlem öncesi parçalayıp küçültmek gerekir. İdeal partikül boyutu 25-75 mm'dir. Partikül boyutu küçük arıtma çamuru vb. atıklarda ise kompostlaştırma sırasında homojen bir havalandırma gerçekleştirmek için yeterli gözenek yapısı bulunmadığından harici gözenekleştirici malzeme kullanılmalı veya bu atıklar bahçe atıkları gibi uygun partikül boyutuna sahip başka bir atık ile karıştırılmalıdır.

3.2. Kompostlaştırma Teknolojileri

Aktarmalı Yiğın Kompostlaştırma

Harici havalandırma uygulanmayan bu yöntemde, atıklar uzun yığınlar şeklinde sıralanır ve periyodik olarak manuel veya özel bir makine yardımıyla alt üst edilerek ve aktarılarak karıştırılır. Havalandırma, karıştırma esnasında taşınım ile doğal olarak gerçekleşir. Topaklaşmayı engellemek ve yığın boyunca nem ve sıcaklığı homojen olarak dağıtmak için özel karıştırma makinelerine ihtiyaç vardır. Karıştırma sırasında bu makineler yığını alt üst ederek karıştırır ve yeniden yığın şeklinde düzenler. Bu esnada, gerekliyse su ilavesi de yapılır. Karıştırma düzenli ve periyodik olarak yapılmazsa, yeterli havalandırma sağlanamaz ve kompostlaştırma verimsiz olur. Farklı kompost teknolojilerine ait şematik görseller Şekil 1'de verilmiştir.

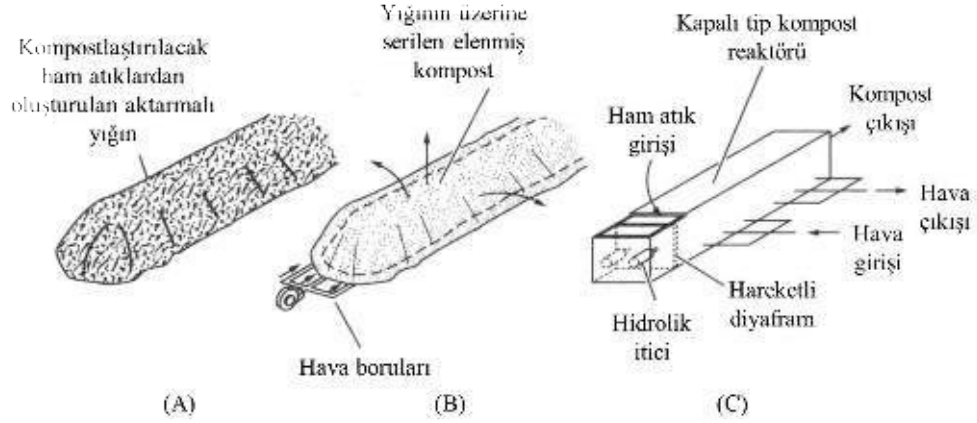
Havalandırmalı Statik Yiğın Kompostlaştırma

Havalandırmalı statik yığınlar, aktarmalı yığınlar gibi altüst edilerek karıştırılmaz, havalandırma sistemine bağlı delikli boru veya ızgara yapısının üzerinde kompostlaştırma işlemi boyunca hareketsiz (statik) olarak kalır. Karıştırılmadıklarından havalandırmalı statik yığınlar için gözeneklilik çok daha önemlidir.

Reaktör Tipi Kompostlaştırma

Kompostlaştırma kapalı bir haznede veya tank içinde gerçekleştirilir. Dikey, yatay, tambur tipli döner, silindirik veya dikdörtgenler prizması şeklinde farklı şekillerde tanklar kullanılabilir. Genellikle yarı-sürekli besleme ile piston akışlı olarak, ilk giren ilk çıkar prensibi ile işletilirler. İşlem sırasında materyal mekanik olarak karıştırılarak akış yönünde aktarılır ve çıkışa doğru iletilir. Reaktör tipi kompostlaştırmanın diğer yöntemlere göre avantajı; sıcaklık, nem ve havalandırma ihtiyacı vb. parametrelerin sürekli takibi ve kontrolü sonucu işlemin daha hızlı gerçek-

leşmesi, düşük işçilik maliyeti, küçük alan gereksinimi ve verimli koku kontrolüdür.



Şekil 1. Kompost teknolojileri: A. Aktarmalı yığın B. Havalandırmalı statik yığın C. Reaktör tipi kompostlaştırma (Tchobanoglous vd., 1993)

3.3. Kompostun Faydaları

Yerel mevzuata uygun olarak üretilen kompost, tarım arazilerinde toprak şartlandırıcı olarak kullanıldığında toprağın yapısını iyileştirir, topaklaşmasını sağlar. Bununla birlikte en büyük faydası, toprağın su tutma kapasitesini artırması ve infiltrasyon süresine bağlı olarak buharlaşmayı azaltmasıdır. Yavaş çözünen besi maddeleri içerdiği için inorganik gübre ihtiyacını da düşürür. Ayrıca, toprağın kation değişim kapasitesini artırdığından besi maddelerinin kök bölgesinden hızla yeraltına sızmasını (yıkınmasını) engeller. İnorganik azot gübrelerinin toprakta neden olduğu asitleşmeyi kısmen tamponlar. İçerdiği faydalı mikroorganizmalarla topraktaki enzim aktivitesini ve besi maddesi döngüsünü artırır ve bitki hastalıklarına yol açan organizmaları baskılar (Chen ve Wu, 2005).

4. Biyometanizasyon

Biyometanizasyon veya anaerobik çürütme organik atıkların oksijensiz ortamda, anaerobik mikroorganizmalar tarafından nihai olarak biyogaza (metan ve karbondioksit) dönüştürüldüğü biyolojik bir işlemdir. Anaerobik çürütme işlemi temel olarak 3 aşamada gerçekleşir. İlk olarak büyük organik polimerler hidroliz sonucu mono- ve dimerlere, ardından da fermentasyon sonucu kısa zincirli uçucu yağ asitlerine (UYA'lar) dönüştürülür. Son aşamada, ağırlıklı olarak metan ve karbondioksitten oluşan biyogazın üretimi gerçekleşir (Khanal, 2011).

Biyogaz, anaerobik olarak çürütülen biyobozunur atığın kompozisyonuna bağlı olarak %55-65 CH₄ ve %35-45 CO₂'den oluşur. Bu iki gaz

ilave olarak az miktarda H_2S , NH_3 ve H_2 de içerir. Karbonhidrat ağırlıklı atıklardan eşit miktarda metan ve karbondioksit açığa çıkarken, lipid açısından zengin atıkların biyometanizasyonu sonucu metan yüzdesi daha yüksek bir biyogaz üretilir (Deublein ve Steinhäuser, 2011).

Anaerobik çürütme işlemi sonucunda biyogazın yanı sıra, seçilen teknolojiye bağlı olarak %4-25 arasında katı madde içeriğine sahip bir de fermente ürün (digestate) açığa çıkar. Fermente ürün yüksek su içeriğinden dolayı genellikle susuzlaştırıldıktan sonra bertaraf edilir veya toprak şartlandırıcı olarak tarımda kullanılır (Drosch vd., 2015).

Biyometanizasyon, bir biyoreaktöre kesikli veya sürekli olarak beslenen atıklardan kontrollü şartlar altında biyogaz ve fermente ürün elde edilen işleme verilen isimdir. Düzenli depolama ile her ne kadar benzer içeriğe sahip biyogaz (çöp gazı) elde edilse de fermente ürün (digestate) nihai olarak depolama sahasında kalacağı için sadece enerji geri kazanımı mümkün olup madde geri kazanımı (fermente ürün) gerçekleşmez. Bu nedenle, temel prensip olarak birbirlerine benzeseler de uygulamada biyometanizasyon ve düzenli depolama işlemlerini birbirlerine alternatif olarak göstermek doğru değildir. Döngüsel ekonomi yaklaşımı esas alındığında, atıklardan hem enerji hem de madde geri kazanımı özelliği ile biyometanizasyon işlemi tercih edilmelidir.

4.1. Biyometanizasyon Teknolojileri

Islak Tip Biyometanizasyon

Organik atıkların %8-12 katı (kuru) madde konsantrasyonu ile çürütüldüğü anaerobik proseslerdir. Hayvansal atıklar ve tarım artıkları ve kentsel atıkların organik kısmından biyogaz üretmek için kullanılır. Katı madde içeriğini %8-12'e ayarlamak için önemli miktarda su kullanılması bu tip sistemlerin en büyük dezavantajıdır. Su ilavesi, düşük katı madde içeriğine sahip fermente ürün (çürütülmüş çamur) açığa çıkmasına sebep olduğu için bu fermente ürünün bertaraf edilmeden veya değerlendirilmeden önce susuzlaştırılması gerekir. Bu da ıslak tip biyometanizasyon sistemlerinin işletme maliyetini ciddi oranda artırır. Ayrıca, reaktörler düşük katı madde oranı ile işletildiği için birim reaktör hacmi başına üretilen biyogaz miktarı düşük olacağından büyük reaktör hacimlerine ihtiyaç duyulur (Angelonidi ve Smith, 2015)

Kuru Tip Biyometanizasyon

Yeşil park bahçe atıkları ve organik mutfak artıkları vb. biyobozunur atıkların %20 ve üzerinde katı madde konsantrasyonu ile çürütüldüğü biyometanizasyon proseslerdir. İki önemli avantajı düşük seyreltme suyu ihtiyacı ve birim reaktör hacmi başına yüksek biyogaz üretimidir. Kuru tip biyogaz sistemlerin-

de en çok yüksek katı madde içeriğine sahip atıkların çürütücülere beslenmesi ve reaktör içinde karıştırılması ile ilgili zorluk yaşanır. Genellikle reaktörler sürekli olarak beslenerek piston akışlı olarak işletilir ve yavaş devirde çalışan bir karıştırıcı sayesinde reaktör içinde hem karışım hem de yatay akış sağlanır (Akinbomi vd., 2022). Süzülen yataklı reaktör konfigürasyonunda ise mekanik karıştırma veya biyogaz geri devri yoktur. Reaktörler, tabanda toplanan sızıntı suyu reaktörün üst kısmına geri devredilerek işletilir.

4.2. Biyogazın Kullanımı

Biyometanizasyon işleminde üretilen biyogazın miktarı ve metan yüzdesi kullanılan atığın içeriğine ve kompozisyonuna bağlı olarak değişmektedir. Atığın kimyasal kompozisyonu biliniyorsa üretilen biyogaz miktarını teorik olarak hesaplamak mümkündür. Aksi durumda biyogaz üretimi, benzer atıklara ait literatürdeki biyogaz verimi değerleri ile belirlenebilir. Örneğin organik mutfak atıkları ile 0,25-0,5 m³-biyogaz/kg-UKM (uçucu katı madde) elde edilebilirken büyükbaş hayvan dışkısı ile 0,2-0,3 m³/kg-UKM, tavuk dışkısı ile 0,35-0,6 m³/kg-UKM biyogaz üretildiğine dair literatürde bilgiler mevcuttur. Biyogaz, tipik olarak %55-65 metan içerdiğinden 19.500-23.000 kJ/m³ (5.5-6.5 kW-sa/m³) ısı değerine sahiptir. Üretilen biyogaz kojenerasyon ile ısı ve elektrik enerjisine dönüştürülebilir veya saflaştırılıp biyo-metana dönüştürülerek araç yakıtı olarak kullanılabilir (Deublein ve Steinhäuser, 2011).

4.3. Fermente Ürünün Yönetimi

Biyometanizasyon tesislerinde açığa çıkan fermente ürün, doğrudan veya içerdiği bitki besin maddeleri geri kazanılarak tarımda kullanıldığına kimyasal gübre tüketimini azaltıp, tarımsal verimi artırarak önemli ekonomik katkılar sağlayacak değerli bir kaynaktır. Atık olarak nitelendirilip bertaraf edildiği takdirde biyogaz tesislerinin işletme maliyetleri ciddi şekilde artar ve böylece biyogaz yatırımları cazip olmaktan çıkar. Bu bağlamda, biyogaz tesislerinde açığa çıkan fermente ürünün en iyi şekilde yönetilip doğrudan tarım arazilerine uygulanması veya ekonomik değere sahip bir ürüne dönüştürülmesi önemlidir (Çallı, 2017).

Eğer biyometanizasyon tesisi, nitrata hassas bir su havzasında bulunuyorsa fermente ürünün doğrudan araziye uygulanması sakıncalı olup uygun yakın bir bölgeye nakledilmeli veya fermente ürünündeki bitki besin maddelerinin geri kazanımı yoluna gidilmelidir. Bu sayede hem fermente ürünün kirlilik yükü azaltılmış olur ve arıtımı/bertarafı kolaylaşır hem de azot, fosfor, potasyum gibi gübre niteliğine sahip değerli besin maddeleri geri kazanılabilir (Çallı, 2017).

Bunun için ilk olarak, genellikle %6-8 katı madde içeren fermente ürün katı ve sıvı olmak üzere iki kısma ayrılmalıdır. Katı ve sıvı fermente ürünün

birbirinden ayrılması için sıvı fermente ürünün kullanım şekline göre iki kademeli bir işlem gerekir. İlk kademede burgulu pres, dekantör santrifüj (kesikli veya sürekli) veya belt filtre vb. katı/sıvı ayırma işlemleri uygulanmalıdır (Drosg vd., 2015).

Sıvı fermente ürünün içindeki katı madde miktarının iyice azaltılması için gerçekleştirilecek ikinci kademede ise mikro ve/veya ultra filtrasyon işlemleri tercih edilmelidir. Katı/sıvı ayırma işleminden çıkan sıvı fermente ürün, nütrient geri kazanımı veya nütrientlerin yoğunlaştırılması maksatlı iki farklı işleme tabi tutulabilir. Bu maksatla kullanılacak teknolojiler: Doğrudan araziye uygulama (nitrata hassas olmayan bölgelerde, yağışsız dönemlerde); Amonyak sıyırma (hava veya buhar ile) ve Strüvit kristalizasyon işlemleridir. Bitki besi maddelerinin yoğunlaştırılması ve sıvı fermente ürün miktarının azaltılması için kullanılan yöntemler ise yüksek maliyetli nano-filtrasyon ve atık ısıyla buharlaştırma teknolojileridir (Drosg vd., 2015).

Kompostlaştırma ve biyometanizasyon işlemleri arasındaki farklar Tablo 1’de özet olarak sunulmaktadır (Tchobanoglous vd., 1993).

Tablo 1. Kompostlaştırma ve biyometanizasyon işlemlerinin karşılaştırması

	Kompostlaştırma	Biyometanizasyon
Enerji tüketimi/üretimi	Net enerji tüketimi	Net enerji üretimi
Nihai ürünler	Kompost, CO ₂ , H ₂ O	Fermente ürün, CH ₄ , CO ₂
Organik maddede azalma	%50-60	%40-50
Bekletme süresi	20-30 gün	30-40 gün
Öncelikli amaç	Kompost üretimi	Enerji üretimi
İkincil amaç	Atık yönetimi, hacim azaltma	Atık yönetimi, fermente ürün eldesi
Dezavantaj	Enerji ihtiyacı, koku problemi	Fermente ürünün susuzlaştırma ihtiyacı ve sıvı fraksiyonun yönetim/bertaraf maliyeti

5. Görüşler ve Öneriler

Ülkemizde ve benzer özelliklere sahip gelişmekte olan ülkelerde her gün kişi başına 1-1,5 kg kentsel atık oluşmakta olup bu atıkların yaklaşık %50’si biyobozunur içeriklidir. Buna göre her 100 milyon kişi günde 50-75 bin ton, yılda 18-27 milyon ton sadece kentsel atık kaynaklı biyobozunur atık oluşturmaktadır. Bu atıkların önemli bir kısmı gıda atıkları olup basit önlemlerle miktarı azaltılabilir. Gıda atığı miktarını azaltarak sadece israfı önlenmiş olmaz aynı zamanda gıda ürünlerinin üretiminde kullanılan, su, enerji, gübre ve sera gazı emisyonlarını da azaltılmış olur.

Bununla birlikte, coğrafi konumu ve iklim özellikleri tarıma uygun olan

ve bol miktarda tarımsal ürün yetiştirilip tüketilen bölgelerde, tarımsal ve evsel kaynaklı biyobozunur atık üretimi kaçınılmazdır. Başta sebze ve meyvelerin tüketilmeyen kısımları olmak üzere tüm biyobozunur atıkları biyometanizasyon veya kompost tesislerinde değerlendirerek tekrardan toprağa geri dönüştürmemiz büyük önem arz eder.

İklim krizinin etkilerini günden güne daha ağır hissetmeye başladığımız bu dönemde, biyobozunur atık üretimini mümkün mertebe azaltmak, azaltamadığımız kısmını da dögüsel ekonomi yaklaşımı ile geri kazanıp organik madde açısından giderek fakirleşen ve su tutma kapasitesi azalan tarım topraklarına kazandırmak önceliğimiz olmalıdır.

Kaynakça

1. Akinbomi, J. G., Patinvoh, R. J., Taherzadeh, M. J. (2022). Current challenges of high-solid anaerobic digestion and possible measures for its effective applications: a review. *Biotechnology for Biofuels and Bioproducts*, 15(1), 1-13.
2. Angelonidi, E., Smith, S. R. (2015). A comparison of wet and dry anaerobic digestion processes for the treatment of municipal solid waste and food waste. *Water and environment journal*, 29(4), 549-557.
3. Barral, M. T., Paradelo, R. (2011). A review on the use of phytotoxicity as a compost quality indicator. *Dyn. Soil Dyn. Plant*, 5(2), 36-44.
4. Boswell, J. (2004). Compost-based biofilters control air pollution. *Biocycle*, 45(1), 42-42.
5. Chen, J. H., Wu, J. T. (2005). Benefits and drawbacks of composting. Food and Fertilizer Technology Center.
6. Christensen, T. (Ed.). (2011). *Solid waste technology and management*. John Wiley & Sons.
7. Çallı, B. (2017). Ülkemiz ve dünyadaki katı ve sıvı fermente ürünün değerlendirilmesi projesi Raporu. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü.
8. Deublein, D., Steinhäuser, A. (2011). *Biogas from waste and renewable resources: an introduction*. John Wiley & Sons.
9. Diaz, L. F., De Bertoldi, M., Bidlingmaier, W. (Eds.). (2011). *Compost science and technology*. Elsevier.
10. Drosch B., Fuchs W., Al Seadi T. Madsen M., Linke B., 2015 *Nutrient Recovery by Biogas Digestate Processing*. IEA Bioenergy, ISBN 978-910154-16-8).
11. Inoko, A. (1984). Compost as a source of plant nutrients. *Organic Matter and Rice*, 4, 137-146.
12. Insam, H., Riddech, N., Klammer, S. (Eds.). (2013). *Microbiology of composting*. Springer Science & Business Media.
13. Khanal, S. K. (2011). *Anaerobic biotechnology for bioenergy production: principles and applications*. John Wiley & Sons.
14. Kraemer, T., Gamble S. (2014). Integrating anaerobic digestion with composting. *BioCycle*, 55(10), 32.
15. Tchobanoglous, G., Theisen H., Vigil, S. A. (1993). *Integrated solid waste management: engineering principles and management issues*. Mc-Graw Hill.
16. Trautmann, N. M., Krasny, M. E. (1998). *Composting in the classroom: Scientific inquiry for high school students*. Kendall/Hunt Publishing Company.
17. U.S. EPA (2017) *Sustainable Materials Management: Non-Hazardous Materials and Waste Management Hierarchy*. United States Environmental Protection Agency. <https://www.epa.gov/smm/sustainable-materials-management-non-hazardous-materials-and-waste-management-hierarchy>. 6 Ağustos 2022.





MADEN ATIKLARINDA DÜNYADA DURUM VE YÖNETİMİ

Prof. Dr. Sinan UYANIK

Bursa Teknik Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Bölümü

sinan.uyanik@btu.edu.tr

1. Giriş

Madencilik faaliyetleri, toplumun arzu edilen yaşam standardına ulaşmasına ve kalkınma hedeflerine ulaşılmasında önemli katkılar sunar. Bu kaynakların sağladığı değere rağmen, madencilik endüstrisi, çevresel kaynaklar üzerine etkileri iyi yönetilemediği takdirde önemli olumsuz sonuçlara neden olabileceğinden, toplumsal muhalefet ve günlük tartışmalar için bir çekim noktası oluşturabilmektedir.

Geleneksel olarak elektrik üretimi fosil kaynaklı yakıtları madencilik faaliyetlerine oldukça bağımlıdır. Yenilenebilir enerji üretimi için gelecekte elektrik üretmek için daha az kömüre ihtiyacımız olabileceği bir geçektir. Ancak genellikle gözden kaçan gerçek şu ki, net sıfır emisyonu geçiş için daha az değil, daha fazla madencilik faaliyetlerinin gerekeceği unutulmamalıdır. Geleceğin düşük emisyonlu enerji sistemlerinin (güneş ve rüzgâr enerjisi, elektrikli araçlar için gereken piller) çoğalması için, malzeme açısından oldukça yoğun madencilik faaliyetleri gerekecektir. Bir güneş enerjisi çiftliğinin üretimi, benzer büyüklükte bir kömür santrali inşa etmekten üç kat daha fazla madencilik kaynağı gerektirir; bir rüzgâr çiftliği inşa etmek, karşılaştırılabilir bir gaz yakıtlı santralden 13 kat daha fazla değerli metale ihtiyaç duyar. Arabalar, otobüsler ve kamyonlar bugün sahip olduklarından daha büyük ve daha güçlü akülere, pillere ve dolayısıyla bu malzemelerin üretimi için madencilığe ihtiyaç duyulacaktır.

Metal ve madencilik sektörü, 2020'de dünyanın toplam Kapsam 1 ve 2 sera gazı emisyonlarının yaklaşık %19,1'ini üretmekte ve kömür emisyonları bunun önemli bir bölümünü oluşturmaktadır. Bu verilerin ortaya çıkması ile büyük madencilik işletmeleri, yatırımcıların ve müşterilerin baskısı altında, şirketlerin çoğu, 2050 veya daha erken bir zamanda net sıfır emisyona ulaşma planlarını teker teker açıklamaya başlamışlardır.

Ülkemizde ise, TÜİK verilerine göre 2021 yılında 213.648.551.717 USD olan ülkemiz toplam ihracatından %2,60 oranında pay alan madencilik sektörü, 2020 yılına göre %36,89 oranında artarak 5.568.025.511 USD olarak gerçekleşmiştir.

Ihracatın %38,83'ü metalik cevherler, %37,85'i doğal taşlar, %22,44'ü endüstriyel hammaddeler ve %0,88'i enerji hammaddelerinden oluşmaktadır. 2021 yılında en fazla ihraç edilen maden grubu 10,74 milyon ton ve 2,16 milyar USD ile metalik cevherler olmuştur. Bu maden grubunu, 8,47 milyon ton ve 2,1 milyar USD ile doğal taşlar, 19,86 milyon ton ve 1,24 milyar USD ile endüstriyel hammaddeler ve en son olarak 367 bin ton ve 49 milyon USD ile enerji hammaddeleri takip etmiştir (URL 1, 2021).

Madencilik faaliyetlerine ilişkin en önemli çevresel sorunlar; toprak ve su kaynaklarının ağır metallere kirletilmesi, düşük pH, yüksek sülfat ve mineral içeren asidik maden sızıntı sularının çevresel kaynakları olumsuz etkilemesi, cevher zenginleştirmede kullanılan kirleticiler ve ortaya çıkabilecek arsenik gibi bileşenlerin toksik etkisi, gürültü ve hava kirliliği sorunlarıdır. Ayrıca atık ve pasa depolama sahalarından ve güvenli yapılmayan atık depolama tesislerinden kaynaklanan sızıntılar ve kazara atık depolama tesislerinin yıkılması neticesinde ciddi çevresel kazalar oluşturma riskleri, madencilik faaliyetlerinin dikkatle yapılmasını gerektirmektedir. Bunun yanı sıra, toz oluşumunun engellenmesi ve cevher zenginleştirme faaliyeti gerçekleştiren madencilik endüstrisindeki yoğun su kullanımı, işletmelerde suyun verimli kullanılmasını önemli bir işletme sorunu haline getirmektedir. Daha az temiz su kullanımı, oluşan atıksuyun işletme içinde yeniden kullanımının sağlanması ve daha az atıksu oluşturarak gerçekleştirilen üretim, madencilikte tercih edilen bir yaklaşım olmalıdır. Bu yaklaşım hem su kullanımından kaynaklanan maliyeti hem de işletmenin su kaynaklarına olan baskısını azaltacaktır. Madencilik endüstrisi genel olarak diğer endüstrilere kıyasla (özellikle tarımsal üretim) miktar açısından küçük bir su tüketicisi olarak görülse de, tekil işletmeler yerel hidroloji veya su kalitesine büyük etkilere neden olabilmektedir.

Sürdürülebilir kalkınma için, yeraltı kaynaklarının kullanılması ve bu faaliyetlerin çevreye olan etkilerini ortadan kaldırmak veya minimize etmek için maden atıklarının yönetimi çok önemlidir. Bu bölümde, madencilik faaliyetlerinin ortaya çıkaracağı olumsuz etkiler ve bu etkilerin modern yönetimi için yapılması gerekenler verilecektir.

2. Maden Atıklarının Çevresel Etkileri

Madenlerin aranması, çıkarılması, hazırlanması/zenginleştirilmesi veya depolanması sonucunda “tehlikeli”, “tehlikesiz” ve “inert” atıklar olarak tanımlanan atıklar ortaya çıkabilir. İnert olmayan maden atıkları, önemli fiziksel, kimyasal veya biyolojik dönüşümlere uğrayarak çevre ve insan sağlığı üzerinde olumsuz etkileri ortaya çıkarabilir. Tehlikeli maddelerin toplam atıklar arasındaki oranına bağlı olarak işletmeler sınıflandırılmaktadır. Özellikle işletmede olan veya faaliyeti sonlandırılmış madencilik sahaları hava ve su kaynaklarının kirletilmesi, yaban hayatının korunmasına engel olması ve doğal manzaranın kazı nedeniyle bozulması gibi ciddi sorunları ortaya çıkarabilir.

Çevrenin üç önemli bileşeni olan su, hava ve toprak ekosistemleri açısından madencilik faaliyetlerin ortaya çıkaracağı zararlar şu şekilde sıralanabilir.

2.1. Su

Maden aranması, çıkarılması, zenginleştirilmesi veya depolanması aşamalarının her birinde maden atıklarının su ile yoğun teması gerçekleşmektedir. Maden sahalarında işlenen cevherler ve kullanılan kimyasallar yağmur suyu ile yüzeysel ve yeraltı su kaynaklarına taşınarak bölgedeki su kalitesine olumsuz etkiler yapabilir. Ayrıca, madencilik faaliyetlerinde yoğun su kullanımı nedeniyle maden sahaları etrafındaki yüzeysel ve yeraltı su kaynaklarının kullanılması, su kaynaklarının miktar açısından olumsuz etkilenmesine neden olabilir.

Sadece madencilik faaliyetleri değil, maden atıklarının taşınması ve yönetimi için suyun kullanımı ve tüketimi de, suyun miktar ve kalitesi üzerinde önemli bir çevresel etkiye sahiptir. Su kullanımından kaynaklanan sorunlar yerel iklim koşullarına, işletme koşullarına ve faaliyet alanındaki su potansiyeline çok bağlıdır. Ayrıca, normal işletme koşulları haricinde sızıntı, kaza ve ihmal neticesinde atık depolama tesislerinden ve diğer yoğun kirletici içeren atıkların bulunduğu bölgelerden, su kaynakları üzerine ciddi çevresel baskılar oluşabilmektedir.

Maden atıklarının su ile teması neticesinde ortaya çıkabilecek sorunlar;

- Asidik maden drenajı,
- Askıda ve toplam katı madde,
- İletkenlik,
- Metaller,
- Nitrat, amonyum ve diğer patlayıcı yapımında kullanılan kimyasal kalıntıları (kazı için kullanılan patlayıcı maddelerden kaynaklı),

- Flotasyon ve köpük yüzdürmede mineral işlemeden kaynaklanan ksantatlar,
- Alüminyum madenciliğindeki Bayer sürecinden kostik soda kalıntıları,
- Krom madenciliğinden kalan kromlu toksik bileşikler,
- Siyanür, civa, arsenik gibi toksik ve tehlikeli maddeler.

Bunlar arasında asidik maden drenajı aşağıda önemine binaen ayrıntılı olarak açıklanacak olmasına rağmen, madenlerden yeraltı ve yüzey sularına sızan metaller ve toksik maddeler çok önemlidir. Değerli metalleri ve mineralleri cevherden ayırmak için kullanılan kimyasallar da akarsulara, nehirlere ve yeraltı sularına sızabilir. Bu kimyasallardan bazıları, şu an artık madencilik faaliyetlerinde kullanılsa da örneğin civa, çevrede onlarca yıl varlığını sürdürür. Altın madenciliğinde yaygın olarak kullanılan siyanür, iyi yönetilememesi ve su kaynaklarına karışması durumunda ölümcül bir başka kimyasaldır.

2.1.1. Asidik Maden Drenajı (AMD)

Asidik maden drenajı (AMD), bir maden işletmesinin çalışması boyunca ve kapatılması sonrasında sülfürlü cevherler (örneğin pirit, kalkopirit) ile suyun ve oksijenin temas halinde bulunmasıyla meydana gelen bir dizi kompleks jeo-kimyasal ve mikrobiyal reaksiyonlar sonucunda oluşmaktadır. Sonuçta oluşan su, genel olarak yüksek asidite (düşük pH) ve yüksek konsantrasyonda çözülmüş metalleri (Cu, Fe, Pb vb.) içermektedir (Costello, 2003; Tsukamoto vd., 2004; Ridge ve Seif, 2005; Akcil ve Koldas, 2006).



Resim 1. Asidik maden sızıntı suları (URL: <https://edu.rsc.org/feature/acid-mine-drainage-a-legacy-of-an-industrial-past/2020087.article> ve <https://earthworks.org/issues/acid-mine-drainage/>)

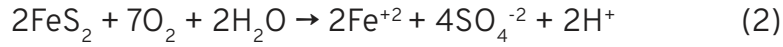
Madencilik işlemleri sonucu oluşan artık malzemede bulunan sülfürlü mineraller (çoğunlukla pirit (FeS_2) ve pirotit (FeS)), oksijen ve suya

maruz kaldığı zaman asit oluşumu meydana gelmektedir (Çiftçi ve Akçil, 2006). Temelde bu aşamalar, sülfürlü minerallerin oksidasyonu ve asitin oluşumudur. Daha sonra oksitlenmiş bileşiklerin liç işlemi meydana gelmektedir. Eğer ortam yeterince bazik değilse veya tampon mineraller (kalsit vs.) asiti nötr hale getiremiyorsa, sonuçta liç sıvısı asidik karakterde olmaktadır. Bu sıvı, genel olarak asidik maden drenajı olarak adlandırılmaktadır. AMD, yüksek asidite (pH 2-3) ve yüksek konsantrasyonda demir (Fe), manganez (Mn), alüminyum (Al), çinko (Zn), bakır (Cu), Nikel (Ni), kurşun (Pb), kadmiyum (Cd), arsenik (As) vb. gibi metalleri ve sülfatları içermektedir. Asidik maden drenajının oluşumunu içeren aşamalar (pirit cevheri ile) aşağıdaki reaksiyonlarda gösterilmektedir (Costello, 2003; Ridge ve Seif, 2005):

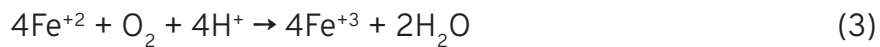
Piritin genel oksidasyonu aşağıda verildiği gibidir:



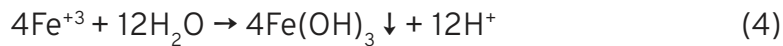
Piritin atmosferik şartlardaki ilk reaksiyonu, oksijenle piritin oksidasyonunu (Reaksiyon 2) içermektedir. Sülfür, sülfata (SO_4^{-2}) oksitlenmekte ve ferros demir (Fe^{+2}) serbest kalmaktadır. Bu reaksiyon her mol oksitlenmiş pirit için iki mol asit oluşturmaktadır.



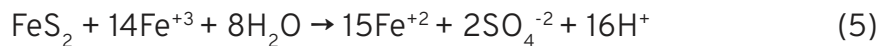
İkinci reaksiyon, ferros demirin ferrik demire (Fe^{+3}) dönüşümünü (Reaksiyon 3) göstermektedir. Ferros demirin ferrik demire dönüşümünde bir mol asit tüketilmektedir. Bakteriler, oksidasyon hızını arttırmaktadırlar. Reaksiyon hızını sınırlayan aşamanın, ferros demirin oksidasyonu olduğu Singer ve Strumm (1970) tarafından gösterilmiştir (Reaksiyon 3). Bu reaksiyon, asit oluşumunda “oksidasyon hızını belirleyen aşama” olarak ifade edilmektedir.



Üçüncü reaksiyon, demirin hidrolizini göstermektedir. Hidroliz, su molekülünü parçalayan bir reaksiyondur. Birçok metal hidrolize uğrayabilir. Ferrik hidroksit çökeltisinin (katı) oluşumu pH'a bağlıdır.



Dördüncü reaksiyon, ferrik demir tarafından piritin oksidasyonudur. Reaksiyon 3 ve 5'de görüldüğü gibi sürekli artan bir dönüşüm olmaktadır.



Reaksiyon 3'deki ürünlerden biri olan Fe^{+3} , Reaksiyon 5'de görüldüğü gibi piriti oksitlemekte ve bu reaksiyon sonucu oluşan Fe^{+2} , Reaksiyon 3'de indirgeyici olarak rol oynamaktadır. Bu oksidasyon işleminin piritin oksidasyonu ile sınırlanması nedeniyle; oksidasyon için piritin yüzey alanı, reaksiyon hızını belirlemektedir (Gotschlich vd., 1986; Akcil ve Koldas, 2006).

Asidik maden drenajının oluşumu için gerekli unsurlar: 1) Oksijen, 2) Sülfür mineralleri (S^{-2} ve S_2^{-2}), elemental sülfür (S^0) veya çeşitli sülfür bileşikleri (örneğin, $S_2O_3^{-2}$) içeren cevher ve cevher artıkları, 3) Reaksiyon 2 ve 3'de gösterildiği gibi sudur.

Asit oluşumunun hızını etkileyen diğer faktörler ise; bakteriyel faaliyet, sıcaklık, pH, Reaksiyon 5'de gösterildiği gibi değişik oksidantların varlığı (örneğin, Fe^{+3} ve manganez (Mn^{+3} veya Mn^{+4})), alkali ve tampon minerallerin varlığıdır (örneğin, kalsit ve silikatlar). Ayrıca ferrik demirin hidrolizi ve ferrik hidroksitin çökmesi, Reaksiyon 4'de gösterildiği gibi asit oluşumuna sebep olmaktadır. Fe^{+3} ve manganez tarafından sülfidik minerallerin kimyasal oksidasyonu ve hidroliz reaksiyonları anoksik (oksijensiz) şartlarda meydana gelmektedir. Reaksiyon 2 ve 3, ya inorganik ya da mikrobiyal olarak katalizlenmiş kimyasal reaksiyonların bir sonucu olarak meydana gelmektedir.

AMD'nın giderimi için birçok yöntem mevcuttur ama ticari ölçekte bu yöntemlerden çok azı uygulanmaktadır. En yaygın giderim yöntemleri, kimyasal yöntemlerdir (kireç veya diğer alkali bileşenler kullanılarak nötralizasyon gibi). Geleneksel AMD gideriminde pH'ı yükseltmek için bir baz (kireçtaşı ya da sodyum hidroksit) kullanılmakta ve çözüldüğü metaller çöktürülmektedir (Kratochvil ve Volesky, 1998). Bhattacharya vd. (1981) tarafından yapılan bir çalışmada, arsenik ve ağır metaller, kireç ve sodyum sülfür ile kontrollü çöktürmeyle Fe^{+2} içermeyen drenaj suyundan uzaklaştırılmış ve giderim işleminin etkinliğini arttırmak için daha düşük çözünürlükteki metal sülfürler kullanılmıştır. Kireç kullanılarak yapılan giderim işlemleri, uygulamada ve prosesin etkinliğinde bazı ciddi sınırlamalar getirmektedir. Bu yöntemlerde, genellikle daha yüksek bozundurma giderlerine sebep olan kararsız metal hidroksitlerin oluşumu gerçekleşmekte ve metal giderim verimi oldukça düşük olmaktadır (Boonstra vd., 1999; Tabak vd., 2003).

AMD'nın gideriminde en uygun yöntem, AMD'nı kaynağında önlemek ve/veya kontrol etmektir. Maden artığındaki nötrale edici minerallerin oranının artırılması ve/veya sülfürlü mineraller ile su ve oksijenin temasının kesilmesi ile AMD'nın oluşumu önlenir. Eğer AMD'nın meydana gelmesi engellenemezse, AMD'nın çevreye etkilerini en aza indirmek veya ortadan kaldırmak için kimyasal ve/veya biyolojik bir proses uygulanmalıdır. Böylece meydana gelen asit etkisiz hale getirilir ve metaller uzaklaştırılır veya su standartlarına uygun, kabul edilebilir seviyelere düşürülür.

Çeşitli pasif yöntemler, geleneksel yöntemlerden daha baskın işlemlerdir. Pasif yöntemler; yerinde gerçekleştirilen, en az bakım masrafı gerektiren ve doğal prosesler kullanılarak suyun veya katının muamele edilmesi olarak düşünülebilir (Hedin vd., 1994; Younger vd., 2002).

Geçirgen biyoreaktif bariyerler, biyoreaktörler ve sulak alan teknolojileri maden drenajının giderilmesinde alkali malzemeleri ve sülfat indirgeyici bakterileri kullanabilmektedir. Bu tür teknolojilerin farkı, inşasında ve bu prosese giren suyun kaynağındadır. Örneğin, geçirgen biyoreaktif bariyerler, bir yüzey-altı reaksiyon bölümüne sahiptir. Bu yöntemde yeraltı suyu, doğal akışı ile akarken muamele edilmektedir ve bazı durumlarda reaksiyon bölümüne suyun akışını yönlendirmek için duvarlar geçirimsiz olarak yapılmaktadır. Genellikle reaktif ortam, sülfat indirgeyici bakterilerin geliştiği organik maddeden (kompost) oluşmaktadır (Costello, 2003).

Asidik maden drenajı, asit yağmurundan 20 ila 300 kat daha asidik olabilir ve insan derisini yakabilir ve balıkları ve suda yaşayan organizmaları öldürebilir.

Asidik maden drenajı ayrıca arsenik, kadmiyum, krom, kurşun gibi toksik metalleri cevher ve atık kayalardan süzerek ilave su kirliliğine neden olur.

Asidik maden drenajı, madencilik operasyonları sona erdikten sonra genellikle on yıllar ve hatta yüzyıllar boyunca meydana gelebilir. Romalılar tarafından işletilen Avrupa'daki madenlerden asit maden drenajı hala gerçekleştiği bilinmektedir.

2.2. Hava

Madencilik faaliyetleri esnasında yoğun enerji ve iş makinaları kullanımı sonrası toz, gaz ve uçucu organik ve inorganik kirleticiler ortaya çıkabilir. Emisyon kaynakları arasında;

PM₁₀ ve PM_{2,5} olarak adlandırılan inert veya inert olmayan uçucu toz parçacıkları, tozuşma nedeniyle halk sağlığı ve iş sağlığını tehdit edebilmektedir. Ayrıca bu emisyon kaynakları, yakın bölgelerde tarımsal faaliyetleri olumsuz etkileyebilmektedir.



Resim 2. Maden işletmesinden kaynaklanan toz emisyonu (URL: <https://www.environment.co.za/mining/effects-of-mining.html>)

- Kömür ve linyit üretimi yapılan maden sahalarından uçucu organik bileşikler salınabilmekte ve yakın yerleşim alanlarında halk sağlığı sorunu ortaya çıkabilmektedir.
- Madencilik faaliyetleri esnasında yoğun enerji tüketimi, sera gazlarının artmasına ve küresel ısınmaya olumsuz etki etmeye devam etmektedir. Metal ve madencilik sektörü, 2020’de dünyanın toplam Kapsam 1 ve 2 sera gazı emisyonlarının yaklaşık %19,1’ini üretmektedir. Net sıfır emisyona ulaşma planları oluşturularak, enerji verimli makinalar kullanılmalı, yutak alanları oluşturulmalı, personel eğitimleri gerçekleştirilmeli, madencilik sektörünün sera etkisini azaltmak için işletme ve yönetimde ciddi değişimler gerçekleştirilmelidir.

2.3. Toprak ve Yaban Hayatı

2.3.1. Yeryüzü Şeklinin Tahribatı

Yeraltı kaynaklarının çıkarılması için yapılan çalışmalarda, orman ve orman olmayan alanlarda, malzeme ve toprak temini için arazide yapılan kazılar, dökümler ve doğaya bırakılan atıklarla doğal yapılarda bozulmalar oluşmaktadır.



Resim 3. Madencilik faaliyeti nedeniyle yeryüzü şeklinde oluşan tahrifat (URL: https://environment.ec.europa.eu/topics/waste-and-recycling/mining-waste_en)

Kazı faaliyetleri ile bozulan alanlar, araziye bırakılmış olan dekapaj atık ve artıklarının çevreye olabilecek olumsuz etkilerinin en aza indirilmesi ve bozulan arazinin doğaya yeniden kazandırılması ülkemizde yasal düzenlemeler yapılmıştır. Ancak uygulamada bu mevzatın gereklilikleri sıkı takip edilmelidir.

2.3.2. Biyoçeşitlilik ve Yaban Hayatı

Biyoçeşitlilik, maden atıklarının yönetiminden etkilenebilir. Doğal yaşam ev sahipliği yapan alanlarda yürütülen madencilik faaliyetleri ve maden atıkları o bölgedeki biyoçeşitliliği, yabani türlerin hareketliliğini, yuvalarının tahribi, hayvanların strese girmesi gibi olumsuz etkileri ortaya çıkarabilir. Toksik maden atıkları, türlerin zehirlenmesine neden olabilir. Dolayısıyla, yerel türlerin ilk doğal yaşam alanlarını bozabilir veya yok edebilir.



Resim 4. Madencilik faaliyeti neticesinde etkilenen biyoçeşitlilik ve bozulan doğal yaşam alanları (URL: <https://www.cdp.net/en/articles/forests/mining-without-extracting-biodiversity>)

Atık depolama tesisleri, oldukça fazla yüzey alanlarına sahip olabilecekleri için, o alanlarda mevcut flora ve fauna yok edilir. Bu olumsuz etkiler düşünülerek, madencilik sahaları planlanma aşamasında iyi değerlendirilmeli, endemik türler yok edilmemeli, işletme esnasında yaban hayatı ve biyoçeşitliliğin rahatsız edilmemesi için önlemler alınmalıdır.

2.4. Diğer Çevresel Sorunlar

2.4.1. Gürültü

Maden sahaları, yoğun iş makinaları ve patlayıcı kullanımı nedeniyle ana gürültü kaynakları arasındadır. Bu sorunu minimize etmek için, yerleşim yerlerine belirli mesafe uzaklıkta bu faaliyetlere izin verilmeli ve küçük işletmelerde gürültüyü minimize etmek için yeşil bariyer uygulamaları teşvik edilmelidir.

2.4.2. Patlayıcı Madde Kullanımından Kaynaklanan Sorunlar

Madencilikte değerli malzemelerin çıkarılması için kazı faaliyetleri gerçekleştirilir. Kazı işlemlerinin kolaylaştırılması için patlayıcı madde kullanımı her geçen gün yaygınlaşmaktadır.



Resim 5. Madenlerde patlayıcı madde kullanımı (URL: <https://isgtedbir.com/maden/madenlerde-patlatma/>)

Madencilikte patlayıcı madde kullanımı sırasında ortaya çıkan çevresel sorunlar şunlardır:

- Taş savrulması,
- Gürültü,
- Hava şoku,
- Toz emisyonu,
- Patlayıcı madde kalıntılarının oluşturduğu toprak ve su kirliliği.

3. Maden Atıklarının Yönetimi

Maden atıkları, büyüklüklerine göre; iri taneli atıklar yüzey pasa depolama alanlarında, ince taneli ve genellikle sulu atıklar atık depolama tesislerinde (ADT) depolanan olarak ayrılabilir. Hem kaba hem de ince maden atıkları tehlikeli maddeler içerebilir, radyoaktif radon gazı yayabilir veya zehirli olabilir. ADT lerin stabilitesi, depreme dayanıklılığı, duraylılığı en üst önlem düzeyinde belirlenerek, tamamen sızdırmaz olacak şekilde tasarlanmalıdır. Sızdırmazlık için kil, jeomembran, jeokompozit malzemeler kullanılmalıdır.



Resim 6. Maden atıklarının pasasahaları ve atık depolama tesislerinde depolanması uygulamaları

Madencilik faaliyetleri sonucunda oluşan atıkların çevresel açıdan olumsuzluk yaratmaması için, doğal ortamdaki temiz suların atıklarla teması önlenmelidir. Bu amaçla, ADT çevresinden gelen yüzey suları, rezervuar alanını çevreleyen kuşaklama kanalları ile toplanarak, mansaba deşarj edilmelidir. Kar erimesi veya aşırı yağışlar sebebiyle mevsimsel su gelişleri olması durumu için yeraltı sularının baraj gövdesine zarar vermeden baraj mansabına deşarjı için “Alt Drenaj Sistemi” tasarlanmalı ve işletme aşamasında atıktan ayrışacak olan sızıntı suları için ise “Sızıntı Suyu (Üst Drenaj) Sistemi” tasarlanmalıdır.

ADT lerde depolanan sulu atıkların üst suların proste yeniden kullanılabilirliği teknik olarak değerlendirilmeli ve uygun olanlar su tasarrufu açısından yeniden kullanılmalıdır.

Mevzuat

Ülkemizde maden atıklarının yönetimi için 15/7/2015 tarihli ve 29417 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanan Maden Atıkları Yönetmeliği bulunmaktadır.

Maden Atıkları Yönetmeliğine göre “Maden atıklarının geçici depolanması, taşınması ve işlenmesi sırasında su, hava, toprak, bitki, hayvan ve insanlar için risk yaratmayacak, gürültü, titreşim ve koku yoluyla rahatsızlığa neden olmayacak, doğal çevrenin olumsuz etkilenmesini önleyecek ve böylece çevre ve insan sağlığına zarar vermeyecek yöntem ve işlemlerin kullanılması esastır”.

Yönetmelik ile maden atıklarının karakterizasyonu ve tesislerin sınıflandırılması, geri kazanımı, atık depolama tesislerinin projeksiyonu, atık yönetim ve acil eylem planları, izin ve lisans süreci, çevresel izleme, geçici depolama, inert atıkların yönetimi, sondaj çamurları, denizel alıcı ortam-

da bertaraf, yığın liçi yöntemi, macun dolgu ve pasa yönetimi gibi konulara açıklık getirilmektedir.

Sıfır Emisyon

Tüm dünyada büyük madencilik firmaları net sıfır emisyon ile ilgili çalışmalar yürütmekte ve birer birer yol haritaları ile takvimlerini açıklamaktadır. Madencilik faaliyetlerinde üretilen ton maden başına, suya bırakılan ayak izinin (direk ve dolaylı kullanılan temiz tatlı su ve etkilenen (kirletilen) tatlı suyun) m³ olarak belirlenmesi, işletmelerin çevreye olan baskılarının takibi açısından önemli bir gösterge olarak kullanılacaktır. Bu kapsamda su ayak izleri çıkarılmalı, takip eden yıllar için hedefler belirlenerek, gelecek her yılda çalışma yenilenerek, yıllara göre su kaynaklarının korunmasında iyileştirmelere ulaşılmalıdır. Böylece, işletmelerin tatlı su kaynakları ve çevreye olan duyarlılığı karşılaştırılmalı olarak belirlenebilecektir.

Benzer şekilde, madencilik işletmelerinin karbon ayak izleri çıkarılarak, sera gazlarına katkıları belirlenerek, sıfır karbon için yaklaşımlar belirlenmelidir.

4. Sonuç ve Öneriler

Madencilik operasyonlarının her aşamasında, maden atıklarının yönetimi için farklı önlemler alınır. Bunlar madencilik operasyonuna göre ve özellikle maden sahalarının bulunduğu coğrafi, jeolojik, hidrojeolojik ve iklim gibi farklı parametreler göz önüne alınarak gerçekleştirilir. Genel olarak, madencilik işletmelerinden, dekapaj ve pasa atıkları, cevher zenginleştirmede ortaya çıkan şlam ve sıvı atıkların depolandığı atık depolama tesisleri, cüruf atıkları, makine parkından gelen endüstriyel atıklar, çalışanlardan kaynaklanan evsel atıklar, maden sahalarından çıkan asidik maden drenaj suları, hava kirletici toz ve emisyonlar yönetilmesi gereken ana sorunlardır.

Maden sahalarında oluşan pasa ve sıvı atıkların depolandığı atık depolama tesislerinin dizaynı, işletilmesi, güvenilirlikleri ve kapatılması en önemli yönetim sorunlarından biridir.

Maden atıklarının yönetiminde sorun oluştuğundan sonra olaya yaklaşım yerine, maden sahalarının planlama ve tasarım; operasyon ve sahanın kapatılması ve sonrası düşünülerek yönetim stratejileri belirlenmelidir.

Maden atıklarının yönetiminde doğrusal ekonomiden döngüsel ekonomiye geçiş yapılarak, tüm atıkların yeniden kullanımı konuları gündeme gelmelidir.

İzleme ve denetim faaliyetleri düzenli ve nizami olarak yürütülerek, madencilik işletmelerinin faaliyetleri denetlenmelidir.

Yoğun su ve enerji kullanan madencilik işletmelerinin su ve karbon ayak izlerinin belirlenmesi ve net sıfır emisyona geçişle ilgili çalışmalar yapmaları teşvik edilmelidir.

Kaynakça

1. Akcil, A. ve Koldas, S., 2006; "Acid Mine Drainage (AMD): Causes, Treatment and Case Studies". Journal of Cleaner Production, 14.
2. Bhattacharya, D., Junawan, A.B., Sun, G., Sund-Hagelberg, C. ve Schwitzgebel, K., 1981; "Precipitation of Heavy Metals with Sodium Sulfide: Bench-scale and Full-scale Experimental Results", AIChE Sympos. Ser., 77, (209), 31-38.
3. Boonstra, J., van Lier, R., Janssen, G., Dikman, H. ve Buisman, C.J.N., 1999; "Biological Treatment of Acid Mine Drainage", In: Biohydrometallurgy and the Environment Toward
4. Costello, C., 2003; "Acid Mine Drainage: Innovative Treatment Technologies", U.S. Environmental Protection Agency (EPA), Office of Solid Waste and Emergency Response, Technology Innovation Office, Washington, DC, USA, 47.
5. Çiftçi H., Akçıl A., (2006), Asidik Maden Drenajının (AMD) Giderilmesinde Uygulanan Biyolojik Yöntemler, Madencilik, 45(1), 35-45.
6. Elena Garbarino E., Orveillon G., Saveyn HGM., Barthe P., Eder P., 2018, Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Management of Waste from Extractive Industries in accordance with Directive 2006/21/EC, Science for Policy report by the Joint Research Centre of the European Commission.
7. Gothschlich, D.E., Bell, P.R.F. ve Greenfield, P.F., 1986; "Estimating The Rate of Generation of Acid Drainage Products in Coal Storage Heaps", Environ. Technol. Lett., 7, 1-12.
8. Hedin, R.S., Narin, R.W. ve Kleinmann, R.L.P., 1994; "Passive Treatment of Coal Mine Drainage", Bureau of Land Mines Information Circular 9389.
9. Kratochvil, D. ve Volesky, B., 1998; "Developing the Biosorption Process for Acid Mine Drainage (AMD) Remediation", Mineral Processing and Extractive Metallurgy Review, 19, 323-329.
10. Ridge, T. ve Seif, J.M., 2005; "The Science of Acid Mine Drainage and Passive Treatment", Department of Environmental Protection, Bureau of Abandoned Mine Reclamation, http://www.dep.state.pa.us/dep/deputate/minres/bamr/amd/science_of_amd.htm
11. Singer, P.C. ve Strumm, W., 1970; "Acidic Mine Drainage: The Rate-Determining Step", Science (New York), 167, 1121-1123.
12. Tabak, H.H., Scharp, R., Burckle, J., Kawahara, F.K. ve Govin, R., 2003; "Advances in Biotreatment of Acid Mine Drainage and Biorecovery of Metals: 1. Metal Precipitation for Recovery and Recycle", Biodegradation, 14, 423-436.
13. Tsukamoto, T.K., Killion, H.A. ve Miller, G.C., 2004; "Column Experiments for Microbiological Treatment of Acid Mine Drainage: Lowtemperature, Low-pH and Matrix Investigations", Water Research, 38, 1405-1418.
14. URL 1, 2021, <https://www.mta.gov.tr/v3.0/sayfalar/bilgi-merkezi/turkiyede-madencilik/2021-yili-maden-dis-ticaret.pdf>
15. Younger, P.L., Banwart, S.A. ve Hedin, R.S., 2002. "Mine Water: Hydrology, Pollution, Remediation", Kluwer Academic Press, ISBN 1- 4020-0137-1, 442 s.





MADEN ATIKLARI İÇİN ALTERNATİF DEPOLAMA YÖNTEMİ: ÇİMENTOLU MACUN DOLGU

Prof. Dr. Bayram ERÇIKDI

Sorumlu Yazar

Karadeniz Teknik Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü
bercikdi@ktu.edu.tr

Doç. Dr. Ferdi CİHANGİR

Karadeniz Teknik Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü

Dr. Ercüment KOÇ

Atatürk Üniversitesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü

1. Giriş

Madencilik faaliyetleri sonucu açığa çıkan maden atıklarının çevreye olası etkileri nedeniyle son yıllarda madencilik faaliyetlerine karşı çevresel tepkiler giderek artmakta ve madenlerin çıkartılması ve ekonomiye kazandırılması zorlaşmaktadır. Söz konusu atıkların emniyetli ve güvenli bir şekilde yönetilmemesi durumunda, sahip oldukları kimyasal ve mineralojik bileşimlerine bağlı olarak birtakım çevresel sorunlarla karşılaşmaktadır. Örneğin, sülfürlü minerallerin (pirit vb.) su ve oksijen varlığında oksidasyona uğraması asidik maden suyu (AMD) oluşumuna (Şekil 1), pH'ın düşmesine ve atık içerisindeki zararlı ağır metallerin çözünmesine neden olarak yeraltı ve yüzey sularının kirlenmesine neden olabilmektedir (Akçıl ve Koldaş, 2006; Erçikdi, 2009; Cihangir, 2011, Yılmaz vd., 2021, Yılmaz ve Erçikdi, 2022; Koç vd., 2022). AMD, yüksek asidite (pH 2-3) ve yüksek konsantrasyonda demir (Fe), manganez (Mn), alüminyum (Al), çinko (Zn), bakır (Cu), nikel (Ni), kurşun (Pb), kadmiyum (Cd), arsenik (As) vb. metalleri ve sülfatları içermektedir (Kuyucak, 2002). Ayrıca cevher zenginleştirme işlemleri esnasında kullanılan kimyasal maddeler, atıkların çevreye olan etkilerini çok yönlü hale getirmektedir (Çetiner vd.

2006). Bu nedenle, atıkların nereye depolanacağı, durabilitesi ve emniyeti, su ve toprak kalitesi üzerindeki etkileri vb. çevresel açıdan son derece önemlidir. Söz konusu atıklar günümüzde yerüstü atık barajlarında depolanmakta, derin denizlere deşarj edilmekte veya madeni alınmış yeraltı üretim boşluklarında dolgu malzemesi olarak kullanılmaktadır.



Şekil 1. Terkedilmiş Aldermac bakır çinko madeninde AMD oluşumu (Erçıkı vd., 2017)

Derin deniz deşarj yönteminde atık bertarafı denizin yakın ve derin, yağışın çok, buharlaşmanın az olduğu bölgelerde yapılabildiğinden dolayı uygulama alanı oldukça kısıtlıdır. Ülkemizde Çayeli Bakır İşletmeleri A.Ş. cevher zenginleştirme sonucu açığa çıkan atıkların yaklaşık %45-50'sini mülga Çevre ve Orman Bakanlığı'nın onayı ile gerekli bilimsel çalışmalar, modellemeler ve testler yapılarak belirlenmiş olan Karadeniz'in 3000 m açığı ve -275 m derinliğindeki oksijensiz ve hiçbir makro yaşamın bulunmadığı ortama boru hattı ile deşarj etmektedir.

Atık barajlarında atıkların emniyetli bir şekilde depolanması ve bertaraf edilmesi dünya genelinde oldukça yaygın bir uygulamadır (Şekil 2). Dünyada 3500'den fazla atık barajı olduğu belirtilmektedir (Chambers ve Higman, 2011). Ancak dünya genelinde bugüne kadar meydana gelen 327 adet atık barajı kazası birçok kişinin hayatını kaybetmesine, yapısal hasarlara, tarım ve orman arazilerinin zarar görmesine ve olumsuz çevresel etkilere (su kirliliği vb.) neden olmuştur (Şekil 3). Meydana gelen kazalar atıkların bertarafı konusunda yeni teknolojilerin gelişimine katkıda bulunmuştur.

İlk olarak 1980 yılında Almanya'nın Bad Grund madeninde kullanılan ve başarısından dolayı dünyada giderek yaygınlaşan "macun dolgu teknolojisi" tesis atıklarının yeraltı üretim boşluklarında depolanmasına olanak sağlamaktadır (Landriault, 2006). Tesis atıklarının yeraltında depolanabilirliği atıkların karakterizasyonuna, atığın depolanacağı çevre koşullarına, kısa ve uzun dönemli duraylılık koşullarına ve reolojik özelliklere vb. bağlıdır.



Şekil 2. Gümüşhane Mastra altın tesisi (a) ve Küre flotasyon tesisi (b) atık barajları (Erçikdi vd., 2012)

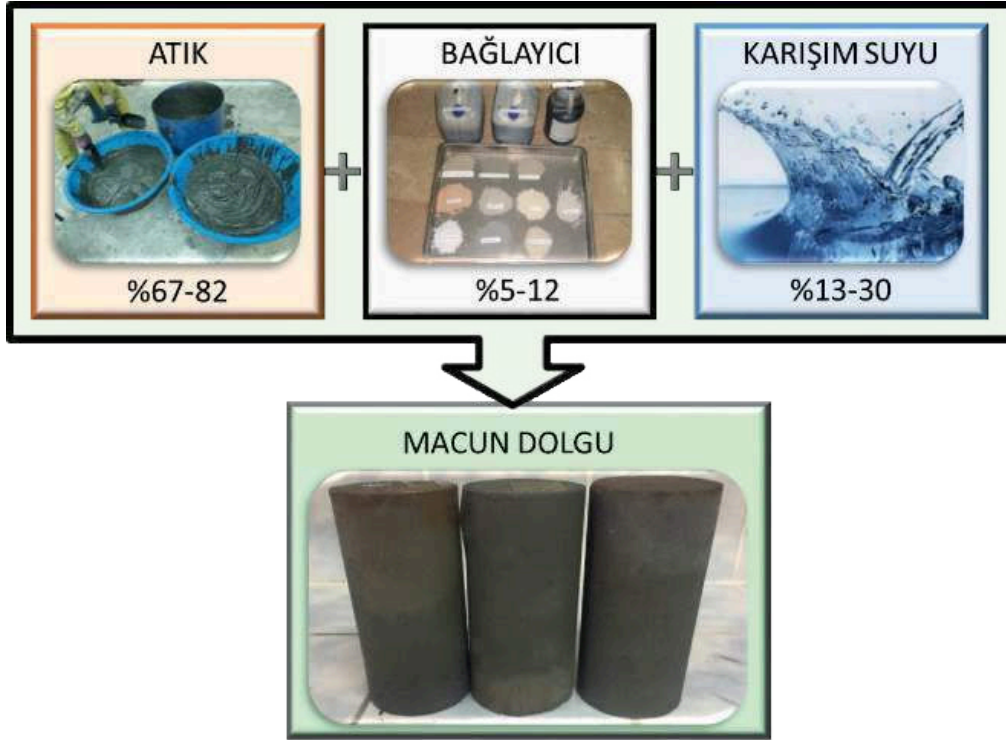


Şekil 3. Giresun Şebinkarahisar'da meydana gelen atık barajı kazası (a, b) ve tehlikeli maden atıklarının su kaynaklarına ulaşması (c,d) (URL-1, 2021)

2. Macun Dolgu Teknolojisi

Günümüzde madencilik faaliyetleri sonucu açığa çıkan cevher zenginleştirme atıkları (sülfürlü, vb.), bir miktar çimento (%2-10) ilave edilerek macun dolgu olarak yeraltı üretim boşluklarında depolanmaktadır.

Çimentolu macun dolgu yeraltında arakatlı kazı ve kes-doldur üretim yöntemlerinin kullanıldığı madenlerde uygulanabilmektedir. Çimentolu macun dolgu; cevher zenginleştirme sonucu açığa çıkan ince taneli atık, bağlayıcı ve suyun karışımından oluşan bir mühendislik ürünüdür (Şekil 4). Cevher zenginleştirme sonucu açığa çıkan atıkların %50-55'i macun dolgu olarak yeraltı üretim boşluklarına yerleştirilebilmektedir.

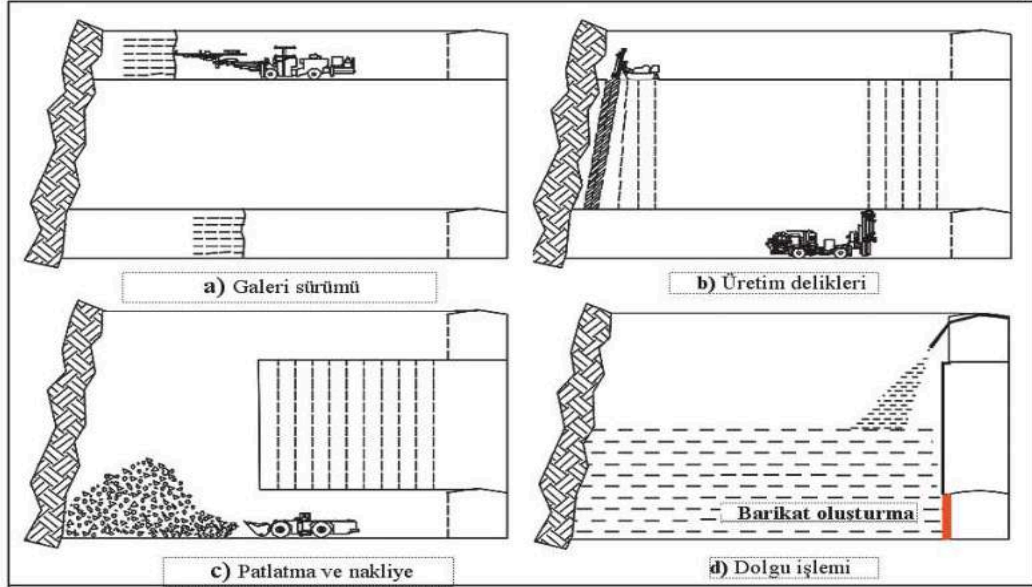


Şekil 4. Macun dolgunun şematik görünümü

Yeraltı madenciliğinde cevher üretimi sonucu oluşan boşlukların macun dolgu ile doldurulması, son yıllarda hem ülkemizde hem de dünyada giderek artmaktadır. Yumlu (2020) dünyada aktif olarak çalışan en az 400 adet macun dolgu tesisinin bulunduğunu ve 100'e yakın tesisin de proje, inşaat ve kurulum aşamasında olduğunu, Avrupa'da ise yaklaşık 17 adet macun dolgu tesisinin aktif olarak çalıştığını ve 16 tesisin de kurulum ve inşaat aşamasının devam ettiğini belirtmiştir. Ülkemizde ise Çayeli Bakır İşletmesi, Etibakır Küre ve Şirvan Bakır İşletmeleri ile Tüprağ Efemçukuru Altın İşletmesi'nde uygulanmaktadır.

Yeraltında macun dolgu uygulaması genelde; yüksekliği 10-25 m, genişliği 7-15 m, uzunluğu 10-50 m arasında değişen yeraltı üretim odalarında gerçekleştirilmektedir. Yeraltında cevher üretimi ve sonrasında gerçekleştirilen macun dolgu uygulama süreçleri; a) üretim odasının tavan ve tabanında 7x5 m (genişlik x yükseklik) boyutlarında hazırlık galerile-

rinin sürülmesi, b) patlatma işlemi için üretim deliklerinin delinmesi, c) patlatma işlemi ve açığa çıkan cevherin nakliyesi ve d) barikat inşası ve madeni alınmış bölgenin dolgu malzemesi ile doldurulması safhalarından oluşmaktadır (Şekil 5).

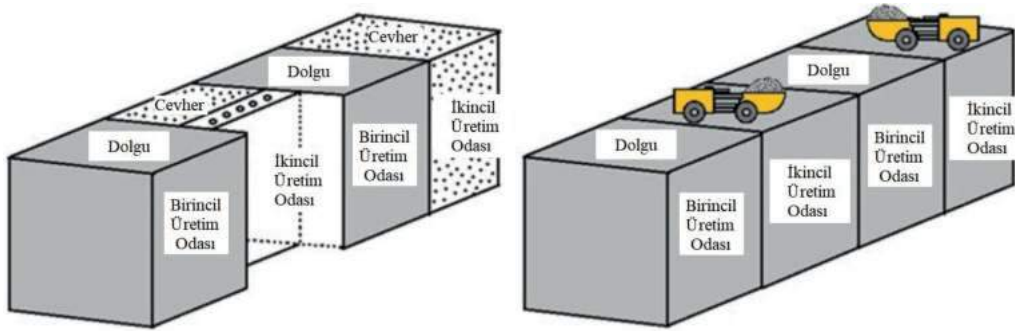


Şekil 5. Yeraltında cevher üretimi ve macun dolgu uygulama aşamaları (Erçikdi, 2009)

Çimentolu macun dolgu teknik, ekonomik ve çevresel açıdan bazı önemli avantajlara sahiptir (Erçikdi vd., 2017, Yumlu, 2020);

- ▶ Tesis atıklarının %50-55'inin yeraltında depolanmasını sağlar. Böylece yerüstü atık depolama ve rehabilitasyon maliyetlerini azaltır.
- ▶ Kaya ve hidrolik dolguya kıyasla macun dolgunun taşınması ve yerleştirilmesi esnasında ayrışmanın oluşmaması, yeraltı üretim boşluklarının tamamının doldurulmasına imkan sağlamakta (porozite ve boşluk oluşumu engellenmekte) ve böylece tavan oturmalarının önüne geçilerek emniyetli çalışma koşulları oluşturulmaktadır.
- ▶ Zenginleştirme işlemleri sırasında çeşitli kimyasallar ilave edilen proses suyunun yaklaşık %60-90'ı tükener ve filtreleme işlemleri esnasında geri kazanılmaktadır.
- ▶ Macun dolgunun geçirimsizliğinin düşük, doygunluk derecesinin yüksek olması hem sızıntı suyu oluşumunu hem de yeraltı suyunun dolgu içerisinden geçişini azaltmaktadır.
- ▶ Oksijenin dolgu içerisine difüzyonu ve buna bağlı olarak ortamdaki AMD üretme potansiyeline sahip minerallerin oksidasyonu, dolayısıyla AMD oluşum riski azalmaktadır.

- ▶ Boru hattı ile yeraltına taşınması, klasik taşıma sistemlerinin (konveyör ve mobil ekipmanlar) yol açtığı problemleri (tahkimatın zarar görmesi, trafik problemi vb.) azaltmaktadır.
- ▶ Dolgu işleminin hızlı olması ve aynı çimento oranında hidrolik dolguya kıyasla daha yüksek dayanım kazanımı sağlaması madencilik işlemlerinin (üretim döngü süresi) kısalmalarını sağlar.
- ▶ Dolguya ilave edilen çimento dayanım kazanımının yanında dolgunun geçirimsizliğini ve nötralizasyon potansiyelini artırarak AMD oluşumunu azaltmakta/engellemektedir.
- ▶ Topukların kazanımını sağlayarak verimliliği artırır, tahkimat işlevi görür, çalışanlar ve ekipmanlar için çalışma platformu oluşturur (Şekil 6).



Şekil 6. Macun dolgunun yeraltında işlevi (Erçıkdi vd. 2017)

3. Macun Dolgu Uygulamasında Önemli Hususlar

Macun dolgu dizayn ve tasarımında en önemli parametreler dolgunun dayanım ve duraylılığı ile yeraltı su kalitesine etkisidir (Belem ve Benzazoua, 2008). Her madenin jeolojik, hidrojeolojik, kayaç, atık vb. özellikleri farklı olduğundan, macun dolgu teknolojisini uygulayacak her bir maden için gerekli teknik koşullar laboratuvar ve yerinde jeoteknik (dayanım testleri vb.) ve jeokimyasal (statik ve kinetik testler, liç testleri vb.) deneysel çalışmalarla belirlenmelidir.

Tesis atığının macun dolgu malzemesi olarak kullanılabilmesi için 20 µm altı malzeme içeriğinin ağırlıkça $\geq 15\%$ olması gerekmektedir. İnce tanelerin kolloidal su tutma özelliği dolgunun akışkan bir yapıda boru hattı ile yeraltına taşınmasına yardımcı olmaktadır.

Yan üretim odasındaki cevherin üretimi ve dolgu ile doldurulması işlemleri tamamlanıncaya kadar geçen sürede dolgunun kendi stabilitesini sağlaması gerekmektedir. Bu amaçla yerleştirilen dolgunun 28 günlük kür süresi sonunda 1 MPa dayanım kazanması ve en az 180 gün boyunca

dayanımını koruması istenmektedir. Tavan tahkimatı sağlaması amacıyla yerleştirilen dolgunun ise minimum 5 MPa dayanıma sahip olması beklenir. Dolgunun dayanım ve duraylılığı, atık, bağlayıcı ve kullanılan suyun fiziksel, kimyasal ve mineralojik özellikleri ile yakından ilişkilidir (Benzazoua vd., 2002; Kesimal vd., 2004; Erçıkı vd., 2009a,b, 2010, 2013). Ayrıca yeraltı kür koşulları (nem ve sıcaklık), barikatın sağlamlığı, dolgu yerleştirme şekli, yanal basınçlar ve patlatma kaynaklı titreşimler de dolgunun mekanik özelliklerini etkilemektedir. Macun dolgu uygulamasına başlanmadan önce hem maden işletmeciliği hem çevresel koşullar (su kalitesine etkisi vb.) açısından istenen dayanım ve duraylılığı sağlayan optimum dolgu dizaynı deneysel çalışmalarla belirlenmelidir (Şekil 7).



Şekil 7. Macun dolgu numunelerinin laboratuvar koşullarında hazırlanması ve testi: karıştırma (a); sıkılama (b); kür alma (c) ve UCS testi (d)

Atığın kimyasal ve mineralojik bileşimi dolgunun dayanımı açısından oldukça önemlidir. Atık bünyesindeki kil içeriğinin ($\geq\%40$) ve ince taneli malzeme miktarının ($-20\mu\text{m}$, $\geq\%50$) yüksek olması durumunda macun

dolgunun dayanım kazanımı gecikebilir. Yüksek su tutma özelliğine sahip kil mineralleri macun dolgunun erken kür sürelerinde (özellikle 28 güne kadar) geç dayanım kazanmasına (Şekil 8a), ilerleyen kür sürelerinde ise dolgu içindeki suyun kısmen uzaklaşması ve nem içeriğinin azalması ile birlikte yüzeyde büzülme çatlaklarının oluşmasına neden olabilmektedir (Şekil 8b). Bu tür büzülme çatlakları genellikle doygun killerin ilk kuruma aşamalarında ortaya çıkmakta olup, çatlakların yoğunluğu, derinliği ve genişliği ortamda bulunan kil minerali türü ve miktarına göre farklılık arz edebilir.



Şekil 8. Kil içeriği yüksek olan macun dolu numunelerinde nem içeriğinin yüksek olması nedeniyle 28 (a) ve 360 (b) günlük kür sürelerinde numunelerde oluşan çatlaklar

Diğer taraftan atık içerisinde bulunan sülfürlü minerallerin (pirit vb.) oksidasyona uğraması durumunda da dolgu dayanım ve duraylılığı azalabilir. Çünkü piritin oksidasyonu sonucu açığa çıkan asit (H^+), hidratasyon ürünlerinin ($C-S-H$ ve $Ca(OH)_2$) bağlayıcılık özelliklerini kaybetmelerine ($pH \leq 9,0$) neden olmaktadır. Benzer şekilde oksidasyon sonucu oluşan sülfat (SO_4^{2-}) da dolgu içerisindeki portlandit [$Ca(OH)_2$, CH] ve trikalsiyum alüminat [$3CaO \cdot Al_2O_3$; C_3A] ile reaksiyona girerek genleşme özelliğine sahip ikincil jips ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$) ve etrenjit ($3CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 3CaSO_4 \cdot 32H_2O$) minerallerinin oluşmasına yol açmaktadır. Bu mineraller içsel gerilme oluşturarak dolgunun çatlamasına neden olabilir (Benzaazoua vd., 1999, Hassani vd., 2001; Kesimal vd., 2004; Fall ve Benzaazoua, 2005; Tariq ve Nehdi, 2007; Cihangir vd., 2012, 215, 2018; Dong vd., 2019; Yin vd., 2020). Yeraltında dolgunun hemen yanında gerçekleştirilen üretim patlatmaları da çatlakların oluşmasına veya mevcut çatlakların açılmasına neden olarak dayanım ve duraylılık durumunu daha da karmaşık hale getirebilir.

Doğru bir dizaynda hazırlanmayan pirit içeriği yüksek bir macun dolgu numunesinin 28 günlük görünümü Şekil 9a'da verilmiştir. 28 günlük kür

süresinde herhangi bir oksidasyon izi ve çatlama bulunmayan numunede 360 günlük kür süresi sonunda oksidasyon nedeniyle ciddi çatlamların olduğu görülmektedir (Şekil 9b). Numunelerde çatlamların oluşması oksidasyonun numunenin iç kısımlarına doğru ilerlemesine neden olmaktadır (Şekil 9c). Pirit içeriği yüksek olmasına karşın dizaynı doğru yapılmış macun dolgu numuneleri ise 360 günlük kür süresi sonunda bütünlüğünü korumaktadır (Şekil 9d,e).



Şekil 9. Macun dolgunun 28 günlük kür süresi sonunda görünümü (a), dizaynı iyi yapılmamış numunede çatlamların oluşması (b) ve oksidasyonun numunenin içerisine ilerlemesi (c), dizaynı iyi yapılmış 360 günlük numuneler (d, e) (Erçikdi, 2009)

Yapılan bilimsel çalışmalar, bir macun dolgu uygulamasında yüksek dayanım ve duraylılık sağlayan bir tasarımın tüm işletmeler için genel-

leştirilemeyeceğini, her atığın farklı fiziksel, kimyasal ve mineralojik bileşime sahip olduğunu, bu nedenle dolgu dayanım ve duraylılığı açısından en uygun dolgu dizaynının (optimum bağlayıcı oranı, bağlayıcı tipi vb.) her bir atık için ayrı olarak belirlenmesi gerektiğini göstermiştir (Cihan-gir vd., 2012, 2015, 2018). Dizaynı doğru yapılmayan dolgu uygulaması durumunda yeraltında barikat yenilmeleri, göçük oluşumu, iş gücü kaybı, ekipman kaybı, üretimin durması ve yerüstünde tasman oluşumu söz konusu olabilir (Yumlu ve Güreşçi, 2007). Uygun macun dolgu dizaynı (atığa uygun ve yeterli miktarda çimento kullanımı, ideal tane boyut dağılımı, porozite ve permeabilitesi düşük dolgu üretimi vb.) ve doğru in-situ uygulaması (sağlam barikat inşası, kontrollü patlatmalar, kademeli doldurma vb.) ile söz konusu problemler oluşmamakta ve macun dolgu teknik ve çevresel açıdan emniyetli bir şekilde yeraltında uygulanmaktadır.

4. Macun Dolgunun Su Kalitesi Etkisi

Madencilik faaliyetleri esnasında yeraltında karşılaşılan sular genellikle pompalarla yerüstüne drene edilmekte ve böylece yeraltı su tablası yapay olarak daha alt seviyelere inmektedir. Madencilik faaliyetleri yaklaşık 30 sene zaman alabilmekte ve bu süreç içerisinde macun dolgu bünyesinde bulunan sülfürlü mineraller oksidasyona uğrayabilmektedir. Maden kapandıktan sonra ise drene olayı sonlanmakta ve yeraltı su tablası doğal haline gelmektedir. Bu durumda macun dolgunun su altında kalması söz konusudur ve madencilik faaliyetleri esnasında oksidasyon nedeniyle çözünen metallerin suya karışması ve yeraltı sularının kirlenmesi söz konusu olabilir (Schafer, 2016; Bull ve Fall, 2020; Yılmaz vd., 2021, Yılmaz ve Erçikdi, 2022) (Şekil 10a,b). Bu nedenle macun dolgu uygulamasına başlanmadan önce dolgunun su kalitesine etkisi mutlaka araştırılmalı ve su kirliliğine neden olmayacak optimum dolgu dizaynı belirlenmelidir (Cihan-gir vd., 2021).

Ülkemiz maden atıkları yönetmeliğine göre de madencilik faaliyetleri sonucunda oluşan yeraltı galerilerinin, maden zenginleştirme atıkları ile doldurulması işlemleri (macun dolgu vb.) için, atıkların asit maden drenajı ve uzun vadede metal liçi oluşturma potansiyelinin belirlenmesi ve işletmeciler tarafından bu duruma yönelik tüm önlemlerin alındığının ortaya konulması için statik ve kinetik testler, mineralojik, jeokimyasal ve hidro-jeokimyasal incelemeler hidrojeolojik incelemeler yaptırılmak zorundadır (Çevre Şehircilik Bakanlığı, 2015).



Şekil 10. Yeraltı üretim boşluklarına yerleştirilen macun dolgunun yerinde taze (a) ve oksidasyona uğramış (b) görünümü

Macun dolgunun AMD oluşturma potansiyeli ve uzun dönemde zararlı ağır metal salınımı değerlendirmesi statik ve kinetik testlerle belirlenmektedir (Şekil 11). Statik ve kinetik testler macun dolgunun su kalitesine etkisinin değerlendirilmesine ve uygun dolgu dizaynının yapılmasına katkı sağlamaktadır. Statik testler, AMD üretim potansiyelinin belirlenmesinde ilk basamaktır, statik testler yardımıyla malzemenin asit üretme potansiyeli hakkında ön bilgi elde edilmektedir. Kinetik testler ise statik testlerin tamamlayıcı aşaması olarak düşünülebilir. Statik testlerden elde edilen bulguların kesinleştirilmesi ve AMD üretim mekanizmasının daha detaylı bir şekilde belirlenebilmesi açısından kinetik testlerin tatbik edilmesi önemlidir.



Şekil 11. Macun dolgunun su kalitesine etkisini araştırmak için yapılan statik ve kinetik testler (Erçikdi vd., 2021)

Bull ve Fall (2020) madencilik faaliyetleri esnasında daha alt seviyelere inen yeraltı suyu tablasının doğal su seviyesine gelmek için yan kayaya (kırık ve çatlak içermeyen) göre daha geçirimli olan macun dolgunun içerisinden geçerek doğal yeraltı su tablası seviyesine yükseleceğini, bu durumda, macun dolgu içerisindeki ağır metallerin veya kirleticilerin suya salınma riskinin bulunduğunu ifade etmişlerdir. Benzer şekilde Chapman vd. (2003) yeraltı üretim boşluklarına yerleştirilen macun dolgunun zamanla su altında kalacağını ve su altında kaldıktan sonra dolgu içerisinde bulunan sülfürlü minerallerin oksidasyonunun ve AMD üretme potansiyellerinin sınırlanacağı/stabil kalacağı, üretim faaliyetleri esnasında ise yeraltı su seviyesinin daha alt seviyelere ineceği ve macun dolgunun otuz yıla kadar yeraltı su tablasının üzerinde kalabileceğini, bu süreçte oksijenin macun dolgu içerisine difüzyonu sonucu AMD oluşumu ve ağır metallerin çözünmesinin söz konusu olabileceğini belirtmişlerdir. Madencilik faaliyetleri sonrası yeraltı su tablasının doğal seviyesine gelmeye başlamasıyla birlikte de dolgu içerisinde çözünen metallerin ve oluşan oksidasyon ürünlerinin (H^+ , SO_4^{2-}) yeraltı suyuna salınma riskinin bulunduğunu belirtmişlerdir (Chapman vd., 2003). Macun dolgunun su kalitesine etkisini belirlemek amacıyla yapılan kinetik testlerde monolitik numune kullanımının yeraltı (in-situ) koşullarını daha iyi yansıttığı belirlenmiştir (Schafer, 2016; Erçıkdi vd., 2021).

Seipel vd. (2017) yeraltı üretim boşluklarına yerleştirilen macun dolgunun yeraltında bütün halde bulunduğunu ve madencilik faaliyetleri esnasında oksidasyona uğrayabileceğini; bu nedenle macun dolgunun su kalitesine etkisinin değerlendirilmesinde bütün haldeki macun dolgu numunelerinin standart nem hücreli kinetik teste tabi tutulması gerektiğini ifade etmiştir. Araştırmacılar sülfür (S-2) içeriği %17-30 arasında değişen asit üretme potansiyeline sahip atıkları kullanarak düşük bağlayıcı oranında (%2 ve %4) hazırlanan macun dolgu numunelerini standart nem hücreli kinetik teste tabi tutmuşlardır. Seipel vd. (2017) çimentonun hidrasyonu sonucu oluşan C-S-H jellerinin reaktif tanelerin yüzeyini kaplayarak sülfürlü atıkların oksidasyonunu kısmen azalttığı ancak oksidasyonu engelleyemediği ifade edilmiştir. %2 ve %4 bağlayıcı içeren macun dolgu numunelerinin sırasıyla 3. ve 10. haftalarda nem hücrelerinde bütünlüğünü kaybetmeye başladığı ve numunelerde meydana gelen ayrışma/parçalanma nedeniyle oksidasyonun şiddetinin arttığı belirtilmiştir (Şekil 12). %2 bağlayıcı içeren macun dolgudan 28 hafta boyunca As, Cr, Cu ve Ni ve %4 bağlayıcı içeren macun dolgudan Cu ve Ni salınımları, o bölgedeki içme suyu kriterlerinde izin verilen sınır değerlerden daha yüksek oranda gerçekleşmiştir. Seipel vd. (2017) su kalitesinin korunması için macun dolguya yeterli miktarda çimento ilave edilmesini önermişlerdir.

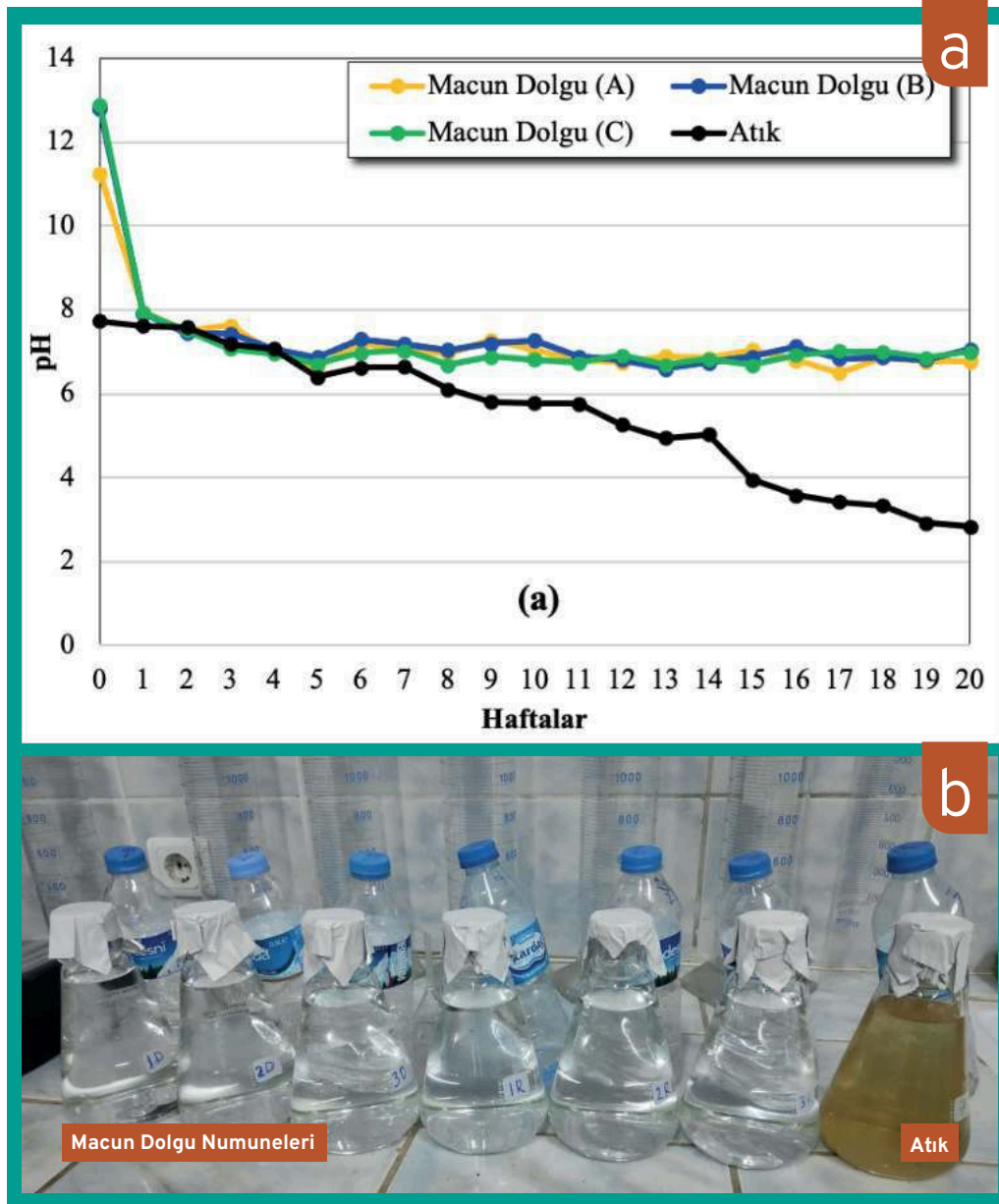


Şekil 12. Standart nem hücreli kinetik teste tabi tutulan %2 ve %4 bağlayıcı içeren macun dolgu numunelerinin 11 hafta sonundaki ayrışma/parçalanma görünümleri (Seipel vd., 2017)

Jiao vd. (2011) macun dolgu numunelerini saf su içerisinde bekleterek belirli periyotlarda (8, 30, 45, 60 ve 75 gün) dolgudan suya ağır metal (As, Pb, Cd ve Zn) salınımını gözlemlemiştir. Araştırmacılar macun dolgunun yeraltı su kalitesine olumsuz bir etkisinin olmadığını ve bu teknolojinin yeraltı madenlerinde uygulanabileceğini belirtmişlerdir. Ancak yazarların macun dolgu hazırlanmasında kullandığı atığın sülfür içeriği sadece %2'dir.

Erçikdi vd. (2021) macun dolgunun yeraltı su kalitesine etkisini incelemek amacıyla gerçekleştirdiği statik ve kinetik (40 haftalık) testlerde; i) macun dolgunun yeraltı üretim boşluklarına yerleştirilen bir atık malzeme olarak değerlendirilmemesi gerektiğini, macun dolgunun çimento içeren bir mühendislik ürünü olduğunu, ii) kinetik teste tabi tutulan sülfür (S-2) içeriği yüksek (%28,7) atık malzemeye ait süzüntü suyunun 12. haftadan itibaren asidik karakter gösterdiğini (pH <5), 40. haftada pH değerinin 2,02 seviye-

sine indiği ve süzöntü suyu renginin 16. haftadan itibaren değişim gösterdiği (Şekil 13a,b), atık malzemedan salınan Al, Cd, Cu, Fe, Mn ve Zn konsantrasyonlarının TS 266 ve EPA (2009) içme suyu standartlarında belirtilen kriterlerin üzerinde gerçekleştiğini, iii) dizaynı doğru yapılmış macun dolgu numunelerine ait süzöntü sularının pH değerinin 40 hafta boyunca 6,5-8,0 aralığında değiştiği ve suların berrak renkte olduğu (Şekil 13a,b), süzöntü sularda ölçülen ağır metal (Al, Cd, Cu, Fe, Mn ve Zn) salınımlarının (Mn ve As hariç) içme suyu kriterlerinin altında olduğunu ortaya koymuşlardır.



Şekil 13. Kinetik teste tabi tutulan atık malzeme ve macun dolguya ait süzöntü suların zamana bağlı pH değişimi (a) ve suların rengi (b) (Erçikdi vd., 2021)

5. Sonuç

Madencilik faaliyetleri sonucu yüksek miktarda atık üretilir. Son 25 yıldır bu atıkların macun dolgu olarak yeraltı üretim boşluklarında tahkimat sağlamak, güvenli çalışma koşulları oluşturmak ve atıkları depolamak amacıyla kullanımı dünya genelinde giderek artmaktadır. Macun dolgu-yu sadece bir atık malzemenin yeraltı üretim boşluklarında depolanması olarak tanımlamamak gerekir. Macun dolgu; atık, bağlayıcı ve suyun karışımından oluşan bir mühendislik ürünüdür maden atıkları için alternatif bir atık yönetimi yöntemidir.

Macun dolgu uygulamasında en önemli husus macun dolgunun su kalitesine olan etkisidir. Bugüne kadar yapılan bilimsel çalışmalar yeraltı üretim boşluklarına yerleştirilen macun dolgunun uygun bir dizaynda hazırlanması ve yeraltı uygulamasına dikkat edilmesi durumunda macun dolgunun su kirliliğine neden olmayacağını ya da etkisinin çok düşük olacağını göstermiştir. Ancak, dizayn ve yeraltı uygulamasının uygun yapılmaması durumunda su kirliliği problemi ile karşılaşılabilir.

Macun dolgunun yeraltı üretim boşluklarında madencilik ve çevresel (su kirliliği vb.) açıdan güvenli bir şekilde uygulanabilmesi için; dolguyu oluşturan bileşenlerin fiziksel, kimyasal ve mineralojik özellikleri ile yeraltındaki maden işletme faaliyetleri, jeolojik, jeoteknik ve hidrojeolojik özellikler dikkate alınmalı, macun dolgu uygulamasına başlamadan önce statik ve kinetik testlerle su kalitesine etki etmeyecek en uygun dolgu dizaynı belirlenmelidir.

Macun dolgu uygulama esnasında ise macun dolgu tesisinde üretilen dolgudan ve yeraltı üretim boşluklarına yerleştirilen dolgudan düzenli karot numuneler alınarak dolgu kalitesi düzenli bir şekilde izlenmeli, macun dolgunun yeraltı koşullarında uzun süre oksidasyona maruz kalma süresi (nem ve hava ile teması) engellenmeli/azaltılmalı, patlatmaların kontrollü bir şekilde yapılması sağlanmalı ve galerilerden ve gözlem kuyularından alınacak örnekler üzerinde su kalitesi periyodik olarak izlenmelidir. Yeraltında macun dolgu uygulaması öncesi mevcut su kalitesi macun dolgu uygulaması sonucu bozulmamalı ve su kalitesi korunmalıdır.

Son yıllarda ülkemizde atık barajlarında yaşanan sorunlar (atık barajı kazası vb.) dikkate alındığında, macun dolgu teknolojisinin doğru uygulama ile ülkemiz yeraltı madenciliğinde kullanımının yaygınlaştırılması, madenlerimizin çıkartılarak ekonomiye kazandırılmasına ve maden atıklarının yönetimi konusunda ülkemiz madenciliğinin karşılaştığı sorunlara çözüm sağlayacağı düşünülmektedir.

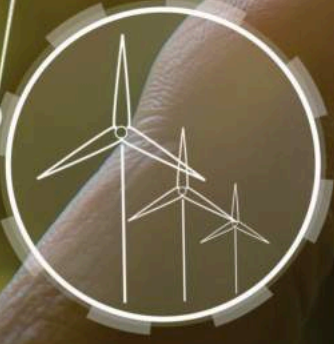
Kaynakça

1. Akçil, A. ve Koldaş, S., 2006. Acid Mine Drainage (AMD): Causes, Treatment and Case Studies. *J. Of Cleaner Production*, 14 (12-13), s. 1139-1145.
2. Belem, T. ve Benzaazoua, M., 2008. Design and Application of Underground Mine Paste Backfill Technology. *Geotechnical and Geological Engineering*, 26, s. 147-174.
3. Benzaazoua, M., Ouellet, J., Servant, S., Newman P. and Verburg, R., 1999. Cementitious Backfill with High Sulfur Content: Physical, Chemical, and Mineralogical Characterization, *Cement and Concrete Research*, 29, 5, p. 719-725.
4. Benzaazoua, M., Belem, T., Bussiere, B., 2002. Chemical Factors That Influence the Performance of Mine Sulphidic Paste Backfill. *Cement and Concrete Research*, 32 (7), s. 1133-1144.
5. Bull, A.J., Fall, M., 2020. Thermally Induced Changes in Metalloid Leachability of Cemented Paste Backfill that Contains Blast Furnace Slag, *Minerals Engineering*, 156, 106520.
6. Chambers, D.M. ve Higman, B., 2011. Long Term Risks of Tailings Dam Failure. Center for Science in Public Participation. Report, 34s.
7. Cihangir, F. 2011. Aktifleştirilmiş Yüksek Fırın Cürufunun Macun Dolguda Bağlayıcı Olarak Kullanılabilirliğinin Araştırılması, Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 181 s, Trabzon.
8. Cihangir, F., Erçikdi, B., Kesimal, A., Turan, A., Deveci, H., 2012. Utilisation of Alkali-Activated Blast Furnace Slag in Paste Backfill of High-Sulphide Mill Tailings: Effect of Binder Type and Dosage. *Minerals Engineering*, 30, s. 33-43.
9. Cihangir, F., Erçikdi, B., Kesimal, A., Deveci, H., Erdemir, F., 2015. Paste Backfill of High-Sulphide Mill Tailings Using Alkali-Activated Blast Furnace Slag: Effect of Activator Nature, Concentration and Slag Properties, *Minerals Engineering*, 83: 117-127.
10. Cihangir, F., Erçikdi, B., Kesimal, A., Ocak, S., Akyol, Y., 2018. Effect of Sodium-Silicate Modulus on the Strength and Microstructural Properties of Full and Coarse Sulphidic Tailings Paste Backfill, *Construction and Building Materials*, 185, 555-566.
11. Cihangir, F., Erçikdi, B., Kesimal, A., Bulut, V.N., Koç, E., 2021. Yeraltı Madenciliğinde Uygulanan Sülfürlü Atıklardan Hazırlanan Çimentolu Macun Dolgunun Yeraltındaki Jeokimyasal Davranışının Belirlenmesine Yönelik Temsili Bir Metod Yaklaşımı, TÜBİTAK 1001 Projesi, 120M534, (devam ediyor).
12. Chapman, J., Hockley, D., Sexsmith, K., Arthur, B., Donahue, S., 2003. Testing Acid Generation in Cemented Paste Backfill, *Proceedings from the 6th International Conference on Acid Rock Drainage (ICARD 2003)*, Cairns Australia, s. 863-867.
13. Çetiner, E.G., Ünver, B., Hindistan, M.A., 2006. Maden Atıkları ile İlgili Mevzuat: Avrupa Birliği ve Türkiye. *Madencilik*, 45 (1), s. 23-34.

14. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı (2015b). "Maden Atıkları Yönetmeliği". <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2015/07/20150715-3.htm> ... Son erişim tarihi: 28 Temmuz 2022.
15. Dong, Q., Liang, B., Jia, L., Jiang, L., 2019. Effect of sulfide on the long-term strength of lead-zinc tailings cemented paste backfill, *Construction and Building Materials*, 200, 436-446.
16. EPA, 2009. National Primary Drinking Water Regulations. https://www.epa.gov/sites/production/files/2016-06/documents/npwdr_complete_table.pdf. Accessed 28.July.2022 14:50 PM.
17. Erçıkdi, B. 2009. Mineral ve Kimyasal Katkı Maddelerinin Macun Dolgu Performansına Etkisi, Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 128 s, Trabzon.
18. Erçıkdi, B., Cihangir, F., Kesimal, A., Deveci, H., Alp, İ., 2009a. Utilization of Industrial Waste Products as Pozzolan Material in Cemented Paste Backfill of High Sulphide Mill Tailings. *J. of Hazardous Materials*, 168 (2-3), s. 848-856.
19. Erçıkdi, B., Kesimal, A., Cihangir, F., Deveci, H., Alp, İ., 2009b. Cemented Paste Backfill of Sulphide-Rich Tailings: Importance of Binder Type and Dosage. *Cement & Concrete Composites*, 31 (4), s. 268-274.
20. Erçıkdi, B., Cihangir, F., Kesimal, A., Deveci, H., Alp, İ., 2010 Utilization of Water-Reducing Admixtures in Cemented Paste Backfill of Sulphide-Rich Mill Tailings. *J. of Hazardous Materials*, 179, s. 940-946.
21. Erçıkdi, B., Cihangir, F., Kesimal, A., Deveci, H. 2012. Tesis Atıklarının Yönetiminde Macun Dolgu Teknolojisi, *Madencilik Türkiye*, 24, 54-59.
22. Erçıkdi, B., Baki, H. and İzki, M., 2013. Effect of Desliming of Sulphide-Rich Mill Tailings on the Long-Term Strength of Cemented Paste Backfill, *Journal of Environmental Management*, 115, . 5-13.
23. Erçıkdi, B., Cihangir, F., Kesimal, A., Deveci, H., 2017. Practical Importance of Tailings for Cemented Paste Backfill. *Paste Tailings Management*. Editörler: Yılmaz, E. ve Fall, M. Cham/Switzerland: Springer International Publishing, s. 7-32.
24. Erçıkdi, B., Deveci, H., Cihangir, F., Koç, E., 2021. Sülfür İçeriği Yüksek Atıklardan Hazırlanan Çimentolu Macun Dolgunun Su Kalitesine Etkisinin Statik Ve Kinetik Testlerle Araştırılması, TÜBİTAK 1001 Projesi, 118M505, 95 s.
25. Fall, M., Benzaazoua, M., 2005. Modeling the Effect of Sulphate on Strength Development of Paste Backfill and Binder Mixture Optimization, *Cement and Concrete Research*, 35, 301-314.
26. Hassani, F. P., Ouellet, J. and Hossein, M., 2001. Strength Development in Underground High Sulphate Paste Backfill Operation, *CIM Bulletin*, 94, 1050, p. 57-62.
27. Jiao, H., Wu, A., Wang, H., Yang, S., Li, R., Xiao, Y. 2011. The influence Of Cemented Paste Backfill On Groundwater Quality, *Procedia Earth and Planetary Science*, 2, 183-188.
28. Kesimal, A., Yılmaz, E., Erçıkdi, B., 2004. Evaluation of Paste Backfill Test Results Obtained from Different Size Slumps with Varying Cement Contents for Sulphure Rich Mill Tailings. *Cement and Concrete Research*, 34, s. 1817-1822.
29. Koç, E., Cihangir, F., Erçıkdi, B., 2022. Geochemical Evaluation of Sulphidic Tailings and Cemented Paste Backfill with Respect to Environmental Impacts, *Managing Mining and Minerals Processing Wastes: Concepts, Design and Applications*, (Baskıda).
30. Kuyucak, N., 2002. Acid Mine Drainage Prevention and Control Options, *CIM Bulletin*, 96-102.
31. Landriault, D., 2006. They Said It Will Never Work- 25 Years of Paste Backfill 1981-2006. *Proceedings of 9th International Seminar on Paste and Thickened Tailings*, Limerick, Ireland, s. 277-292.

32. Schafer, W., 2016. Geochemical Evaluation of Cemented Paste Tailings in a Flooded Underground Mine, IMWA 2016 – Mining Meets Water – Conflicts and Solutions, s. 714-724, Freiberg, Germany.
33. Seipel, K. S., Sheumaker D.L., Kirk L.B., 2017. Kinetic Tests of Non-Amended and Cemented Paste Tailings Geochemistry in Subaqueous and Subaerial Settings, IMWA-2017, Mine Water and Circular Economy, s. 830-835, Lappeenranta, Finland.
34. Tariq, A. ve Nehdi, M., 2007. Developing Durable Paste Backfill From Sulphidic Tailings. Waste and Resource Management, 160 (4), s. 155-166.
35. TS 266, 2005. İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik, T.C. Sağlık Bakanlığı, Ankara.
36. URL-1, https://m.youtube.com/watch?v=6A8l6Oi_Feg
37. Yılmaz, T., Erçikdi, B., Deveci, H., 2021. Evaluation of Geochemical Behaviour of Flooded Cemented Paste Backfill of Sulphide-Rich Tailings by Dynamic-Tank Leaching Test, International Journal of Mining, Reclamation and Environment, DOI: 10.1080/17480930.2020.1829778.
38. Yılmaz, T., Erçikdi, B., 2022. Effect of Construction and Demolition Waste on the Long-Term Geo-Environmental Behaviour of Cemented Paste Backfill, International Journal of Environmental Science and Technology, DOI: 10.1007/s13762-021-03359-2
39. Yin, S., Shao, Y., Wu, A., Wang, Z., Yang, L., 2020. Assessment of Expansion and Strength Properties of Sulfidic Cemented Paste Backfill Cored from Deep Underground Stopes, Construction and Building Materials, 230, 116983.
40. Yumlu, M. ve Güreşçi, M., 2007. Paste Backfill Bulkhead Monitoring-A Case Study From Inmet's Cayeli Mine, 9th International Symposium on Mining with Backfill, Minefill 2007, Montreal, Canada, 8 p.
41. Yumlu, M., 2020. Macun Dolgu Metoduna İlişkin Genel Çerçeve ve Uluslararası Uygulamalar, Macun Dolgu Tahkimat Sisteminin Teknik, Çevresel ve Mevzuat Açısından Değerlendirilmesi Çalıştayı, Türkiye Madenciler Derneği, 26 Ağustos 2020, Ankara.





SIFIR ATIK İÇİN ÖNERİLER PAKETİ

Prof. Dr. Görkem AKINCI

*Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü
gorkem.akinci@deu.edu.tr*

1. Giriş

“Sıfır Atık”; israfın önlenmesini, kaynakların daha verimli kullanılmasını, atık oluşum sebeplerinin gözden geçirilerek atık oluşumunun engellenmesi veya minimize edilmesi, atığın oluşması durumunda ise kaynağında ayrı toplanması ve geri kazanımının sağlanmasını kapsayan atık yönetim felsefesi olarak tanımlanmakta olan bir hedeftir (TCÇŞİDB, 2019a). Sıfır Atık projesinin 2017 yılında başlatılmasını takiben 2019 yılında atık mevzuatımızda aynı adlı yönetmelik ile yer alarak güçlü bir boyut kazanan bu hareketin günümüze dek ülkemizde çevresel, ekonomik ve sosyoekonomik bir çok olumlu yansıması olduğu görülmektedir. T.C. Cumhurbaşkanlığının konuyu önemle ve itina ile takip etmesinin yanında, T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından farklı sektörler için hazırlanarak yayımlanan Sıfır Atık Yönetim Sistemi Uygulama Kılavuzlarının da bu felsefenin ülkemizde yaygın bir şekilde benimsenmesi ve uygulanmasında yardımcı ve hızlandırıcı olduğu açıktır (TCÇŞİDB, 2019b).

“Sıfır Atık” bir felsefedir ve bu felsefe, temelinde ülkemiz ve dünya için çok değerli bir kararlılığı barındırmaktadır; Hammadde ve enerji kaynaklarının en verimli şekilde kullanılabilmesi için her geçen gün kendini ge-

liştiren, verimli ve başarılı atık yönetim sistemlerini ülke sathında kurmak ve yaygınlaştırmak.

Sıfır Atık Projesinin başlatılması ve Sıfır Atık Yönetmeliğinin yayınlanmasından bu yana kamu ve özel sektör paydaşlarının da katılımı ile gerçekleştirilen çalışmaların sonucunda atık yönetiminde elde edilen pozitif etkileri değerlendirebilmek için, atık verilerini biraz daha geçmişten başlayarak incelemekte yarar bulunmaktadır.

Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) tarafından yayınlanan veriler incelendiğinde 1994 ila 2020 yılı arasındaki dönemde toplam belediye atığı miktarının yaklaşık %48'lik bir artış göstererek 23.5 milyon ton'dan 34.8 milyon ton'a ulaştığı görülmektedir (TÜİK, 2020a). Aynı dönemde depolanarak bertaraf edilen atık miktarındaki artış ise %19 seviyesinde kalmıştır. Bu noktada fark yaratan faktör, geri dönüşebilir atıkların önemli bir oranda ayrı toplanabilmesi ve biyoparçalanabilir belediye atıklarının bir kısmının geri kazanım amacı ile biyometanizasyon tesislerine yönlendirilebilmesidir. 2016 yılında geri dönüştürülen ve biyometanizasyon tesislerine yönlendirilen atığın oranı % 8.7 iken Sıfır Atık Projesi ve Sıfır Atık Yönetmeliği etkileri ile 2020 yılında bu oran %12 seviyesine kadar yükselmiştir ve gözlenen artış yıllık 1.2 milyon ton geri dönüşebilir atığa eşdeğerdir.

İmalat sanayiinde üretilen toplam atık miktarı 2020 yılında 23.9 milyon tondur ve üretilen toplam imalat atığının %81'lik kısmını (19.3 milyon ton) tehlikesiz atıklar oluşturmaktadır (TÜİK, 2020b). 2018 ve 2020 yılları imalat sanayi atık istatistikleri tesiste kazanım, satış/lisanslı firmaya gönderme, yakma/beraber yakma yolları ile geri dönüşümü veya geri kazanımı sağlanan tehlikesiz atıkların oranının %75 seviyesinde olduğunu göstermektedir. Satılan veya lisanslı firmalara gönderilen, yüksek oranda geri dönüşebilir içerikli olduğunu söyleyebileceğimiz atıklar ise 2018-2020 yıllarında imalattan kaynaklı tehlikesiz atıkların ortalama %63'ü gibi yüksek bir oranını oluşturmakta olup tesislerde atığın kaynakta ayrılmasına yönelik önemli bir başarıyı işaret etmektedir.

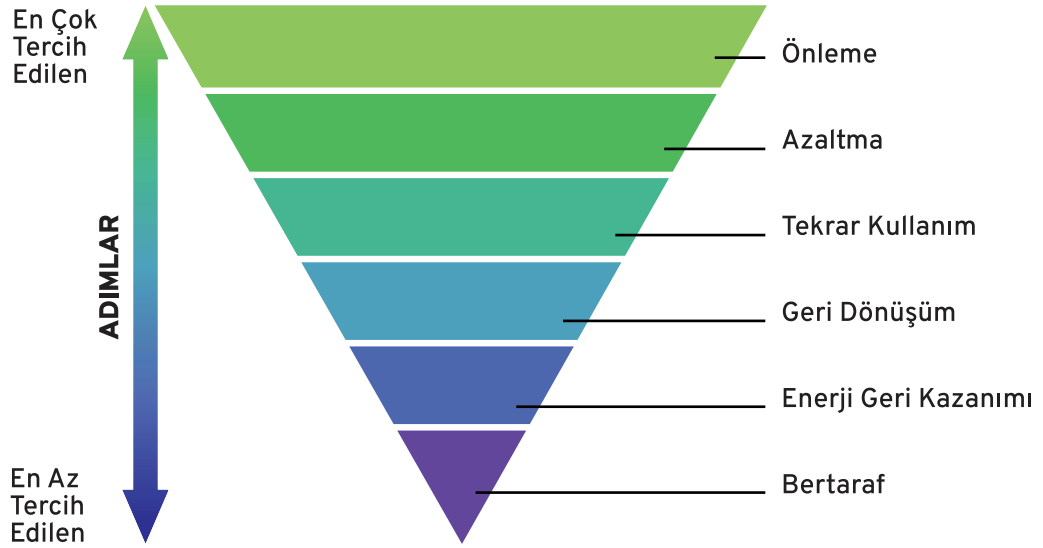
Elbette, hammadde ve enerji kaynaklarının, Sıfır Atık hedefine uygun olarak, daha yüksek verimlilikle kullanılabilmesi için belediye atıklarının ve imalat sanayii atıklarının yönetiminde gelişmelere ihtiyaç vardır. Kitabın bu kısmında hedefe ulaşma yolunda atılabilecek adımlar, yapılabilecek çalışmalar ve stratejiler önerilmektedir.

2. Sıfır Atık İçin Öneriler

2.1. Atık Oluşumunun Önlenmesi, Atığın Azaltılması, Tekrar Kullanım

Atık Yönetim Hiyerarşisi incelendiğinde ilk ve en çok tercih edilen adımların atık oluşumunun önlenmesi, atığın azaltılması ve tekrar kullanım olduğu görülmektedir (Şekil 1). Bu üç adım beraberce başarılı bir atık

minimizasyonunun anahtarını oluşturmaktayken, dünyada uygulanan atık yönetim sistemlerinde belki de en fazla ihmal edilen hiyerarşi basamaklarıdır. İyi uygulamalarla atık miktarının azaltımını temin eden bu adımlar hem kişisel olarak, hem de hanelerde, yerleşim bölgelerinde ve iş yerlerinde/sanayide uygulanabilirliğe sahiptir. Ülkemizde Temel Seviye Sıfır Atık Belgesi almaya hak kazanan kurum ve kuruluşların bir sonraki hedefleri de daha az atık üretmektir. Ürüne olan ihtiyacın sorgulanması, mümkün olduğunca ambalajsız ve daha az atık oluşturan ürün alternatiflerine yönelmek atık oluşumunun önlenmesine, üretim/imalat aşamasında daha az atık ortaya çıkartan teknolojilerin tercih edilmesi ise atık azaltımına önemli ölçüde yardımcı olacaktır. Satın almak yerine kiralamak, depozitolu ürünlere ve ikinci el ürünlere yönelmek, satın alınan ürünün iyi bakım ve tamiri ile hizmet süresinin uzatılması da tekrar kullanım/uzun süreli kullanım için verilebilecek örneklerdir.



Şekil 1. Atık Yönetim Hiyerarşisi

T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından hazırlanan Sıfır Atık Yönetim Sistemi Uygulama Kılavuzlarında atık oluşumunun önlenmesi, atığın azaltılması ve tekrar kullanım hususlarında farklı sektörlerde uygun bir çok örnek sunulmaktadır (TCÇŞİDB, 2019b).

Atık minimizasyonuna ilişkin adımların halk tarafından benimsenmesinde, uygulama örneklerinin televizyon, radyo, sosyal medya gibi platformlarda farkındalık yaratıcı spotlarla düzenli olarak paylaşılması, cadde, okul, toplu ulaşım gibi her gün bulunduğumuz mekanlarda ilgi çekici görsellerle yaygın şekilde anlatılması, bu konulara ilkökul öncesi sınıflardan başlayarak müfredatlarda yer verilmesi oldukça yararlı olacaktır.

2.2. Çevreye Atık Bırakmanın Önleneesi

İki yıl süren uzun soluklu bir araştırmada her yıl deniz ve okyanuslara ulaşan atık miktarının 16 milyon ton olduğu ve ciddi önlemler alınmazsa bu değerin 2040 yılına kadar 29 milyon tona ulaşacağı belirlenmiştir (Parker, 2020). Nehirlerin, denizlerin ve okyanusların atıklarla kirlenmesinde temel kaynaklar deniz trafiği ve karaya gelişigüzel bırakılan atıklardır. Üç tarafı denizlerle çevrili ölkemizde, doğaya bırakılan atıklar özellikle bahar ve yaz aylarında her yıl bir çok habere konu olmaktadır; hafta sonlarında ve tatillerde piknik alanlarında, deniz kıyısında geçirilen güzel saatlerden geriye terkedilmiş ve etrafa saçılmış atıklardan oluşun kötü manzaralar kalabilmektedir.

Benzer bir problem özellikle şehirlerarası yollarda gözlenmektedir; dinlenme noktalarından alınan atıştırmalıkların paketlerini, kullanılmış kağıt peçete ve izmaritleri arabanın içinden hızlıca uzaklaştırmanın yolunu pencereden atmak olarak görenler sebebi ile yol kenarlarında biriken, yolda uçuşun ve hatta bazen trafiği engelleyen ve kazaya sebebiyet verebilen atıklarla karşılaşmak ne yazık ki mümkündür.

Etrafa atılan bu atıkların pek çoğu hafif ambalaj malzemeleridir ve kompozisyon plastik türleri yönünden çok zengindir. Rüzgar ve yağış suları ile kara yüzeyinden taşınabilen bu atıklar kolaylıkla akarsu ve denizlere ulaşabilmektedir (Jambeck vd., 2015). Plastik atıkların deniz ekosistemine zarar vermelerinin yanında, mikroplastikler deniz canlılarında birikebilmektedir. Su kaynaklarında gözlenen mikroplastik ve nanoplastik kirliliğinin önlenmesi ve kirlenmiş suların arıtılması son yıllarda tüm dünyada üzerinde yoğun araştırmalar yürütölen konulardır (Novotna, Cermakova, Pivokonska, Cajthaml, & Pivokonsky, 2019; Picó & Barceló, 2019; Manbohi, Mehdinia, Rahnama, & Dehbandi, 2021; Weber, Kerpen, Wolff, Langer, & Eschweiler, 2021; Jiang, ve diğerleri, 2022). Mikro ve nano plastikler sadece değerli su kaynaklarında bulunmakla kalmamışlar, toprakta ve sulama suyunda bulunabilmeleri sebebi ile sebze, meyve, yem bitkileri gibi tarım ürünlerine de ulaşarak besin zincirine sızmışlardır (Conti vd., 2020; Yu vd., 2021)

evre ve canlılar üzerindeki yukarıda sıraladığımız etkileri sebebi ile çevreye bırakılan atıkların önlenmesi zorunlu hale gelmiştir. Gerek dinlenme alanlarında ve kıyılarda, gerekse yol kenarlarında hızla biriken bu atıkların düzenli olarak görevli ekiplerle toplanması tam bir çözüm olamayacağı gibi, kirlendiği hızla ceza kesilmesi de olası olmadığından gerekli caydırıcılığın sağlanması mümkün görünmemektedir. Ölkemizin en güzel köşelerinde karşılaştığımız üzücü manzaraların önüne geçmenin yollarından biri halkımızda farkındalık yaratmak ve bilinçlendirme amacıyla, önceki başlık altında da önerilen, televizyon ve sosyal medyanın gücünden yararlanmak ve konuyu okul müfredatlarına dahil

etmektedir. Bilindiği üzere, ülkemizde özellikle 5 Haziran Dünya Çevre Günü ve Çevre Haftasında gönüllü gruplar yoğun etkinlikler ve saha çalışmaları yapmaktadır. Bu başarılı örneklerle dayanarak, Türkiye’de bulunan 208 üniversitede okuyan çevre bilinci yüksek öğrencilerimizin gücünden yararlanmak diğer bir öneri olarak ortaya çıkmaktadır. T. C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, bünyesinde yer alan Türkiye Çevre Ajansı ve üniversitelerimizin işbirliği ile gönüllü öğrenci gruplarının ve üniversitelerin çevre topluluklarının geliştirilecek projeler kapsamında organize olması, takvimli bir şekilde saha etkinlikleri, bilinçlendirme çalışmaları ve kampanyalar gerçekleştirmeleri bu problemin hızla ortadan kalkmasında oldukça yararlı sonuçlar verebilecektir.

2.3. Geri Dönüşüm ve Enerji Geri Kazanımı

Geri dönüşüm konusunda ülkemiz geçtiğimiz beş yıl içerisinde Sıfır Atık Projesi ve Sıfır Atık Yönetmeliği etkisi ile önemli bir yol kat edilmiştir. Kamu kurum ve kuruluşları, özel sektör ve üniversitelerimiz, atıklarını hızla bu yeni sisteme göre yönetmeye başlamış ve bir çoğu temel Seviye Sıfır Atık Belgesi almaya hak kazanmıştır. Bu süreçte ülkemizde atıkların kaynakta ayrılarak biriktirilmesi ve ayrı toplanması konusunda iş sahası gelişmiş, geri dönüşüm sektörüne bir çok yeni üretici firma ile hizmet kuruluşları katılmıştır.

Yerleşkelerde faaliyet gösteren kamu ve özel sektör kuruluşları ile üniversiteler sisteme en hızlı ayak uyduranlar olmuştur ve bu bir tesadüf değildir. Bu kuruluşlarda, toplam atıktaki payları yüksek olan geri dönüşümlü atıklar genellikle ofis alanlarında ve kantinlerde, biyobozunur nitelikli yiyecek atıkları ise ağırlıklı olarak yemekhanelerde oluşmaktadır. Bu kuruluşlar günün belli saatlerinde aktiftir, çalışanlar geniş yaş gruplarına dağılmış değildir, sayıları çok fazla değişmez, ayrıca fazla iş çeşitliliği de yoktur, çalışanların ve/veya öğrencilerin günlük rutinleri birbirine çok benzerdir, dolayısı ile değişken bir atık kompozisyonu ve miktarı söz konusu değildir, hatta haftasonlarında ve tatillerde atık miktarı azalmakta veya atık oluşmamaktadır. Ayrıca, neredeyse her binanın bir Sıfır Atık Görevlisi mevcuttur ve geri dönüşümlü atıklar gün sonunda geçici atık biriktirme alanlarına teslim edilmektedir. Bazı kuruluşlar biyobozunur atıklarını yerleşke içinde kompostlamakla birlikte, yiyecek türü atıklar çoğunlukla belediyelerce toplanmaktadır (Şekil 2).



Şekil 2. Kompostlama ekipmanı, Dokuz Eylül Üniversitesi- Tınaztepe Yerleşkesi

Yerleşkelerden çıkıp şehirlere ulaştığımızda ise atık yönetiminin çok farklı olması gerektiği anlaşılmaktadır. Şehirlerde de hanelerden kaynaklanan geri dönüşümlü ve biyobozunur atıklar toplam atığın en önemli kısmını oluşturur. Ancak şehirlerde nüfus giderek artmaktadır ve insan profilleri arasında büyük farklar vardır; kişilerin buldukları sosyoekonomik yapı, eğitim seviyeleri, çalıştıkları işler, tüketim alışkanlıkları, günlük rutinleri, tercihleri, sağlık durumları, yaşları gibi bir çok etken kozmopolit ve 365 gün boyunca günün 24 saati aktif şekilde atık üreten, karmaşık ve kalabalık bir topluluk oluşturur. Bu heterojen topluluğun ürettiği, giderek artan ve üstelik mevsimlerden de etkilenerek yapısı değişen atığı Sıfır Atık felsefesine uygun entegre bir sistemle yönetmek, ancak atık akışlarını iyi karakterize etmek, böylece yeterli kapasitede ve uygun teknolojide sistemlere yatırım yapmakla mümkün olabilir.

Kentlerimizde T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından yayınlanan ve güncellenmesi konusunda çalışmalar yürütülen “Katı Atık Karakterizasyonu Analiz Metodu (Madde Grupları Analizi)” kitapçığında yer alan yöntem uygulanarak kış ve yaz aylarını temsil edecek şekilde yılda iki defa atık karakterizasyonu çalışması yürütülmektedir (TCCŞİDB, 2007). Karakterizasyon düşük gelir, orta gelir, yüksek gelir ve çarşı bölgelerinde, 16 madde grubu gözetilerek yürütülmektedir ve özellikle geri dönüşüme uygun atık bileşenlerinin detaylı olarak belirlenmesi hedeflenmiştir (Tablo 1).

Tablo 1. Katı Atık Karakterizasyonu Analiz Metodu kapsamında yer alan atık bileşenleri

Katı Atık Bileşenleri	
Mutfak Atıkları	Yemek artıkları, ekmek, sebze, meyve
Kağıt	Gazete, dergi, defter
Karton	Süt kutusu, meyve suyu kutusu, tetrapak
Hacimli karton	Karton kutular
Plastik	Tüm plastikler
Cam	Cam şişe, cam bardak, kavanoz
Metal	Teneke kutu, çatal, bıçak
Hacimli metal	Metal dolap, masa vs.
Atık elektrik ve elektronik ekipman	Telefon, radyo vs.
Tehlikeli atık	Pil, boya kutusu, deterjan kutusu, ilaç kutuları
Park ve bahçe atıkları	Dal, ağaç parçası, çim vs.
Diğer yanmayanlar	Taş, kum, toz, seramik
Diğer yanabilenler	Kumaş, çocuk bezi, ayakkabı, terlik, yastık, halı, kilim, çanta
Diğer yanabilir hacimli atıklar	Mobilya, tahtadan yapılmış malzemeler vs.
Diğer yanmayan hacimli atıklar	
Diğer (yukarıdaki gruplar hariç)	

Bununla birlikte kentlerde aynı gelir grubunda bulunan mahallelerin atık kompozisyonları ve biyobozunur atığın (çiğ veya pişmiş yiyecek atıkları, ekmek,...) kimyasal özellikleri arasında bile önemli farklılıklar bulunmaktadır (Bölükbaş & Akıncı, 2018; Akıncı & Özuysal, 2022). Biyobozunur atığın miktarı ve kimyasal özellikleri bu fraksiyonun değerlendirilmesi için en uygun teknolojilerin seçilmesinde ve tesis kapasitesinin belirlenmesinde kullanılması gereken veriyi oluşturur.

Biyobozunur atıklar kompost üretiminde kullanılabilen, Atıktan Türetilmiş Yakıt (ATY) üretimine yönlendirilebilmekte veya biyometanizasyon tesislerinde değerlendirilebilmektedir. Ancak bu üç teknoloji ürün ve sonuçları bakımından birbirinden çok farklıdır ve bu farklılıklar uygulanacak yönteme atığın kimyasal özelliklerine göre karar verilmesini gerektirir. Örneğin ATY üretimine yönlendirilecek atık için su içeriğinin kısa bir biyo-kurutma veya atık ısı ile kurutma yöntemleri ile azaltılmaya uygun olup olmaması ile organik madde içeriğinin, kuru maddenin enerji değerinin ve ağır metal içeriğinin mevzuat değerlerini sağlaması gibi kriterler ön plana çıkmaktadır.

Kompostlama prosesi biyobozunur atık içerisinde bulunan suda kolay çözünerek veya hidroliz ile hızlıca parçalanarak biyokimyasal olarak oksitlenebilen glikoz, nişasta tabanlı polisakkaritler ve bir kısım oligosak-

karitlerin atık kütlelerinden uzaklaştırılması prosesidir. Proses sonucunda, toprakta yıllar içinde parçalanacak selüloz, hemiselüloz ve lignin yönünden zengin, organik içeriği yüksek bir ürün elde edilmesi hedeflenmektedir. Atığın içerisinde kolay çözünebilir/parçalanabilir moleküller ağırlıklı olarak bulunuyorsa, kompostlama prosesinin sonlanması ve kararlı bir ürün elde edilmesi çok uzun süre alacaktır. Proses tamamlanmadan sürecin sonlandırılması ise, ürünün satışı sonrasında toprakta hızlı oksidasyon reaksiyonlarının gerçekleşmesine ve toprak mikroflorasının ortadan kalkması ile çiftçilerin “Toprak Yandı” olarak tabir ettiği vahim sonuca yol açacaktır. Diğer yandan kararlı hale geçmemiş bir kompostta bulunan çözünebilir moleküller sulama ve yağış suları ile taşınarak yüzey ve yeraltı sularını da kirletecektir.

Bilindiği üzere, biyometanizasyon tesislerinde alıkonma süresini uzatan ve dolayısı ile işletme masraflarını artıran kısıtlayıcı basamak “hidroliz” safhasıdır. Hidroliz safhasında büyük organik moleküller metanojenik bakterilerin kullanabileceği uçucu yağ asitlerine dönüşürler. Atığın selüloz, lignin gibi çok karbonlu ve biyoparçalanma süreci uzun moleküllerce zengin olması biyometanizasyon prosesinde hidroliz basamağının süresini uzatarak işletme masraflarını artırmaktadır. Bu bakımdan, kompostlama prosesinin aksine, biyometanizasyon reaktörlerine basit karbonlarca daha zengin atıkların yönlendirilmesi daha doğru bir yaklaşımdır.

Yukarıda açıklanan hususlar dikkate alındığında, kompostlama prosesinin işletiminin ekonomik ve ürünün yararlı olabilmesi için, biyometanizasyon prosesinin ise verimli ve işletme masrafları düşük olabilmesi için bu yöntemlere karar verirken biyoparçalanabilir atıktaki sadece organik madde içeriğinin değil, atıktaki karbon türlerinin de dikkate alınmasında büyük yarar bulunmaktadır. Bunların yanında, gerek kompost ürünü nihai kalitesinin sağlanması, gerekse biyometanizasyon tesisinde toksisite kaynaklı inhibisyonların önlenmesi açısından biyobozunur atıklarda mutlaka yönetmelikte belirtilen ağır metal konsantrasyonlarının ölçülmesi ve sistemlere yönlendirilecek atık seçiminin bu kriterler dikkate alınarak yapılması gerekmektedir.

Atığın fiziksel karakterizasyonu yanında kimyasal karakterizasyonun da yapılmasının yaratacağı bir başka avantaj ise biyobozunur atıklar için tercih edilen tek bir teknoloji seçimi ve oluşan tüm atığın aynı tesise yönlendirilmesi yaklaşımını da zamanla değiştirecek olmasıdır.

2.4. Atığın (Nihai) Kullanım Kriterleri (End-of-waste Criteria)

Mevzuatımız ATY üretimi için atık kabul kriterlerine, kompost ve biyometanizasyon prosesi sıvı ve katı ürününde ise nihai ürün kriterlerine Avrupa Birliği muktesebatı ile harmonize bir şekilde yer vermektedir (Resmi Ga-

zete, 2014; Resmi Gazete, 2015; Resmi Gazete, 2015b). Bunların yanında, metal hurdası, cam hurdası, bakır hurdası, atık kağıt, biyoparçalanabilir atık, atık plastik, tekstil atığı gibi geri dönüşüm sektöründe önemli yeri olan atık grupları için Avrupa Birliği tarafından “End-of-waste Criteria” diye adlandırılan, bizim ise “Atığın (Nihai) Kullanım Kriterleri” olarak çevirebileceğimiz sınır değerlerin belirlenmesine dair çalışmalar sürmektedir.

Atığın (Nihai) Kullanım Kriterleri, geri dönüştürülmek üzere ayrı toplanan atığın fiziksel ve kimyasal özelliklerini kontrol altında tutarak son üründe gerekli kalite standartlarının sağlanmasını garanti altına almaktadır. Kriterlerin uygulamaya geçirilmesi ülkemiz açısından temel iki yarar sağlayacaktır. Yurtdışından, içeriğinde sınır değerlerin üzerinde safsızlıklar taşıyan, düşük kaliteye sahip atıkların ithalatı söz konusu olmayacak, bunun yanında geri dönüştürülmüş hammadde kullanılarak üretilen ürünlerin standartları sağlanması temin edilerek bu ürünlerin ihracatına ilişkin bir engel oluşmayacaktır.

Bu bilgilerden tahmin edileceği üzere, Atığın (Nihai) Kullanım Kriterlerinin uygulanması ile sektörde işlem görecektir atıkların analizine gerek duyulacaktır. Analizleri Entegre Çevre Bilgi Sistemine (EÇBS) beyan edilmeyen atıkların alış-satış-imalat süreçlerine dahil edilmemesi, ayrı toplanan geri dönüşümlü atıklar ve ürüne dönüştürülen atıklar arasındaki kütle dengesi kayıplarını da en aza indirecektir.

2.5. Depozito Yönetim Sistemi

2020 yılında kurulan Türkiye Çevre Ajansı, üreticilerin satışa sundukları ambalajlı ürünlerin çevresel etkilerinden kaynaklanan ekonomik sorumlulukları üstlenmesi ve dögüsel ekonomi kapsamında kaynak verimliliğini artırmak amacıyla Depozito Yönetim Sisteminin kurulmasına, işletilmesine, izlenmesine ve denetimine yönelik faaliyetlerden sorumlu kılınmıştır (Resmi Gazete, 2020). Takiben, Depozito Yönetim Sistemi 2021 yılında son halini alan Ambalaj Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği kapsamında yer bulmuş ve Çevre Ajansının yetkileri de Yönetmelik kapsamında tanımlanmıştır (Resmi Gazete, 2021). Depozito Yönetim Sistemine (DYS), 1 Ocak 2022 tarihinden itibaren geçerli olmak üzere, insani tüketim için hazırlanmış içecek ambalaj türlerinden cam, polietilen teraftalat (PET) türü plastik ve alüminyum ambalajların katılımı gerekmektedir.

Sistemin ülkemizde hızlı bir şekilde yaygınlaşması beklenirken, bir yandan da oluşacak atık iade taleplerini karşılayacak otomatik ambalaj iade sistemlerinin de yayılması gerekmektedir. Ülkemizin nüfusu ve içecek tüketimi dikkate alındığında ihtiyacı karşılama için 40000 ila 60000 arasında üç gözlü Depozito İade Ekipmanı (Reverse Vending Machine) gerekebileceği öngörülmektedir. Her ne kadar bu ekipmanlara ait teknoloji yurtdışında geliştirilmiş ve imalatları yaygın olsa da, ekipmanların yerli ve

milli olanaklarla üretilerek ihtiyacın giderilmesi için firmalara özendirici destekler verilmesi hem yerli imalatçılar hem de ülkemiz ekonomisi için çok yararlı olacaktır.

Depozito Yönetim Sisteminde, Depozito İade Ekipmanına ait teknoloji ile ambalaj malzemesinin işaretlenmesine yönelik teknoloji sistemin başarısını etkileyen önemli unsurlardandır. Bu teknolojiler sistemin yanıtılmasına ve tekrarlı depozito iadesine izin vermeyecek şekilde geliştirilmiş olmalıdır. Bazı uygulamalarda iade ekipmanına beslenen atığın ezilmesi veya yırtılması yoluyla tekrar beslenmesine imkan verilmemekteyse de mekanik enerji gerektiren bu yöntemin ekipmanın bulunduğu noktada daha fazla enerji tüketimine yol açacağı aşikardır. Ayrıca bu metot, atık malzemelerin infrared teknoloji yoluyla tanınması veya görsellerin tanıtılarak yapay zeka yoluyla makine öğrenmesinin sağlandığı sistemlerde bile tek başına kullanıldığında yanılmaya yol açabilecek, depozito yönetiminin işleyişinde büyük payı olan cam şişeler içinse uygulanamayacaktır. Bu bakımdan sistemin ambalaj malzemelerinin doğru şekilde işaretlenmesi yolu ile mutlaka desteklenmesi gereklidir. Bir firmanın belirli bir formdaki ambalajla piyasaya sürdüğü her bir ürününün ayrı bir kod ile işaretlenmesi ve bu kodların ürün fabrikadan çıkmadan önce depozito yönetim sistemi bilgi tabanına işlenmesi mükerrer depozito ödenmesi riskini ortadan kaldıracak bir yöntemdir. Böylece sistem, iade ekipmanına yüklenen atığı depozitoyu ödediği anda bilgi tabanından silecek ve aynı kod için bir başka ödeme yapmayacaktır. Bunun yanında, sisteme beslenecek ambalajlarda işaretlemenin infrared gibi bir ışık kaynağı ile karşılaştıktan sonra niteliğini yitirecek özellikte bir boya ile yapılması da bir başka çözüm olabilecektir. Elbette, burada önerilen teknolojilerin ülkemiz araştırmacıları tarafından geliştirilmesi ve milli imkanlarla üretime geçilmesinin desteklenmesi, ülkemizin atık yönetim teknolojileri pazarının gelişmesine ve yurtdışı ile daha iyi rekabet edebilir düzeye gelmesine imkan verecektir.

2.6. İmalat Sanayii Atıkları, Eko-endüstriyel Parklar ve İzlenebilirlik

Ülkemizde ekonomik faaliyet gruplarının üretim değerleri incelendiğinde 2018 yılında toplam üretimin %44'ünün imalat sanayi tarafından gerçekleştirildiği, 2020 yılında ise bu oranın %47'ye ulaştığı görülmektedir (TUİK, 2020c). Yukarıda da bahsedildiği üzere 2020 yılında imalat sanayinde üretilen toplam atık miktarı %81'i tehlikesiz ve %19'u tehlikeli olmak üzere 23.9 milyon tondur (TUİK, 2020b). Veriler bu atıkların yüksek bir oranda kaynağında ayrı biriktirildiğini söylese de Sıfır Atık felsefesi, döngüsel ekonomi hedefleri ve tüm dünyada hergün biraz daha gelişen çevre bilinci çerçevesinden bakıldığında ülkemiz ihracatı açısından büyük önemi olan imalat sektörü için bu kadarının yeterli olmadığını söyleyebiliriz.

Atık üretimini azaltmak, oluşan atığı alternatif hammadde olarak de-

ğerlendirmek, Ar-Ge çalışmaları ile inovatif “ileri dönüşüm (upcycling)” teknolojilerine ulaşmak hafif ve ağır imalat sanayicisinin hedefi olmalıdır.

Son yıllarda özellikle organize sanayi bölgelerine verilen desteklerle ve üniversitelerin katkılarıyla farklı sektörlerde faaliyet gösteren işletmeler arasında özellikle atıkların değerlendirilmesi açısından başarılı çalışmalar yürütülmeye başlanmıştır. Bu çalışmaların yaygınlaşması, ülkemizde planlı Eko-endüstriyel parkların oluşturulması ve bu tür yatırımların desteklenmesi elbette önemlidir.

Bununla birlikte, son yıllarda Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri kapsamında ve bilhassa Avrupa Birliği ülkelerinde olmak üzere ürünlerin “izlenebilir” olması kavramı gündemdedir. İzlenebilirlik, kısaca, bir ürünün hammaddelerinden başlayarak (hangi kaynakları ne kadar tüketerek, hangi teknoloji ile ve hangi şartlar altında üretildiğini, kalitesini ve bu ürün için doğadan alınanların nasıl iade edildiğinin, verilen zararın nasıl giderildiğinin açık olması ve deklare edilmesi olarak tarif edilebilir. Ambalajların üzerinde, her ürünün izlenebilirlik hikayesine dijital olarak ulaşabileceğimiz kodların yer alacağı günlerin çok yakın olduğu bir gerçektir. İzlenebilirlik kavramı içerisinde birim ürün başına üretilen tehlikeli ve tehlikesiz atık miktarının önemli bir yeri vardır ve elbette atıkların dögüsel ekonomi kapsamında değerlendirilip değerlendirilmediği de sorgulanmaktadır. Bu bakımdan, ihracatı hedefleyen sanayiler başta olmak üzere tüm üretim sistemleri Sıfır Atık felsefesine uygun bir şekilde atıkları azaltmak ve oluşan atığı nitelikli bir hammadde olarak değerlendirmek üzere Ar-Ge faaliyetlerine daha fazla ağırlık vermelidir.

3. Sonuç ve Öneriler

Sıfır Atık İçin Öneriler başlığı altında sunmuş olduğumuz değerlendirmelerimizi kısaca özetleyecek olursak;

- Atık minimizasyonuna ilişkin adımlara ait örneklerin medya platformlarında paylaşılması, ilgi çekici görsellerle yaygın şekilde anlatılması ve bu konulara müfredatlarda yer verilmesi,
- Atıkların çevreye bırakılmasının önüne geçmek için T. C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, Türkiye Çevre Ajansı ve üniversitelerimizin işbirliği ile geliştirilecek projeler kapsamında öğrencilerin organize edilmesi, takvimli bir şekilde saha etkinlikleri, bilinçlendirme çalışmaları ve kampanyalar gerçekleştirilmesi,
- Kaliteli bir kompost ve verimli bir biyometanizasyon için biyobozunur belediye atıklarının detaylı kimyasal analizi ile teknolojilerin seçimi, prosese en uygun atık akışlarının seçilerek ilgili tesise yönlendirilmesi,

- Geri dönüştürölmek üzere ayrı toplanan atığın fiziksel ve kimyasal özelliklerini kontrol altında tutarak son üründe gerekli kalite standartlarının sağlanması garanti altına almak üzere Atığın (Nihai) Kullanım Kriterlerinin (End-of-waste Criteria) belirlenmesi ve yürürlüğe konması,
- Depozito Yönetim Sisteminde ihtiyaç duyulan ekipmanların yerli ve milli olanaklarla üretilerek ihtiyacın giderilmesi için firmalara özendirici destekler verilmesi, konuya ilişkin araştırmaların desteklenmesi
- İmalat sanayii atıklarının ileri dönüşüm (upcycling) hedefli yönetimi, Eko-endüstriyel parkların yaygınlaşması ve özellikle ihracata yönelik ürünler için izlenebilirliğin sağlanabilmesi amacı ile Ar-Ge çalışmalarının yaygınlaşması

başlangıcından günümüze dek başarı ile yürütölmüş olan Sıfır Atık çalışmalarını çok daha üst seviyelere taşıyacak aksiyonlar olacaktır.

T.C. Cumhurbaşkanlığı ve Sayın Emine Erdoğan Hanımefendi tarafından himaye edilen Sıfır Atık Projesi, aynı adlı Yönetmeliğin de yürürlüğe girmesi ile Türkiye’de başarıyı en hızlı yakalayan çevre hareketi olmuştur. 1991 yılından itibaren atık yönetimine gönül veren bir Çevre Mühendisi olarak bu başarının artarak devam etmesi en büyük temenimdir. Bu değerli kitapta tarafıma ayrılan kısımda özellikle son yıllardaki gelişmeleri ve sektördeki hızlı tırmanışı dikkate alarak, kısa vadede gerçekleşmesi halinde ülkemizin başarısını perçinleyecek önerilere yer vermeye gayret ettim. Bununla birlikte Atık Yönetimi alanında tüm dünyada yürütölen araştırmalar her geçen gün yeni fikirleri, teknolojileri ve uygulamaları Sıfır Atık felsefesine hizmet etmek üzere geliştirmektedir ve insanlık atık üretmeye devam ettiği müddetçe atıklar üzerine araştırmalar da sürecektir.

Kaynakça

1. Akıncı, G., & Özuysal, A. (2022). Source identification of heavy metals and arsenic in biodegradable fractions of municipal solid waste: a case study of Izmir metropolitan city. *J Mater Cycles Waste Manag*, 386-401.
2. Bölükbaş, A., & Akıncı, G. (2018). Solid waste composition and the properties of biodegradable fractions in Izmir City, Turkey: an investigation on the influencing factors. *J Environ Health Sci Engineer*, 299-311.
3. Conti, G. O., Ferrante, M., Banni, M., Favara, C., Nicolosi, I., Cristaldi, A., . . . Zuccarello, P. (2020). Micro- and nano-plastics in edible fruit and vegetables. The first diet risks assessment for the general population. *Environmental Research*, 109677.
4. Jambeck, J. R., Geyer, R., Wilcox, C., Siegler, T. R., Perryman, M., Andrady, A., . . . Law, K. L. (2015). Plastic waste inputs from land into the ocean. *Science*, 678-771.
5. Jiang, Y., Yang, F., Ul Hassan Kazmi, S., Zhao, Y., Chen, M., & Wang, J. (2022). A review of microplastic pollution in seawater, sediments and organisms of the Chinese coastal and marginal seas. *Chemosphere*, 131677.
6. Manbohi, A., Mehdinia, A., Rahnema, R., & Dehbandi, R. (2021). Microplastic pollution in inshore and offshore surface waters of the southern Caspian Sea. *Chemosphere*, 130896.
7. Novotna, K., Cermakova, L., Pivokonska, L., Cajthaml, T., & Pivokonsky, M. (2019). Microplastics in drinking water treatment – Current knowledge and research needs. *Science of The Total Environment*, 730-740.
8. Parker, L. (2020). Plastic trash flowing into the seas will nearly triple by 2040 without drastic action. *National Geographic*: <https://www.nationalgeographic.com/science/article/plastic-trash-in-seas-will-nearly-triple-by-2040-if-nothing-done> adresinden alındı
9. Picó, Y., & Barceló, D. (2019). Analysis and Prevention of Microplastics Pollution in Water: Current Perspectives and Future Directions. *ACS Omega*, 6709-6719.
10. Resmi Gazete. (2014, Haziran 24). Atıktan Üretilmiş Yakıt, Ek Yakıt Ve Alternatif Hammadde Tebliği, 29036. <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2014/06/20140620-8.htm> adresinden alındı
11. Resmi Gazete. (2015, Mart 5). Kompost Tebliği, 29286. <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2015/03/20150305-8.htm> adresinden alındı
12. Resmi Gazete. (2015b, Ekim 10). Mekanik Ayırma, Biyokurutma Ve Biyometanizasyon Tesisleri İle Fermente Ürün Yönetimi Tebliği, 29498.
13. Resmi Gazete. (2020, Aralık 24). Türkiye Çevre Ajansının Kurulması İle Bazı Kanunlarda Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun, 31350.
14. Resmi Gazete. (2021, 6 26). Ambalaj Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği, 31523.

15. TCÇŞİDB. (2007). Katı Atık Karakterizasyonu Analiz Metodu -Madde Grupları Analizi. T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı: <https://webdosya.csb.gov.tr/db/antalya/edirtordosya/Kat-Atk-Karakterizasyonu-ve-Kat-Atk-Bertaraf-Tesisleri-kitapcigi.pdf> adresinden alındı
16. TCÇŞİDB. (2019a). Sıfır Atık Nedir? T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, Sıfır Atık: <https://sifiratik.gov.tr/sifir-atik/sifir-atik-nedir> adresinden alındı
17. TCÇŞİDB. (2019b). Mevzuatlar. T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, Sıfır Atık: <https://sifiratik.gov.tr/sifir-atik/mevzuatlar> adresinden alındı
18. TÜİK. (2020a). İstatistik Veri Portalı, Belediye Atık Göstergeleri. Türkiye İstatistik Kurumu: <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=cevre-ve-enerji-103&dil=1> adresinden alındı
19. TÜİK. (2020b). İstatistik Veri Portalı, İmalat sanayi atık göstergeleri 2000 - 2020. Türkiye İstatistik Kurumu: <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=cevre-ve-enerji-103&dil=1> adresinden alındı
20. TÜİK. (2020c). Ekonomik faaliyet ve büyüklük gruplarına göre üretim değeri, 2009-2020. Türkiye İstatistik Kurumu, İstatistik Veri Portalı: <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=sanayi-114> adresinden alındı
21. Weber, F., Kerpen, J., Wolff, S., Langer, R., & Eschweiler, V. (2021). Investigation of microplastics contamination in drinking water of a German city. *Science of The Total Environment*, 143421.
22. Yu, L., Zhang, J., Liu, Y., Chen, L., Tao, S., & Liu, W. (2021). Distribution characteristics of microplastics in agricultural soils from the largest vegetable production base in China. *Science of The Total Environment*, 143860.

20 01 21* - Floresan Lambalar ve Diğer
Cıva İçeren Atıklar

20 03 07 - Hacımlı Atıklar
16 03 03 - Ömürlü Tamamlanmış Laz

15 01 03 - Ağaç Ambalaj
20 01 30 - 20 01 37 Depolendi Akb

15 01 07 - Cam Ambalaj
20 01 02 - Cam



15 01
20 01



Ambalaj Atıkları Çöp Değildir.

T.C. ÇEVRE VE
ŞEHİRCİLİK BAKANLIĞI



KIZILCAHAMAM BELEDİYESİ

Çevre Dostu, Geridönüşüm Atıkları Toplama Aracı



0312 736 10 30
www.kizilcahamam.bel.tr

LC-5700



T.C. ÇEVRE VE
ŞEHİRCİLİK BAKANLIĞI
TARAFINDAN İHRA EDİLMİŞTİR.

04 - Metalik Ambalaj
40 - Metaller



15 01 02 - Plastik Ambalaj
20 01 39 - Plastikler



15 01 01 - Kağıt ve Karton
15 01 05 - Kompozit Ambalaj
20 01 01 - Kağıt ve Karton



SIFIR ATIK ÇALIŞMALARINDA MODERN YÖNTEMLER

Doç. Dr. Çağdaş GÖNEN

Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Muğla Meslek Yüksekokulu, Elektrik ve Enerji Bölümü
cagdasgonen@mu.edu.tr

1. Giriş

Sıfır atık hızlıca iki kelime ile söylediğimiz proje ismi olsa da bu ifadenin arkasında dünyanın bize sunduğu çevre, doğal kaynaklar, iklim değişikliği, su tüketimi, endüstriyel ve tarımsal üretimler, deniz ve okyanuslar, günlük yaşam alışkanlıklarınız, kültürümüz kısacası hayatlarımız var aslında. Özellikle son 200 yılda yüksek bir ivme ile modernleşen hayatımızda günlük yaşantımız daha yüksek refaha, kaliteli ve verimli bir seviyeye ulaşırken buna paralel olarak doğal kaynakları kullanıp tüketerek bizlere hizmet edecek ürünlere ve hizmetlere dönüştürüyoruz. En temel ihtiyaçlarımız olan gıda, giyinme, barınma, ulaşım, iletişim ve hayatımızdaki teknolojik araçlar için gerekli hammaddeler ve buna ilave olarak doğal kaynaklardan talep ettiğimiz ürün ve hizmet çeşitleri her geçen gün artmakta ve çeşitlenmektedir. Ürünlerin veya hizmetlerin hayatımızı girdikten sonra tüketilmesi ardından artık “Atık” adını verdiğimiz ve o anda bizim için istenmeyen, bir an önce uzaklaştırmak istediğimiz malzemeler yani atıklar oluşmaktadır. Fark edilirse; en temelinde günlük hayatınızda konforlu bir şekilde yaşama isteğimiz sonucunda atıklar oluşuyor. Aslında bizler günlük hayatımızı daha konforlu bir şekilde yaşamak için kullandığımız ve tükettiğimiz doğayı

ve çevreyi diğer bir deyişle doğa ve çevreden gelen ürünleri ve enerjiyi daha akılcı, yaratıcı ve doğa dostu bir şekilde tüketebilir ve kullanabiliriz. Atık oluşumu ve atık yönetimini daha verimli, ekonomik ve doğa dostu yapmak istediğimizde aslında öncelikle şunu dikkate almalıyız; “atığı oluşturan da atığı yöneten insanın kendisidir”. Yani günlük hayatta toplumun içerisindeki her birey kendi günlük sorumlulukları ve koşuşturması içerisinde atık oluşturmaktadır. Bireyler aslında ürettikleri atığı doğru şekilde yönetmekten de sorumludur. Ancak atık kelimesinin şimdiye kadar bizlerde yerleşmiş olan “*değersiz ve bir an önce uzaklaştırılması veya uzaklaştırılması gereken nesne*” duygusu ona verdiğimiz özeni ve kıymeti maalesef en düşük seviyeye getirmektedir. Bir atık yönetim sisteminin basamaklarında dikkat edilirse atık oluştuğu o anın merkezinde insanın kendisi vardır ve günlük hayat içerisinde bir insanın her dakikası kıymetlidir. Bahsettiğimiz “değersiz nesne” duygusu atığa verdiğimiz özeni ve motivasyonu olumsuz etkilemektedir.

Küresel ölçekte sıfır atık girişimleri ve sıfır atık hedefine ulaşmak için verilen mücadele ülkemizde de ulusal atık yönetimi ve geri kazanım programı olan “sıfır atık projesi” uygulaması ile başarıyla sürdürülmektedir. Gelişen teknoloji ve buna bağlı olan iletişim teknolojileri, bilişim teknolojileri, yönetim sistemleri, imalat teknolojileri ve bunun gibi imkanlar her geçen gün artmaktadır. Özellikle günümüzde bir kentte yaşayan insanların konforunun artırılması, sürdürülebilir ve çevre dostu kentlerde yaşaması ve tüm bu süreçlere bireylerin katılımının sağlanması modern hayatın bir gerekliliği olmuştur. Çevre bilinci ve farkındalığı her geçen gün arttıkça insanlar daha verimli Çevre Koruma Sistemleri daha kolay kullanılabilir atık yönetim sistemleri talep etmektedirler.

Atık yönetimi hiyerarşisinde en üstte atık oluşumunun önlenmesi vardır. Bahsedilen atık oluşumu her ne kadar bireyler tarafından oluşturulduğu düşünülürse de aslında tükettiğimiz her ürünün üretimi sırasında çok büyük bir miktarda katı atık çıkmakta veya su tüketiminden kaynaklı atık su çıkmaktadır. Biz tüketiciler aslında sebep olduğumuz bu “Gizli Atığı” bir ürünü tüketirken fark etmeyiz. İşte üretim teknolojilerinin gelişmesi ve üretimde kullanılan malzemelerin daha doğa dostu olması ile birlikte tükettiğimiz ürünün üretilmesi sırasında oluşan gizli atık da üreticiler tarafından azaltmış olabilecektir (Awasthi vd., 2021; Kerdlap vd., 2019; Romano vd., 2019; Singh vd., 2017; Zaman, 2015; Zaman ve Lehmann, 2011).

2. Teknoloji ve Atık Yönetimi

Gelişen teknoloji yani akıllı veya robotik sistemler insanın üzerindeki iş yükünü akıl karmaşasını azaltmak ve harcadığı zamanı en aza indirme yönünde hızla gelişmektedirler. Diğer bir deyişle bir üst medeniyet seviyesine doğru teknoloji yardımıyla hızla yol almaktayız. Atık yönetimi

de bu değişimden ve dönüşümden payını alacaktır. Atık yönetimi içinde bulunduğumuz son 10 yılda hızlı bir şekilde değişim göstermiştir ve henüz değişimini ve gelişimini tamamlamadığını söyleyebiliriz. Atık yönetiminin gerekliliği ve atıkların kaynağında ayrılması hususu şu anki popüler kültürde büyük oranda yer bulmakta, bireylerin bilgi ve farkındalık seviyeleri hızla artmaktadır. Bir sonraki adımda ise atık yönetimi ile ilgili ve hatta atık oluşumu ile ilgili neredeyse her türlü süreci robotik ve akıllı sistemler yapabilecek ve insan faktörü en düşük seviyeye indirilebilecektir. Yani diğer bir değişle günlük hayatını yaşayan bir insanın sebep olduğu atıklara ne olduğunu, nasıl taşındığını, nasıl geri dönüştürüldüğünü önümüzdeki nesillerin bilmesi gerekmeyecek çünkü akıllı sistemler bizim yerimize daha kaynağında iken attığı alacak, ayrıştıracak, gerekli işlemlerden geçirecek, lojistik sistemine sokacak ve geri dönüşüm tesisinde uygun şekilde geri dönüştürerek beslediği döngüsel ekonomiyi güçlendirecektir. Buna paralel olarak atık oluşumu ve yönetimi sırasında şimdiye kadar biz insanların doğaya verdiği kontrolsüz kirlenme ve sera gazı emisyonları gibi çevresel zararı minimum seviyeye indirerek atık oluşumunu ve yönetiminin tamamını doğa dostu bir yöntemle dönüştüreceklerdir. Robotik sistemler, yapay zeka, derin öğrenme, nesnelerin interneti, bulut bilişim sistemleri, dijital veri işleme sistemleri, gelişmiş sensör sistemleri gibi bir çok teknoloji hayatımızın neredeyse her alanında olduğu gibi atık yönetim sistemlerinin evrim geçirmesinde önemli bir aktör olacaklardır (Kanojia ve Visvanathan, 2021; Lopes De Sousa Jabbour vd., y.y.; Poschmann vd., 2020; Sarc vd., 2019).

3. Modern Atık Yönetimine Geçiş Dönemi

Modern atık yönetimi sistemlerinden bahsedildiğinde özellikle bireylerin üzerindeki iş yükünün yani atıkları kaynağında türlerine göre ayırmak için harcadıkları zamanın olabildiğince kısaltılması gerekir. Şu anda Türkiye’de genellikle ikili ve üçlü yani geri dönüşebilir, geri dönüşemeyen veya ilave olarak organik atık olan sistemler tercih edilmektedir. İdeal sistemlerde ise evsel nitelikli atıklar kaynağında en az 6 türe yani cam, metal, plastik, kağıt, geri dönüşemeyen ve organik atık türlerine ayrılması gerekmektedir. Ayrıca bunlara ilave olarak atık yağ, atık pil, elektrikli ve elektronik atıklar, tekstil atıkları vb. içinde toplama noktaları veya servisleri gerekmektedir. Özellikle evsel nitelikli atıklar hususunda her geçen gün gelişen ve değişen malzeme bilimi nedeniyle ürünlerin kendisi veya ambalajının imal edildiği malzemenin hangi türde olduğunu bir tüketici olarak anlayabilmek, tanımlayabilmek ve geri dönüp dönüşemeyeceğini bilmek gerçekten çok büyük emek ve yüksek farkındalık gerektirmektedir. İşte modern sistemler atıkların kaynağında ayrılması için harcanan bu emeği ve zamanı sıfıra indirebilir. Buna ilave olarak atık yönetimini doğaya dost süreç yönetimine dönüştürebilir.

Modern atık yönetimine doğru geçiş süreci yaşadığımız bu yıllarda, tüketicilerden kültür ve davranış değişikliği beklendiği ve atıkların türlerine göre tüketiciler tarafından kaynağında ayrıldığı sistemlerde farklı uygulamalar bizleri beklemektedir. Modern atık yönetime geçişte uygulanabilecek bir yöntem; özellikle kanun yapıcıların kararı ile piyasaya sürülen ürünler, malzemeler ve ambalajlar basit bir renk ve bir rakam kodu ile tanımlanması olabilecektir. Örnekle açıklamak gerekirse; bir ürün aldığınızda ki genelde bu ürün en dışta karton bir kutu içinde plastik bir muhafaza kalıbı ve onun içinde de ürün şeklinde olur, işte bu üründe kağıt tanımları mavi renkte ve 1 rakamı ile işaretlenmiş, plastik tanımı sarı renkte ve 2 rakamı ile işaretlenmiş olursa tüketiciler yani atığı oluşturan kişiler malzemenin ne olduğunu anlamaya çalışmaksızın atık kutularının üzerindeki renk ve rakam kodu ile atığın üzerindeki renk ve kodu eşleştirerek hiç düşünmeden ve zaman harcamadan atıklarını kaynağında doğru ayırabilirler. Şöyle düşünmek gerekir örneğin plastik sarı renkte 1 numara cam yeşil renkte 2 numara Metal gri renkte 3 numara kağıt mavi renkte 4 numara geri dönüşemeyenler siyah renkte 5 numara piller üzerinde kırmızı renkte atık pil kutusunun yazısı oyuncak ve elektronik elektrikli cihazların arkasında veya altında yine bir uyarıcı ayırt edici yazı gibi. Böylelikle birbirinden farklı malzeme türlerini ve bu türlerin hangi atık kutuya atılması gerektiğine dair öğrenme süreçleri elimine edilebilir. Zaten toplumdaki tüm tüketicilerin malzeme bilimci gibi tüm malzemeleri bilmeleri, doğru kutuya atmalarını beklemek ve bunu öğretmeye çalışmak büyük bir emek kaybıdır.

Özellikle ambalaj atıkları konusunda; kent merkezi veya parklar gibi toplu yaşam alanlarında kaynağında atık ayrımı yapmak istenildiğinde; seçilecek atık ayırma sisteminin fraksiyon sayısına bağlı olarak, hangi atık veya atıklar toplanmak isteniyorsa atık kutusunun üzerine büyük şekilde ve uygun renkte numaraların yazılması yeterli olacaktır. Hatta kutu tasarımlarında ve yazılarında özellikle çocukların ve gençlerin dikkatini çekecek fosforlu renklere tasarımların yapılması farkındalık açısından da çok faydalı olacaktır.

Tam otomatik atık yönetimine doğru evrimde; açık alanlarda veya kapalı alanlarda “kent mobilyaları” ismini verdiğimiz ekipmanlar söz konusu olmaktadır. Birçok farklı hizmette kullanılan kent mobilya ekipmanlarının içerisinde atık toplama biriktirme konteynerleri modern atık toplama sistemleri için doğru tasarıma ve teknolojiye sahip olması gereken en önemli unsurlardır. Bir atık toplama kutusunu önce atığını atmak için tüketicinin kendisi kullanır ardından görevli personel aynı kutuları boşaltmak için kullanır. Aslında atık kutuları aynı anda iki farklı paydaşa hizmet etmektedir. İşte bu sebeple modern atık yönetimi sistemlerinde modern atık kutularının doğru ve fonksiyonel tasarlanmalarına ihtiyaç vardır (Avila vd., 2019; Sánchez-Roldán vd., 2020).

Modern atık yönetimi için tasarlanan kent mobilyasına örnek; bir atık kutusu düşünün ki, üçlü sistemde (geri dönüşebilen, dönüşemeyen ve organik atıklar) üç farklı renk kodunda (mavi, siyah ve turuncu) yan yana duruyorlar, üzerlerinde güneş enerjisi panelleri, belki de her iki yan yüzeyinde kentlerde kullanılan reklam ekranları tanıtıcı ekranlar olsun. Hatta öyle ki bu kutulara atığı yanlış yapmaya kalkarsanız sizi ses ve ışık ile uyarsın. Bunlara ilave olarak kutular dolduğunda merkeze gönderdikleri sinyalle yetkilinin gelip boşaltmasını istesin veya zorla açılmaya çalışıldığında merkeze haber versin. Günümüz teknolojisinde bu uygulamaları yapmak teknolojik olarak mümkündür. Akıllı kentler dediğimiz sistemlerde kendi enerjisini üreten, kendini kullanıcılara tanıtabilen, bir müdahaleye ihtiyaç duyduğunda bunu ilgili personeli gönderebilen akıllı sistemler mevcuttur (Ali vd., 2020).

4. Modern Atık Yönetiminde Paydaşlar Arası İş Birliği ve İletişim

Geleceğin modern atık yönetim sistemlerinde atık yönetimindeki tüm paydaşların atık yönetim sistemini daha verimli hale getirmek için aynı masada oturması gereklidir. Böylelikle bir ürünün ve ambalajının üretiminden geri dönüşümüne ve geri dönüştürülmüş hammaddeye kadar geçen süreçleri birlikte tasarlamaları şarttır. Modern sistemlerde devlet tüm paydaşları bir araya getirecek imkanları, sınırlamaları ve etkinlikleri sunmaktadır. Bu paydaşlar; ürünü üreten, ambalajı üreten, ürünleri tükettikten sonra atıklarını bertaraf veya geri dönüşüme gönderen, atıkları kaynağından alıp geri dönüşüme taşıyan ve atıkları geri dönüşüme tabi tutarak yeniden hammadde üretenlerdir (Meylan vd., 2018; Yukalang vd., 2018).

5. Akıllı Kentler ve Akıllı Atık Yönetimi Teknolojisi

Teknoloji atık yönetiminin ve toplumun atık kültürünün tamamen değişiminde öncü motoru olacaktır. Gelişmiş sensörler, veri transferi ve işleme sistemleri ve bunlarla birlikte çalışan nesnelerin interneti teknolojisi yaygınlaştıkça yani diğer bir deyişle kentlerimiz daha akıllı oldukça modern atık yönetimi ile mevcut sistemlere göre geleneksel atık yönetiminden kaynaklı karbondioksit emisyonlarının %80 oranında azaltılabileceği bilinmektedir (Fernández-Braña vd., 2020). Bilgisayar destekli görüntü işleme teknolojileri, yapay zekâ, derin öğrenme, robotik sistemler, büyük veri, nesnelerin interneti, artırılmış ve sanal gerçeklik gibi son teknolojik disiplinler, potansiyel uygulamalarını test etmek için pilot tesislerin ve prototiplerin geliştirilmesini sağlamıştır. Atık yönetimi de modernleşmeye devam edecek ve insan faktörünün minimize edildiği sistemler zamanla hayatımızda yerini alacaktır (Kurniawan vd., 2022).

Yapay zeka, hammaddelerin ya da diğer bir deyişle atık bileşimini çevrimiçi olarak takip etmemize ve atık yönetimindeki karar süreci boyunca

sürekli bir kütle dengesine sahip olmamıza olanak sağlamaktadır. Tüm malzemeler için izlenebilirlik, stok ve depo yönetimi ve kısacası lojistik optimizasyonu sağlayan RFID sistemleri mevcuttur. Ayrıca görüntü veya termografik sistemler gibi farklı sensörler donatılmış yapay zeka içeren dronlar aracılığı ile denetim, faaliyetlerin devamlılığı ve güvenliğin iyileştirmesi sağlanabilmektedir. Atık ayırma noktalarında bakım ve temizlik görevlerinde uygulanan robotik sistemler, süreçlerin verimliliğini arttıracaktır. Bakım veya arızalar için öğrenme ve simülasyona uygulanan sanal gerçeklik veya operasyon öncesi personel için sanal gerçeklik ile eğitimler verilebilmektedir. Yine makine kullanımı için artırılmış gerçeklik teknolojileri kullanılabilir. Atık üreten tüketiciden son geri dönüşüm malzemesine kadar tüm sürecin verimli ve hatasız olarak sürdürülebilmesi için akıllı tahminleme yazılımları, kontrol ve doğrulama işlemleri, veri işleme, akıllı yazılım ve sensörler, tüm zincir boyunca daha fazla katma değer üretebilmektedir. Tüm bu bahsedilen teknolojiler ve süreç yönetimleri çevre mühendisleri, bilgisayar mühendisleri, yazılım mühendisleri, robotik sistem uzmanları gibi interdisipliner çalışmalar sonucunda atık yönetim sistemlerinin modernleşmesini sağlayacaktır. Böylelikle zaman içerisinde tam otomatik atık yönetim sistemlerine akıllı kentlerde kavuşabileceğiz. Yakın gelecekte atık yönetimindeki insan faktörü elimine edilebilecek ve teknoloji bu değişimin motoru olacaktır (Andeobu vd., 2022; Kroell vd., 2022).

6. Neden Akıllı Sistemlere İhtiyaç Var?

“Atık ayrımı günümüz kültüründe var mı?” sorusunu sormak gerekli. Samimiyetle söylemeliyiz ki; hepimiz biliyoruz, günlük hayatın rutin akışı sırasında aslında atıkları kaynağında türlerine göre ayırmak çok da keyifli bir iş değil. Birçok kişi için sıkıcı ve hatta bazen hangi atığı hangi kutuya atmalıydım şeklinde bulmacaya dönen karmaşık bir iş olmaktadır (Luo vd., 2020; Ma vd., 2020; Wang vd., 2020; Zheng vd., 2020).

Günümüzde yenilikçi olarak kabul edilen birçok akıllı atık yönetim teknolojisi mevcuttur. Akıllı yönetim sistemi dediğimizde yapay zekanın, robotik kolların, derin öğrenmenin, nesnelerin interneti teknolojisinin, sensör teknolojilerinin kullanıldığı gerçek zamanlı bilginin sanal ortamda işlendiği ve karar verildiği sistemlerden bahsetmekteyiz. Akıllı atık yönetimi sistemleri daha az enerji ile kısa iş sürelerinde çalışmaktadır. Bu sistemler insan hatasının elimine edildiği ve insan müdahalesinin daha az olduğu verimli süreçlerdir.

Genel olarak bilinmektedir ki bir “çöp” içeriğinin %50’si geri dönüşebilir malzemelerden oluşmaktadır ancak çöpten bu geri dönüşebilir malzemelerin yaklaşık %10 oranında ayrı olarak toplanabilmektedir. Bu durum ciddi bir ekonomik kayıp oluşturmaktadır. Bir yandan daha fazla hacimli

ve ağır malzemeyi deponi sahalarına götürüyoruz, daha çok akaryakıt tüketiyoruz, daha büyük kamyonlar ihtiyaçlar duyuyoruz ve döngüsel ekonomiye katılacak olan hammaddeyi maalesef kaybediyoruz.

Nüfus artışı ile atık miktarı da artmaktadır. Buna paralel olarak atık yönetimi için tersine lojistik yükü önemli derecede artmaktadır. Artan atık yükü ve atık malzemenin çeşitliliği ile geleneksel atık yönetim sistemleri yetersiz kalmaktadır. Tam bu noktada “akıllı teknolojiler neden var?” diye sordüğümüzde; “Miktarı artan atıkları ve karmaşıklaşan tersine lojistiğini çözme konusunda akıllı sistemlerin topluma ve döngüsel ekonomiye çok önemli bir araç olacaktır” cevabını verebiliriz. Akıllı sistemlerden bahsettiğimiz de tabii ki atık yönetim sistemimizi daha verimli, daha doğa dostu ve daha ekonomik hale getiren sistemlerden bahsediyoruz (Awasthi vd., 2019).

Günümüz toplumunda atıkların kaynağında ayrılması ve geri dönüştürülmesi sürekli gündemde olan bir konudur ancak modern teknolojilerle belki de atın kaynağında bizler tarafından ayrılması yerine artık robotik teknolojinin hızlı, doğru ve enerji verimli şekilde attığımızın ayırabilmesi mümkündür. Bunu şöyle bir örnekle açılırsak; düşünün ki evinizde atıkları atacağınız genişçe bir kapak var, o kapağı kaldırılıyorsunuz ve elinizdeki atığı bu kapaktan atıyorsunuz. Ne atık türlerini bilmeniz gerekiyor ve ne de atıkları ayırıştırmanız gerekiyor sadece atığınızı atıyorsunuz, bu kadar basit. Arka tarafta ise sizin atığınızı oturduğunuz konuttan binanızın altındaki “akıllı tanımlama sistemi”ne gidiyor, burada hızlıca türüne göre ayrıldıktan sonra ilgili atık kutusunun içerisine robotik sistemler yardımı ile konuluyor ve bu atık konteyneri dolduğunda ise merkezdeki araç gelip atıkları geri dönüşüm tesisine teslim ediyor ve atık yönetim süreci modern akıllı bir sistem aracılığı ile yönetilmiş oluyor (Fatimah vd., 2020; Poschmann vd., 2020).

Kentler halen yoğun göç almaktadır ve büyümesi hızlanarak artmaktadır. Özellikle metropol kentlerin içerisinde birim alandaki nüfus yoğunlukları da artmakta ve çok yüksek nüfusların yaşadığı geniş alanlarda çok katlı siteler inşa edilmektedir. Bahsedilen bu akıllı atık yönetimi ve ayırma mekanizması tüm binalara ve bloklara yerleştirilebilir. Bu teknolojinin uygulanması mimarlık ve inşaat mühendisliği mesleklerinin de interdisipliner olarak modern ve verimli atık yönetim sürecinin bir parçası olmasını gerektirmektedir (Chen, 2018; Shahidehpour vd., 2018).

Yine başka bir modern yöntem için örnek verecek olursak; kentlerimizde havaalanları, tren istasyonları ve belki de metro istasyonları gibi bir gün içerisinde yüz binlerce insanın geçtiği noktalar vardır. Genelde günlük koşuşturma içerisinde kısa zamanlarda temas ettiğimiz bu noktalarda da atıklarınızı sadece bir kapaktan atıverebildiğinizi düşünün. Gerisini öğrenebilen yapay zekalı, akıllı otonom robotik sistemler bizim yerimize yakın gelecekte yapabilecektir. Akıllı ve derin öğrenme

kabiliyetine sahip teknolojik atık yönetim sistemlerinin diğer bir avantajı yeni çıkacak olan malzemelerin nasıl ayrılması gerektiğini daha malzeme üretildiği anda öğrenebilecekler. Kent içerisindeki konutlarda veya toplu taşıma noktalarındaki belki de binlerce akıllı atık ayırma robot sistemleri internet üzerinden gönderilecek bilgi paketleri ile birkaç saniye içerisinde öğrenebileceklerdir (Kurniawan vd., 2022; Rutqvist vd., 2020).

Akıllı kentlerdeki akıllı ve modern atık yönetim sistemlerinin hızla öğrenildiği ve atıkları ayırabildiği teknolojinin çok büyük bir kazancı vardır. Atık oluşturan tüketiciler günümüzde trend olan “atığı kaynağında türlerine göre ayır”ma işini doğru ve verimli yapabilmeleri için gerekli olan öğrenme ve uygulamaya geçirme için gerekli olan tüm zaman ve emekten tasarruf edilecektir. Ayrıca toplumda bireylerde bu farkındalığın oluşturulması için çok büyük bir ekip atık ayrılmasının nasıl yapılması gerektiğini bireylere anlatmak için verilecek eğitimleri, kılavuzları, eğitici animasyonları hazırlamaktadır bu büyük iş yükü de modern atık yönetimi ve ayırma sistemlerinde ortadan kalkmış olacaktır.

7. Günümüzde Atık Yönetimindeki Akıllı Sistemler

Günümüzde yavaş yavaş çevremizde akıllı sistemleri görmeye başladık. İşte akıllı sistemlerin başında akıllı atık kutuları geliyor diyebiliriz. Bu tip atık kutularında sadece bir kapak bulunuyor ve kutuya sadece elinizdeki atıkları tek tek attığınızda bu atık kutusu akıllı sistemi atığınızı uygun şekilde ayırt ediyor, tanımlıyor ve kendi bünyesindeki doğru kutuya atıyor. Böylelikle o anki “atığımı hangi kutuya atmalıydım?” sorusunun karmaşıklığından bizleri kurtarıyor ve zamandan tasarruf ediyoruz. Ayrıca atığın türüne göre yanlış kutuya atılmasından kaynaklanan lojistik ve ayırma tesisindeki olası problemler, iş gücü ve zaman kaybının da önüne geçişmiş oluyor (Murugesan vd., 2021). Bir de bu akıllı atık kutularının kendi enerjilerini de üretebilen yetenekte olanları var. Üzerlerinde fotovoltaik paneller aracılığı ile güneş enerjisini kullanarak kendi enerjilerini üretebilmekte ve ürettikleri bu enerji ile de içine attığınız atıkları sıkıştırabilmektedirler. Sıkıştırılmış atıklar atık toplama kamyonunda birim hacimde çok daha fazla atığın taşınabilmesine yardımcı olmaktadır. Böylelikle atık taşımadaki lojistik süreçlerin verimi artmaktadır.

Atık yönetimi sürecinde tüketicilerin ve atığı oluşturanların görmediği ama atık yönetiminin en önemli kısmını oluşturan tersine lojistik süreci vardır. Atıkları kaynağından toplayan kamyonların lojistik güzergahlarına yine modern atık yönetim sistemlerindeki akıllı karar verme yazılımları destek olmaktadır. Ayrıca tersine lojistik dediğimiz atıkların toplanması için kamyonlar birbirilerinden farklı büyüklükte ve hatta sıkıştırılmalı, sıkıştırılmaması veya kendinden vinçli gibi farklı yeteneklerdedirler. Hangi özellikteki aracın kentin hangi noktasındaki atıkları almaya gideceğine

ve rotasına yine bu akıllı ve öğrenebilen yazılımlar karar vermektedirler. Karar verme süreçlerinden en düşük emisyonlu rotanın, trafiğe ilave yük olmayacak saatlerin de sınırlayıcı kriter olması sistemi daha çevreci ve iklim dostu olarak çalışmasına imkân vermektedir (Mesjasz-Lech, 2019; Soltani vd., 2017).

Malzeme bilimi ve teknolojinin gelişmesiyle birlikte sensör teknolojisi de son yıllarda hızla gelişmiştir böylelikle farklı tür ve yetenekte birçok fonksiyonu yerine getirebilen sensörler ekonomik olarak elverişli olmuşturlardır. Mevcut teknolojideki sensörler ve bu sensörlerin bağlı olduğu akıllı sistemler bizim yerimize tersine lojistik problemini çözüyorlar ve atıkların kutulardan toplanması için en verimli en düşük karbon emisyonlu rotaları belirleyebiliyorlar. Bu sensörler arasında en yaygın olanı atık miktarını ve atık kutularının doluluklarını ölçen gelişmiş sensörlerdir (Hannan vd., 2018; Lim vd., 2022; Lozano vd., 2018).

Bunun yanında yapay zekâ ve öğrenebilen geri dönüşüm robotları da yavaş yavaş hayatımızda yer almaktadır. Bu robotlar aslında şunu yapmaktadır; kaynağında ayrılmadan karışık olarak geri dönüşüm tesisine gelen attığı içerisindeki kıymetli ve geri dönüşebilen fraksiyonu geri dönüşemeyen atıklardan ayırmakta ve daha da önemlisi geri dönüşebilir atıkları da detaylı bir şekilde türlerine göre ayırabilmektedir. Örnekle anlatmak gerekirse; bahsedilen yapay zekalı ve kendi kendine öğrenebilen robotik sistemler tesisi içerisinde geri dönüşebilir cam atıkları şeffaf, amber ve yeşil renk olmak üzere üç kısma ayırabilmekte, plastik atıkları yüksek yoğunluklu polietilen düşük yoğunluklu polietilen olarak ayırmının yanında pembe, beyaz, mavi, kırmızı, sarı gibi renklerine de ayırabilmektedir. Aynı şekilde metalleri de ayırmakta ve kağıtları da beyaz kâğıt ve karton kağıt olmak üzere de ayırabilmektedir. Söz konusu olan atıkların bu derece detaylı ayırımının yapılabilmesi tüm geri dönüşüm süreci göz önüne alındığında çok önemlidir. Ayırımın ne kadar iyi yapılabiliyorsa sonraki adım olan geri dönüşüm işleminin yüksek verimlilikte ve düşük kayıplarla yapılmasını sağlanacaktır. Sonuç olarak yüksek verimli süreçler ekonomik olarak destekleyerek sektörün rekabet edebilirliğine destek olacaktır. (Gundupalli vd., 2017; Kandlbauer vd., 2021).

Atığın bir atık kutusuna atıldıktan geri dönüşüm merkezine kadar taşınması lojistiği gerçekten karmaşık bir problemdir. Birim zamanda atılan atık miktarı türü mesafeler eğim ve bunun gibi birçok faktör atık lojistiğinin çözümüne etki etmektedir. Pnömotik sistemler diğer birisi değişle vakumlu hatlar gelişen teknoloji ile daha rahat kullanılabilir hale gelmiştir. Nüfusun yoğun olmadığı kısıtlı olduğu yerlerde kilometre başına düşen atık miktarı azaldığı için kamyonla toplamak her zaman verimli olmamaktadır. Bunun yerine yer altına gömülü vakum sistemleri ile atık yol kenarı kutularından veya evlerden şehirdeki aktarma istasyonuna kadar

bir vakum hattı ile götürülebilmektedir. Bu şekilde bir sistem hem şehirdeki atık kamyonu trafiğini yok etmekte hem bina önlerindeki büyük atık konteynırlarını elimine etmekte böylelikle daha sakin, sessiz ve yüksek gürültülü atık kamyonlarının olmadığı bir şehir imkânı sunmaktadır. Halen ekonomik olarak pahalı gözükse bile yeni tasarlanan doğa dostu ve akıllı kentlerde kesinlikle olması gereken ve tercih edilen sistemler olacaktır (Chàfer vd., 2019; Hidalgo vd., 2018).

8. Evden Gelen Tehlikeli Atıkların Modern Yönetimi

Evsel atıklarımızın yanında günlük yaşantımızda ortaya çıkan ve tehlikeli atık sınıfa giren birçok atık vardır. Özellikle elektrikli ve elektronik atıklar, pil atıkları, yazıcı toner ve kartuşları, madeni yağlar vb. Bahsedilen bu tür tehlikeli ve atıkların yönetimi farklı yönetmeliklerle düzenlenmiştir. Bu tür atıklar hiçbir şekilde evlerdeki veya yol kenarlarındaki evsel nitelikli atık kutusuna atılmamalı ve belediyenin atık toplama sistemine verilmemesi gereken atıklardır. Bu tür tehlikeli atıkların kent içerisinde yönetilebilmesi için tüketicilerin kolaylıkla erişebilecekleri kent noktalarında toplama ve teslim etme noktalarının bulunması gereklidir. Bu noktalar sadece belli türdeki evlerimizden çıkan ama tehlikeli sınıfta olan atıkları alabilmeli ve konum olarak alışveriş merkezleri, okul bahçeleri, halka hizmet veren kamu kurumlarının bahçeleri, pazar yeri, kent içi merkezi otoparklar, havaalanı ve tren garı gibi yerlere yerleştirilmelidir. Böylelikle kentte yaşayanlar günlük yaşantısında evden çıktığında atıklarını kısa bir süre yanında taşıdıktan sonra güvenli ve önceden tanımlanmış noktalarda teslim edebilir. Ardından yönetmeliklerde tanımlanan güvenli şekilde özel taşıma araçlarının kullanımıyla doğaya karışması engellenmiş olan tehlikeli atıklar bertaraf tesislerine akıllı lojistik sistemlerinin sağladığı düşük emisyonlu rotalar ile taşınacaktır (Awasthi vd., 2022; Hameed vd., 2020).

9. Mobil Telefon Aplikasyonları ve Modern Atık Yönetimindeki Önemi

Son yirmi yılda hayatımızdaki birçok alanın ayrılmaz parçası olan mobil telefon uygulamaları günlük alışkanlıklarımızı değiştirecek seviyede gelişmiştir. Bankacılık işlemlerinden seyahate, güvenliğe, alışverişe, canlı bağlantılara kadar, hatta yaşanan pandemide pandeminin seyrini dahi değiştirmiştir mobil telefonlar ve bu telefonlardaki uygulamalar. Atık yönetiminde henüz hakkettiği yeri bulamadığı düşünülen bu aplikasyonların modern atık yönetimlerinde önemli bir yeri olacağı kesindir. Örneğin, bir mobil aplikasyonunuz var ve fotoğrafını çektiğiniz neredeyse her türlü atığın nereye atılması gerektiğini hem de sizin yaşadığınız bölgede yani o attığı oluşturduğunuz noktada hangi kutuyu atabileceğinizi size söylüyor. Daha gelişmiş atık yönetimi sunan yerel yönetimler ise mobil uygulamadan çağırdığınız özel ekip ile belki de evinizdeki atıkları almaya gelebilecekler. Bu tip aplikasyonların yerel yönetimler veya bakanlıklar

tarafından hazırlanması gerekmektedir. Atığın fotoğraftan tanımlanabilmesi için farklı türde binlerce atığın milyonlarca görüntüsünün doğru şekilde bu sisteme öğretilmesi gerekir. Bu süreçte üreticilerin, gönüllülerin, öğrencilerin ve sivil toplum örgütlerinin bilgi bankasını oluştururken yardımına ihtiyaç olacaktır. Böyle bir projede birkaç ay içerisinde her türlü atığı tanıyabilen ulusal bir veri tabanı, internet sayfası ve mobil uygulama olabilecektir. Bu mobil uygulama ayrıca o bulunduğu bölgedeki her türlü geri dönüşüm noktasını, atık toplama noktasını, tehlikeli atık teslim noktalarını, elimizdeki tehlikeli atıkları nasıl muhafaza etmemiz ve taşımamız gerektiğini ve bunun gibi her türlü bilgiyi de size sunabilecektir. Öyle ki bir şehirden başka bir şehre kısa bir süre için veya tatil için gitseniz bile atık yönetimi için gerekli her türlü doğru bilgiyi bu sistem üzerinden alabileceksiniz (Anh Khoa vd., 2020; Pardini vd., 2020).

10. Atık Yönetiminde Blok-Zincir Yazılım Teknolojisi

Tüketiciler olarak bizler atıkları üreten bireyler olarak atık yönetiminin aslında ilk halkasını oluşturduğumuzu söyleyebiliriz. Atığı herhangi bir atık noktasına bıraktıktan sonraki süreçlerin tamamı ise aslında bireylerin veya tüketicilerin kontrolünde ve sorumluluğumuzda olmayan süreçlerdir. Bu süreçlerin de akıllı sistemler ismini verdiğimiz teknoloji ile hızlı bir şekilde değişimi günümüzde yaşanmaktadır. Akıllı sistemlerden bahsettiğimizde aslında büyük bir dijital bilgi transferinden ve bu bilginin saklanmasıyla işlenmesinden bahsediyoruz. Geri dönüşümün ve döngüsel ekonominin sağladığı ekonomik ve ekolojik kazançların ve doğru, güvenilir, şeffaf ve açık bir şekilde firmalar ve devlet tarafından görülebilir ve takip edilebilir olması da istenmektedir. İşte tam bu noktada blok zincir (Blockchain) ismini verdiğimiz günümüzde daha çok dijital para alt yapısında kullanılan sistemlerin kullanımı da mümkündür. Bu güvenli ve büyük veriyi saklayabilen yazılım sistemleri ile belki de geri dönüşümü ve depozito sistemlerinin ödemeleri güvenli bir şekilde yapılabilecek veya atığın olduğu noktadan geri dönüşme gittiği noktaya veya bertaraf noktasına gidene kadar ki süreçlerin tamamı takip edilip işlenebilir. Bireyler, üreticiler ve kamunun tüm atık süreçlerini ve bu sistemin ekonomik süreçlerini güvenilir ve şeffaf şekilde takip edebiliyor olması modern atık yönetimine geçiş ve uygulama sürecinde bireylerin daha kısa sürede sisteme güvenmesini ve uyum sağlamasına destek olacağı açıktır (Bamakan vd., 2022; França vd., 2020; Gopalakrishnan vd., 2021; Steenmans vd., 2021).

11. Sonuç

1800'lerde sanayi ve endüstri çağına girilmesinden günümüzde geleceğe kadar süreçte atık yönetiminin önemi kavranamamıştır. Bu iki önemli sonucu doğurmuştur. Birincisi bu süreçte aşırı tüketimden kaynaklı atıklar çevreye geri dönüşü olmayan büyük zararlar vermiştir. Öyle ki bu atıkların

içerisinde piller, aküler, kimyasallar, madeni yağlar, tıbbi atıklar, elektrikli ve elektronik atıklar gibi doğaya son derece zararlı olan atıklar ile cam, plastik, metal, kağıt gibi geri dönüşebilen atıklar ve organik atıklar gibi ekonomik olarak kıymetli olan atıklar da vardı. İkincisi ise atık yönetimi yapılmadığı için kaybedilen milyarlarca dolarlık bir ekonomik büyüklük, kaybedilen istihdam potansiyeli ve doğal kaynakların israfı olmuştur. Son yirmi yılda atık yönetiminin çevreye ve ekonomiye verdiği zararlar bilimsel çalışmalarla ve yaşanan uluslararası çevre felaketlerin doğurduğu finansal ve ekonomik kayıplar neticesinde ne derece önemli olduğu açıkça ortaya konmuştur. Birçok ülke çevreye ve ekonomiye olan zararın farkına vararak atık yönetimi ile ilgili mevzuatı oluşturmuş ve ivedilikle uygulamaya geçmişlerdir.

Atık yönetim süreci şu anda gelişen teknolojinin bir adım gerisindedir. Günümüzde yoğun eğitimler, bilgi ve farkındalık kampanyaları ile bireylerin yani tüketicilerin bir yandan tüketim alışkanlıklarına daha doğa dostu yapmaya çalışırken diğer yandan atıkları kaynağında ayrıştırarak davranışı kazandırmaya çalışıyoruz. Sıfır atık hedefi ismini verdiğimiz bu süreçte yoğun bir insan gücü, zaman ve emek vardır. Çünkü atıkların kaynağında ayrılması davranışı piyasaya sürülen ürünlerin çeşitliliğinin ve karmaşıklığının nedeniyle yoğun bir eğitim, öğrenme ve ardından kaynağını da atıkların ayrılması için zamana ihtiyaç duymaktadır. Bu geçiş dönemi adını verebileceğimiz süreçte insanların bilgi ve farkındalık seviyelerinin artması bir sonraki adım için büyük önem arz etmektedir.

Zaman ve finansal olarak büyük kazanç sağlayan yapay zeka, akıllı sistemler, derin öğrenme, robot sistemler, otonom sistemler gibi bir çok akıllı teknoloji savunma sanayi, sağlık sektörü, üretim sektörü gibi bir çok sektörde yoğun şekilde kullanılmaya başlanmış ve günümüzde bu teknolojilerin büyük bir çoğunluğu artık ekonomik olarak uygulanabilir seviyeye gelmiştir. Tam bu noktada kentlerimizdeki atık yönetimi de modernleşirken gelişen teknolojiden payını almaya başlamaktadır. Öyle ki yakın gelecekte geçiş aşamasında bireylerin kaynağında atık ayrımını öğrenmeleri, bir davranış oluşturmaları ve bu davranış uygulamaları için gerekli olan zaman ve emek en düşük seviyeye inecektir. Çünkü akıllı teknolojiler artık atığı daha kaynağında iken yani yaşam alanlarımızda diğer bir deyişle evimizde, sokaklarımızda, otobüs duraklarımızda, havaalanlarında, alışveriş merkezlerinde ve bunun gibi yerlerde bizim yerimize ayıracak, ayırdıktan sonra ekonomik ve çevre açısından en optimum tersine lojistik ile geri dönüşüme kazandırabilecektir. Böylelikle doğaya zarar verebilecek pil, yağ, ilaç, kimyasal madde gibi tehlikeli atıkları daha kaynağında iken kontrol altına alınabilecek ayrıca ekonomik değeri olan yani döngüsel ekonominin hammaddesi olan cam, plastik, kağıt ve metal gibi geri dönüşebilir atıklar kaynağında iken takip edilebilir kontrol edilebilir olacaklar.

Kentlerimiz modernleştikçe ve yaşam alanlarımızda akıllı sistemler yaygınlaştıkça tüketicilerin artıklarını kaynağında ayırmaları, çevreyi korumaları ve döngüsel ekonomiye destek vermeleri için harcadıkları zaman ve emek en düşük seviyeye indirilirken, hataları elimine edilecek ve sonuç olarak geleceğimiz olan doğa ve ekonomi yani insan hayatı sürdürülebilirliğini kazanacaktır.

Kaynakça

1. Ali, T., Irfan, M., Alwadie, A. S., Glowacz, A. 2020. "IoT-Based Smart Waste Bin Monitoring and Municipal Solid Waste Management System for Smart Cities". *Arabian Journal for Science and Engineering*, 45(12), 10185–10198.
2. Andeobu, L., Wibowo, S., Grandhi, S. 2022, Ağustos 15. "Artificial intelligence applications for sustainable solid waste management practices in Australia: A systematic review". *Science of the Total Environment*. Elsevier.
3. Anh Khoa, T., Phuc, C. H., Lam, P. D., Nhu, L. M. B., Trong, N. M., Phuong, N. T. H., ... Duc, D. N. M. 2020. "Waste Management System Using IoT-Based Machine Learning in University". *Wireless Communications and Mobile Computing*, 2020.
4. Avila, M., Toledo, J., Cordova, F., Icaza, D., Los Angeles Tello, M. De. 2019. "Intelligent Multifunctional Solar Urban Furniture: A multidisciplinary methodological vision of technology". İçinde *6th IEEE International Conference on Smart Grid, icSmartGrids 2018* (ss. 184–194).
5. Awasthi, A. K., Awasthi, M. K., Mishra, S., Sarsaiya, S., Pandey, A. K. 2022. "Evaluation of E-waste materials linked potential consequences to environment in India". *Environmental Technology & Innovation*, 28, 102477.
6. Awasthi, A. K., Cheela, V. R. S., D'Adamo, I., Iacovidou, E., Islam, M. R., Johnson, M., ... Li, J. 2021. "Zero waste approach towards a sustainable waste management". *Resources, Environment and Sustainability*, 3, 100014.
7. Awasthi, A. K., Li, J., Koh, L., Ogunseitun, O. A. 2019. "Circular economy and electronic waste". *Nature Electronics*.
8. Bamakan, S. M. H., Malekinejad, P., Ziaeiian, M. 2022, Mayıs 15. "Towards blockchain-based hospital waste management systems; applications and future trends". *Journal of Cleaner Production*. Elsevier.
9. Chàfer, M., Sole-Mauri, F., Solé, A., Boer, D., Cabeza, L. F. 2019. "Life cycle assessment (LCA) of a pneumatic municipal waste collection system compared to traditional truck collection. Sensitivity study of the influence of the energy source". *Journal of Cleaner Production*, 231, 1122–1135.
10. Chen, Y. C. 2018. "Effects of urbanization on municipal solid waste composition". *Waste Management*, 79, 828–836.
11. Fatimah, Y. A., Govindan, K., Murniningsih, R., Setiawan, A. 2020. "Industry 4.0 based sustainable circular economy approach for smart waste management system to achieve sustainable development goals: A case study of Indonesia". *Journal of Cleaner Production*, 269, 122263.
12. Fernández-Braña, A., Feijoo, G., Dias-Ferreira, C. 2020. "Turning waste management into a carbon neutral activity: Practical demonstration in a medium-sized European city". *Science of The Total Environment*, 728, 138843.
13. França, A. S. L., Amato Neto, J., Gonçalves, R. F., Almeida, C. M. V. B. 2020, Ocak 20. "Proposing the use of blockchain to improve the solid waste management in small municipalities". *Journal of Cleaner Production*. Elsevier.
14. Gopalakrishnan, P. K., Hall, J., Behdad, S. 2021. "Cost analysis and optimization of Blockchain-based solid waste management traceability system". *Waste Management*, 120, 594–607.
15. Gundupalli, S. P., Hait, S., Thakur, A. 2017, Şubat 1. "A review on automated sorting of source-separated municipal solid waste for recycling". *Waste Management*. Pergamon.
16. Hameed, H. Bin, Ali, Y., Petrillo, A. 2020. "Environmental risk assessment of E-waste in developing countries by using the modified-SIRA method". *Science of the Total Environment*, 733, 138525.
17. Hannan, M. A., Akhtar, M., Begum, R. A., Basri, H., Hussain, A., Scavino, E. 2018. "Capacitated

- vehicle-routing problem model for scheduled solid waste collection and route optimization using PSO algorithm”. *Waste Management*, *71*, 31–41.
18. Hidalgo, D., Martín-Marroquín, J. M., Corona, F., Juaristi, J. L. 2018. “Sustainable vacuum waste collection systems in areas of difficult access”. *Tunnelling and Underground Space Technology*, *81*, 221–227.
 19. Kandlbauer, L., Khodier, K., Ninevski, D., Sarc, R. 2021. “Sensor-based Particle Size Determination of Shredded Mixed Commercial Waste based on two-dimensional Images”. *Waste Management*, *120*, 784–794.
 20. Kanojia, A., Visvanathan, C. 2021. “Assessment of urban solid waste management systems for Industry 4.0 technology interventions and the circular economy”. *Waste Management and Research*, *39*(11), 1414–1426.
 21. 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 and Recycling*, *151*, 104438.
 22. Kroell, N., Chen, X., Greiff, K., Feil, A. 2022. “Optical sensors and machine learning algorithms in sensor-based material flow characterization for mechanical recycling processes: A systematic literature review”. *Waste Management*, *149*, 259–290.
 23. Kurniawan, T. A., Maiurova, A., Kustikova, M., Bykovskaia, E., Othman, M. H. D., Goh, H. H. 2022. “Accelerating sustainability transition in St. Petersburg (Russia) through digitalization-based circular economy in waste recycling industry: A strategy to promote carbon neutrality in era of Industry 4.0”. *Journal of Cleaner Production*, *363*, 132452.
 24. Lim, J., Ahn, Y., Cho, H., Kim, J. 2022. “Optimal strategy to sort plastic waste considering economic feasibility to increase recycling efficiency”. *Process Safety and Environmental Protection*, *165*, 420–430.
 25. Lopes De Sousa Jabbour, A. B., Cortegoso De Oliveira Frascareli, F., Santibanez Gonzalez, E. D. R., Jose, C., Jabbour, C. y. “Production Planning & Control The Management of Operations ISSN: (Print) (Online) Journal homepage: <https://www.tandfonline.com/loi/tppc20> Are food supply chains taking advantage of the circular economy? A research agenda on tackling food waste based on Industry 4.0 technologies Are food supply chains taking advantage of the circular economy? A research agenda on tackling food waste based on Industry 4.0 technologies”.
 26. Lozano, Á., Caridad, J., De Paz, J. F., González, G. V., Bajo, J. 2018. “Smart waste collection system with low consumption LoRaWAN nodes and route optimization”. *Sensors (Switzerland)*, *18*(5).
 27. Luo, H., Zhao, L., Zhang, Z. 2020. “The impacts of social interaction-based factors on household waste-related behaviors”. *Waste Management*, *118*, 270–280.
 28. Ma, Y., Koondhar, M. A., Liu, S., Wang, H., Kong, R. 2020. “Perceived value influencing the household waste sorting behaviors in rural China”. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *17*(17), 1–18.
 29. Mesjasz-Lech, A. 2019. “Reverse logistics of municipal solid waste - Towards zero waste cities”. İçinde *Transportation Research Procedia* (C. 39, ss. 320–332). Elsevier.
 30. Meylan, G., Haupt, M., Duygan, M., Hellweg, S., Stauffacher, M. 2018. “Linking energy scenarios and waste storylines for prospective environmental assessment of waste management systems”. *Waste Management*, *81*, 11–21.
 31. Murugesan, S., Ramalingam, S., Kanimozhi, P. 2021. “Theoretical modelling and fabrication of smart waste management system for clean environment using WSN and IOT”. İçinde *Materials Today: Proceedings* (C. 45, ss. 1908–1913). Elsevier.
 32. Pardini, K., Rodrigues, J. J. P. C., Diallo, O., Das, A. K., de Albuquerque, V. H. C., Kozlov, S. A. 2020. “A smart waste management solution geared towards citizens”. *Sensors (Switzerland)*, *20*(8).

33. Poschmann, H., Brüggemann, H., Goldmann, D. 2020. "Disassembly 4.0: A Review on Using Robotics in Disassembly Tasks as a Way of Automation". *Chemie-Ingenieur-Technik*.
34. Romano, G., Rapposelli, A., Marrucci, L. 2019. "Improving waste production and recycling through zero-waste strategy and privatization: An empirical investigation". *Resources, Conservation and Recycling*, *146*, 256–263.
35. Rutqvist, D., Kleyko, D., Blomstedt, F. 2020. "An Automated Machine Learning Approach for Smart Waste Management Systems; An Automated Machine Learning Approach for Smart Waste Management Systems". *IEEE TRANSACTIONS ON INDUSTRIAL INFORMATICS*, *16*(1).
36. Sánchez-Roldán, Z., Martín-Morales, M., Valverde-Espinosa, I., Zamorano, M. 2020. "Technical feasibility of using recycled aggregates to produce eco-friendly urban furniture". *Construction and Building Materials*, *250*, 118890.
37. Sarc, R., Curtis, A., Kandlbauer, L., Khodier, K., Lorber, K. E., Pomberger, R. 2019. "Digitalisation and intelligent robotics in value chain of circular economy oriented waste management – A review". *Waste Management*, *95*, 476–492.
38. Shahidepour, M., Li, Z., Ganji, M. 2018. "Smart Cities for a Sustainable Urbanization: Illuminating the Need for Establishing Smart Urban Infrastructures". *IEEE Electrification Magazine*, *6*(2), 16–33.
39. Singh, S., Ramakrishna, S., Gupta, M. K. 2017, Aralık 1. "Towards zero waste manufacturing: A multidisciplinary review". *Journal of Cleaner Production*. Elsevier.
40. Soltani, A., Sadiq, R., Hewage, K. 2017. "The impacts of decision uncertainty on municipal solid waste management". *Journal of Environmental Management*, *197*, 305–315.
41. Steenmans, K., Taylor, P., Steenmans, I. 2021. "Blockchain Technology for Governance of Plastic Waste Management: Where Are We?". *Social Sciences*, *10*(11), 434.
42. Wang, S., Wang, J., Yang, S., Li, J., Zhou, K. 2020. "From intention to behavior: Comprehending residents' waste sorting intention and behavior formation process". *Waste Management*, *113*, 41–50.
43. Yukalang, N., Clarke, B., Ross, K. 2018. "Solid waste management solutions for a rapidly urbanizing area in Thailand: Recommendations based on stakeholder input". *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *15*(7).
44. Zaman, A. U. 2015, Mart 15. "A comprehensive review of the development of zero waste management: Lessons learned and guidelines". *Journal of Cleaner Production*. Elsevier.
45. Zaman, A. U., Lehmann, S. 2011. "Urban growth and waste management optimization towards 'zero waste city'". *City, Culture and Society*, *2*(4), 177–187.
46. Zheng, J., Ma, G., Wei, J., Wei, W., He, Y., Jiao, Y., Han, X. 2020. "Evolutionary process of household waste separation behavior based on social networks". *Resources, Conservation and Recycling*, *161*, 105009.





SIFIR ATIK MEVZUATI'NIN AVRUPA BİRLİĞİ MÜKTESABATINA UYUMU AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

Aytaç YÜKSEL

Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, Avrupa Birliği ve Dış İlişkiler Genel Müdürü,
İstanbul Kültür Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kamu Hukuku ABD. (LLM). Avukat
aytac.yuksel@csb.gov.tr

Duygu BARUT

Marmara Üniversitesi Avrupa Araştırmaları Enstitüsü, Avrupa Siyaseti ve Ulus. İliş. ABD. (MA). Avukat
duygu.barut@csb.gov.tr

1. Giriş

20. yüzyılda benimsenen atıkların toplanması ve bertaraf edilmesi şeklindeki atık yönetim anlayışı, atık miktarlarının artması ve hammadde ihtiyacı nedeniyle terk edilmeye başlanmıştır. Atık yönetiminde atıkların bertarafı yerine atıkların değerli bir kaynak kabul edilerek kaynakların doğru bir şekilde yönetimi önem arz eden bir noktaya gelmiştir. Atığın aslında bir kirletici olmadığı, geri kazanılabilir, yeniden kullanılabilir, geri dönüştürülebilir bir kaynak ve hatta bir enerji kaynağı olduğu fikri yaygınlaşmaktadır. Bu fikir doğrultusunda, sürdürülebilirlik, döngüsel ekonomi ve sıfır atık gibi kavramlar ortaya çıkmıştır.

Ülkemizde de, “Sıfır Atık Projesi” adı altında 2017 yılında başlatılan sıfır atık çalışmaları öncelikle kamu kurum ve kuruluşlarında uygulanmaya başlanmış ve uygulama kademeli olarak yaygınlaştırılmıştır. Bu kapsamda, Çevre Kanunu’nda değişiklikler yapılarak sıfır atık uygulamasına ilişkin müstakil bir yönetmelik yayımlanmış, depozito yönetim sisteminin ulusal ölçekte oluşturulması amacıyla yetkilendirilen Türkiye Çevre Ajansı kurulmuştur. Avrupa Birliği’ne üyelik sürecinde “Çevre ve İklim Değişikliği” başlıklı 27. Fasal kapsamında ele alınan atık yönetimi politikaları, Avrupa

Birliği müktesabatında detaylı olarak düzenlenmiştir. Bu çerçevede; Atık Çerçeve Direktifi (2008/98/AT) başta olmak üzere bir kısım direktifler ve strateji belgeleri ile iç hukukumuzun uyumlaştırılması çalışmalarının bazıları tamamlanmış, bazıları için ise belirlenen hedefler doğrultusunda çalışmalara devam edilmektedir.

Bu çalışmanın amacı; atık mevzuatımızın sıfır atık yaklaşımıyla kısıtlı olarak genel ve sektörel düzeyde Avrupa Birliği müktesabatına uyumunun değerlendirilmesidir. Ancak bu değerlendirme yapılmadan evvel, öncelikli olarak atık kavramı, tarihsel süreçte atık yönetimi ve sıfır atık kavramı ile Avrupa Birliği müktesabatı ve ülkemizin çevre mevzuatının gelişim süreçlerine değinilecektir.

2. Atık Kavramı, Tarihsel Süreçte Atık Yönetimi ve Sıfır Atık Kavramı

2.1. Atık Kavramı

Atık kavramı, ulusal ve uluslararası birçok düzenlemede farklı şekilde tanımlanmıştır. Tehlikeli Atıkların Sınırlar Ötesi Taşınımının ve Bertarafının Kontrolüne İlişkin Basel Sözleşmesi'nde atıklar, "*ulusal kanunlar hükümleri uyarınca bertaraf edilen, edilmesi düşünülen veya gereken madde veya nesnelere*" şeklinde tanımlanmaktadır. AB atık mevzuatının çerçevesini oluşturan 2008/98/EC sayılı Atık Çerçeve Direktifi'nde ise atık kavramı, "*sahibinin attığı, atmak istediği veya atması gereken herhangi bir madde veya nesne*" olarak ifade edilmiştir. Atık kavramı benzer şekilde, 2872 sayılı Çevre Kanununun 2'nci maddesinde "*Herhangi bir faaliyet sonucunda oluşan, çevreye atılan veya bırakılan her türlü maddeyi*" ve 29314 sayılı ve 2 Nisan 2015 tarihli Resmî Gazete'de yayımlanan Atık Yönetimi Yönetmeliği'nin 4'üncü maddesinde "*üreticisi veya fiilen elinde bulunduran gerçek veya tüzel kişi tarafından çevreye atılan veya bırakılan ya da atılması zorunlu olan herhangi bir madde veya materyal*" şeklinde tanımlanmaktadır.

Uluslararası ve ulusal düzeydeki tanımlarına ek olarak atıklar; kullanışsız, ihtiyaç duyulmayan veya gereksinim fazlası olarak reddedilen, istenmeyen veya atılan eşyalar ile maddeler (Sapmaz Veral, 2018: 11), atması kullanmaktan ucuz olan ve negatif ekonomik değere sahip materyaller (Pichtel, 2005: 5), herhangi bir üretim ve/veya tüketim süreci sonucunda meydana gelen ve kullanıcısının istemediği katı, sıvı veya gaz halindeki maddeler (Alemayehu, 2004: 3), sahibinin atmak istediği ya da toplumun iyiliği, özellikle çevrenin korunması için mühendislik ilkelerine göre bertaraf edilmesi (Armağan, 2006) gereken taşınabilir nesnelere (Güler, 2011: 5) olarak veya kayıp, işe yaramazlık ya da kirlilik ile ilgili temalarla tanımlanabilmektedir.

Türleri bakımından ise atıklar; fiziksel ve kimyasal özelliklerine göre katı, sıvı ve gaz atıklar (Gündüzalp, Güven 2020), birleşimine göre orga-

nik ya da inert atıklar, kaynaklarına göre evsel katı atıklar, inşaat (hafriyat) atıkları, tehlikeli atıklar, tıbbi atıklar, ambalaj atıkları, elektronik atıklar, atık yağlar, atık pil ve akümülatörler, ömrünü tamamlamış lastikler ve ömrünü tamamlamış araçlar gibi kategorilerle sınıflandırılabilir (Tezel, Yıldız 2020: 38). Bu atık türlerine göre ise gerek uluslararası gerek ulusal düzeyde özel düzenlemelere gidilmektedir.

2.2. Tarihsel Süreçte Atık Yönetimi

Atık oluşumunun ve çevre korumanın tarihi, insanlık tarihi kadar geriye gitmektedir (Güneş, 2021: 42). Arkeolojik bulgulara göre, avcı-toplayıcı grupların bile alet yapımı için yontulup atılan taş parçaları, hayvan kemikleri ve körelince atılan aletlerden oluşan büyük miktarda atık biriktirdikleri anlaşılmaktadır. Her ne kadar bu düzeyde atık üretimi günümüzle kıyaslandığında önemsiz gibi görünse de artan teknoloji ve üretim kapasitesi beraberinde atık üretimi ile atıklara bağlı sorunları da artırmıştır. Bu kapsamda; tarihte bilinen ilk çevre koruma uygulamalarına Mısır, Mezopotamya, Anadolu ve Yunanistan'da ve takip eden yıllarda Roma'da (Güneş, 2021: 42), ilk çöp toplama ve çöplük oluşturma uygulamasına ise Minos Medeniyeti'nde rastlanmaktadır. Girit Adası'nda yerleşik olan bu medeniyetin başkenti olan Knossos'da katı atıklar aralıklarla açılan çukurlara depolanarak üzeri kapatılmaktaydı (Çeken, Yiğitbaşıoğlu 2018: 47).

İlerleyen yüzyıllarda da teknikteki ilerlemelere bağlı olarak çeşitli medeniyetlerce coğrafi ve demografik özelliklerine göre ürettikleri atıklara özellikle şehir ve kasabalarda çeşitli çözümler bulunmuştur. 1273'te hava kirliliğine karşı ilk kanuni düzenlemelerin ortaya çıktığı İngiltere'de, 1297 yılında yayımlanan bir kanun ile herkesin evinin önünü temiz tutması kanuni bir zorunluluk haline getirilmiş; 1349 yılında ise Kral III. Edward, belediye başkanına hitaben yazdığı bir mektupta, evlerden yollara atılan insan dışkılarının kirliliğe neden olduğunu ve bunun bir salgın hastalığa sebep olabileceğini belirterek atık ve halk sağlığı ilişkisine dikkat çekmiştir (Ulukent, 2010: 22). 1354 yılında gerçekleştirilen bir düzenleme ile çöplerin haftada bir kez toplanması uygulamasına başlanılmış; 1414 yılında ise kentin yöneticileri, çöp toplamakla görevli kişilerin işlerini aksattıklarını, sokakları pis bıraktıklarını gören ve bunu kendilerine bildirenlere ödül vereceklerini ilan etmişlerdir (Çeken, Yiğitbaşıoğlu 2018: 47). Tüm bu gelişmelere rağmen, Londra'da belediye tarafından yönetilen organize bir atık yönetiminin ve geri kazanım anlayışının oluşumu 19. yüzyılda gerçekleşebilmiştir (Velis, Wilson, Cheeseman 2009: 1285).

Batılı kentler gibi çöpün kirlitici etkilerinden muzdarip olan Yakın Doğu'daki kentlerden Allahabad'da, 19. yüzyılda, her gün 100 ton çöpü bertaraf eden ancak kent bütçesinin yarıdan fazlasına mal olan bir sistem kurulmuştur. Ancak bu denli maliyetli bir sistem çok az kent tarafından uygulanmıştır

(Ponting, 2008: 421). Uzak Doğu'da ise insanların çöplerini sokağa değil de evlerinin önündeki fiçılara boşalttığı bir sistem bulunmaktaydı. Birçok Çin kentinde temizlik görevlilerinin bu fiçuları çeltik tarlalarını gübrelemek amacıyla topladığı bir sistem kurulmuştur. Ancak bu sefer de halk bu gübreleme sisteminden kaynaklı bağırsak hastalıklarından, kurt ve şeritlerin neden olduğu rahatsızlıklardan korunamaz hale gelmiştir (Ponting, 2008: 421).

Osmanlı Devleti'nde ise Fatih Sultan Mehmet döneminde İstanbul özelinde hazineden finanse edilerek ilk çöp toplama sistemi kurulmuştur. Daha sonra ise finansman, esnaf sandıklarından karşılanmak üzere, atıklar "çöp subaşları"nın sorumluluğunda toplanmaya başlanmıştır. Toplanan çöpler ayrıştırılarak işe yarayan atıklar paylaştırılmış ve geriye kalan atıklar ise denize dökülmüştür. Bu dönemde, hem atıkların çoğunlukla organik ve evsel nitelikte olması hem de nüfusun kalabalık olmaması önemli çevre felaketlerinin yaşanmasının önüne geçiyordu (Çeken, Yiğitbaşıoğlu 2018: 48).

Sanayi öncesi tarım kökenli hayat tarzında, insanlar için nadiren endişe yaratan çoğu organik nitelikli yemek artığı ve kül gibi evsel atıklar, hayvan yemi ya da gübre olarak ekonomiye kazandırılmaktaydı (Bilgili, 2021: 688). O dönemin atıkları günümüz atıkları gibi inorganik olmadığından halk sağlığına etkisi de günümüzde üretilen atıklara göre kısıtlıydı. Ancak tarım toplumundan Sanayi Devrimi'ne kadar üretim kapasitesindeki artış ile paralel biçimde üretilen atık miktarı da artmıştır (Çeken, Yiğitbaşıoğlu 2018: 47-48). Ancak üretilen atıkların çoğunlukla doğada çözünebiliyor oluşu ve üretim kapasitesindeki kısıtlılık, küresel çapta bir atık sorununun ortaya çıkmasını engellemiştir.

19. yüzyılda buhar gücüyle çalışan makinaların icadıyla başlayan Sanayi Devrimi daha çok kentsel alanlarda yaşayan endüstriyel toplumun ortaya çıkmasına neden olmuştur. Buhar gücüyle artan üretim, toplumun refah talebinin ve tüketim eğilimlerinin aşırı ölçüde artmasına yol açmış ve yaşam kalitesinin ancak ekonomik ve fiziksel işlemlerle iyileştirilebileceğine bağlı olacağı inancı gelişmiştir (Bozkurt, 2018b: 14). Aşırı üretim artışı ise doğal kaynakların sınırsızca ve kontrolsüzce kullanımı sonucunu ortaya çıkarmıştır (Güneş, 2021: 43). Bu süreçlerin sonucunda kârı maksimize etmeyi amaçlayan yaklaşımların etkisiyle, doğa kendi başına bir değer olmaktan çıkarak refahın yükseltilmesi için sınırsızca kullanılan ve sömürülen bir ekonomik değer olarak algılanmaya başlanmıştır (Ardoğan, 2012: 90). Bu durum ise beraberinde atık üretimini ve daha çok da inorganik atık üretimini artırmıştır. Sınai üretimde kullanılan kimyasallar üretim süreçleri sonucunda veya yakıt olarak kullanılmak suretiyle çevreye zehirli atık olarak zarar vermeye başlamıştır.

Sanayi Devrimi ile birlikte artan üretime bağlı olarak çevre kirliliğinin etkileri ilk kez ciddi düzeylerde kendini göstermeye başlamıştır. O dönemin teknolojisi, dar alanlarda yoğunlaşmış sanayi tesislerinin yol açtığı

kirlenme ve gürültü durumunu önlemek için yeterli olmamıştır (Öztunç, 2006: 4). Bu sebeplerle; 19. yüzyılda Avrupa'da, havayı kirleten, insan sağlığı için tehlike yaratan, gürültü yapan işletmelere karşı çeşitli cezaları da içeren önlemler uygulamaya konulmuştur. 1857'de İngiltere'de, 1881'de ABD'de hava kirliliğini önlemek amacıyla bir dizi kanun çıkarılmış, Batı Avrupa'da çevrecilerin ve başka baskı gruplarının verdiği mücadeleler sonucu birçok siyasal parti çevre sorunlarını programlarına almış, bu konuda birçok kanun çıkarılarak kamuoyunda çevre kirlenmesine karşı duyarlılık oluşmaya başlamıştır (Öztunç, 2006: 6).

II. Dünya Savaşı sonrası dönemde ise, savaşın yarattığı büyük yıkım ve bu yıkımı ortadan kaldırmak amacıyla ekonomik kalkınmaya verilen önem, tüm sanayi kollarında hızlı bir gelişmeye imkân vermiş (Sapmaz Veral, 2018: 19) ve başarıya ulaşan ekonomik kalkınma, beraberinde birtakım çevre sorunlarını getirmiştir. 1956 yılında İngiltere'de yayımlanan Temiz Hava Kanunu başta olmak üzere, altmışlı yıllarda Finlandiya'da Su Kirliliği Kanunu, Belçika'da Temiz Hava Kanunu gibi çevrenin korunmasına yönelik mevzuatta gelişmeler yaşanmıştır (Güneş, 2021: 44).

Bu dönemde artan üretim kapasitesi, doğal kaynakların hızla tüketilmesi ve enerji ihtiyacının artması sonuçlarını doğurmuştur. Artan sanayileşmenin yarattığı enerji ihtiyacı sonucu 1942 yılında Enrico Fermi tarafından ilk nükleer reaktör geliştirilmiş ve takip eden yıllarda nükleer reaktörler ve nükleer kaynaklı elektrik üretimi artmıştır (Arıkan, 2007: 32). Atom enerjisinin keşfi ve enerji üretimi, tıp ve endüstri gibi alanlarda kullanılması dünyanın bu dönemde yeni karşılaştığı bir başka atık türü olan radyoaktif atıkların ortaya çıkmasına sebep olmuştur. İnorganik atık üretimi ve kimyasal ve radyoaktif atıklar başta olmak üzere tehlikeli atıkların artan yoğunluğu ise, atık yönetim sistemlerinin ve bu alandaki düzenlemelerin önemini artırmıştır.

Gelişmiş ülkelerin birbiriyle rekabet etmesi, gelişmekte olan ülkelerin ise gelişmiş ülkeleri yakalayabilmek amacıyla sınırsız bir büyüme çabasına girmesi kaynakların kontrolsüzce kullanımına sebep olmuş, buna bağlı olarak çevresel sorunlar hızla artış göstermiştir. Çevresel ve ekolojik problemlerin çözümü için kaynakların sınırsız olduğu varsayımıyla oluşturulmuş 'al-kullan-at' modeli şeklinde işleyen doğrusal ekonomi sistemi yerine kaynakların uzun süre kullanımını esas alan 'döngüsel ekonomi sistemi' kurgulanmıştır (Yüksel, 2022: 46-47). Tüm bu gelişmeler sonucu; "döngüsel ekonomi", "sürdürülebilirlik" ve "sıfır atık" gibi yaklaşımlar ortaya çıkmış ve uluslararası toplumun ve akademik çalışmaların önemli odak noktaları hâline gelmiştir.

2.3. Sıfır Atık Kavramı

Atık yönetimi, artan üretim miktarının ve sanayileşme ile enerji üretim sektöründeki gelişmelerin bir sonucu olarak özellikle yirminci yüzyı-

lin ikinci yarısından itibaren önemli artış göstermiştir. Bu döneme kadar uygulanan atık yönetim sisteminin yetersiz olması nedeniyle atıkların bertaraf edilmesi ve kaynak sorununa çözüm arayışı sıfır atık yaklaşımını ortaya çıkarmıştır. Üretim ve tüketim faaliyetleriyle ortaya çıkan atıkların çevre ve insan sağlığını tehlikeye atmadan yönetilmesi şeklinde tanımlanabilecek sıfır atık yaklaşımının genel nedeni olarak çevre ve kaynak sorunları ifade edilebilmektedir (Bilgili, 2021: 690). Bunun yanı sıra sıfır atık yaklaşımının önem kazanmasında; atık bertaraf sistemlerinin beraberinde çevre sorunlarına sebep olması, küresel ısınma ve doğal kaynakların kontrolsüzce kullanılması gibi küresel ölçekte sorunların artması ve teknolojik gelişmeler etkili olmuştur (Murray, 1999: 4). Bu sebepleri kısaca açıklamak gerekirse; sıfır atık yaklaşımından önce atıkların çoğu yakılarak veya depolanmak suretiyle bertaraf edilmekteydi. Ancak atıkların yakılması durumunda atmosfere toksik gaz salımı, toprak altı depolama durumunda ise yeraltı sularına atık sızıntısı gibi çeşitli sorunlar yaşanmaktaydı. Sıfır atık yaklaşımının önem kazanmasına sebep olan faktörler, doğal kaynakların tükenebilir nitelikte oluşu ve elde edilmesi sürecinin hem maliyetli hem de çevreye zarar veren nitelikte faaliyetler gerektirmesidir. Bu durum aynı zamanda döngüsel ekonomi anlayışının ortaya çıkmasına sebep olmuştur.

Çöp tenekesine atılan elbiselerden kâğıt, kemiklerden el yapımı bıçak, hayvansal yağlardan sabun, yapıştırıcı ve jelatin üretilmesi ile ilgili konuları tartışan Peter L. Simmonds, 1862 yılında yazdığı “Atık Ürünler ve İşlenmemiş Maddeler: Veya İhmal Edilen Alanlarda Girişimcilik İpuçları” adlı kitabıyla erken dönemde atık yönetimine ilişkin önemli bir çalışmaya imza atmıştır (Bilgili, 2021: 692).

Sıfır atık kavramının öncüleri olarak Amerikalı bilim insanı George Washington Carver ve Henry Ford sayılmaktadır. Ancak bu dönemde sıfır atık bir kavram olarak kullanılmamıştır. Carver 1893'te yayımladığı makalesinde doğadaki atıkların birçoğunun yeniden hammadde olarak kullanılabilirliğini belirtmiş ve atıkları “kılık değiştirmiş bir başka kaynak” olarak tanımlamıştır (Yaman ve Olhan 2010: 53-54). Ona göre fıstık, ceviz, tatlı patates gibi ürünlerden yüzlerce yan ürün ortaya çıkarılarak, “sıfır atık” argümanı ile sürdürülebilir bir sistem yaratmak mümkündür (Sanders ve Hwang 2014: 1). Henry Ford ise, 30'lu yıllardan itibaren atıklardan üretimde yararlanmaya başlamıştır (Yaman ve Olhan 2021: 53-54). Sıfır atık teriminin ilk kez kullanılması ise kimyager Paul Palmer tarafından bir amaç olarak ele alınması ile gerçekleşmiştir. Palmer kurduğu şirketle pek çok kimyasal atığı tekrar pazarlamıştır (Bilgili, 2021: 693).

Bu gelişmelerin takip edildiği 80'li yıllarda ise; ABD'de Büyük Çöp Yakma Tesislerine Karşı ve Güvenli Alternatifler Ulusal Koalisyonu kurulmuş ve ABD ve pek çok ülkede atıkların yakılarak bertaraf edilmesinin olum-

suz etkileri üzerine çalışmalar yapılmış, Seattle'da atığın kadar öde yaklaşımı ile geri dönüşüm ekonomik açıdan teşvik edilmiş, 1989'da California'da entegre atık yönetimi anlayışına ilişkin kanuni süreç tamamlanmış ve geri dönüşüm hedefleri belirlenmiştir (Bilgili, 2021: 694).

1990'larda çevresel kaygıların öne çıkmasıyla birlikte, atık yönetimi tartışmalarının odak noktası haline gelmiştir. Sorunların çözülebilmesi amacıyla, Almanya 1991 yılında ambalaj atık üretiminin azaltılabilmesi için vergileri artırmış, Danimarka ise atık bertarafına ilişkin vergiler koymuş, Avrupa Birliği çöp yakma tesislerinde gerçekleşen emisyon miktarlarının azaltılabilmesi için radikal önlemler alma yoluna gitmiş ve 1995'te ambalaj atıklarının azaltılabilmesi için bir Birlik düzeyinde bir direktif yayımlamıştır. Dünya genelinde ekonomi politikasındaki uluslararası eğilim, düzenlemeleri ve vergileri azaltmak iken, atıklar daha sıkı düzenlemelere ve daha yüksek vergilere tabi tutulmuştur (Murray, 1999: 6).

1996 yılına gelindiğinde ise, Canberra 2010 yılında ulaşmak üzere sıfır atık hedefini ve kanunlarını belirleyen ilk şehir olmuştur (Nizar vd., 2018: 6). 1998 yılında ise Canberra'yı sıfır atık yaklaşımını atık yönetiminin bir ilkesi olarak belirleyen Seattle ve Washington takip etmiştir (Nizar vd., 2018: 4). Bir başka önemli çalışma 2003 yılında Japonya'nın Tokushima şehrine bağlı Kamikatsu kasabasında "hiç atık üretmeyen kasaba" hedefidir. 1997 yılında Japonya'da ülke genelinde çöplerin yakılmasının yasaklanmasının ardından Kamikatsu'da Sıfır Atık Deklarasyonu (Zero Waste Academy 2003) yayımlanmıştır. Kasabada 45 farklı türde atık türü toplanmakta ve atıkların yüzde 80'i geri dönüştürülmektedir (Kizuna, 2021).

2002 yılında ise sıfır atık yaklaşımına yönelik ilk uluslararası organizasyon olan Uluslararası Sıfır Atık Birliği kurulmuştur (Zaman, 2015: 13). Sıfır atık yaklaşımına ilişkin yol gösterici nitelikte çalışmalar yapan ve 2004 yılında bu yaklaşımın tanımını yapan Birlik, 2009 ve 2018 yıllarında bu tanımını güncellemiştir (Bilgili, 2021: 696). Birlik'e göre, 2009 yılındaki tanım kapsamında sıfır atık yaklaşımı; insanların davranışlarını ve yaşam tarzlarını sürdürülebilir doğal döngüleri desteklemek için desteklemeye yönelik etik, ekonomik, verimli ve vizyoner bir hedefi ve atık ve malzemelerin hacmini ve toksisitesini önleyen, ortadan kaldıran, tüm kaynakları koruyan, geri kazanan, atıkları yakmayan veya gömmeyen şekilde ürün ve işlemlerin planlanmasını ifade eder (Zaman, 2015: 13). 2018 yılında Birlik tarafından güncellenen tanıma göre ise; ürünlerin, ambalajların ve malzemelerin sorumlu bir şekilde üretilmesi, tüketilmesi, yeniden kullanılması ve geri kazanılması yoluyla tüm kaynakların yakılmadan ve çevreye ya da insan sağlığına zarar vermeyecek şekilde toprağa, suya veya havaya herhangi bir deşarj olmaksızın korunmasıdır (Zero Waste International Alliance, 2018).

Gerek ulusal ve uluslararası mevzuatta yapılan tanımlamalara gerek doktrin ve sivil toplum kuruluşlarının tanımlamalarına bakıldığında, bu-

gün sıfır atık yaklaşımı; hammadde ve doğal kaynakların etkin yönetimi ile sürdürülebilir kalkınma ilkeleri doğrultusunda atık yönetimi süreçlerinde çevre ve insan sağlığının ve tüm kaynakların korunması amacıyla üretim, tüketim ve hizmet süreçlerinde atık oluşumunun önlenmesi, azaltılması ve yeniden kullanıma öncelik verilmesi, oluşan atıkların ise kaynağında ayrı biriktirilerek toplanması ve geri dönüşüm ve/veya geri kazanımının sağlanarak bertarafa gönderilecek atık miktarının azaltılması olarak tanımlanabilir. Yaklaşımın hedefleri ise, toplumun tüm kesimlerinde atık yönetimine ilişkin farkındalığın artırılması, atık üretiminin azaltılması ve önlenmesi, sıfır atık yönetiminin kurulabilmesi için ekonomik şartları sağlamak, sıfır atık yönetiminin işleyebilmesi için kanuni, idari ve teknik altyapıyı hazırlamak ve sıfır atık yönetiminin denetimini sağlamaktır.

3. AB Müktesabatında Sıfır Atık

3.1. AB'nin Atık Politikaları

Avrupa Ekonomik Topluluğu'nu kuran 1957 tarihli Avrupa Ekonomik Topluluğu Antlaşması (Roma Antlaşması)'nda çevrenin korunması ile ilgili herhangi bir düzenlemeye yer verilmemiştir. Bu dönemde, hem dünyada hem de Avrupa'da çevrenin korunması ile ilgili özel bir gündem söz konusu olmamıştır (Yaman ve Gül 2018: 202). Avrupa Birliği'nde 1972 yılında hazırlanan 1. Çevre Eylem Planı'na kadar ortak bir çevre politikasından bahsetmek mümkün değildir. Bunun yanında, Roma Antlaşması'yla aynı gün kabul edilen Avrupa Atom Enerjisi Topluluğu'nu (EURATOM) kuran Antlaşma'da ise nükleer enerjiyle ilgili çeşitli güvenlik önlemlerinden bahsedilmektedir. Ancak bu düzenlemeler çevreyi korumaya yönelik olmasından ziyade ortak bir güvenlik politikası oluşturma niyetiyle yapılmıştır.

Dünyada ortak bir çevre politikası oluşturmaya yönelik ilk önemli girişim Haziran 1972'de Stockholm'de gerçekleştirilen Birleşmiş Milletler İnsan Çevresi Konferansı olarak kabul edilmektedir (Yaman ve Gül 2018: 203). Konferansın etkisiyle Ekim 1972'de Paris'te gerçekleştirilen Zirve'de Avrupa Topluluğu bünyesinde çevre politikalarına yönelik ilk kez Devlet ve Hükümet Başkanları düzeyinde görüşülmüş ve Zirve sonucunda tüm üye ülkelerin Konferans'ta alınan kararlara uyulması konusunda anlaşmaya varılmıştır (Bozkurt, 2018a: 213; Duru, 2007: 3). Paris Deklarasyonu'nda Topluluk organlarınca 31 Temmuz 1973'ten önce çevre eylem planı oluşturulması öngörülmüş ve 1973 yılında ilk Çevre Eylem Planı oluşturulmuştur.

Ancak belirtmek gerekir ki, Tek Senet'e (1987) kadarki süreçte kurucu antlaşmalarda çevre politikası ile alakalı konular yer almamıştır (Yıldırım ve Budak 2005: 181). Tek Senet'ten önceki bu dönemde 1975 tarihli Atık Çerçeve Direktifi ve 1978 tarihli Toksik ve Tehlikeli Atıklar Hakkında Direktif niyet metinleri olarak ortaya çıkmış ancak önleme ve geri dönüşüme

ilişkin hedefler belirlenmemiştir (EEA 2016). 1984 yılında ise, teknik ve siyasi gelişmelere bağlı olarak tehlikeli atıkların taşınımı düzenlenmiştir (CPS 2012).

1950'li yıllardan beri süregelen iki kutuplu yapının çözülmeye başlaması, Avrupa ekonomisinin ABD ve Japonya karşısında gücünü koruması ve geliştirmesi ve belki de en önemlisi genişleme dalgasının (Özdemir, 2015: 314) başlaması, hantallaşan kurumsal yapının değişmesi ve yeni bir siyasi yapılanmaya geçme fikrini gündeme getirmiştir. Bu fikir de tek Pazar (McCormick, 2015: 89 vd) olarak gün yüzüne çıkmış ve 1950'lilerden beri ilk kez kurucu antlaşmada köklü bir değişim gerçekleşmiştir. Tek pazarın oluşturulması amacıyla emek, sermaye, mal ve hizmetlerin serbest dolaşımının sağlanması için üye devletlerin mevzuatlarında birçok değişiklik yapılmıştır (Mor, 2010: 514-515). Bu değişimlerden biri de çevre politikalarının kurucu antlaşmalarda kendine ilk kez yer bulmasıdır (Holzinger ve Sommerer 2014: 112). Avrupa Tek Senet'i 25. maddesi ile birlikte Roma Antlaşması'nın 3. kısmında 7 no'lu başlık oluşturularak 130, 130s ve 130t maddeleri eklenerek çevre ile ilgili konular Topluluk'un yetki alanına dâhil edilmiştir. Tek Senet çevre politikası "*önleyici eylemler kabul edilmeli, çevresel tahribat öncelikli olarak kaynağında düzeltilmeli ve kirleten ödemelidir*" temel prensiplerinin üstüne inşa edilmiştir (Bozkurt, 2018a: 224-225). Kirleten öder prensibi daha öncesinde çevre eylem planları çerçevesinde yürütülürken Tek Senet ile birlikte Avrupa Ekonomik Topluluğu (AET)'na dâhil edilmiştir (Langlet ve Mahmoudi 2016: 55). 1980'lerin başında 3. Çevre Eylem Planı'ndan itibaren çevre ile tarım, ulaştırma ve bölgesel politikalarla entegre etme çabası (Langlet ve Mahmoudi 2016: 58), Tek Senet'in 130r maddesinin ikinci fıkrasında "*...çevre koruma konusundaki gereklilikler Topluluğun diğer politikalarının bir parçasını oluşturur.*" şeklinde düzenlenerek açıklığa kavuşmuştur. Avrupa Tek Senet'inin Birlik'in yapısını belirlediği bu dönemde Basel Sözleşmesi'nin ve hükümet dışı örgütlerin etkisiyle 1989 yılında atık bertarafı için daha yüksek standartlar ve atıkların taşınımı için de sınırlandırmalar getiren Atık Yönetim Stratejisi yayımlanmıştır (Sapmaz Veral, 2018: 74).

Avrupa Birliği Antlaşması (Maastricht Antlaşması); Topluluğun siyasi yapısının ciddi dönüşüme uğradığı, "Topluluk" tan siyasal birliğe geçişteki en önemli adımdır. Maastricht Antlaşması ile birlikte kurumsal alanda üç sütunlu yapıya geçilmiş ve ekonomik birlik daha öteye taşınarak siyasal bütünleşme yolunda Avrupa Birliği resmen kurulmuştur (Özdemir, 2015: 316-317). Siyasal bütünleşmenin gerçekleşebilmesi için birçok politika alanının Birlik'in yetki kapsamına alınması öngörülmüş, bunun yanında daha önce yetki alanına alınmış olmakla birlikte bu süreçte daha net bir şekilde çevre politikasının geliştirilmesi hususunda daha kapsamlı düzenlemeler yapılması gerektiği belirtilmiştir (Ökmen, 2006: 333). Maastricht

Antlaşması'nın 2. maddesinde “...*Topluluğun bütünü içinde ekonomik faaliyetlerin uyumlu ve dengeli kalkınması, çevreye saygılı, sürekli ve enflasyonist olmayan bir büyüme...*” ve 3. maddesinde ise “Topluluk faaliyetlerinin çevre politikası içermesi” ilkeleri yer almıştır. Yukarıda bahsedildiği üzere Tek Senet ile “Çevre” başlıklı bölüme eklenen 130r, 130s ve 130t maddelerinde (Bozkurt, 2018a: 319-321) birtakım hukuki değişiklikler yapılmıştır. En önemli değişikliklerden birisi, 130s maddesinde yer alan çevre eylem programlarının kabulü usulü ortak karar alma mekanizması getirilerek Avrupa Parlamentosu'nun daha etkin hâle getirilmesidir. Bir başka önemli değişiklik ise, 130t maddesinde çevre konusundaki koruma önemlerinde Birlik hukukunun ulusal hukuktan daha üstün tutulması hususudur.

Amsterdam Antlaşması'nın 2'nci maddesine sürdürülebilir kalkınma modeli açık bir şekilde eklenmiş, ekonomik ve sosyal hedeflerin bu modelde birlikte ilerlemesi Topluluk'un hedefleri arasına alınmıştır (Michelsen, 2019: 51). Yine 2'nci maddede bu hedefler gerçekleştirilirken “*çevrenin yüksek düzeyde korunması ve kalitesinin iyileştirilmesi*” amaçlanmıştır. Antlaşma'da bu hedeflerin bir yükümlülük olarak konulması, Maastricht Antlaşması'nın bir adım önüne geçtiğini göstermektedir (Jan vd., 2003: 8).

2004 yılında Avrupa Birliği'nin genişleme stratejilerine yönelik olarak hazırlanan Nice Antlaşması ve Avrupa Birliği'nin anayasası olarak nitelendirilebilecek Lizbon Antlaşması'nda çevre politikalarına yönelik önemli bir değişiklik getirilmemiştir (Güneş, 2011: 17). Ancak Avrupa Birliği'nin Çalışma Usulüne İlişkin Antlaşma, çevrenin korunmasına ilişkin bir kısım önemli hükümler içermektedir. İlk olarak Antlaşma'nın 114'üncü maddesinin dördüncü fıkrasında “*Bir uyumlaştırma tedbirinin Konsey ve Avrupa Parlamentosu veya Konsey veyahut Komisyon tarafından kabul edilmesinden sonra, eğer bir üye devlet 26. maddede belirtilen temel zorunluluklara veya çevrenin veyahut çalışma ortamının korunmasına ilişkin ulusal hükümleri muhafaza etmeyi gerekli görüyorsa, bu hükümleri bunların muhafaza edilmesinin dayanaklarıyla birlikte Komisyona bildirir.*” ifadesi yer almaktadır.

Avrupa Yeşil Mutabakatı'nın ortaya koyduğu çevre ve iklim eylemi hedeflerini desteklemek için belirlenen 8. Avrupa Birliği Çevre Eylem Programı ise, 2021-2030 yılları arasında biyolojik çeşitlilik kaybı, iklim değişikliği, kaynak kullanımı ve kirlilik gibi iklim ve sürdürülebilirlik sorunlarına odaklanmıştır (European Parliament, 2022).

Atık mevzuatına ilişkin olarak ise, 2000'li yıllara yaklaşırken Birlik'in atık yönetiminde dikkat çeken eksiklikleri sonucu bir dizi direktif yayımlanmıştır. Bunların başlıcaları; Ambalaj ve Ambalaj Atıkları Direktifi (1994/62/EC), Düzenli Depolama Direktifi (1999/31/EC), Ömrünü Tamamlamış Araçlar Direktifi (2000/53/EC), Atık Yakma Direktifi (2000/76/EC), Elektrikli ve Elektronik Eşyalarda Bazı Zararlı Maddelerin Kullanımının Sınırlandırıl-

masına ilişkin Direktif (2002/95/EC), Atık Elektrikli ve Elektronik Eşya Direktifi (2002/96/EC), Entegre Kirlilik Önleme ve Kontrolü (IPPC) Direktifi (2008/1/AB) ve Atık Çerçeve Direktifi (2008/98/AT)'dir (EEA 2016). Çalışmamızın devam eden bölümlerinde ise “Yeni Döngüsel Ekonomi Eylem Planı” ve diğer strateji belgeleri kapsamında Avrupa Birliği tarafından atığa ilişkin müktesebatta döngüsel ekonomi yaklaşımı çerçevesinde gerçekleştirilen revizyonlar, belirlenen hedefler (Mısır ve Arıkan 2022: 70), atık yönetim ilkeleri ve ulusal mevzuatımızın uyumu üzerinde durulacaktır.

3.2. AB Müktesabatının İncelenmesi

Artan talep ve üretim kapasitesi, kaynakların yoğun kullanımı, üretim süreçlerinde ve tüketim sonrası ortaya çıkan atıkların ortaya çıkardığı problemler Avrupa Birliği'ni çevre politikalarını yeniden düzenlemeye zorlamıştır. Avrupa Birliği müktesabatı incelendiğinde Avrupa Birliği atık yönetim mevzuatının atık yönetimi hiyerarşisine uygun olarak düzenlendiği görülmektedir (Mısır ve Arıkan 2022: 70). Atık yönetim hiyerarşisine göre; öncelikle atık oluşumunun önlenmesi, önlemenin mümkün olmadığı hallerde atık oluşumunun azaltılması ve devamında sırasıyla ürünlerin yeniden kullanım imkânlarının artırılması, geri dönüşüm oranlarının artırılması, atıktan enerji elde edilmesi ve son olarak atıkların çevreye zarar vermeksizin bertaraf edilmesi gerekmektedir (Directive 2008/98/EC).

Bu yaklaşım doğrultusunda; 2015 yılında yayımlanan “Döngüsel Ekonomi Eylem Planı” ile birlikte müktesebatta değişiklikler yapılmış ve hedefler belirlenmiştir. Bu kapsamda yapılan değişiklikler ve belirlenen hedeflere;

- Ambalaj ve Ambalaj Atıkları Direktifi'nde yapılan değişiklikle 2030 yılı sonuna kadar ambalaj atıklarının yüzde 70'inin geri dönüşümünün sağlanması ve tek kullanımlık plastik poşet kullanımının azaltılması,
- Düzenli Depolama Direktifi'nde yapılan değişiklikle 2035 yılına kadar düzenli depolama alanlarında bertaraf edilecek atık miktarının toplam atık miktarının yüzde 10'unu aşmaması (Directive 1999/31/EC),
- Atık Çerçeve Direktifi'nde yapılan değişiklik ile 2035 yılına gelindiğinde kentsel katı atıkların yüzde 65'inin yeniden kullanım ve geri dönüşümünün sağlanması (Directive 2008/98/EC) ve
- Plastik Ürünlerin Çevre Üzerindeki Etkisinin Azaltılması Direktifi ile pet şişe üretiminin azaltılması (Directive 2019/904) hedefleri örnek gösterilebilir.

Ancak tüm bu değişikliklere rağmen, 11.03.2020 tarihinde yayımlanan “Yeni Döngüsel Ekonomi Eylem Planı (European Commission 2020)” du-

yurulmuş ve günümüzde Avrupa Birliği'nin atık yönetim stratejilerinin temel metni olarak yerini almıştır.

2020 yılında yayımlanan Eylem Planı'nda belirlenen hedefler:

- Karbon ayak izinin azaltılması,
- Geri dönüşüm performansının artırılması,
- Atık materyallerden yeniden üretim imkânının artırılması,
- Tek kullanımlık ürünlere olan talebin azaltılması,
- Materyal ve ürün kalitesinin artırılması,
- Ürünlerin yeniden kullanımı ve onarılmak suretiyle yeniden kullanım kapasitesinin artırılması,
- Ürünlerin dayanıklılığının artırılması,
- Kullanım sağlığı ve kalitesini azaltmamak koşuluyla geri dönüştürülmüş ürün kullanımının artırılması,
- Tehlikeli kimyasal içeren ürünlerin kullanımının azaltılması,
- Üretim ve dağıtım süreçlerinde kaynak ve enerji verimliliğinin artırılması,
- Ürünlerin bilgilerinin dijitalleşmesi ve
- Sürdürülebilirlik ölçütlerine göre üreticilerin ödüllendirilmesi yoluyla teşvik sağlanması olarak örneklendirilebilir (European Commission, 2020).

Yeni Döngüsel Ekonomi Eylem Planı'nın yayımlanması sonrası Avrupa Birliği müktesabatında yapılan ve yapılması hedeflenen değişiklikler;

- Pil ve akümülatör atıkları,
- Ambalaj atıkları ve plastik atıklar,
- Tekstil atıkları,
- İnşaat ve bina atıkları ve
- Su ve gıda atıkları başlıklarında incelenebilir.

Avrupa Birliği'nin atık yönetim sisteminin anlaşılabilmesi için atık türlerine göre düzenlemeler ve hedefler içeren direktiflerden önce 2008/98/EC sayılı Atık Çerçeve Direktifi incelenmelidir. Tüm atık türlerine dair genel nitelikte düzenlemeler içeren Atık Çerçeve Direktifi, atık yönetimine ilişkin genel ilkeler, hedefler ve atık hiyerarşisini belirlemektedir (Güneş, 2011: 371 vd). Atığı "sahibi tarafından atılan, atılmak istenilen veya atılması gereken madde veya nesne" olarak tanımlayan Direktif, bir madde veya nesnenin atılmak istenmesi veya atılması durumunda subjektif atık;

atılması gerekmesi durumunda ise objektif atıktan söz etmektedir. Anılan Direktifin en önemli düzenlemelerinden biri ise, atık hiyerarşisidir. Direktifin 4'üncü maddesinin birinci fıkrasında yer alan *“Atıkların önlenmesi ve yönetimi alanındaki hukuki düzenlemeler ile siyasi tedbirlerin öncelik sırası olarak esas alacağı atık hiyerarşisi şu şekildedir: a) önleme, b) tekrar kullanım için hazırlama, c) geri dönüşüm, d) enerjik değerlendirme gibi sair değerlendirmeler, e) bertaraf etme”* hükmü ile atık hiyerarşisi kavramına ve bu hiyerarşinin aşamalarına açıkça yer verilmiştir (Güneş, 2011: 380). Üye devletler ise, atık hiyerarşisini uygularken çevrenin korunması için en uygun olan seçenekleri teşvik etmekle, Direktif'in uygulanmasını sağlamakla görevli ve yetkili bir kurum oluşturmak veya tanımlamakla, mali ve teknik şartları dikkate alarak entegre atık tesisleri kurmak ve atık yönetiminde *“kirlenen öder”* ilkesini uygulamakla yükümlüdür. Atıkların önlenmesine ilişkin olarak üreticiler, genişletilmiş üretici sorumluluğu kapsamında iade edilen ürünlerin ve ürünler kullanıldıktan sonra oluşan atıkların geri alınması, bu atıkların uygun şekilde yönetimi ve bu faaliyetlerden doğan mali sorumluluklar ile atık önleme programlarının hazırlanmasını içeren bir dizi mükellefiyete sahiptir. Atıkların değerlendirilmesine ilişkin olarak ise, Direktif'in 10'uncu maddesinin ikinci fıkrası ile atıkların ayrı ayrı toplanması ve imkân olması halinde karıştırılmaması öngörülmektedir. Son olarak atık yönetiminden sorumluluk ise, atık üretici veya sahibi ile atıkların işlenmesini bizzat gerçekleştiren ya da atıkların işlenmesinde faaliyet gösteren tacir, kurum, işletme, özel veya kamusal atık toplayıcısı nezdinde doğmaktadır (Güneş, 2011: 382).

30 Mayıs 2018 yılında yapılan son değişiklikle yürürlükte bulunan Piller ve Akümülatörler ile Atık Pillere ve Akümülatörlere İlişkin 2006/66/EC sayılı Direktif, pil ve akümülatör atıklarının iyileştirilmesi, bertaraf yöntemlerinin belirlenmesi ve bu ürünlerdeki ağır metal miktarının azaltılması amaçlarını taşımaktadır (Sapmaz Veral, 2018: 80). 2019 yılında yapılan değerlendirme çalışmaları sonucunda anılan Direktif, her ne kadar çevreye olumlu katkıları görülmüş olsa da amaçlarına ulaşamaması ve üretimde kullanılan hammaddelerde dışa bağımlılığı azaltmaması nedeniyle eleştirilmiştir (Emil ve Bayülker 2021: 21; Equilibre des Energies 2019). Bunun üzerine, AB Komisyonu'nun 10 Kasım 2020 tarihli kararı ile mezkûr Direktif'in değiştirilmesine karar verilmiştir. Yapılan değişiklikle, Avrupa Birliği sınırlarındaki pil ve akümülatörlerin sürdürülebilir, verimli, döngüsel, geri dönüştürülebilir ve hammadde olarak yeniden kullanılabilir olması amaçlarıyla somut hedeflerle üretim süreçlerinde sera gazı salınımlarının azaltılması, kaynak verimliliğine önem verilmesi ile beraber, tüm üretim süreçlerinde ve üründe çevreye zararlı materyallerin kullanım kriterleri belirlenmiştir. Belirlenen somut hedeflerden başlıcaları; 2030 yılı itibarıyla taşınabilir atık pillerin yüzde 70'inin toplanması, 1 Ocak 2026 tarihine kadar pil pasaportu uygulamasına başlanması, 1

Ocak 2031 tarihinden itibaren şarj edilemeyen taşınabilir pillerin kullanımına son verilmesi, pil üretiminde kullanılan kobalt, kurşun, lityum ve nikelin 2035 yılından itibaren sırasıyla yüzde 20, 85, 10 ve 12 oranında geri dönüştürülmüş materyallerden üretilmesi ve tüm ithal pillere bu kuralların uygulanmasıdır. Ayrıca Direktif ile karbon ayak izi, geri kazanılmış içerik, etiketleme, QR kod, pil pasaportu, ithal pillerin durumu, elektronik değişim sistemi, kamu alım prosedürleri, pil yönetimi ile performans ve dayanıklılık kriterleri belirlenmiştir (TÜSİAD, 2021: 21).

30 Mayıs 2018 yılında yapılan son değişiklikte yürürlükte bulunan 94/62/EC sayılı Ambalaj ve Ambalaj Atığı Direktifi, atık hiyerarşinin uygulanması yoluyla ambalaj atıklarının üretiminin azaltılmasını, geri dönüşüm imkânlarının artırılmasını ve bu yolla bu tür atıkların çevreye olumsuz etkisini azaltmayı amaçlamaktadır. Ancak Direktif, geri dönüşüm ve ambalajların nitelikleri gibi konularda daha somut hükümler getirilmesi gerektiği yönünden eleştirilmiştir (European Commission, 2021a). Ambalaj ve Ambalaj Atığı Direktifi ile tek kullanımlık plastiklerin kullanımının yasaklanması ve genişletilmiş üretici sorumluluğu kapsamında geri dönüşümün desteklenmesi ve sair hedefler belirlenmiştir. Atık Çerçeve Direktifi ile ise, ambalaj atıklarının toplam kütesinin yüzde 60'ının geri dönüşümünün sağlanması ya da yakılarak bu atıklardan enerji elde edilmesi amaçlanmaktadır.

Yeni Döngüsel Eylem Planı'nda döngüsel ekonomi hedeflerine ulaşılabilmesi için öncelikli sektörler arasında yer alan tekstil sektöründe daha rekabetçi ve çevreye duyarlı bir tekstil sektörünün yaratılması amacıyla Avrupa Komisyonu'nca 30 Mart 2022 tarihinde "Sürdürülebilir ve Döngüsel Tekstil için AB Stratejisi" yayımlanmıştır (European Commission, 2022). Söz konusu strateji belgesine göre, 2030 yılına kadar AB pazarına sunulan tekstil ürünlerinin büyük oranda geri dönüştürülmüş materyallerden üretilmesi, çevre dostu üretim yöntemleri ile üretilmesi, sağlığa zararları hammaddeler içermemesi, geri dönüşümünün mümkün, uzun ömürlü ve dayanıklı olması ve tekstil sektöründe atık hiyerarşisinin işletilmesi gerekmektedir. Ayrıca "Hızlı modanın modası geçti" yaklaşımı ile tekstil ürünlerinin yeniden kullanım ve onarımının teşvik edilmesi amaçlanmaktadır (Dalğakıran, 2022).

İnşaat ve yapı sektöründe ise, 16 Temmuz 2021 tarihinde yapılan değişiklikte yürürlükte bulunan 89/106/EEC sayılı Yapı Malzemeleri Direktifi; yangın emniyeti, kullanım emniyeti, hijyen, sağlık ve çevre koşullarının korunması, denge ve mekanik mukavemetin sağlanması, enerji tasarrufu ile ısı ve ses yalıtımının sağlanmasına ilişkin şartlar belirlemektedir. Ayrıca Atık Çerçeve Direktifi ile inşaat ve yıkıntı atıklarında hedef yüzde 70 oranında geri dönüşüm olarak belirlenmiştir (Sapmaz Veral, 2018: 82).

Atık Çerçeve Direktifi ve Çiftlikten Sofraya Stratejisi kapsamında şekillenen gıda sektöründe ise; gıda atıklarının, küresel kalkınma hedef-

leri kapsamında 2030 yılına kadar yarıya indirilmesi, israfın önlenmesi, gıda hiyerarşisine uygun hareket edilmesi ve kimyasal gübre kullanımının azaltılması hedeflenmektedir. 2020/741 sayılı Suyun Yeniden Kullanımının Asgari Şartları Direktifi'nde, arıtılmış atık suyun tarımsal alanda yeniden kullanımı için şartlar belirlenmiştir. 98/83/EC sayılı İçme Suyu Direktifi'nde ise, suların toksik etkiden korunması, su kaynaklarına ilişkin kalitenin korunması için kirleten öder prensibinin işletilmesi, kentlerde su geri kazanım olanaklarının geliştirilmesi ve ambalajlı suya olan bağımlılığın azaltılması gibi hedefler belirlenmiştir.

Yeni Döngüsel Ekonomi Eylem Planı'nda belirlenen hedeflere ve gerçekleştirilen revizyonlara paralel biçimde 2050'de sınırlarını iklim nötr hâle getirmeyi amaçlayan Avrupa Yeşil Mutabakatı (European Commission, 2019) ve Avrupa Komisyonu tarafından yayımlanan "Hava, Su ve Toprakta Sıfır Kirliliğe Doğru Eylem Planı (European Commission, 2021b)" kapsamında; sıfır kirlilik, toksik maddelerden çevrenin korunması, endüstride döngüsel ekonomiye geçilmesi, hava kirliliğinin, kentsel atıkların ve denizlerde plastik kirliliğinin azaltılması hedefleri başta olmak üzere atık yönetimine ilişkin hedefler belirlenmiştir.

4. Türk Mevzuatında Sıfır Atık

4.1. Türkiye'nin Atık Politikaları

Türkiye'nin çevre ve atık yönetimine ilişkin mevzuat çalışmaları ile politikalarına ilgi göstermesi genel olarak Avrupa Birliği'ne katılım süreci ile paralellik göstermektedir. 1959 yılında Avrupa Ekonomik Topluluğu'na başvuru ile başlayan süreç, 1999 yılında Helsinki Zirvesi ile Türkiye'ye adaylık statüsü verilmesi ve Brüksel Zirvesi'nde alınan kararla 2005 yılında müzakerelere başlanmasıyla devam etmiştir (Yaman ve Gül 2018: 1272). Uyum politikalarının bir sonucu olarak da çevre politikası alanında müktesebata uyum kapsamında mevzuat çalışmaları yapılmıştır. Belediye atıkları, ambalaj atıkları, tıbbi atıklar, tehlikeli atıklar, hafriyat toprağı, inşaat ve yıkıntı atıkları, atık pil ve akümülatörler, atık motor yağları, atık sanayi yağları, bitkisel atık yağlar, ömrünü tamamlamış lastikler, atık elektrikli ve elektronik eşyalar ve ömrünü tamamlamış araçlar gibi atıklara özel düzenlemeler çıkarılması yoluyla atık yönetim politikalarında müktesebata uyum sağlanması amaçlanmıştır (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı 2017).

Türkiye'nin çevre ve atık politikalarında en önemli düzenleme 1982 Anayasası'nın 56'ncı maddesinde yer alan "Herkes, sağlıklı ve dengeli bir çevrede yaşama hakkına sahiptir. Çevreyi geliştirmek, çevre sağlığını korumak ve çevre kirlenmesini önlemek Devletin ve vatandaşların ödevidir" hükmüdür. Bu düzenleme ile, çevre kirliliğinin önlenmesinin hem devletin

hem de vatandaşların yükümlülüğü olduğu açıkça vurgulanmıştır. 1924 ve 1961 Anayasaları'nda ise, çevre ile ilgili bir düzenlemeye yer verilmemiştir. 1982 Anayasası yürürlüğe girmeden önce ülkemizin çevre ve atık politikaları Medeni Kanun, Orman Kanunu, Umumi Hıfzıssıhha Kanunu, Belediye Kanunu, Kara Avcılığı Kanunu ve Su Ürünleri Kanunu gibi düzenlemelerle belirlenmiştir.

1982 Anayasası'nın hemen ardından Anayasamızın 56'ncı maddesi hükmünün hayata geçirilmesi amacıyla 1983 yılında 2872 sayılı Çevre Kanunu yürürlüğe girmiştir. Çevre Kanunu ile *“Bütün canlıların ortak varlığı olan çevrenin, sürdürülebilir çevre ve sürdürülebilir kalkınma ilkeleri doğrultusunda korunmasını sağlamak”* amacı belirlenerek sürdürülebilir kalkınma ve sürdürülebilir çevre hedefleri bir araya getirilmiştir.

Türk çevre politikaları, 2000'li yıllarda ise Avrupa Birliği müktesabatına uyum çalışmaları kapsamında şekillenmiştir (Turgut 2017: 44; Güneş 2021: 50). Özellikle 2006 yılında Çevre Kanunu'nda yapılan değişiklikler ile Kanun'a çevre hukukunun temel ilkeleri eklenmiş ve kalkınma hedeflerini çevre koruma hedeflerinin önünde tutan düzenlemeler mülga edilmiştir.

2018 yılında Kanun'un 29'uncu maddesinin ikinci fıkrasına, *“Atıkların kaynağında ayrı biriktirilmesi ve toplanması amacıyla sıfır atık yönetim sistemini kuran ve uygulayan belediyelere, il özel idarelerine, kurum, kuruluş ve işletmelere Bakanlıkça teşvik uygulaması yapılır.”* hükmü eklenerek sıfır atık uygulamasının kamu kurum ve kuruluşları tarafından uygulanmasının yaygınlaştırılması hedeflenmiştir. Bu değişikliklerle birlikte sıfır atık uygulamasına ikincil düzenlemelerin yanı sıra kanunda da yer verilmiştir.

2019–2023 yılları arası dönemi kapsayan 11. Kalkınma Planı'nın “Çevrenin Korunması” başlığında,

- Her alanda çevre ve iklim dostu uygulamaların gerçekleştirilmesi,
- Toplumun her kesiminin çevre bilinci ile duyarlılığının artırılması, çevre konusunda kurum ve kuruluşların görev, yetki ve sorumluluklarının netleştirilerek kamu, özel sektör, mahalli idareler ve STK'ler arasında koordinasyon ve iş birliği geliştirilmesi,
- Kamu kurum ve kuruluşlarının birbirleri ve mahalli idareler ile yetki ve görevlerindeki uyumun geliştirilmesine, çatışmaların giderilmesine ve uygulamada eşgüdüm ile diğer paydaşlarla iş birliğinin güçlendirilmesine yönelik mevzuatın geliştirilmesi,
- Çevre etiket sistemi yaygınlaştırılması,
- Uluslararası yükümlülükler kapsamında kimyasalların etkin yönetimine yönelik mevzuat çalışmaları yapılması,

Sair başlıklarında ise atık yönetimi ve sıfır atık yaklaşımına ilişkin olarak;

- İçme suyu, atık su ve katı atık hizmetleri olmak üzere kentsel altyapı yatırımlarıyla yaşam kalitesi iyileştirilmesi,
- Tekstil sektöründe firmaların optimum teknoloji seçiminin, çevreyi korumaya yönelik mevzuata uyumunun, enerji verimliliğinin ve atıkların yeniden kullanımına yönelik faaliyetleri ile değer zincirindeki diğer paydaşlarla iş birliği yapmalarının desteklenmesi,
- Turizm bölgelerinde içme suyu, kanalizasyon, katı atık bertaraf ve atık su arıtma altyapı yatırımları gerçekleştirilmesi,
- Atık suyun insan ve çevre sağlığına etkilerinin en aza indirilerek etkin yönetiminin gerçekleştirilmesi; atıkların insan ve çevre sağlığına etkilerinin en aza indirilerek etkin yönetiminin gerçekleştirilmesi için azaltılması, geri dönüşüm ve geri kazanımın sağlanması ve bertaraf edilmesi,
- Arıtılmış atık suların başta tarım olmak üzere yeniden kullanılması için havza bazında planlama yapılması ve su kaynakları üzerindeki baskının azaltılması,
- Atık su arıtma tesislerinin etkin şekilde çalıştırılması için kamu özel işbirliği (KÖİ) modelinin yaygınlaştırılması,
- Atık suya ilişkin denetim, teknik bilgi eksikliği ve kapasite gibi mevcut engellerin hızlı ve etkin şekilde ortadan kaldırılması,
- Katı atık yönetiminin etkinleştirilerek atık azaltma, kaynakta ayırma, ayrı toplama, taşıma, geri kazanım, bertaraf safhaları ve düzensiz/vahşi döküm alanlarının rehabilitasyonu, teknik ve mali yönden bir bütün olarak geliştirilmesi,
- Sıfır Atık Projesi uygulamalarının yaygınlaştırılması hedeflerine yer verilmiştir (T.C. Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı 2021).

AB seviyesinde entegre ve ortak bir atık politikasının sağlanabilmesi için gerekli düzenlemeler aşama aşama gerçekleştirilmiş ve birçok mevzuat, strateji belgesi ve eylem planı yayınlanmıştır. Bu bağlamda, AB müktesabatına uyum sağlanması için değişen ihtiyaçlara yönelik gerekli mevzuat düzenlemelerinin hayata geçirilmesi ve yeni yatırımların uygulamaya konması zorunluluğu büyük önem taşımaktadır (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı 2016: 48).

Günümüzde yürürlükte bulunan ve sıfır atık yaklaşımı ile ilgili bulunan başlıca yönetmeliklerimiz ise Sıfır Atık Yönetmeliği ve Atık Yönetimi Yönetmeliği olup çalışmamızın kapsamı gözetilerek aşağıda bu yönetmelikler ile sair mevzuatımızın Avrupa Birliği müktesabatına uygunluğu üzerinde durulacaktır.

4.2. Türk Mevzuatının İncelenmesi ve AB Müktesabatına Uyumu

Ülkemizin sıfır atık yaklaşımına yön veren temel düzenlemelerin en başında Sıfır Atık Yönetmeliği gelmektedir. Anılan Yönetmelik, Çevre Kanunu'nun 8, 11, 12 ve 13'üncü maddeleri ile 1 sayılı Cumhurbaşkanlığı Kararnamesinin 97, 103 ve 104'üncü maddelerine dayanılarak hazırlanmış ve 12 Temmuz 2019 tarihinde yürürlüğe girmiştir. Yönetmelik ile sıfır atık yönetiminin amaçları, kapsamı, Bakanlık, il müdürlükleri, mülki idareler ile mahalli idarelerin görev ve yetkileri, sıfır atık yönetim sistemini kurma yükümlülüğü ve sıfır atık belgesi konularında düzenlemeler getirilmiştir. Anılan Yönetmelik, Atık Yönetimi Yönetmeliği ile birlikte uygulanabilecek mahiyette olup, atık yönetimi açısından her iki düzenlemenin de birlikte değerlendirilmeleri gerekmektedir.

Sıfır atık yönetimine ilişkin temel prensipler Yönetmeliğin "Genel Esaslar" başlıklı 5'inci maddesinde belirlenmiştir. Buna göre; üretim, tüketim ve hizmet süreçlerinde kaynakların verimli kullanılması amacıyla atık oluşumunun önlenmesi, atık oluşumunun önlenmesinin mümkün olmadığı durumlarda atıkların azaltılması ve ürün ve malzemelerin yeniden kullanım olanaklarının değerlendirilmesi gerekmektedir. Oluşan atıkların ise, türlerine göre ayrı ayrı biriktirilmesi ve geçici depolama sırasında insan ve çevre sağlığını koruyan önlemler alınması esastır. Ayrı olarak biriktirilen atıkların karıştırılmadan toplanması ve öncelikle geri dönüşüm/geri kazanımlarının sağlanması, mümkün olmaması hâlinde ise çevre kirliliğine yol açmayacak şekilde nihai bertarafının sağlanması hedeflenmektedir. Atıkların maddesel veya enerji geri kazanımı amacıyla kullanılarak ekonomiye kazandırılması yaklaşımının öncelikli olarak tercih edilmesi ve düzenli depolamaya gönderilen atık miktarının azaltılması ve bu yolla kaynak ve enerji verimliliğinin artırılması hedeflenmektedir. Yönetmelikte atık hiyerarşisini belirleyen bu hükmün, AB atık mevzuatının çerçevesini oluşturan 2008/98/EC sayılı Atık Çerçeve Direktifi'nin 4'üncü maddesinin birinci fıkrasında belirlenen atık hiyerarşisine uygun bir şekilde düzenlendiği ve Yönetmelik'te "atık oluşumunun önlenmesinin mümkün olmadığı durumlarda atıkların azaltılması" ilkesinin belirlemesiyle atık hiyerarşisini detaylandırdığı değerlendirilmektedir. Atık Yönetimi Yönetmeliği'nin "Genel İlkeler" başlıklı 5'inci maddesinde yer alan düzenlemeler de Sıfır Atık Yönetmeliği ile aynı doğrultuda olup benzer şekilde atıkların azaltılması hedefine yer verilmiştir.

Sıfır Atık Yönetmeliği ve Atık Yönetimi Yönetmeliği'nde Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığının atık yönetim stratejilerinin temel aktörü olduğu görülmektedir.

Sıfır Atık Yönetmeliği ile Bakanlığın görev ve yetkileri;

- Sıfır atık yönetim sistemine ilişkin plan, program, politika ve hedefleri içeren Sıfır Atık Yönetimi Eylem Planı'nı hazırlamak/hazırlamak, güncellemek/güncellenmesini sağlamak,

- Sıfır Atık Koordinasyon Kurulu'nun oluşturulmasına ve işleyişine ilişkin usul ve esasları belirlemek,
- Atık önlemeye ilişkin politikalar belirlemek,
- Atık önleme tedbirlerinin uygulanmasını izlemek ve değerlendirmek,
- Sıfır Atık Bilgi Sistemi'ni hazırlamak/hazırlatmak, performans göstergeleri oluşturmak ve yayımlamak,
- Bu Yönetmelik'in uygulanmasına yönelik iş birliği ve koordinasyonu sağlamak, izleme ve denetim altyapısını oluşturmak ve gerekli idari tedbirleri almak olarak belirlenmiştir.
- Atık Yönetimi Yönetmeliği'nde ise Bakanlığın görevleri;
- Atıkların çevreyle uyumlu bir şekilde yönetimini sağlayan program ve politikaları saptamak, kılavuzlar hazırlamak, eğitim düzenlemek/düzenlettirmekle, bu Yönetmelik'in uygulanmasına yönelik iş birliği ve koordinasyonu sağlamak ile gerekli idari tedbirleri almak,
- Atıkların oluşumundan bertarafına kadar yönetimlerini kapsayan tüm faaliyetlerin izlemesini, kontrolünü ve denetimlerini yapmak ile genişletilmiş üretici sorumluluğu kapsamındaki ürünlerin çevresel açıdan yurt içi piyasaya sürülmesine yönelik kriterleri belirlemek,
- Ulusal, bölgesel ve/veya yerel atık yönetim planı hazırlamak veya hazırlatmak ve halkın bilgilenmesini sağlamak,
- Atık yönetimi faaliyetlerini denetlemek olarak belirlenmiştir.

Bakanlığın görev ve yetkilerinin Yönetmeliklerde açıkça belirlenmesi ve atık yönetimi ile sıfır atık yönetimi alanlarında ulusal veya yerel/bölgesel ölçekte planlar yapılması, mali ve teknik açıdan verimli bertaraf tesislerinin teşvik edilmesi şeklinde belirlenen yetkilerin Atık Çerçeve Direktifi'nin hükümleri ile uyumlu olduğu değerlendirilmektedir.

Atık Çerçeve Direktifi'ne göre ürünlerin çevreye olan zararlı etkisini azaltma ve ürünlerin yaşam döngüsü içinde sorumluluğu; özellikle geri alma, geri dönüşüm ve nihai bertaraf için ürünlerin sorumluluğunun üreticisine yükletilmesi olarak tanımlanabilecek genişletilmiş üretici sorumluluğu ilkesi, Atık Yönetimi Yönetmeliği'nde doğrudan düzenlenmekle birlikte "Ürünlerin piyasada serbest dolaşımından ödün vermeden kaynakların etkin kullanımı amacıyla onarım, yeniden kullanım, parçalama ve geri dönüştürme işlemleri de dâhil olmak üzere hayat süreleri boyunca verimli kullanılmasını dikkate alan ve bu kullanımı kolaylaştıran tasarımı, üretimi ve satışı desteklemede kullanılacak yöntemlerden birinin kullanıldığı sorumluluk" şeklinde AB müktesabatına uygun şekilde tanımlanmıştır. Ancak genişletilmiş üretici sorumluluğu konusunda Sıfır Atık Yönetmeliği'nde doğrudan bir hüküm bulunmamaktadır.

Atık Çerçeve Direktifi'ne göre; atık yönetimde sorumluluk, atık üretici veya sahibi ile atıkların işlenmesini bizzat gerçekleştiren ya da atıkların işletilmesinde faaliyet gösteren tacir, kurum, işletme, özel veya kamusal atık toplayıcısı nezdinde doğmaktadır (Güneş 2021: 382). Sıfır Atık Yönetmeliği ve Atık Yönetimi Yönetmeliği'nde aynı şekilde sorumluluk sükeleri belirlenmiş olmakla birlikte; Sıfır Atık Yönetmeliği'nde yukarıda sayılanlara ek olarak gönüllülük esasına dayalı olarak sıfır atık yönetim sistemini kuranlar tanımlanmıştır.

Sıfır atık yönetimi yaklaşımını teşvik eden strateji belirlenmesi ve doğal kaynakların etkin kullanımı, depolama alanlarının azaltılması ile geri dönüşüm ve yeniden kullanımın artırılması çalışmaları dikkate alındığında, atık yönetimine ilişkin ülkemizin kanuni altyapısının son dönemde AB müktesabatına uygun bir şekilde yürütüldüğünü göstermektedir.

Atık Pil ve Akümülatörlere ilişkin olarak Sıfır Atık Yönetmeliği'nde; 14'üncü maddede belirtildiği şekilde atık pil ve akümülatörlerin ayrı ayrı toplanması ve toplama merkezlerine getirilmesi düzenlenmektedir. AB müktesabatında yapılan düzenlemelerde olduğu gibi pil ve akümülatörlerin bir arada pil olarak ele alınmayarak, pil ve akümülatörlerin ayrı ayrı ele alınmasının daha uygun olacağı ve tıbbi pillerin ve pil ve akümülatörlerin üretim ve bertaraf süreçlerinden kaynaklanan atıkların, endüstriyel kullanım amacına bağlı olarak kalıcı olarak yerleştirilmiş pillerin bulunduğu aletlerin, bilimsel ve mesleki alanda kullanılan, hayati önemi haiz tıbbi aygıtlara yerleştirilmiş pillerin, kalp pillerinin, sadece uzman kişiler tarafından uzaklaştırılması gereken, kesintisiz olarak sürekli çalışması gereken aletler içindeki pillerin veya akümülatörlerin Atık Pil ve Akümülatörlerin Kontrolü Yönetmeliği kapsamı dışında düzenlenmesi, atık pil ve akümülatörlere ilişkin mevzuatımızın AB müktesabatına uyumundaki temel gereklilikler olarak dikkat çekmektedir.

Ülkemizin ambalaj atık ve plastik kullanımına ilişkin temel mevzuat; Çevre Kanunu, Ambalaj Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği, Sıfır Atık Yönetmeliği ve Geri Kazanım Katılım Payına İlişkin Yönetmelikten oluşmaktadır. Sıfır Atık Yönetmeliği'nde diğer atıklar gibi ayrı olarak toplanması ve atık hiyerarşisine göre yönetimi öngörülen ambalaj ve plastik atıkların yönetimi, Ambalaj Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği'nde detaylı olarak düzenlenmiş ve AB müktesabatına uygun biçimde ülke genelinde plastik poşet kullanımının, çok hafif plastik poşetler hariç olmak üzere, yıllık kişi başına kullanılan adedinin 31.12.2025 tarihine kadar 40 adedi aşmayacak şekilde azaltılması ve yüzde 55'inin geri dönüşümü hedefleri belirlenmiştir. Bu hedeflerin gerçekleştirilmesi için 7153 sayılı Çevre Kanunu ve Bazı Kanunlarda Değişiklik Yapılmasına Dair Kanuna dayanarak plastik poşetlerden kaynaklanan çevre kirliliğinin önlenmesi amacıyla plastik poşet kul-

lanımının azaltılmasına yönelik ücretlendirme uygulaması yapılmaktadır. Geri Kazanım Katılım Payına İlişkin Yönetmelik ise, geri kazanım alanında faaliyet gösterenlere yönelik mali düzenlemeleri içermektedir. Ambalaj atık ve plastik kullanımına ilişkin mevzuatımızın Avrupa Birliği müktesabati ile büyük ölçüde uyumlu olduğu değerlendirilmektedir (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı 2016: 54).

Tekstil sektöründe ise ülkemizin atık yönetim politikaları, Tekstil Sektöründe Entegre Kirlilik Önleme ve Kontrol Tebliği ve Çevre Etiketli Yönetmeliği'ne göre şekillendirilmektedir. Tekstil Sektöründe Entegre Kirlilik Önleme ve Kontrol Tebliği'nin amacı, tekstil sektörü faaliyetlerinin çevreye olabilecek olumsuz etkilerinin en aza indirilmesi, çevreyle uyumlu yönetiminin sağlanması için üretim sırasında suya, havaya ve toprağa verilecek her türlü emisyon, deşarj ve atıkların kontrolü ile hammadde ve enerjinin etkin kullanımına ve temiz üretim teknolojilerinin kullanımına ilişkin usul ve esasları düzenlemek olan Tebliğ amaçları dikkate alındığında öncelikli olarak çevre kirliliğinin önlenmesi amacını taşımaktaysa da "Esaslar" başlıklı 4'üncü maddesi ile sürdürülebilirlik, geri kazanım, kaynakların verimli kullanılması gibi vurguları ile dögüsel ekonomiye ilişkin kavramlara değinmektedir. Ancak işbu Tebliğ'in, Yeni Dögüsel Ekonomi Eylem Planı ve Sürdürülebilir ve Dögüsel Tekstil için AB Stratejisi kapsamında yeniden ele alınarak ürünlerde geri dönüşüm ve dayanıklılığa yönelik düzenlemeler getirilmesi gerektiği değerlendirilmektedir. Tekstil sektöründe atık yönetim politikalarında belirleyici olan bir diğer düzenleme ise Çevre Etiketli Yönetmeliği'dir. Yönetmeliğin amaç maddesinde yer alan "sürdürülebilir çevre hedefleri doğrultusunda, yaşam döngüsü boyunca çevresel etkileri azaltılmış ürün veya hizmetleri teşvik etmek" ibaresi ile dögüsel ekonomiye vurgu yapılmaktadır. Bu kapsamda, Çevre Etiketli Yönetmeliği tekstil sektöründe dögüsel ekonomiye geçişte önemli bir rehber olma niteliğini taşımaktadır (TÜSİAD 2021: 35).

İnşaat ve yapı sektöründe sıfır atık yönetimine ilişkin mevzuatımız; 3194 sayılı İmar Kanunu, 5393 sayılı Belediye Kanunu, 5543 sayılı İskân Kanunu, 6306 sayılı Afet Riski Altındaki Alanların Dönüştürülmesi Hakkında Kanun ve Mekânsal Planlar Yapım Yönetmeliğinden oluşmaktadır. Sayılan düzenlemelerde sürdürülebilir çevre ve sürdürülebilir kalkınma hedefleri vurgulanmakta olsa da dögüsel ekonomi modelinden bahsedilmemektedir. Ancak Planlı Alanlar İmar Yönetmeliği'nde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik ile inşa edilecek binalarda yağmur suyu depolama sistemlerinin kurulması ve kaynakların etkin kullanılmasını sağlayacak önlemlerin alınması ve 5627 sayılı Enerji Verimliliği Kanunu ile yapılarda enerji verimliliğinin sağlanması amacıyla enerji kimlik belgesi düzenlenmesi sıfır atık yaklaşımına ilişkin somut adımlardandır.

Gıda atıkları ve atık su ile su kaynaklarından yararlanmaya ilişkin muhtelif mevzuatımızda bu kaynakların korunmasına ilişkin hükümler bulunsa da sıfır atık yaklaşımıyla doğrudan alakalı başlıca birkaç düzenlemeye değinmek gerekmektedir. Gıda atığının önlenmesi ve atık hiyerarşisine göre yönetimi ilk kez Sıfır Atık Yönetmeliği ile düzenlenmiştir. Gıda atıklarından hayvan yemi veya farklı yollarla yararlanılmasına ilişkin düzenlemelere gidilmiştir. Ayrıca Tarım ve Orman Bakanlığınca yürütülen “Gıdanı Korum” kampanyası da döngüsel ekonomi ve sıfır atık yaklaşımları çerçevesinde ortaya çıkmıştır (TÜSİAD 2021: 40). Biyobozunur atıklar ise, yine Sıfır Atık Yönetmeliği çerçevesinde ayrı toplanacak atıklardan biri olarak belirlenmiş ve kompost üretimi düzenlenmiştir. Ayrıca Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmelik kapsamında 2035 yılında toplanan belediye atığının ağırlıkça %60'ının geri kazanılması hedeflenmiştir.

Su kaynaklarının korunması ve su kaynaklarından sıfır atık yaklaşımına uygun şekilde yararlanılması amacıyla ise Büyükşehir Belediyesi Kanunu ve Belediye Kanunu'nda hükümler bulunmaktadır. Büyükşehir Belediyesi Kanunu'na ve Belediye Kanunu'na göre su ve kanalizasyon hizmetlerini yürütmek ve su havzaları ile tarım alanlarını korumak ve içme suyu sağlamakla görevli Belediyeler, arıtma sonucu elde edilen suları tekrar kullanıma sokmak ve bu yolla sanayi ve tarım gibi sektörler için su arzı sağlamak yetkisine sahiptir. Mevzuat açısından AB İçme Suyu Direktifi kapsamında gerekli çalışmaların yapılması da gerekmektedir (European Commission 2021c: 107).

Son olarak Türkiye Çevre Ajansının Kurulması ile Bazı Kanunlarda Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun ile 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 üzere Çevre Ajansı kurulmuştur. Döngüsel ekonomi ilkeleri ve sıfır atık yaklaşımı kapsamında atık hiyerarşisinde belirlenen amaçların gerçekleştirilmesi için kurulan depozito sistemi ile atık oluşumunun önlenmesi, azaltılması veya geri kazanımı hedeflenmektedir. Sıfır atık hedefine ulaşmak açısından en önemli uygulamalardan biri depozito uygulamasıdır. Bu uygulama ile özellikle geri dönüştürülebilir yapıdaki malzemelerin diğer katı atıklar ile karışmadan kaynağında ayrı ve temiz toplanmak suretiyle geri dönüşümünün en etkili şekilde gerçekleştirilmesi amaçlanmaktadır.

5. Sonuç

Tarih boyunca hayati, iktisadi ve sosyal aktiviteleri sonucu atık üretmekte olan insanoğlu, bu süreçte mevcut teknik ve ihtiyaçlara göre atık yönetimine ilişkin çözümler üretmiştir. Sanayi devrimi öncesi dönemde üretilen atıkların büyük çoğunluğunun organik atıklardan oluşması, bu dönemde atık yönetimine dair düzenlemelerin nispeten geri kalmasına ve bölgesel çözümlerin yeterli olmasına sebep olmuştur. Ancak sanayi devrimi sonrası dönemde dünya nüfusu artmış ve atık üretimi de beraberinde artmıştır. Bu dönemde üretilen inorganik atık miktarının ve çevreye zararı yüksek atıkların artması, atıklardan kaynaklanan çevre sorunlarını beraberinde getirmiştir. Atık sorunu bu dönemde bölgesel çözümler üretilebilecek bir sorun olmaktan çıkıp küresel ölçekte çözümler bulunması gereken bir sorun hâline gelmiştir. Atıklardan kaynaklanan çevre sorunlarının çözümü amacıyla ortaya çıkan uluslararası düzenlemeler ve akademik çalışmalar, günümüzde döngüsel ekonomi ve sıfır atık yaklaşımlarının önem kazanmasına sebep olmuştur.

Kaynak yönetiminde sürdürülebilirliği temel alan döngüsel ekonomi ve sıfır atık yaklaşımları, günümüzde Avrupa Birliği'nin Yeni Döngüsel Ekonomi Eylem Planı'nın ortaya çıkmasına ve bu kapsamda müktesebatta değişikliklere sebep olmuştur. Temel olarak atık hiyerarşisi prensiplerine göre, Atık Çerçeve Direktifi'nde ve çeşitli atık türlerine yönelik düzenlenen direktiflerde atık oluşumunun önlenmesi, azaltılması ve yeniden kullanıma öncelik verilmesi, oluşan atıkların ise kaynağında ayrı biriktirilerek toplanması ve geri dönüşüm ve/veya geri kazanımının sağlanarak bertarafı gönderilecek atık miktarının azaltılması hedeflenmektedir. Bu prensipler yalnızca üretim sonrası süreç için değil, aynı zamanda üretim aşamasında üretilen atıklar ile geri dönüştürülebilir ürünlerin tercih edilmesi ve genişletilmiş üretici sorumluluğu kapsamında da geçerlidir.

Özellikle son dönemde ülkelerin karşılaştıkları hammadde tedariki sorunları, döngüsel ekonomi ve sıfır atık uygulamaların önemini önemli ölçüde arttırmıştır. Ülkemiz atık mevzuatı açısından son dönemde yapmış olduğu düzenlemeler ile AB müktesebatına uyum açısından önemli bir mesafe kat etmiştir. Çevre Kanunu, Atık Yönetimi Yönetmeliği ve Sıfır Atık Yönetmeliği başta olmak üzere atık hiyerarşisinin belirlenmesi, atık bertarafının önüne geçilmesi, depozito sisteminin kurulması gibi önemli düzenlemeler yapılarak müktesebata uyum kapsamında atık mevzuatı da gözden geçirilmiştir. Ayrıca ülkemiz, sadece mevzuatın uyumlaştırılması ile kalmayıp özellikle son yıllarda yürürlüğe koyduğu uygulamalar ile somut olarak geri dönüşüm açısından birçok gelişmiş ülkeden daha fazla ilerleme kaydetmiştir.

Kaynakça

1. Alemayehu, E. (2004), Solid and Liquid Waste Management For Health Extension Workers, EPHTI.
2. Ardoğan, R. (2012), “Tüketim, Nüfus ve Çevre Sorunları: Orantısız Denklem”, Tarih Kültür ve Sanat Araştırmaları Dergisi, Sayı: 4, ss. 81-106.
3. Arıkan, İ. (2007), Çevresel Radyasyonun Canlılığın Sürdürülebilirliğine Etkileri, Doktora Tezi, Ankara, Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
4. Armağan, B., Demir, Ö., Gök, N. (2006), Katı Atıkların Ekonomide Değerlendirilmesi, (Yayın No: 2006-23), İstanbul; İstanbul Ticaret Odası.
5. Bilgili, Y. (2021), “Sıfır Atık Yaklaşımının Kökenleri ve Günümüzdeki Anlamı”, İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 20(40), ss. 683-703.
6. Bozkurt, Y. (2018), Avrupa Birliği’ne Uyum Sürecinde Türkiye’de Çevre Politikalarının Dönüşümü Çevre Sorunları ve Politikaları (5. Baskı), Bursa: Ekin Yayıncılık.
7. Bozkurt, Y. (2018), Çevre Sorunları ve Politikaları (5. Baskı), Bursa: Ekin Yayıncılık.
8. CPS (2012), Atık Yönetimi Hakkında AB Müktesebat Rehberi, İstanbul & Brüksel, http://www.mess.org.tr/media/filer_public/6b/58/6b583c70-1daa-4bc5-96b5-9c988df39db1/mess_atik_yonetimi_ab_mevzuat_rehberi.pdf adresinden alındı (Erişim tarihi: 20.10.2017).
9. Çeken, G., Yiğitbaşıoğlu, H. (2018), “Sanayi Devrimi Öncesi Çöp ve Atık Yönetimi”, Ankara Üniversitesi Çevrebilimleri Dergisi, 6 (1), ss. 46-49.
10. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı (2016), “Avrupa Birliği Çevre Entegre Uyum Stratejisi”.
11. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı (2017), “Ulusal Atık Yönetimi ve Eylem Planı 2023”.
12. Dalğakıran, E. (2021), “Avrupa Komisyonu Stratejisi: ‘Sürdürülebilir ve Döngüsel Tekstil İçin AB Stratejisi’”, İKV Yayınları.
13. EEA (2016), Circular Economy in Europe- Developing the Knowledge Base, <https://www.eea.europa.eu/publications/circular-economy-in-europe> adresinden alındı (Erişim tarihi: 11.07.2022).
14. Emil, D., Bayülker, A. (2021), “Avrupa Yeşil Mutabakatı Döngüsel Ekonomi Eylem Planı Türk İş Dünyasına Neler Getirecek?”, TÜSİAD.
15. Equilibre des Energies (2019), “Mixed Reviews on the Outcome of the 2006 Battery Directive”, <https://www.equilibredesenergies.org/en/21-05-2019-mixed-reviews-on-the-outcome-of-the-2006-battery-directive/> adresinden alındı (Erişim Tarihi: 22.07.2022).
16. European Commission (2019), “The European Green Deal”, https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/european-green-deal-communication_en.pdf adresinden alındı (Erişim Tarihi: 20.07.2022).
17. European Commission (2020), “New Circular Economy Action Plan”.

18. European Commission (2021a), "A proposal for a revised Packaging and Packaging Waste Directive by the end of the year?", <https://www.euopen-packaging.eu/news/a-proposal-for-a-revised-packaging-and-packaging-waste-directive-by-the-end-of-the-year/> adresinden alındı (Erişim Tarihi: 22.07.2022).
19. European Commission (2021b), "EU Action Plan: 'Towards Zero Pollution for Air, Water and Soil'", https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:a1c34a56-b314-11eb-8aca-01aa-75ed71a1.0001.02/DOC_1&format=PDF adresinden alındı (Erişim Tarihi: 20.07.2022).
20. European Commission (2021c), "Turkey Report".
21. European Parliament (2022), "Environment Action Programme to 2030", <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32022D0591&from=EN> adresinden alındı (Erişim Tarihi: 29.07.2022).
22. Güler, Ç. (2011), Tehlikeli Atık Yönetimi, Ankara: Yazıt Yayıncılık.
23. Gündüzalp, A., Güven, S. (2020), "Atık, Çeşitleri, Atık Yönetimi, Geri Dönüşüm ve Tüketici: Çankaya Belediyesi ve Semt Tüketicileri Örneği", Hacettepe Üniversitesi Sosyolojik Araştırmalar e-Dergisi, Cilt: 9, Sayı: 2.
24. Güneş, A. (2011), Avrupa Birliği Çevre Hukuku (1. Baskı), İstanbul: XII Levha.
25. Güneş, A. (2021), Çevre Hukuku (4. Baskı), Ankara: Adalet Yayınevi.
26. Holzinger, K., Sommerer, T. (2014), "EU Environmental Policy: Greening the World?", EU Policies in a Global Perspective: Shaping or taking international regimes?, içinde (ss.111-129), ed. Gerda Falkner-Patrick Mueller, London: Routledge.
27. Jan, H., Heide, V., Katrin, A. (2003), Europäische Umweltrecht, Groningen.
28. Kizuna (2021), A Small Town Asks Why? Toward a Zero-Waste World, https://www.japan.go.jp/kizuna/_userdata/pdf/2021/summer2021/zero-waste_world.pdf, Erişim Tarihi: 22.07.2022.
29. Langlet, D., Mahmoudi, S. (2016), EU Environmental Law and Policy, (1. Baskı), Oxford: Oxford Press.
30. McCormick, J. (2015), Avrupa Birliği Siyaseti (1. Baskı), Ankara: Adres Yayınları.
31. Mısıır, A., Arıkan, O. (2022), "Avrupa ve Türkiye'de Sıfır Atık Yönetimi ve Döngüsel Ekonomi", Çevre, İklim ve Sürdürülebilirlik, 1(1), ss. 69-78.
32. Michelsen, G. (2019), Grundlagen einer nachhaltigen Entwicklung, Luneburg: DBU.
33. Mor, H. (2010), "Avrupa (Birliği) Bütünleşme Süreci ve Sorunları", Gazi Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi, C. XIV, S. 1, ss. 499-541.
34. Murray, R. (1999), Creating Wealth From Waste, (1. Baskı), Londra: Demos.
35. Nizar, M., Munir, E., Munavar, E., Irvan, M. (2018), "Implementation of zero waste concept in waste management of Banda Aceh City", Journal of Physics: Conference Series, 1116(5).
36. Ökmen, M. (2006), "Uyum Sürecinin Ekoloji-Politiği: Avrupa Birliği ve Türkiye'de Çevre Politikaları", AB Yolunda Türkiye: Müzakere Sürecinin Ekonomi Politiği, içinde (ss. 325-380), ed. M. Dikkaya, İstanbul: Alfa Yayını.
37. Özdemir, H. (2015), Avrupa Mantığı Avrupa Bütünleşmesinin Teori ve Dinamikleri (2. Baskı), İstanbul: Boğaziçi Üniversitesi Yayınevi.
38. Öztunç, Ö. (2006), Uluslararası Çevre Politikalarında Birleşmiş Milletlerin Rolü, Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Ankara, Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
39. Pichtel, J. (2005), Waste Management Practies: Municipal, Hazardous and Industrial, Taylor&Francis.

40. Ponting, C. (2008), *Dünyanın Yeşil Tarihi Çevre ve Büyük Uygarlıkların Çöküşü*, İstanbul: Sabancı Üniversitesi Yayınları.
41. Sanders, E., Hwang, C. (2014), "George Washington Carver: Textile Artist", *Textile Society of America Symposium Proceedings*, 9.
42. Sapmaz Veral, E. (2018), *Atık Sorunsalı Bağlamında Avrupa Birliği'nin Yeni Ekonomi Modeli Olarak Döngüsel Ekonominin Değerlendirilmesi*, Doktora Tezi, Ankara, Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
43. Tezel, Ö., Yıldız, E. (2020), "Sürdürülebilir Atık Yönetimi Uygulamalarında Dünya ve Türkiye Karşılaşması: EDİKAB Örneği", *Sosyal Bilimler Araştırma Dergisi*, 9 (2), ss. 35-48.
44. Turgut, N. (2017), *Çevre Politikası ve Hukuku* (3. Baskı) Ankara: İmaj Yayıncılık.
45. Türkiye Cumhuriyeti Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı (2021), "11. Kalkınma Planı", https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2021/12/On_Birinci_Kalkinma_Plani-2019-2023.pdf adresinden alınmıştır (Erişim Tarihi: 25.07.2022).
46. TÜSİAD (2021), "Döngüsel Ekonomi Raporu".
47. Ulukent, A. (2010), *Avrupa Birliği Çevre Politikaları ve Türkiye*, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Edirne, Trakya Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
48. Velis, C., Wilson, D., Cheeseman, C. (2009), "19th century London dust-yards: A case study in closed-loop resource efficiency", *Waste Management*, 29 (4), April, ss. 1282-1290.
49. Yaman, K., Gül, M. (2018), "Kuruluşundan Günümüze Avrupa Birliği'nin Çevre Politikası", *Ekonomi, İşletme ve Yönetim Dergisi*, Cilt: 2, Sayı: 2, ss. 198-217.
50. Yaman, K., Olhan, E. (2010), "Atık Yönetiminde Sıfır Atık Yaklaşımı ve Bu Anlayışa Küresel Bir Bakış", *Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi*, Sayı: 3(1).
51. Yıldırım, U., Budak, S. (2005), "Son Gelişmeler Işığında Avrupa Birliği Çevre Politikasında Değişimler ve Türkiye'nin Politik Yaklaşımı", *Avrupa Araştırmaları Dergisi*, C: 13, Sayı:1-2.
52. Yüksel, A. (2022), "Türkiye'de Döngüsel Ekonomiye Doğru", *IPA Yeşil Gündem*, Ankara.
53. Zaman, A. (2015), "A Comprehensive Review of the Development of Zero Waste Management: Lessons Learned And Guidelines", *Journal of Cleaner Production*, 91.
54. Zero Waste Academy (2003), "Kamikatsu Sıfır Atık Deklerasyonu", https://www.taiwanwatch.org.tw/sites/default/files/epapers/2018_kamikatsu_zerowasteinfobook.pdf adresinden alındı (Erişim Tarihi: 20.07.2022.).





dunya için
Kartulayıcı

AYRISTIN

SIFIR ATIKTA SOSYOLOJİK ARKA PLAN VE TOPLUMSAL KABUL

Prof. Dr. Muammer TUNA

*Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Sosyoloji Bölümü
mtuna@mu.edu.tr*

1. Giriş

Modern sanayi toplumları, toplumsal refah, sosyo-ekonomik gelişme açısından oldukça ileri düzeylere ulaşmış olmakla birlikte, çevresel sorunların yarattığı risklerle de yüzleşmek zorunda kalmışlardır (Giddens, 1991; 1992; Beck, 1996; Benton ve Redclift, 1994). Devasa boyutlara ulaşmış sanayi üretimleri sonucunda oluşan gaz atıklar küresel ısınma gibi insanlığın varoluşunu tehdit eden risklerin ortaya çıkmasına yol açmıştır (Tuna, 2001; 2002; 2006). Bu bağlamda sanayi üretimi ve günlük yaşam faaliyetleri sonucunda oluşan atıklar günümüz toplumlarının en önemli çevresel sorunlardan birisi durumuna gelmiştir. Atıkların depolanması, geri dönüşümü, bertarafı gibi sorunlar, atık ile ilgili olarak ilk akla gelen sorunlardandır. Tarihsel süreçte tüm insan toplumları atık üretmişlerdir; ancak atığın bir çevresel sorun haline gelmesi modern sanayi toplumları ile birlikte olmuştur. Atığın bir çevresel hatta toplumsal bir sorun haline gelmesinin çok sayıda nedeni söz konusudur. Diğer çevresel sorunlar gibi atık sorunu da hem nedenleri itibariyle hem de sonuçları itibariyle toplumsaldır (Harper, 1996; Hannigan, 1995; Benton ve Redclift, 1994). Çünkü atıkları üreten toplum olduğu gibi, atıkları birikmesi ile ortaya çıkan çevresel sorunlardan etkilenen de gene toplumdur. Dolayısıyla atık

sorununun çözümü de gene toplumsal düzeyde bir davranış değişikliğini gerekli kılmaktadır (Yearly, 1992).

Atık konusunun toplumsal boyutuna bakıldığında, öncelikle belirtilmesi gereken husus; atığın tüketim ile olan ilişkisidir. Tüketimin devasa boyutlara ulaştığı modern sanayi toplumlarının ileri aşamalarında, bu tüketim sonucunda ortaya çıkan atıkların geri kazanımı ya da bertarafı ciddi bir sorun haline gelmiş ve bundan dolayı modern sanayi toplumlarına aynı zamanda tüketim toplumlari da denmiştir. Modern sanayi toplumlarındaki aşırı tüketim, tüketilen bu ürünlerin üretilmesini gerektirmekte ve böylelikle bir üretim tüketim kısır döngüsü ortaya çıkmaktadır. Dolayısıyla tüketim ve üretim aşamasında çok fazla miktarda atık ortaya çıkmakta ve bu atıklar çok ciddi çevresel ve toplumsal sorunlar oluşturmaktadır.

Sıfır atık politikası, modern sanayi toplumlarındaki aşırı üretim-tüketim kısır döngüsü sonucu ortaya çıkmış olan atık sorununa karşı bir çözüm yolu olarak ortaya çıkmıştır. Atık ile ilgili sorunların ortadan kaldırılmasına yönelik olarak ortaya çıkmış olan sıfır atık politikası, öncelikle çevresel bir konudur. Ancak bunun ötesinde bu sorunun kendisi ve çözümünün toplumsal davranış değişikliğine bağlı olduğu tartışılmaktadır (Harper, 1996; Hannigan, 1995; Benton ve Redclift, 1994). Bu bölümde, atık konusunun ortaya çıkışının toplumsal boyutu tartışılacaktır.

2. Toplumların Sosyo-Kültürel Evrimi ve Atık Olgusunun Ortaya Çıkışı

Atık modern sanayi toplumları ile birlikte çok ciddi bir çevresel ve toplumsal sorun haline gelmiştir. Ancak tarihsel süreçte atık sorunun nasıl ve niçin ortaya çıktığını anlamak için konunun toplumsal arka planının, toplumların sosyo-kültürel evrimi ile birlikte ele alınması gerekmektedir. Bu bağlamda, toplumların sosyo-kültürel evrimine, toplumların temel üretim biçimi ve doğa ile olan ilişki biçimini dikkate alan bir perspektiften bakıldığında başlıca dört toplumsal formasyondan söz etmek mümkündür. Bunlar, avcı-toplayıcı toplumlar, tarımcı toplumlar, modern-sanayi toplumları (Lenski, 1966; 1988) ve post-modern post-sanayi toplumlarıdır (Baudrillard, 1998). Şimdi sırasıyla bu toplumların nasıl oluştuğuna ve bu bağlamda her toplumun atık üretme kapasitesi ve atık konusunun nasıl bir çevresel ve toplumsal sorun haline geldiğine bakmak gerekmektedir.

Avcı-toplayıcı toplumlar ve atık: Avcı-toplayıcı toplumlar, insanoğlunun ilk kez toplu halde yaşamaya başlamasıyla birlikte oluşturmuş olduğu ilk toplumlardır. Bu toplumların çevresel açıdan temel karakteristiği doğa ile iç içe, doğa ile bütünsellik içinde doğanın bir parçası olarak ve doğaya tamamen uyumlu ve tamamen doğal bir yaşam sürdürüyor olmalarıdır (Eder,1996; Lovelock, 1991). Avcı toplayıcı toplumların doğa ile olan ilişkileri tamamen karşılıklılık ilkesine dayanmaktadır. Bu toplumlar doğanın

bir parçası olarak yaşarlar ve doğadan ne kadar alıyorsa o kadarını da geri verirler. Bu toplumların yaşam biçimi, doğada kendiliğinden yetişen bitkilerin toplanarak tüketilmesi ve vahşi hayvanların avlanarak etinin beslenme için ve diğer organlarının diğer yaşam fonksiyonları için kullanılması temeline dayanmaktadır (Lenski, 1966; 1988). Doğanın bir parçası olarak, tamamen doğal bir yaşam sürdüren toplumlarda, doğal süreçlere herhangi bir müdahalede bulunulmaz. Günümüzün ekonomi kavramları ile düşünüldüğünde, avcı-toplayıcı toplumlarda aslında bir üretimden söz etmek bile mümkün olmayabilir. Bu bağlamda toplumlar doğadan sadece temel yaşamsal fonksiyonlarını karşılamak için ihtiyaç duydukları şeyleri, sadece ihtiyaç duyduklarında ve ihtiyaçları oldukları kadarını alırlar (Lenski, 1966; 1988).

Bu toplumların toplumsal organizasyonları, cinsiyet farklılaşmasına dayalı basit bir iş bölümüdür. Kadınlar ve çocuklar toplayıcılıkla ve erkekler avcılıkla uğraşırlar ve toplumun tamamı besin elde etme faaliyetlerine katılırlar. Dolayısıyla toplumda sosyo-ekonomik statü farklılaşması ve buna dayalı bir toplumsal farklılaşma yoktur. Bu bağlamda bir ölçüde günümüz toplumlarının temel karakteristiğini oluşturan sömürü, artı değer ve bunlara dayalı bir toplumsal farklılaşma yoktur ve toplum mutlak eşitlik ilkesine yakın bir yapıdadır.

Temel toplumsal karakteristikleri yukarıda ifade edilmiş olan avcı-toplayıcı toplumların atık üretme kapasitelerini şu şekilde ifade etmek mümkündür. Bu toplumların yeme, içme, barınma ve diğer günlük yaşam faaliyetleri tamamen doğadan elde ettikleri ürünlere dayanmaktadır. Bu bağlamda, beslenme için doğada var olan yenilebilir bitkileri, bitki köklerini ve meyveleri toplayarak tüketmek ve bunun yanı sıra vahşi hayvanları avlayarak bunların etini tüketmek bu toplumların temel hayatta kalma stratejileridir (Lenski, 1966; 1988). Bu toplumlar, avladıkları hayvanların etini beslenme için tüketirken, derisini barınma ve giysi olarak ve diğer organlarını günlük yaşam faaliyetlerinde kullanacakları diğer araç gereçleri yapmak için değerlendirirler. Dolayısıyla aslında avcı toplayıcı toplumlarda atık diye bir sorun hiçbir şekilde yoktur, çünkü atık yoktur ve toplumsal yaşam atık üretmeyecek bir şekilde organize olmuştur. Metnin ileri kısımlarında tartışılmış olduğu gibi, avcı-toplayıcı toplumdaki bu atık üretmeyen yaşam ve toplumsal örgütlenme biçimi, aslen günümüzdeki sıfır atık politikası açısından temel bir referans noktası olabilir.

Tarımcı toplumlar ve atık: Tarihsel süreçteki ikinci toplumsal formasyon ise tarımcı toplumlardır. Tarımcı toplumlar, tarımın icadı ve toprağın üretim amacıyla ekilip biçilmeye başlamasıyla, günümüzden 10-15 bin yıl kadar önce ortaya çıkmıştır (Lenski, 1966: 1988). Tarımcı toplumların ortaya çıkışında; buğday, mısır pirinç gibi günümüzde de tüm toplumların beslenmesinde temel besin maddeleri olan bitkilerin evcilleştirilerek ekilip

biçilmeye başlanması ve birinci tarım devrimi olarak ifade edilen tarımın icadı, sembolik bir anlam taşımaktadır. Tarımsal üretim amacıyla toprağın ekilip biçilmeye başlanmasıyla, doğal alanlar, otlaklar, ormanlık alanlar tarım alanlarına dönüştürülmüş ve böylelikle ilk kez insan toplumları tarımsal üretim için doğal süreçlere müdahale etmeye ve doğal dengeyi değiştirmeye ve bozmaya başlamıştır. Bu aynı zamanda; insan toplumlarının, doğal çevreleri ile karşılıklı eşitlik temeline dayalı ilişki biçimlerinin değişmesi ve bozulması ve insanoğlunun doğa üzerinde egemenlik kurmaya başlamasını ifade etmektedir (Lenski, 1966; 1988; Macnaghten ve Urry,1995; Lovelock, 1991). Bu bağlamda tarımcı toplumlarda insan oğlu ilk kez doğada hazır olarak var olan bitkilerin hayvanların tüketilmesinin ötesine geçerek; toprağı ekip biçmeye ve tarımsal ürün üretmeye başlamıştır. Tarımcı toplumların ileri aşamalarında, tarımsal üretimin artırılması için vahşi hayvanlar evcilleştirilmiş, kara saban ve pulluk üretim sürecine dahil edilmiş, yerleşik yaşama geçilmiş, sulama sistemleri kurulmaya başlanmıştır.

Tarımcı toplumların toplumsal yapılarına bakıldığında tarımsal üretim ve bu üretimin organizasyonu, üretim süreci sonucunda ortaya çıkan artı ürün (değer) ve bu ürünün birikimi sonucu bir toplumsal farklılaşmadan söz etmek mümkündür (Lenski, 1966; 1988). Üretimin organizasyonunu gerçekleştiren ve üretim süreci sonucunda ortaya çıkan artı değere el koyan ve bu değeri biriktiren bir yönetici elit sınıfından ve fiilen üretimde bulunan üretici sınıflardan söz etmek mümkündür.

Tarımcı toplumların bu genel toplumsal karakteristiğine değindikten sonra şimdi bu toplumların atık üretme kapasitesine değinmek gerekmektedir. Bu toplumlar avcı-toplayıcı toplumlardan farklı olarak, belki de ilk kez atık üretmeye başlamışlardır. Tarımsal üretim karmaşıklaştıkça ve tarımsal teknoloji geliştikçe; vahşi hayvanlar evcilleştirilerek, bu evcilleştirilen hayvanlar bir yandan temel besin ihtiyacının karşılanması için kullanılmış diğer yandan da tarımsal üretimde iş gücü kaynağı olarak kullanılmıştır. Bu evcil hayvanların beslenmesi ve barınaklarda barındırılması ile ortaya çıkan dışkılar temel atık kaynaklarından birisini oluşturmaktadır. Diğer bir atık kaynağı ise besinlerin çığ olarak tüketilmesinin yerine, pişirilmesi sürecinde evsel atık denilen atıkların ortaya çıkmasına yol açmaktadır. Bunların dışında çok sınırlı oranda basit sanayi atıklarından söz etmek mümkün olabilir. Ancak bu toplumlarda ortaya çıkan ve büyük ölçüde biyolojik ya da evsel atık olarak değerlendirilebilecek olan atıklar doğada geri dönüştürülebilir niteliğinden dolayı aslında gerçek anlamda atık olarak bile ifade edilmeyebilir. Dolayısıyla aslında tarımcı toplumlar da atık diye bir sorundan söz etmek bile mümkün değildir.

Modern sanayi toplumları ve atık: Bugün sıklıkla tartışılan en önemli çevre sorunlarından birisi durumuna gelmiş olan atık sorunu aslen mo-

dern sanayi toplumlarında ortaya çıkmıştır (Giddens, 1991; 1992; Beck, 1996; Benton ve Redclift, 1994; Gül ve Yaman, 2021; Bilgili, 2021)). Atık sorununun modern sanayi toplumlarında ortaya çıkmasının temel nedeni bu toplumların toplumsal organizasyon tipinden kaynaklanmaktadır. Daha önce de ifade edildiği gibi, modern sanayi toplumları aynı zamanda tüketim toplumları (Baudrillard, 1998) olarak da ifade edilir ve sanayi toplumlarında görülen bu aşırı tüketim, atığın sanayi toplumlarında bir sorun haline gelmesinin temel nedenidir.

Bu bağlamda atığın modern sanayi toplumlarında bir sorun olarak ortaya çıkmasının toplumsal nedenlerine daha ayrıntılı olarak değinmek gerekirse, tüketim kavramı ile ilişkili olarak ele alınması gereken ilk kavramlardan birisi “refah” kavramı olabilir (Catton ve Dunlap, 1980). Refah, modern sanayi toplumlarının temel karakteristiklerinden birisini oluşturmakta ve lüks, konfor, rahatlık ve kolaylık gibi kavramlarla ifade edilmektedir. Bu bağlamda modern toplumda insanlar, daha çok ve çeşitli besinler tüketmek; rahat ve gösterişli giysiler giymek ve bunların ötesinde; daha rahat ve konforlu evlerde yaşamak ve ofislerde çalışmak, hızlı ve konforlu bir şekilde seyahat etmek istemektedirler (Baudrillard, 1998). Ancak bu taleplerin karşılanması müthiş bir tarımsal ve sanayi ürünleri üretimini gerekli ve zorunlu kılmaktadır. İnsanlar giderek daha fazla tüketmek istemekte ve bu tüketim talebinin karşılanması için daha fazla üretim zorunlu hale gelmektedir. Modern sanayi toplumlarının temel karakteristiğini oluşturan ve kısaca üretim-tüketim kısır döngüsü (Catton ve Dunlap, 1980) olarak adlandırılan bu süreç, modern sanayi toplumlarının en önemli çevresel ve toplumsal sorunlarından birisini olan atık sorununun temel nedenini oluşturmaktadır (Catton, 1982).

Modern sanayi toplumlarında atık sorunu hem üretim sürecinde hem de tüketim sürecinde çok boyutlu olarak ortaya çıkmaktadır. Daha önce de değinildiği gibi, modern sanayi toplumunun işleyişi müthiş miktarda sanayi ve tarımsal üretime dayanmaktadır (Giddens, 1991; 1992). Sanayi üretimi büyük ölçüde, kömür, petrol ve doğal gaz gibi fosil yakıt denilen doğal enerji kaynaklarının kullanımına dayanmaktadır (Lenski, 1966; 1988). Bu enerji kaynaklarının sanayi üretiminde kullanımı sürecinde ortaya çıkan en önemli atık kirletici gaz atıklar olup, küresel ısınma başta olmak üzere birçok çevresel soruna yol açmaktadır. Sanayi üretimi sürecinde; özellikle petrokimya, tekstil ve çimento gibi sektörlerde müthiş miktarlarda sıvı atıklar ortaya çıkmaktadır. Bu arada özellikle nükleer enerji üretim sürecinde ortaya çıkan nükleer atıklar ve bu atıkların yarattığı nükleer atık riskine özellikle değinmek gerekmektedir (Beck, 1992).

Modern toplumlarda ortaya çıkan diğer bir atık türü ise tüketim sürecinde, modern toplumun günlük yaşam faaliyetleri ile birlikte ortaya çıkan atıklardır. Biyolojik ve biyolojik olmayan atıklar evsel atıklar bu kapsamda

yer alabilir. Bu bağlamda biyolojik atıklar olarak daha çok besin maddelerinin üretimi ve tüketimi sürecinde ortaya çıkan atıklar olup geri dönüşümü kısmen daha kolaydır. Bunun dışında özellikle cam, metal, kâğıt ve plastik gibi toplanması ve ayrıştırılması ve geri dönüşümü oldukça problemlili olan ve sıfır atık politikasının da ana unsurunu oluşturan atıklardan söz etmek gerekmektedir.

Post-modern, post-endüstriyel toplumları ve atık: Atık sorunu post-modern toplumlarda çok daha büyük boyutlara ulaşmış ve bu sorunun çözümü için çok daha ciddi boyutta çalışmalar yapılmaya başlanmıştır. Post-modern toplumlarda sanayi atıkları ve bunun ötesinde biyolojik olan ve olmayan evsel atıklar o kadar devasa boyutlara ulaşmıştır ki bu atıkların depolanması ve bertarafı neredeyse mümkün olmayan noktalara gelmiştir. Atıkların yarattığı sorunların bazılarını örnek olarak değinmek atık sorununun boyutlarını anlamak açısından açıklayıcı olabilir. Bu konuda ilk ele alınması gereken sıvı atıkların yarattığı sorunlar olabilir. Sanayi üretiminden kaynaklanan sıvı atıklar denizlerin, okyanusların, sulak alanların ve su kaynaklarının kirlenmesine yol açmakta ve sonuçta içilebilir suya ulaşmak bile ciddi bir sorun haline gelmektedir. Buna bağlı olarak giderek azalan ve nadir hale gelen içilebilir su ve diğer sıvı gıda maddelerinin taşınması depolanması ve tüketiciye ulaştırılması başta olmak üzere birçok başka alanda yoğun olarak kullanılan plastik atıklar en ciddi atık bertaraf sorunlarından birisini oluşturmaktadır. Plastiğin yanı sıra, cam, metal ve kâğıt gibi endüstriyel olarak geri dönüştürülebilir atıkların depolanması, bertarafı ve geri dönüşümü çok ciddi sorunlar haline gelmiştir. Özellikle plastiğin doğal olarak geri dönüşümü çok uzun yıllarda gerçekleştiğinden, bu atıklar okyanuslarda adeta plastik atık adacıklarına dönüşmüştür. Bu konuya dikkat çekmek ve farkındalık yaratmak için okyanuslarda oluşan özellikle plastik atıklara 7. Kıta adı verilmiştir.

Modernleşme ve sanayileşme ilkin Avrupa ve Kuzey Amerika'da ortaya çıkmış, dolayısıyla sanayileşme sonucu oluşan çevresel sorunlar ve atık sorunu da ilkin bu kıtalardaki toplumlarda görülmüştür (Hays, 1987; Hildebrand, 1992; Judge, 1992). Bu toplumlar için 1950'li yıllardan itibaren yeni bir toplumsal aşamadan söz edilmekte ve bu aşamayı ifade etmek için post-modernizm/post-endüstriyelizm kavramları kullanılmaktadır (Baudrillard, 1998). Toplumlara sosyo-kültürel evrimi açısından yeni bir kavramsallaştırma olan post-modern/post-endüstriyel toplum kavramsallaştırması birçok bakımlardan oldukça tartışmalıdır. Ancak bu tartışmalar bu bölümde yer alan tartışmaların kapsamı dışında yer almaktadır. Bununla birlikte, bu dönemi çevresel açıdan farklı kılan unsur, çevresel açıdan yeni bir farkındalığın ortaya çıkmasına yol açmış olmasıdır. Modern toplumda içine düşülmüş olan çevresel krizin, post-modern dönemde bir ölçüde farkına varılmış olduğu düşünülmektedir. Bu bağlamda,

doğal ortamlardan ve doğal süreçlerden yabancılaştırmanın ve kopmanın maliyeti ölçülebilir hale gelmiş ve doğaya geri dönüş hareketi olarak adlandırılan bir akım ortaya çıkmıştır. Sıfır atık politikası da bu bağlamda ortaya çıkmış olan eğilimlerden birisidir (Catton ve Dunlap, 1980; Catton, 1982; Baudrillard, 1998; Benton, 1994; Beck, 1992 Gül ve Yaman, 2021; Bilgili, 2021).

Atık ile ilgili sorunların devasa boyutlara ulaşmasında hiç kuşkusuz, önce modern toplumda, daha sonra da post-modern dönemde nüfusun müthiş bir şekilde artmasının etkisini de göz ardı etmemek gerekmektedir. Sanayi devriminin hemen öncesi olan 18. yüzyılın ikinci yarısında sadece bir milyar civarında olan dünya nüfusu, içinde bulunduğumuz 1980'li yıllarda önce dört milyarı ve son 40 yılda iki kat artarak sekiz milyarı aşmıştır. Başka bir deyişle, dünya nüfusu son 250 yılda yaklaşık olarak sekiz kat artmış ve bu artışın yarısı, sadece son 40 yılda gerçekleşmiştir. Dünya nüfusundaki bu müthiş artış, kuşkusuz yukarıda değinilen üretim-tüketim kısır döngüsünün ve buna bağlı olarak, atık sorununun devasa boyutlara ulaşmasında büyük bir arttırıcı etkiye sahip olmuştur. Yukarıda atık sorununun ortaya çıkışı ve tarihsel ve toplumsal arka planına değinildi; bu bağlamda, şimdi sıfır atık politikasına değinilecektir.

3. Atık Nedir? Sıfırı Atık Politikası Nedir?

Atık olgusunun modern sanayi toplumlarında ve büyük ölçüde endüstriyel üretim ile birlikte ortaya çıktığına değinilmişti. Dolayısıyla atığın ortaya çıkış sürecini anlayabilmek için sanayi üretim sürecinin ayrıntılarına bakmak gerekmektedir. Bilindiği gibi tüm üretim süreçleri temel olarak üç aşamadan oluşur; girdi, işlem ve çıktı. Sanayi üretim süreçlerinde temel girdiler ya da üretim faktörleri, hammadde, enerji, emek, teknoloji ve sermaye olarak özetlenebilir. Bu üretim faktörleri bir araya getirilerek organize edilir ve üretim işlemi gerçekleşir ve üretim süreci sonucunda iki temel çıktı ortaya çıkar; bunlar ürün ve atıktır. Ürünler üretileme amacına uygun olarak tüketilirler. Üretim süreci sonucunda ortaya çıkan atıklar ise üretim sürecinin karakterine bağlı olarak katı, sıvı ve gaz atıklar olabilir. Modern sanayi toplumlarında atığın problem haline gelmesi aslında üretimin kitleleşmesi ve devasa boyutlara ulaşması ile birlikte olmuştur.

Yukarıda da değinildiği gibi devasa boyutlardaki üretim süreçleri buna bağlı olarak tüketim süreçlerinde devasa boyutta atıklar ortaya çıkar. Bu bağlamda, oluşan atıkları uzaklaştırmak, geri dönüştürmek ya da bertaraf etmek amacıyla uzun zamandan beri çok boyutlu çalışmalar yapılmakta ve politikalar geliştirilmektedir. Son zamanlarda atık konusundaki çalışmalara daha kapsamlı bir çözüm geliştirmek amacıyla "sıfır atık" adı verilen küresel bir politika ve eylem planı geliştirilmeye ve uygulamaya çalışılmaktadır (Gül ve Yaman, 2021; Bilgili, 2021).

Türkiye’de bu konuda oldukça ciddi çabaların gerçekleştiğini ifade etmek mümkündür. Kamu çevresel konulardaki duyarlılığını ortaya koymak amacıyla, Çevre ve Şehircilik Bakanlığının ismini; Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı olarak değiştirmiştir. Toplumsal beklenti bu değişikliğin politika ve uygulamalara da etkin bir şekilde yansımadır. Bu bağlamda Bakanlık, sıfır atık politikasını temel bir hedef olarak belirlemiş ve bu konuda genel esasları belirleyen bir yönetmelik yayınlamıştır (Sıfır Atık Yönetmeliği, 2019). Ayrıca sıfır politikası ve eylem planı belirlemiş ve bunun tanıtımı için bir kitapçık yayınlamıştır (Sıfır Atık El Kitabı, 2019). Bu kitapçıkta sıfır atık şu şekilde tanımlanmaktadır: “Sıfır Atık”, israfın önlenmesini, kaynakların daha verimli kullanılmasını, oluşan atığın miktarının azaltılmasını, etkin toplama sisteminin kurulmasını, atıkların geri dönüştürülmesini kapsayan atık önleme yaklaşımı olarak tanımlanan bir hedeftir” ([https://webdosya.csb.gov.tr /db/sifiratik/icerikler/k-tap-c-k-2017-1-20180129130757.pdf](https://webdosya.csb.gov.tr/db/sifiratik/icerikler/k-tap-c-k-2017-1-20180129130757.pdf)). Söz konusu yönetmelik ve el kitabı sonuç olarak ortaya çıkan atıkların geri dönüşümünü hedefleyen politikalar içermektedir. Bu bağlamda ilgili yönetmelik, kamu kurum ve kuruluşlarının ve özel firmaların ortaya çıkan atıkları etkin bir şekilde geri dönüştürerek ekonomiye yeniden kazandırılmasına yönelik politikalar ve eylem biçimlerini açıklamakta ve tanımlamaktadır. Ancak sıfır atık politikasının uygulanması oldukça kapsamlı ve karmaşık bir dizi kararların alınmasını ve bunun ötesinde bu kararların ödünsüz olarak uygulanmasını gerekli kılmaktadır. Sıfır atık politikasının uygulanmasının çok önemli ölçüde toplumun bu konudaki farkındalığına bağlıdır. Dolayısıyla toplumsal düzeyde bir farkındalık oluşturmak için eğitimler yapılmalı ve toplumun bu konulardaki eğilimleri sürekli izlenmelidir. Bununla ilgili olarak Türkiye’de başka ülkelerde çok sayıda çalışma ve araştırmalar yapılmaktadır. Yapılan bu araştırmalarda genellikle toplumsal duyarlılığın ve farkındalığın orta ve düşük düzeyde olduğu ve buna bağlı olarak sıfır atık politikasının uygulanmasının da oldukça problemlili olduğu görülmektedir. Bununla birlikte; demografik değişkenler açısından bakıldığında, cinsiyet ve eğitimin belirleyici değişkenler olduğu, genellikle kadınların erkeklere göre ve yüksek eğitimlilerin düşük eğitimlilere göre atık ve atıkların geri dönüşümü ayrıştırılması gibi konulardaki farkındalık düzeylerinin daha yüksek olduğu görülmektedir (Gül ve Yaman, 2021; Bilgili, 2021).

Sıfır atık hedeflerinin gerçekleştirilmesi öncelikle sanayi üretim yapısının değişmesini ve mümkün olan en az düzeyde atık ortaya çıkaracak üretim teknolojilerinin ve üretim organizasyonlarının bulunup yaşama geçirilmesini gerektirmektedir. Bunun ötesinde aslında sıfır atık politikası sadece üretim organizasyonunun değil, bunun ötesinde tüketim organizasyonunun başka bir deyişle toplumsal talep ve davranışın değişimi-

ni gerekli kılmaktadır. Burada sorulması gereken kritik soru şudur: Ekonomik sektörler ve bunun ötesinde toplum böyle bir köklü değişime ne kadar hazırdır (Weale ve Williams, 1992). İşte bu yüzden atık sorunu ve sıfır atık politikası, çevresel ve ekonomik boyutunun yanında toplumsal bir olgu ve sorundur. Çünkü sıfır atık hedeflerinin gerçekleştirilmesi aslen mevcut tüketim alışkanlıklarına ilişkin toplumsal davranışın değişimini gerekli ve hatta zorunlu kılmaktadır (Yearly, 1992).

4. Sıfır Atık Politikasının Toplumsal Boyutu ve Uygulanabilirliği

Sıfır atık politikası çok geniş kapsamlı ve ekonomik, çevresel, teknolojik boyutları olan bir politika ve eylem planını içermelidir. Bu bağlamda hiç kuşkusuz, hiç atık üretmeyen ya da son derece az atık üreten çevreci ve sürdürülebilirlik ilkelerine dayalı birçok ekonomik, teknolojik ve çevresel önlemler alınmakta ve politikalar geliştirilmektedir. Ancak sıfır atık konusunda asıl olan atık üretmeyecek bir toplumsal davranış ve organizasyon ve bu organizasyona dayanan bir üretim ve tüketim organizasyonu gerekmektedir (Yearly, 1992).

Sıfır atık politikasının çevresel ve toplumsal boyutuna bakıldığında; çevreye ilişkin tüm yaklaşımlarda olduğu gibi, sıfır atık politikasına ilişkin olarak da farklı perspektiflerden ve farklı yaklaşımlardan söz edilebilir. Bu konuda en uç çevreci radikal yaklaşımlardan, çevresel açıdan en umarsız yaklaşımlara kadar çok farklı yaklaşımlar vardır (Naess, 1991). Sıfır atık konusundaki en radikal çevreci yaklaşım, hiç atık üretmemektir. Ancak böyle bir yaklaşımın başarısı öncelikle, atık üretimine ilişkin toplumsal davranışın değişmesine ve buna bağlı olarak, hiç atık üretmeyecek bir toplumsal organizasyonun ve buna bağlı bir üretim ve tüketim organizasyonunun kurulabilmesine bağlıdır. Böyle bir yaşam biçimi de ancak avcı-toplayıcı toplum düzeyindeki bir toplumsal organizasyon ile mümkün olabilir (Lenski, 1966; 1988). Bu konudaki en umarsız yaklaşım ise mevcut üretim ve tüketim alışkanlıklarını sürdürmek ve gerçekten atık üretimini önleyici tedbirleri almayarak, plastik atık gibi katı atıkların tüm denizleri ve okyanusları işgal etmesine seyirci kalmaktır. Sıfır atık politikasının başarısı ya da başarısızlığı ise toplumların bu iki uç toplumsal kültür ve davranış arasında, kendilerini hangi noktada konumlandıklarına ve buna bağlı olarak toplumsal davranışlarını ne kadar ve nasıl değiştirdiklerine bağlı olacaktır (Yearly, 1992; Weale ve Williams, 1992).

Daha önce de kısmen değinilmiş olan, günümüz toplumlarında aşırı tüketime yönelik toplumsal davranışın kökenlerine daha ayrıntılı olarak değinmek gerekmektedir. Bu bağlamda toplumların toplumsal refah beklentisi temel bir değişken olarak ortaya çıkmaktadır. Modern ve post-modern toplumlarda ortaya çıkan devasa boyutlardaki endüstriyel ve evsel atıkların temel kaynağı daha yüksek refah beklentisi olmakta-

dır. Refah kavramına daha ayrıntılı olarak bakıldığında ise rahatlık, lüks gibi beklentiler gündeme gelmektedir. Bundan sonraki kısımda toplumsal refah beklentisi ile bu beklentinin karşılanması için gerekli üretim ve bu üretimim yarattığı atıkların nasıl ortaya çıktığına daha ayrıntılı olarak değinilecektir.

5. Atıkların Ortaya Çıkmasına Yol Açan Kaynaklar ve Bunların Toplumsal Bağlamı

Günümüz toplumlarında refah beklentisinin nasıl oluştuğu ve bu beklentinin karşılanması için gerekli üretim ve tüketim biçimlerinin atıkların oluşmasına nasıl yol açtığına ayrıntılı olarak değinilecektir.

Endüstriyel üretim: Yukarıda sayılan refah ve rahat yaşam beklentisinin karşılanması, birçok farklı alanda devasa boyutlarda endüstriyel üretimin gerçekleşmesine neden olmakta ve bu endüstriyel üretim ölçülemeyecek boyutlara ulaşmış olan katı, sıvı ve gaz atıkların ortaya çıkmasına yol açmaktadır. Dolayısıyla üretimden kaynaklanan atıkların azaltılması ya da ortadan kaldırılması öncelikle bu endüstriyel ürünlere olan talebin azalmasını gerekli kılmaktadır (Giddens, 1991; 1992; Catton ve Dunlap, 1980; Catton, 1982; Baudrillard, 1998; Benton, 1994; Beck, 1992).

Enerji kullanımı (elektrik, kömür, petrol, doğalgaz): Günümüz toplumlarında refah, rahatlık ve lüks temelli yaşam büyük ölçüde elektrik ve diğer enerjilerin kullanımına bağlıdır. Enerji üretimi ise günümüzde en fazla atık üretme potansiyeline sahip ekonomik faaliyet alanıdır. Ancak enerji üretimi, özellikle elektrik enerjisi üretimi sürecinde devasa miktarlarda gaz, sıvı ve katı atıklar ortaya çıkmaktadır. Elektrik enerjisi üretimi için hidrolik kaynaklar, kömür petrol ve doğal gaz gibi fosil yakıtlar ve nükleer kaynaklar kullanılmaktadır. Tüm bu doğal enerji kaynaklarının, özellikle elektrik enerjisi üretimi için kullanımı sonucunda çok önemli ölçülerde katı, sıvı ve gaz atıklar ortaya çıkmakta, özellikle nükleer atıkların bertarafı neredeyse mümkün olmadığı gibi; bu atıkların depolanması da son derece problemlidir. Dolayısıyla toplumların sıfır atık politikasındaki başarıları, refah, rahatlık ve lüks yaşam tarzını ne kadar sınırlandırabilecekleri ve ne kadar vazgeçebilecekleri ile ilgilidir. Bu bağlamda daha az enerji kullanımına dayalı bir yaşam, temel bir gereklilik olarak ortaya çıkmaktadır. Enerji kullanımına ilişkin olarak günlük yaşamımızda değiştirmemiz gereken davranış biçimimiz içinde, daha az sayıda elektrik ile çalışan araç gereç kullanımı başta gelmektedir. Elektrik enerjisi ve diğer enerji kaynaklarının kullanıldığı diğer bir alan ısıtma ve soğutmadır. Dolayısıyla bu alanlarda da daha az enerji kullanımına yönelik politika ve davranış biçimleri geliştirilmelidir.

Beslenme alışkanlıkları: Günümüz toplumlarında en fazla atık üretme kapasitesi beslenme alışkanlıkları ile ilgilidir. Bu anlamda işlenmiş ve pa-

ketlenmiş besin maddelerinin tüketimine dayalı beslenme alışkanlığı ciddi bir sorun oluşturmaktadır. Paketlenmiş besinlerin üretimi sürecinde ve tüketildikten sonra çok önemli miktarlarda atıklar ortaya çıkmaktadır. Her türlü paketlenmiş besinin yanı sıra, özellikle su ve diğer sıvı besinlerin tüketimine sunulması ve tüketilmesinden sonra, bu ürünlerin paketlenmiş olduğu plastik, metal ve kağıt atıklar günümüzde en önemli atık kaynaklarını oluşturmaktadır. Özellikle plastik atıkların okyanuslarda oluşturduğu atık dağları günümüzde atığa ilişkin en ciddi sorunlardan birisini oluşturmaktadır. Beslenme alışkanlıkları açısından diğer bir atık üretme kapasitesine sahip alışkanlık kötü ve hayvansal protein kaynaklı dengesiz beslenmedir. Hayvansal protein ağırlıklı beslenme için çevreye çok ciddi zararlar verilmesinin yanı sıra, bu ürünlerin üretim süreçlerinde çok ciddi oranlarda atıklar ortaya çıkmaktadır. Dolayısıyla, beslenme alışkanlıkları ile ilgili atıkların yok edilmesi ya da azaltılması için paketlenmiş besin ve hayvansal protein kaynaklı beslenme alışkanlıklarının değiştirilmesi gerekmektedir.

Konforlu yaşam talebi: Modern ve özellikle post-modern toplumda atık üretme potansiyeline sahip diğer bir yaşam biçimi alışkanlığı ise geniş, rahat ve konforlu konutlarda yaşama talebidir. Aile yapısı geniş aileden çekirdek aileye doğru dönüşerek, küçüldükçe; bu küçülmenin aksine, yaşam alanları büyümüş ve daha geniş konutlara olan talep giderek artmıştır. Toplumsal refah ve yaşam kalitesindeki artış ile birlikte, toplumsal yaşamda bireyselleşme eğilimleri de artmış, aile bireylerinin her biri kendisine ait özel odada yaşama eğilimine girmiştir. Bunun için daha büyük konutlara ihtiyaç duyulmaya başlanmıştır. Günümüzde orta ve düşük gelir düzeyine sahip, dört kişilik bir çekirdek aile bile ortalama 100 m²'lik bir konutta yaşama eğilimindedir. Ancak bu binaların inşa edilmesi süreçlerinde devasa boyutlarda atıklar ortaya çıkmaktadır. Dolayısıyla bina yapımı sürecinde ortaya çıkan atıkları azaltabilmek için insanlar ve toplumlar daha küçük ve daha az konforlu evlerde yaşamaya razı olmalıdırlar.

Giyim-kuşam: Atık üretme kapasitesine sahip diğer bir toplumsal davranış ise giyim kuşam davranışıdır. Günümüz toplumunda insanlar çok sayıda giysi kullanmakta ve bu giysileri çok kısa süre kullanarak, yeni giysilere sahip olmayı tercih etmektedirler. Çünkü farklı, gösterişli ve hatta pahalı markalara ait giysilere sahip olmak, diğer birçok tüketim alışkanlığında olduğu gibi, kullanım değeri ve ihtiyacın ötesinde, bir statü göstergesi olarak kabul edilmektedir. İnsanlar yeni giysilere sahip olmayı, gerçekten o giysiye ihtiyacı olduğundan dolayı değil, o giysiye sahip olmanın sağladığı statüden dolayı istemektedirler (Baudrillard, 1998). En büyük endüstriyel sektörlerden birisi olan tekstil endüstrisi aynı zamanda, en kirletici sektörlerden birisidir. Tekstil ürünlerinin üretilmesi sürecinde çok önemli ölçüde sıvı ve kirletici kimyasal atıklar açığa çıkmakta ve bu sıvı atıklar özellikle deniz, göl ve nehir gibi doğal sucul ekosistemlerin

kirlenmesine yol açmaktadır. Dolayısıyla, su kaynaklarının kirlenmesine yol açan atıkların önüne geçilmesinin ana yollarından birisinin daha az giysi kullanan bir yaşam biçiminin benimsenmesinden geçtiği açıktır.

Ulaşım ve otomobil: Otomobil modern sanayi toplumlarında ve post-modern toplumlarda özgürlüğün sembolü olarak kabul edilir (Baudrillard, 1998). Otomobil endüstrisinin hızla gelişmesi ve toplumsal refahın hızla artmasıyla birlikte, otomobil fiyatları ucuzlamış, kolay ulaşılabilir hale getirmiş ve buna bağlı olarak; batılı toplumlara, orta ve alt sınıflar bile otomobil sahibi olma şansına sahip olmuştur. Buna bağlı olarak, otomobil sayısı hızla artmış ve ABD gibi batılı ülkelerde, neredeyse her bir kişiye bir otomobil düşer hale gelmiştir. Otomobil kullanımının ötesinde, gaz atıkların bir başka kaynağı da toplu ve hızlı ulaşımdır. Teknoloji geliştikçe ve toplumsal refah düzeyi arttıkça toplumlar daha mobilize olmuşlar ve kısa sürede uzak mesafelere ulaşma eğilimi giderek artmıştır. Bu bağlamda deniz, kara ve özellikle hava yolu ulaşımı olanakları hızla artmıştır. Hava yolu ulaşımının ucuzlaması, daha yoğun olarak tercih edilmesine yol açmıştır. Ancak hava yolu kullanımındaki bu artış; hava yolu ulaşımının, atmosferdeki gaz atıkların devasa boyutlara ulaşmasına, havanın kirlenmesine ve küresel ısınmaya yol açan en önemli atık kaynaklarından birisi haline gelmesine yol açmıştır. Dolayısıyla, insanların bu gaz atıkların azaltılması için daha az mobil ve daha az toplu ulaşım aracı kullanacak bir yaşam biçimini tercih etmeleri gerekmektedir.

6. Sonuç

Atık sorunu ve sıfır atık politikası aslen toplumsal bir sorundur ve çözümü de ancak toplumsal düzeyde mümkün olabilecektir. Sıfır atık politikasının kökten ve radikal bir başarısı, tüketim alışkanlıklarına ilişkin toplumsal davranışın kökten değiştirilerek sıfır atık üreten bir toplumsal davranış ile mümkündür. Bu konudaki daha makul bir başarı ise mümkün olduğunca daha az atık ortaya çıkmasını ve ortaya çıkan atığın en yüksek düzeyde geri dönüşümünü sağlamakla mümkündür. Bu bağlamda doğrudan ve dolaylı olarak en fazla atık üretme potansiyeline sahip ekonomik faaliyet olan enerji üretimi ve tüketimi alanında çok ciddi oranlarda tasarruflara gidilmesi ve mümkün olduğunca daha az enerji kullanımına yönelik daha basit, daha minimalist bir yaşam biçiminin benimsenmesi gerekmektedir. Dolayısıyla, sıfır atık politikasına ilişkin olarak yanıtlanması gereken temel soru, toplumun böylesine basit ve minimalist bir yaşama ne kadar hazır olduğudur. Bu bağlamda, sıfır atık politikasının mutlak başarısı, toplumun içinde bulunduğu refah ve yaşam standartlarından ne kadar ödün verebileceğine bağlıdır.

Sıfır atık konusunda hedeflenen toplumsal davranışın değişmesi; oldukça zor, karmaşık ve uzun erimli toplumsal çabaların ürünü olabilir. Bu bağlamda, toplumsal yapının daha fazla tüketen değil, daha az tüketen, daha çevreci, daha doğaya uyumlu bir yaşam biçimini önceleyen bir yapıya dönüştürülmesi ve ortaya çıkan atığın geri dönüştürülmesi konusunda duyarlı hale gelmesinin sağlanması gerekmektedir. Bu toplumsal davranış değişliğinde eğitimin yeri kuşkusuz çok önemlidir. Ancak bu basit anlamda bir müfredat değişliğinin ötesinde; eğitim sisteminin, toplumsal yaşamı daha çevreci ve daha doğaya uygun ve doğayla bütünleşik bir yaşam biçimini hedefleyen bir yapıya doğru dönüştürülmesini gerekli kılmaktadır. Bu bağlamda özellikle ilköğretimin, dersliklerin dışına çıkarılarak; doğa içinde ve doğaya uyumlu bir yaşamı hedefleyen, doğal yaşam deneyimi eğitimine dönüştürülmesi temel bir gereklilik olarak ortaya çıkmaktadır.

Kaynakça

1. Bilgili, Muhammed Yunus. (2021) "Sıfır Atık Yaklaşımının Kökenleri ve Günümüzdeki Anlamı," İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 20(40)683-703.
2. Baudrillard, John. (1998) *The Consumer Society: Myths & Structures*, Sage Publications, London.
3. Beck, Ulrich. (1992) *Risk Society: Toward a New Modernity*. Thousand Oaks, CA, Sage.
4. Benton, Ted ve Michael Redcliff. (1994) *Social Theory and the Global Environment*. Routledge, London.
5. Catton, William. R. ve Riley. Dunlap. (1980) "A New Ecological Paradigm for Post-Exuberant Sociology." *American Behavioral Scientist*. 24(1):15-47.
6. Catton, William. R. (1982) *Overshoot: The Ecological Basis of Revolutionary Change*. University of Illinois Press, Urbana.
7. Eckersley, Riley. (1992) *Environmentalism and Political Theory*. State University of New York Press, New York.
8. Eder, Klaus. (1996) *The Social Construction of Nature: A Sociology of Ecological Enlightenment*, Sage Publication, London.
9. Freudenburg, R. William. (1991) "Rural-Urban Differences in Environmental Concern: A Closer Look." *Sociological Inquiry*. 61(2):35-45.
10. Giddens, Anthony. (1990) *The Consequences of Modernity*. Cambridge: Polity Press.
11. Giddens, Anthony. (1991) *Modernity and Self-Identity in the Late Modern Age*. Cambridge: Polity Press.
12. Gül, Murat. Yaman, Kemal. (2021) "Türkiye'de Atık Yönetimi ve Sıfır Atık Projesinin Değerlendirilmesi: Ankara Örneği," Atatürk Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 35(4)1267-1296.
13. Hannigan, John. A. (1995) *Environmental Sociology: A Social Constructionist Perspective*. Routledge, London and New York.
14. Harper, Charles. L. (1996) *Environment and Society: Human Perspectives on Environmental Issues*, Printice Hill, New Jersey.
15. Hays, Samuel. (1987) *Beauty, Health, and Permanence: Environmental Politics in the United States, 1955-1985*. Cambridge University Press, Cambridge.
16. Hildebrand, P. Michael. (1992) "The European Community's Environmental Policy, 1957 to 1992: From Incidental Measures to an International Regime?" *Environmental Politics*, 1992:1(1): 13-43.

17. Judge, D. (1992) "A Green Dimension of the European Community," *Environmental Politics*, 1992:1(1):1-9.
18. Inglehart, Riley. (1995) "Changing Values, Economic Development and Political Change, *International Social Science Journal*. 145(Sep.):379-403.
19. Irwin, A. (1995) *Citizen Science: A Study of People, Experience, and Sustainable Development*. Routledge, London.
20. Kuhn, Thomas. (1970) *The Structure of Scientific Revolutions*. The University of Chicago Press, Chicago.
21. Lenski, Gerhard. E. (1988) "Rethinking Macrosociological Theory." *American Sociological Review*. 53:163-171.
22. Lenski, Gerhard. E. (1966) *Power Privilege: A Theory of Social Stratification*. McGraw-Hill Book Company, New York.
23. Lovelock, Jones. (1991) "The Gaia Hypothesis." Ed: Andrew Dobson. *The Green Reader: Essays Toward a Sustainable Society*. Mercury House Incorporated, San Francisco.
24. Macnaghten, Paul. and John Urry.(1995) "Toward a Sociology of Nature." *Sociology*, 29(2):203-20.
25. Naess, Arne. (1991) "Deep Ecology" *The Green Reader: Essays Toward a Sustainable Society* Ed: Andrew Dobson. Mercury House, Incorporated, San Francisco.
26. Sıfır Atık Yönetmeliği, (2019). Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Resmi Gazete, 12 Temmuz 2019, Sayı 30829.
27. Sıfır Atık El Kitapçığı. (2017) Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü, Ankara. <https://webdosya.csb.gov.tr/db/sifiratik/icerikler/k-tapc-k-2017-1-20180129130757.pdf>
28. Tuna, Muammer. (2001) *Yatağan Termik Santralinin Çevresel ve Toplumsal Etkileri*, Muğla Üniversitesi Yayını, Muğla.
29. Tuna, Muammer. (2002) *Globalization of Environmentalism: World Environmentalism System*, Paper presented at the XV. World Congress of Sociology, Brisbane, Australia. <http://203.94.129.73/docs/p1702.rtf>
30. Tuna, Muammer. (2007) *Turizm, Çevre ve Toplum: Marmaris Örneği*, Detay Yayıncılık, Ankara.
31. Tuna, Muammer. (2006) *Türkiye'de Çevrecilik: Türkiye'de Çevreye İlişkin Toplumsal Eğilimler*, Nobel Yayın, Ankara.
32. Weale, A. and A. Williams. (1992) "Between Economy and Ecology? The Single Market and the Integration of Environmental Policy," *Environmental Politics*, 2:1(1):45-63.
33. Yearly, Steven. (1994) "Social Movement and Environmental Change." Ed: M. Redclift and T. Benton. *Social Theory and the Global Environment*. Routledge, London.





SIFIR ATIKTA FARKINDALIK: ALGI YÖNETİMİ, MEDYA VE EĞİTİM

Dr. İbrahim YENİGÜN

Harran Üniversitesi, Güzel Sanatlar Fakültesi

ibrahimyenigun@hotmail.com

1. Giriş

İnsanlık tarihinin en önemli dönüm noktalarından biri sanayi devrimi olmuştur. Bu büyük gelişme, toplumları yeni bir boyuta taşımış ve zincirleme reaksiyon etkisiyle pek çok köklü değişimi de beraberinde getirmiştir. Sonuçları itibariyle ele alındığında en önemli değişimlerin; nüfus artışı, şehirleşme ve yaşam standartlarındaki konfor artışının olduğunu söylemek mümkündür. Üstelik bu değişimler, çok hızlı ivmelerle gerçekleşmiş ve tüm gezegeni etkileyen hayati boyuttaki çevresel sorunlara zemin hazırlamıştır. İyi niyetli yaklaşımla söylenecek olursa, insanoğlu gelinen noktayı (belki!) öngörememiş ancak tüm bu yaşananların tek müsebbibi olduğunu kabul etmek zorunda kalmıştır. Diğer fark edilen husus ise neden olduğu büyük kaosu, ancak ve sadece yine kendi eliyle düzeltilebileceği gerçeği olmuştur. Yaşananlar, başta bilim insanları olmak üzere tüm çevreleri harekete geçirmiş, geliştirilen yaklaşımlar arasında “sıfır atık” kavramı önemli karşılık ve kabul görmüştür. Bireylerin israftan uzak, sahip olduğu kaynakları etkin kullanan, mümkün olduğunca az atık üreten, atık oluşması halinde geri kazanımını sağlayan ve genelde çevreyi koruyan bir yaklaşım hedefleyen sıfır atık, kapsamlı bir yönetim felsefesi olarak tanımlanmaktadır. Benzer fikirlere ilk olarak XIX. yüzyılda karşılaşılmış olsa da belirgin olarak 70’li yıllarda ele alınmaya başlanan sıfır atık, günümüz dünyasında çok daha

modern kavramlarla birlikte anılmaya başlanmıştır (Nizar, Munir vd., 2018; Warner, Philips vd., 2018).

Sıfır atık yaklaşımının kazançlarından somut örnekler verilecek olursa; sadece Türkiye’de, son üç yıldaki çabalar sonucu elde edilen getirisinin otuz milyar lira olduğunu söylemek en önemli göstergelerden olacaktır. Geline nokta kâğıt, plastik, cam, metal ve organik atıktan oluşan 24 milyon tonun üzerinde atık ülke ekonomisine yeniden kazandırılmış, bu sayede 300 milyona yakın ağaç kurtarılmış, aynı zamanda 3 milyon tonluk sera gazı salınımının da önüne geçilmiştir. Bununla birlikte yaklaşık 350 milyon kWh enerji ve 400 milyon m³ su tasarrufu sağlanmıştır (www.memurlar.net). Böylesine önemli kazanımları beraberinde getiren yaklaşım, daha etkin ve yaygın adımların da önünü açmıştır. Bu kapsamdaki faaliyetlerin en önemlilerinden biri olarak, 2022 yılı itibariyle ülkedeki tüm yerel yönetimler bünyesinde sıfır atık birimlerinin açılması zorunluluğu olmuştur (csb.gov.tr).

2. Sıfır Atık Perspektifinden Modern Yaşamlar

Gelişen teknoloji ve sanayiyle ürün çeşitliliği aşırı artmış, her türden ihtiyaç kolay ve hızlı bir şekilde karşılanır hale gelmiştir. Yaşanan gelişmeler, insanlığın konfor alanını genişletmiş öte yandan hızla büyüyen sorunları da beraberinde getirmiştir. Özellikle modern toplumların yoğun iş odaklı ve yüksek tempolu yaşam tarzı, hızlı ve pratik çözümleri çok çabuk benimsemesine sebep olmuş, hatta “daha fazlası” arayışını da beklenti ötesi olgu durumuna taşımıştır. Ancak “daha fazla” artan sadece beklentiler olmamış, başta atık miktarlarındaki artış olmak üzere geleceğimizi tehdit eden hayati boyuttaki çevresel sorunlar da trajik ve tahmin edilemez ölçülerde artış göstermiştir. Geline durum, kaynak tasarruflu ve çevre dostu toplumların inşasını zorunlu kılmıştır (Zhang, Xie vd., 2021). İlk zamanlar yakılarak veya çeşitli depolama yöntemleriyle üstesinden gelinmeye çalışılan atıkların, çok fazla miktarlara ulaşması ve başvuru yöntemlerin farklı türdeki sorunlara neden olmasından dolayı yeni çözümler gerektirmiştir. Yeni alternatifler arasında yer alan sıfır atık hareketinin, küresel ölçekte yaygınlaştırılması fikri öncelik kazanmıştır.

3. Sıfır Atık ve Döngüsel Ekonomi

Sıfır atık, günümüz dünyasının bir diğer modern kavramı olan döngüsel ekonomi ile yakından ilişkilendirilmektedir. Bu kavram, temelde kullanım ömrünü ve görevini tamamlamış ürünlerin yeniden aynı veya başka kaynaklara dönüşmesi mantığını içermektedir (Bilgili, 2021). Sıfır atık fikrinin, döngüsel ekonomi mantığına uyarlanması için de ilk olarak atık oluşumunun olabildiğince önüne geçilmesi, mümkün olmayan kısmının ise olabilecek en fazla oranda değerlendirilmesi gerekmektedir. Normal-

de bertaraf ve nakliyesi açısından ciddi mali yük olarak kabul edilen atık, yeniden kullanılabilir kaynak olarak değerlendirildiğinde hatırı sayılı ekonomik katma değer niteliğine kavuşmaktadır. Böylece ilk hammadde tüketimi azaltılmış, başta ithal ürünler olmak üzere pek çok kaynağın temini için ayrılacak bütçe harcanmamış olacaktır (Mısır-Arıkan, 2022).

Döngüsel ekonomi geleneksel iş modelleri, üretim süreçleri ve sistemleri ile ürünlerin çevreci bir yaklaşım ve sürdürülebilirlik anlayışıyla yeniden tasarlanmasını ve israfı ortadan kaldırmayı hedeflemektedir. Bu bağlamda döngüsel ekonomi modeli ürünlerin, bileşenlerin ve malzemelerin modernizasyonuna ve kullanımına ayrıca onarım, yenileme ve geri dönüşümüne oldukça önem vermektedir. Model, güneş ve rüzgâr enerjisi gibi doğal kaynakları, bütün bir değer zinciri içinde toplanan atıklardan elde edilen biokütle enerjisini ve “beşikten beşiğe” (“cradle to cradle”) olarak tanımlanan ve üretilen her ürünün üretildiği hammaddeye ya da üretilmeden önceki haline kısmen ya da tamamen geri dönebilmesini sağlayan üretim şeklidir. Bu mümkün değilse, başka bir endüstri alanında kullanılabilir bir malzemeye dönüşebilmesini sağlayacak şekilde üretilmesini öngören döngüsel yaklaşımdır. Bu bütünsel yaklaşım, ekosisteme zarar vermeyecek, tam tersi doğal çevreyi destekleyecek ürünler üretmeyi de teşvik etmektedir. Ellen Mac Arthur Vakfı bahse konu hedefleri daha iyi açıklayabilmek amacıyla iş dünyası için döngüsel ekonominin avantajlarını vurgulayan ve kullanılan kavramların İngilizce baş harflerinden oluşan ve “ReSOLVE” (“ÇÖZMEK”) olarak adlandırılan, altı eylem alanı geliştirmiştir (Usha, 2019). Bunlar şu şekilde ifade edilmektedir:

- ▶ Regenerate: Yeniden üretmek
- ▶ Share: Paylaşmak
- ▶ Optimise: Optimize etmek
- ▶ Loop: Döngüsellik
- ▶ Virtualise: Sanallaştırmak
- ▶ Exchange: Değiş tokuş etmek

Bu eylem alanları fiziksel kaynakların kullanımını kolaylaştırmak, bir ürünün yaşam döngüsünü uzatmak, yenilenemeyen kaynaklar yerine yenilenebilir kaynakların kullanımını sağlamak ve kaynak kullanımının etkinliğini artırmaktadır. Tüm bu eylem alanları, döngüsel ekonominin geri kalan unsurlarının operasyonel ve daha hızlı olmasını sağlayarak modeli daha da güçlendirmektedir.

Son yıllarda küresel çapta yaşanan salgın ve savaş gibi krizler doğrusal ekonomik yaklaşımın, tedarik başta olmak üzere modern dünyanın beklentilerine cevap vermede yetersiz kaldığını ortaya koymaktadır. Bu açıdan değerlendirildiğinde, doğrusal tüketimin yerine döngüsel sistemi

devreye alarak yenilikçi alternatifler sunan döngüsel ekonomi modeli, büyük ölçüde tasarruf sağlayan sürdürülebilir bir strateji olarak konumlanmaktadır (Gedik, 2020). Döngüsel ekonominin bütünsel doktrini ise zararlı atıkları azaltmak ve aynı zamanda hammaddeyi dolaşımında tutmaktır (Bogusz, Matysik-Pejas, 2021). Bununla birlikte döngüsel ekonomi fikri, yenilenebilir ve çevre dostu enerji kullanımının arttırılması ile yeniden kullanımı oldukça zor olan zararlı maddelerin kullanımını ortadan kaldırmayı, kullanılan kaynakların da geri dönüşümünü hedefleyen bir endüstriyel üretim sistemi olarak tanımlanmaktadır. Model, gelişmiş batı ülkeleri başta olmak üzere dünya genelinde birçok işletme ve iş ortamı tarafından kabul görüp, desteklenmektedir. Hali hazırda mevcut iş modellerinin çoğunluğu doğrusaldır. Bu sebeple, sürekli büyümeye dayanmalarının yanında giderek daha fazla doğal kaynağın tüketimine ve önemli miktarda atık üretimine neden olmaktadır. Doğrusal model, sürdürülebilir olmadığı gibi doğal çevreye önemli ölçüde zarar vermektedir. Zira doğrusal iş modeli en nihayetinde atıkların çöplüklerde birikmesine ve böylece üründe bulunan potansiyel enerjinin kaybına yol açmaktadır. Kullanılmayan malların yakılması veya geri dönüştürülmesi enerji tüketimini nispeten azaltmakta ancak ürünlerin yeniden kullanılması, enerji tasarrufuna daha fazla katkı sunmaktadır.

Sıfır atık yönetmeliğinde; “Atık oluşumunun önlenmesinden başlayarak, azaltılması, kaynağında ayrıştırılması, geçici depolanması, taşınması ve işlenmesi adımlarını kapsayan, maliyet-yarar kriterlerince değerlendirilen yönetim sistemi” (sifiratik.gov.tr) olarak tanımlanan kavram, yapısal açıdan önemli özgünlüğe sahiptir. Söz konusu yapısal özgünlüğü ve döngüsel ekonomi modelinin en önemli bileşenlerinden olması sebebiyle hem günümüz toplumlarının hem de gelecek nesillerin varlık ve yaşam koşulunu barındırmaktadır. Kamu otoritelerinin de konuya sahip çıkıp, teşvik edici ve destekleyici yaklaşımlar sergilemesi sıfır atık anlayışını, döngüsel ekonomi adına temel itici güç konumuna taşımıştır. Dolayısıyla konu, her geçen gün artan ilgi odağı olmasını sürdürmüş, pek çok proje ve yaklaşımın ana temasını teşkil etmiştir.

Özetle ifade etmek gerekirse sıfır atık sadece rasyonel atık yönetimi ile sınırlı değildir, aynı zamanda geri dönüşüm optimizasyonunu da içermektedir. İsrafı en aza indirmek için yenilikçi yöntemler oluşturmayı ve kullanmayı amaçlarken, tüketicileri yalnızca geri kazanım ve geri dönüşüm süreçleriyle değil, çevreye daha fazla özen göstermeye de motive etmektedir (Zaman, Lehmann, 2011)

Sıfır atık kavramı, pratikte ilgili kavramların İngilizce baş harflerinin kısaltılmasıyla oluşturulan ve 5R konsepti olarak ifade edilen bir dizi kuralın takip edilmesi gerektiği anlamına gelmektedir (Çalışkan, 2020). Bunlar:

- ✓ Refuse-(Reddet)
- ✓ Reduce-(Azalt)
- ✓ Reuse-(Yeniden kullan)
- ✓ Recycle-(Geri dönüşüm)
- ✓ Rot-(Çürümek)

Sayılan 5R konsepti unsurlarının dışında buna 2R daha ekleyen modeller de mevcuttur. Bunlar;

- ✓ Repair-(Onarım)
- ✓ Remember-(Unutmayın)

4. Sıfır Atıkta Üçlü Çözüm Modeli: Eğitim, Algı Yönetimi ve Medya

Sosyolojik açıdan ele alındığında sıfır atık fikrinin amacı, yaşanılan çevreye karşı duyarlı olmak ve bu tutuma sahip eko-bireylerin toplumda çoğalmasını sağlamaktır. Zira çevresel hassasiyet, tüm ülkelerin ve toplumların kalıcı yararınadır. Sıfır atık konusu oldukça geniş bir alan olarak kabul edilebilir ve bu alanda üzerinde çalışılması gereken birçok boşluk söz konusudur. Bugün için insanoğlunun üzerinde yaşayabileceği tek bir gezegen olduğu, bu gezegendeki kaynakların ise sınırsız olmadığı gerçeğinden hareketle sürdürülebilirlik açısından çok boyutlu çabalara ihtiyaç duyulduğu aşikârdır.

Atık konusu yaygın olarak belirli çevrelerce ele alınmış ve ağırlıklı olarak mekanik çözümlerle ilerlenmeye çalışılmıştır. Ancak dünyanın en güncel teknolojik donanımlarıyla geliştirilmiş çözümler bile onu başlatacak bir düşme için yine insan eline ihtiyaç duymaktadır. Bu bakış açısıyla değerlendirildiğinde, çok daha köklü ve uzun süreli kalıcı etkisiyle “eğitim” konusu, hayati çözüm olarak karşımıza çıkmaktadır. Sosyal bir varlık olan ve etkileşim içerisinde hayatını idame ettiren insan için eğitim olmazsa olmaz niteliğe sahipken, bu kulvardaki güçlü argümanlar ise “algı ve medya” olarak değerlendirilmektedir.

Bireyde kalıcı davranış değiştirme süreci (Demirel, 2009) olarak tanımlanan eğitim, toplumların sürekliliğini sağlayan kurumsal bir sistemdir (Öztürk, Talas 2015). Tarihteki ilk toplumlardan bugüne kadar her toplum, yapısı ve ihtiyacı gereği gelişimini sağlamak adına çeşitli şekillerdeki eğitim modellerine mutlaka başvurmuş ve sürdürmüştür. Eğitimle elde edilen bilgi birikimi ise toplumu oluşturan bireylerin tutum, davranış ve bakış açılarını şekillendirmiştir (Karakoç, Arklan 2008). Yüzyılımızın teknoloji ve iletişim çağı olarak anılmasına, şüphesiz internet ve onun temel zemini olan sosyal medya öncülük etmiştir. Ancak bu etmenler, daha öncekilerden oldukça farklı ve köklü yapısal değişimlere

neden olmuş, toplumsal yapıları ve dinamikleri yeniden şekillendirmiştir (Konuk, Güntaş, 2019) Dünyadaki mevcut anlayışa adeta çağ atlatan bu gelişme, güçlü ve etkin bir mekanizmanın varlığını da literatürlere kazandırmıştır. “Algı yönetimi” olarak anılan bu kavram, toplumlara nüfuz etme açısından beklenenin ötesinde bir başarı sağlamış ve sürekli başvurulan önemli bir yöntem olmuştur. Geçmiş pek de yeni olmayan bu kavramın esas içeriğini “inandırma-ikna” faaliyetleri oluşturmaktadır (Öksüz, 2013) Algı yönetiminin temel amacı, bireylerin çevre ile ilişkisini şekillendirmeye dayanmaktadır (Bakan, Kefe, 2012). Çünkü algı yönetimi, insanların algı sistemlerine göre hazırlanmakta ve tepkilerini yönetmektedir. Algılama, davranış ve tutumlara etkidiğinden, bunların yönetilmesi algı yönetimi ile aynı doğrultudadır. Bağlı olarak birey, algısına bağlı tepki vereceğinden, algı yönetimi ile bireylerin davranış ve tutumları yönlendirilebilmektedir (Tutar, 2008). Bu güçlü etkilerinden kaynaklı günümüz modern iletişim kanallarının algı yönetimi esasları doğrultusunda hareket etmesi, tartışmasız ve üstün bir propaganda gücünü doğurmuştur (Tunç, Atılgan, 2017)

Algı yönetiminin en fazla alan bulup etkileşim sergilediği mecra ise sosyal medya olmuştur. Günümüz toplumlarınca hızlı ve pratik niteliklerinden dolayı en fazla ve yaygın tercih edilen kitle iletişim aracı olması, bu alandaki başarısını her geçen gün arttırmaktadır. Kendine özgü yapısının yanı sıra yönlendirici etkilerini arttıran stratejilerle, kitle iletişim araçlarıyla temelde benzer ancak etki itibarıyla daha yüksek kabiliyetlere sahip olmuşlardır. Karşılıklı etkileşim imkânı da sunan sosyal medya, istenilen içeriğin üretilmesini ve kısa süreler içinde paylaşılabilme imkânı sağladığından önemli ölçüde tercih edilmektedir. Küresel boyuta varabilen etkileme gücü ise hedef kitlenin değerleri ile uyumluluk, kültüre özen göstermek, farklılıkları yönetebilmek, ölçüm yapmak, tekrar etmek, kolay ve anlaşılır olmak, duyguları ön plana çıkarmak, görselliği doğru yönetmek ve sonuç odaklı olmak ilkelerinin göz önünde bulundurulmasıyla doğru orantılı olmaktadır (Arğın, 2010).

Bilindiği üzere çevresel kaynaklı sorunların temel girdileri sıvı, gaz ve katı atıklardır. Olabilecek çevre felaketlerinin önüne geçilebilmesi adına birincil çözüm, en erken dönemde bu atıkların minimize edilmesi, mümkünse sıfırlanmasıdır. Bu sebeple “sıfır atık” felsefesinin, tüm devletlerin başta bölgesel yönetimleri olmak üzere kurum ve kuruluşlarınca benimsenip, hayata geçirilmesi gerekmektedir. Bu amaç doğrultusunda ilk olarak, bilgi altyapısının oluşturulması ve bireylerin bilinçlendirilme faaliyetleri üzerinde durulması önem teşkil etmektedir. Başvurulacak en etkin yöntem ise internet bilgi sistemlerinden faydalanmaktır (Yaman, 2010).

Bahse konu bu hedeflere ulaşmak için sosyal medya platformlarının, doğru algı yönetimiyle sinerjik faydalar kazandıracakları değerlendiril-

mektedir. Yapılan çeşitli saha araştırmaları bu fikri destekler niteliktedir. Zira bu kanallar, takipçi kitlelerin tüketim alışkanlıkları ve biçimleri üzerinde etkili olabilmektedir. Küresel çapta pek çok kişi ve kurum sıfır atık kavramının tanıtılması ve yaygınlaşması konusunda faaliyetler yürütmektedir. Buna paralel olarak sıfır atığa ilişkin literatürde, sıfır atığı merkeze alan çok sayıda çalışmaya rastlamak mümkündür. Ancak ilgili literatür incelendiğinde sıfır atık faaliyetlerinin ülke çapında hatta küresel ölçekte yaygınlaştırılmasına ilişkin başta sosyal medya olmak üzere medyadan yararlanılmasına ilişkin çalışmaların henüz yeni ve sınırlı olduğu söylenebilir.

Her yaş grubunda olmakla birlikte özellikle genç ve çocuk yaştaki bireyler açısından sosyal medya başta olmak üzere dijital platformların günlük hayatın rutini haline gelmesi, yeni nesillere ulaşmakta bu platformların işlevsel olabileceğine işaret etmektedir. Günümüzde çoğu insanın bir ürün/hizmet/markaya yönelik tutum, niyet ve satın alma davranışı geliştirmesinde çoğu zaman internet ve buna bağlı çeşitli platformlarda araştırmalar yaptığı bilinmektedir. Bu durumda, ilgili ortam ve platformlar yeşil veya çevreci ürünlerin tüketimini teşvik etmek ve böylece üreticileri de dolaylı olarak bu türden üretime teşvik etmek noktasında önemli roller üstlenebilir. Bununla birlikte özellikle sosyal medyayı kullanma becerileri sayesinde çok sayıda kişi tarafından takip edilen ve sürekli içerik üreterek takipçi sayılarını artırmaya çalışan sosyal medya fenomenlerinin bu tarz tüketimi teşvik etmesi sağlanabilir. Çoğunlukla marka-fenomen iş birliği çerçevesinde sıkça karşılaşılan ve influencer marketing ya da pazarlama olarak ifade edilen iş birlikleri, çevreci politikaların geniş kitlelere tanıtılmasında önemli roller üstlenebilir. Öte yandan dijitalleşmenin ve özellikle de sosyal medya platformlarının doğasında bulunan hız ve etkileşim, sıfır atığa ilişkin mesaj ve içeriklerin geleneksel yollar ve medyaya oranla çok daha kısa sürede ve çok daha büyük kitlelere ulaşımı kolaylaştırılabilir. Özellikle sosyal medya platformlarının insanlığın giderek en fazla tercih ettiği iletişim alanı haline geldiği ve bu bağlamda gelecek vizyonunda günümüzden daha büyük bir potansiyele sahip olduğu unutulmamalıdır. Dolayısıyla çevre sorunlarından kaynaklı meydana gelecek olumsuzluklar ve gelecek projeksiyonları yapılırken çözüm amaçlı olarak sosyal medya ve bunları etkin olarak kullanan fenomenlerden yararlanılması fikri de daha fazla ön plana çıkacaktır. Facebook, Instagram, You Tube başta olmak üzere sosyal medya platformları günümüzde insan yaşamının bir rutini haline gelmiş durumdadır. Bireysel kullanımlarımızın ötesinde kendi ekosistemini oluşturan ve bunu dinamik olarak değiştirip-dönüştüren sosyal medya, ön plana çıkarttığı fenomenlerle kitleleri segmente ederek etkilemeyi başarmıştır. Bunlar çoğu zaman tüketimi teşvik eden ve gerçeğe dayalı olmayan ihtiyaçlar meydana getiren bir alana dönüşmüştür. Zira bunlar, çoğunlukla kâr amacı güden kuruluşlarla iş birliği yaparak bunların ürün veya hizmetlerini teşvik eden bir sektör haline gelmiştir. Kâr amacı gü-

den kuruluşların keşfettiği bu alanın çevreci amaçlarla da kullanılabilmesi pek tabii mümkündür. Örneğin yeni bir kıyafet almayı teşvik etmek yerine insanların sahip olduklarını değiş tokuş yaparak kullanmalarını teşvik edebilir. Benzer şekilde satın alacakları ürünlerin üretim süreçlerinde kullanılan malzemelere ve daha birçok konuda çevreye duyarlı olduklarını göstererek bunların tercih edilmesini teşvik edebilir. Böylece rakip firmalar açısından da bu durum zorlayıcı sonuçlar doğurabilir. Bunun ötesinde yapılan çalışmalar bazı fenomenlerle bunların takipçileri arasında güçlü bir parasosyal ilişki olabileceğini göstermektedir. Böylece bilişsel etkinin yanında bireylerin takip ettikleri sosyal medya fenomenlerinden duyuşsal olarak da etkilendikleri görülmektedir. Bu noktadan hareketle fenomenlerin takipçi kitle açısından bilişsel ve duyuşsal anlamda birer referans olabileceği söylenebilir. Dolayısıyla bu etki, çevreci politikalar ve tüketime ilişkin olumlu çıktılar sağlanması amacıyla kullanılabilir. Bununla birlikte, sıfır atık konseptinin tanıtımı ve yaygınlaştırılması için kamu veya özel kuruluşlar ile fenomen iş birliğine dayalı olarak çeşitli projeler geliştirilebilir.

Sosyal medyanın tıpkı geleneksel medya da olduğu gibi bu yeni nesil ünlülere, izleyicileriyle iletişim kurmak için bir kanal oluşturduğu söylenebilir. Ancak geleneksel medyadan farklı olarak izleyicileriyle çift yönlü ve etkileşimli bir ilişki geliştirebilen fenomenler sosyal medya da çoğu zaman uzmanlık sunan sıradan ve tarafsız insanlar olarak kabul edilip, tercihleri veya söyledikleri reklam gibi algılanmayabilmektedir. İnternet kullanıcıları veya takipçileri, sosyal medya fenomenlerini çoğu zaman arkadaş olarak görür ve onlar tarafından yayınlanan bilgilere güvenir. Bu nedenle sıfır atığı teşvik eden fenomenler, tüketicileri daha çevre dostu olmaya teşvik edebilir. Örneğin takipçilerini ambalajlardaki plastik miktarını azaltmak amacıyla yeniden kullanmaya veya plastik poşet gibi doğaya zarar veren materyallerin mümkün oldukça efektif kullanılması konusunda ikna edebilir. Çalışmalar tüketicilerin, sosyal medyadaki marka iletişiminden çok, diğer insanların tavsiyelerine (bunları tanımasalar bile) daha fazla güvendiklerini göstermektedir. Popüler kişiler bir ürünü tanıttığında ise marka daha güvenilir hale gelir ve değeri artar. Bu tür bir iletişim “halo etkisine” yani bir nesneye veya eşlik eden diğer nesnelere ilk izlenimde tutarlı ve olumlu özelliklerin farkında olmadan (otomatik) atfedilmesine yönelik psikolojik bir eğilime sahiptir. Pazarlama iletişimi söz konusu olduğunda sosyal medya, katılımcıları doğrudan ve anlamlı bir şekilde birbirine bağlayan bir ortamdır. Dolayısıyla sosyal medyanın, tüketicilerle ilişkilerin istikrarlı bir şekilde sürdürülmesine yardımcı olan küresel bir iletişim aracı olduğu ve geniş bir kapsama alanına sahip olduğu göz önünde bulundurulmalı, döngüsel ekonomi ilkelerinin de yer aldığı bütüncül stratejilerle hareket edilmelidir. Böylelikle sıfır atık anlayışının, hayatın bir parçası olarak görülmesi ve sürdürülebilirliği açısından önemli kazanımlar elde edilecektir (Mısır, Arıkan, 2022).

5. Sonuç ve Öneriler

Yakın geçmişimize kadar gezegenimizin tolerans limitleri çerçevesindeki varlığıyla göze batan bir durum oluşturmayan atık sorunu, özellikle son yıllarda sınır tanımaz bir durum oluşturmuş ve tüm ülkelerce el atılması zorunlu bir hal almıştır. Özellikle doğrusal ekonomi modelinin “al-kullan-at” anlayışı başta olmak üzere sanayileşme, nüfus ve kentleşmedeki artışlar, mevcut durumun olumsuzluklarını iyiden iyiye hissettirmiş, insanlık için tehdit boyutuna getirmiştir. Önceleri başvurulmuş çözüm alternatifleri, kısa süreli etkileri ve dezavantajları dolayısıyla yarar sağlamamış, yeni arayışlara ihtiyaç duyulmuştur. Bu kapsamda, son yıllarda artan kamuoyuyla “sıfır atık” fikri ve önemli oranda örtüşen yaklaşımıyla “döngüsel ekonomi” kavramlarının sinerjik yapısı ön plana çıkmakta ve umut olmaktadır. Temelde atığı, istenmeyen ürün olarak değil de hammadde girdisi olarak değerlendiren yaklaşım; atığın kaynaktan azaltımı, ayrıştırılması, tekrar kullanımı ve geri kazanımı-dönüşümü prensiplerinin benimsendiği dinamik dokusuyla, gelişimini devam ettiren bir süreci ifade etmektedir. Gelinecek nokta itibarıyla hedef, ürünlerin mümkün olduğunca atık oluşturulmaması, oluşabilecek kısmının ise belirtilen döngüsel sistem dâhilinde değerlendirilmesi olmuştur. Bununla birlikte belirlenen hedefe ulaşılması, farklı destek organlarının varlığına ve güncel stratejilere ihtiyaç duymaktadır. Bu ihtiyaçlar ise içinde bulunduğumuz “iletişim ve teknoloji” asrının dokusunda; “sosyal medya” ve “algı yönetimi” kavramları olarak hayat bulmaktadır. Belirtilen argümanlardan da yararlanılarak, bilginin yerinde, akılcıca ve doğru şekilde kullanılmasını sağlayacak olan “eğitim” modeli, yaygın ve kalıcı kazanımlarını toplumların genlerine işleyecektir. Kalıtsal olarak nesilden nesile geçebilecek bir genetik kod hükmündeki bu dokunuş, toplumsal bir eylem planına dönüşmüş olacaktır. Küresel ölçekte elde edilecek yararların farklı alanlarda da kendini somutlaştırabilecek yansımaları, diğer yeni çıktılarını olarak görülebilecektir. Hatta sosyolojik beklentileri arasında ön planda duran “İnsan merhameti kuşanırsa; tüm varlığa menfaat nazarı ile değil emanet nazarı ile bakar” düşünce tarzı, geleceğimiz açısından en önemli ve en kuvvetli kazanım ihtimalleri arasında yer alabilecektir.

Kaynakça

1. Arğın, E. (Ed. Salim Kurnaz). (2012), *Algı, Sosyal Algı ve Algı Yönetiminin Sosyal Medya da Kullanımı*, Ankara, İksad yayınevi, 2021.
2. Bakan, İ. & Kefe, İ., “Kurumsal Açıdan Algı ve Algı Yönetimi”, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 2 (1), 19-34.
3. Bilgili, M.Y., (2021), “Sıfır Atık Yaklaşımının Kökenleri ve Günümüzdeki Anlamı”, İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 20(40), 683-703.
4. Bogusz, M., Matysik-Pejas, R., Krasnodebski, A. & Dziekanski, P., (2021), “The Concept of Zero Waste in the Context of Supporting Environmental Protection by Consumers”, *Energies*, 14, 5964, 1-22.
5. Çalışkan, Y., *Sosyal Medya da Sıfır Atık Hareketi: Instagram Örneği*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Okan Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul, 2020.
6. Demirel, Ö., (2009), *Kuramdan Uygulamaya Program Geliştirme*, (12.basım), Ankara, Pegem Akademi.
7. Gedik, Y., (2020), “Döngüsel Ekonomiye Anlamak: Teorik Bir Çerçeve”, *Turkish Business Journal*, 1(2), 13-40.
8. Karakoç, E. & Arklan, Ü., (2008), “Eğitim Düzeyinin Medya Kullanımına Etkisi: Gazete ve Televizyon Karşılaştırması”, 4th International Conference of the Russian Communication Association “Communication Studies Today: At the Crossroads of the Discipline”, Haziran.
9. Konuk, N. & Güntaş, S., (2019), “Sosyal Medya Kullanımı Eğitimi ve Bir Eğitim Aracı Olarak Sosyal Medya Kullanımı”, *International Journal Entrepreneurship and Management Inquiries*, 3 (4), 1-25.
10. Mısır, A. & Arıkan, O.A., (2022), “Avrupa Birliği (AB) ile Türkiye’de Döngüsel Ekonomi ve Sıfır Atık Yönetimi”, *Çevre, İklim ve Sürdürülebilirlik İTÜ Dergisi-e*, 1(1), 69-78.
11. Nizar, M., Munir, E., Munavar, E. & Irvan, M., (2018), “Implementation of zero waste concept in waste management of Banda Aceh City”, *Journal of Physics: Conference Series*, 1116, 1-12.
12. Öksüz, H., (2013), “Algı Yönetimi ve Sosyal Medya”, *İdarecinin Sesi*, 12-15.
13. Öztürk, M.F. & Talas, M., (2015), “Sosyal Medya ve Eğitim Etkileşimi”, *Journal of World of Turks*, 7 (1), 101-120.
14. Tunç, A. & Atılğan, A., (2017), “Algı Üzerine Kurulu Yönetimsel Bir Anlayış: Algı’nın Yönetimi”, *International Journal of Disciplines Economics & Administrative Sciences Studies*, 3, 228-238.
15. Tutar, H., (2008), *Simetrik ve Asimetrik İletişim Bağlamında Örgütsel Algılama Yönetimi*, (1.Baskı), Ankara, Seçkin Yayıncılık.
16. URL-1 <https://www.memurlar.net/haber/1031148/sifir-atik-sayesinde-30-milyar-lira-kazanc.html> (Erişim tarihi:20.06.2022).

17. URL-2 <https://csb.gov.tr/bakan-murat-kurumturkiyenin-ilk-iklim-surasinda-konustu-bakanlikfaaliyetleri-32051> (Erişim tarihi:20.06.2022).
18. URL-3 <https://sifiratik.gov.tr/sifir-atik/mevzuatlar> (Erişim tarihi:20.06.2022).
19. Usha, I.R., "Using the ReSOLVE framework for circularity in the building and construction industry in emerging markets", IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 294, 2019: 1-13.
20. Warner, C., Phillips, P., Santos, A. & Pimenta, B., (2018), "Evaluation of zero waste places projects 2009-2010 in England", Proceedings of the Institution of Civil Engineers-Waste and Resource Management, 168(1), 14-25.
21. Yaman, O. & Olhan, E., (2010), "Atık Yönetiminde Sıfır Atık Yaklaşımı ve Bu Anlayışa Küresel Bir Bakış", Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi, 3 (1), 53-57.
22. Zaman, A.U. & Lehmann, S., (2011), "Urban Growth and Waste Management Optimization Towards 'Zero Waste City' ", City, Culture and Society, 2, 177-187.
23. Zhang, P., Xie, Y., Wang, Y., Bowen, L., Li, B., Qunpo, j., Yang, Z. & Cai, Y., (2021), "Water-Energy-Food System in Typical Cities of the World and China Under Zero Waste: Commonalities and Asynchronous Experiences Support Sustainable Development", Ecological Indicators, 132, 1-11.





DİJİTAL ÇAĞDA SÜRDÜRÜLEBİLİR ATIK YÖNETİMİ: SIFIR ATIKTA YENİLİKÇİ YAKLAŞIMLAR VE GÜNCEL KAVRAMLAR

Prof. Dr. Bestami ÖZKAYA

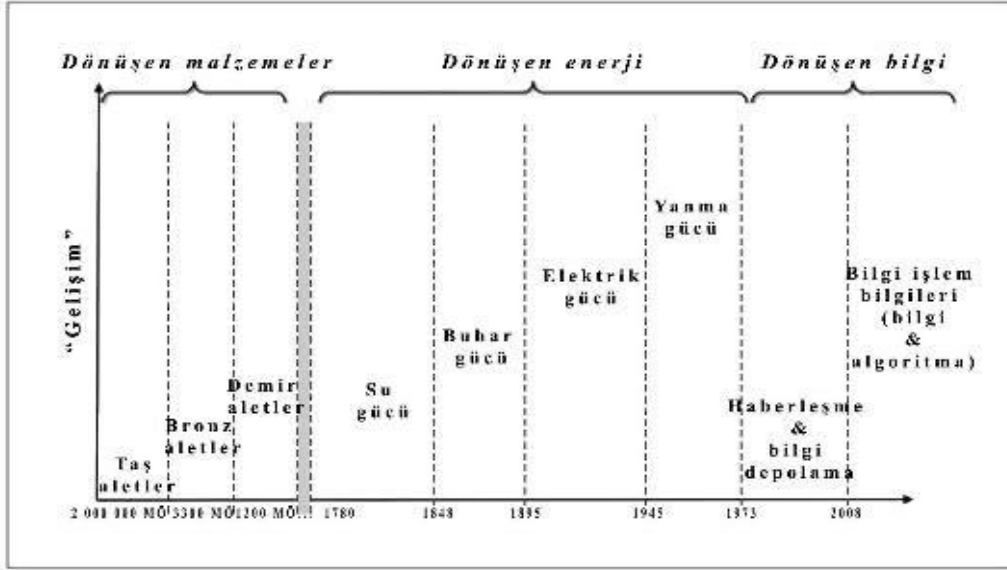
Yıldız Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü
bozkaya@yildiz.edu.tr

Arş. Gör. Fatma Zehra ŞÜKÜR

Yıldız Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü

1. Giriş

Günümüzde her yerde erişime açık olma, güçlü ağ bağlantısı ve gelişmiş yapay zekâ gibi özellikleri ile dijital teknoloji, insanlığın sosyoekonomik evriminin en son aşamasını göstermektedir. İlk teknolojik gelişmeler, insan hayatını kolaylaştırmak ve gereksinimlerini karşılamak üzere malzeme dönüşümünün öncüsü olan Taş, Bronz ve Demir Çağlarına kadar uzanmaktadır. Daha sonraları ikinci bir meta paradigma olarak su, buhar, elektrik ve yanma gücü gibi enerji dönüşümleri, toplumsal modernleşmenin önünü açmış ve gerçekleştirilen endüstriyel devrim günümüze kadar etkisini sürdürmüştür.



Şekil 1. Schumpeter'in Üç Meta Paradigmasının Şematik Gösterimi (Hilbert, 2022).

Hal-i hazırda etkin olan meta paradigma ise bilginin dönüşümüne odaklanmaktadır. Başka bir ifade ile 1980'lerin sonunda Dünyada teknolojik olarak depolanan bilgilerinin %1'den azı dijital formatta iken 2012 yılına erişildiğinde bilginin %99'u dijital formatta depolanmaktadır. Uzun periyotlardan oluşan Şekil 1'de şematik olarak gösterilen bu üç farklı dönüşümün son basamağı olan bu yeni çağda her 2,5 ila 3 yılda bir uygarlığın başlangıcından daha fazla bilgi depolanmakta ve verilerin eyleme geçirilebilir bilgiye dönüştürülmesini otomatikleştiren algoritmalarla fazlasıyla yararlanılmaktadır (Hilbert, 2022).

Bu çalışmada, dijital olarak depolanan büyük verinin sıfır atık yönetim modelinde faydalı çıktılara dönüşümünü sağlayacak projelerin geliştirilmesine yönelik çalışmalara yer verilmiştir.

2. Ana Çalışma/ Araştırma

2.1. Mevcut Durum ve Süreç Gelişimi

Modern dünyanın 70'li yıllardan itibaren girdiği bilişim dönüşümü süreci, kültürlerarası iletişim, bilişim ve küreselleşmenin artmasına ülkeler ve toplumlar arasındaki gelişimsel farklılıkların ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Bu gelişim, teknolojilerin hem kültürlerarası etkileşimini teşvik etmekte hem de yeni siyasi, sosyal ilişkilerin geliştirilmesindeki etkinliğini arttırmaktadır. Bu bağlamda tüm milletlerin çatı organizasyonu olan Birleşmiş Milletler (BM) dijital dönüşüm çağındaki dünyadaki eşitsizliklerin en aza indirilmesi için çabalamaktadır.

Nitekim dönemin BM Genel Sekreteri olan Kofi Annan 1998 yılında yaptığı bir konuşmada BM'nin iletişim teknolojisinin barış ve kalkınma için küresel mücadelede kullanılmayı bekleyen büyük bir demokratikleştirici güce sahip olduğunu belirtmiş mevcut bilgilerin miktarı ve kalitesi çarpıcı biçimde değiştiğini ifade etmiştir. Annan her gün, her ülkede, dünyanın her köşesinde vatandaşların bilgiye daha fazla erişim kazanmasının ve bilginin yayılmasının, hükümetleri ve yönetimleri hesap verebilir ve şeffaf olmaya zorladığına değinmiştir (Kluver, 2004).

Dijital çağdaki bu gelişmeler ile gün yüzüne çıkan ülkeler arasındaki ekonomik, sosyal ve çevresel farklılıklar 70'li yıllardan itibaren BM'i bir dizi önlem ve eylemler almaya yönlendirmiştir. Dijital çağın hızlı gelişimi ve acil dönüşüm ihtiyaçları toplumlar arasındaki farkların benzer ivme ile kapatılabilmesi için BM, 2000'li yıllardaki Milenyum hedeflerini revize ederek 2015 yılında sürdürülebilir kalkınma için 17 küresel amaç üzerinde uzlaşmıştır. Bu çerçevede gelecek 15 yıl içinde aşırı yoksulluğu sona erdirmek, eşitsizlik ve adaletsizlikler ile mücadele etmek ve iklim değişikliğinin etkilerini azaltmak üzere 2016 yılından itibaren yürürlüğe giren 17 Sürdürülebilir Kalkınma Amacı (SKA) altında oluşturulan 169 hedef ve 247 gösterge belirlenmiştir. Bu amaçlar ile ülkelerin yoksulluğun azaltılması, demokratik yönetim ve barışı yapılandırma, iklim değişikliği ve afet riski ve ekonomik eşitsizliği içeren temel alanlara yönelik ulusal stratejilerini belirlemesi ve bu stratejilere kamu, özel sektör, sivil toplum ve vatandaşların katılımının sağlanması beklenmektedir (UN, 2015) (UNSDGs, 2021).

Ekonomik, sosyal ve çevresel olmak üzere üç önemli temel üstüne kurulan sürdürülebilir kalkınmanın gerçekleşmesi ve dünyanın geleceğinin koruma altına alınabilmesi adına uluslararası düzeyde atılan bu adımlar, Dünyanın karşı karşıya kaldığı iklim değişikliği, yoksulluk, eşitsizlik gibi çok boyutlu sorunların bütüncül bir bakış açısıyla ele alınması bakımından önem arz etmektedir. Bu uluslararası girişimlerin başta geleni sürdürülebilir çevresel kalkınmanın temini için 1992 yılında imzalanan ve 1994 yılında yürürlüğe giren Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesidir. Sözleşme ile gelişmiş ülkelerin sera gazı emisyonlarının azaltılması hedeflenirken geliştirmekte olan ülkelerin ekonomik kalkınma ve teknolojik ilerlemelerini sera gazı oluşumunu azaltacak şekilde gerçekleştirmeleri hedeflenmiştir. İlerleyen süreçte beklenildiği kadar uygulama alanı ve ilerleme kaydedemeyen sözleşmenin uygulamasını geliştirmek üzere 5 Ekim 2016 tarihinde Paris Anlaşması imzalanmıştır. Anlaşma küresel ortalama sıcaklık artışının sanayileşme öncesi döneme göre 2°C altında tutulması; ilave olarak ise bu artışın 1,5°C'nin altında tutulmasına yönelik küresel çabaların sürdürülmesini hedeflemektedir. Bu hedefe ulaşmak için küresel sera gazı emisyonlarının %55'ini oluş-

turan en az 55 taraf anlaşmayı onaylamış ve anlaşma 4 Kasım 2016 itibarıyla yürürlüğe girmiştir (UNCC, 2015).

Yalnızca küresel değil bölgesel hedefler de bu çerçevede oldukça değişmiş ve şekillenmiştir. 2050 yılına kadar “karbon nötr” kıta olmayı hedefleyen Avrupa’da ise ekonomik büyümeyi iklim gündemini göz önünde tutarak gerçekleştirmek ve yatırımcılar ile işletmelerin küresel ısınmayı sınırlandıran bir senaryo ile uyumlu faaliyet göstermelerini sağlamak üzere bir paket açıklanmıştır.

Avrupa Yeşil Mutabakatı Avrupa Birliği (AB) tarafından iklim değişikliği ile mücadeleyi ekonomi ve ticaret politikalarının içerisinde alacak şekilde oluşturulmuş ve 11 Aralık 2019 tarihinde kabul edilmiştir (European Commission, 2019). Aynı şekilde AB komisyonu 14 Temmuz 2021 tarihinde 2030 yılına kadar sera gazı emisyonlarını en az %55 oranında azaltmaya yönelik politikalar oluşturmak üzere bir dizi düzenlemelerden oluşan bir paketi kabul etmiştir (Fit for 55). Paket, AB’nin Yeşil Mutabakat’taki sosyal, ekonomik ve çevresel hedeflerini birbirine bağlayarak adalet, emisyon azaltımı ve rekabet gücü arasındaki dengeyi nasıl kurduğunu ve farklı politikaların birlikte nasıl çalıştığını göstermektedir (European Council, 2021).

Gelinen bu “bilginin dönüşümü” noktasında Dünyanın önde gelen ülkeleri arasında yer alan ve çağın gereklerini yakalama konusunda önemli adımlar atan Türkiye’de sosyal ve ekonomik dönüşümler gerçekleşmekte; küresel düşünce ve kültürler arası etkileşimin artması ile hem kendi toplumuna hem de dünya toplumuna katkısı giderek büyümektedir. Dünyadaki ve önemli bir paydaşı olduğu Avrupa’daki bu değişim ve dönüşümlere uyum sağlayan ülkemiz ulusal katkı beyanını 30 Eylül 2015 tarihinde BM Sözleşme Sekreteryasına sunmuş; 22 Nisan 2016 tarihinde, New York’ta düzenlenen Yüksek Düzeyli İmza Töreni’nde 175 ülke temsilcisiyle birlikte Paris Anlaşmasını imzalamıştır. Kendi hedeflerini oluşturmak üzere Türkiye sera gazı emisyonlarını 2030 yılına kadar referans senaryoya (BAU) göre artıştan %21 oranında azaltmayı ön görmüştür. Bu hedefe yönelik eylemlerin başlayabilmesi adına gerekli yasal düzenleme yapılarak 7 Ekim 2021 tarihli ve 31621 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanarak “Paris Anlaşmasının Onaylanmasının Uygun Bulunduğuna Dair Kanun” yürürlüğe girmiştir. Böylelikle 2020 sonrası süreçte iklim değişikliği tehlikesine karşı küresel sosyo/ekonomik dayanıklılığın güçlendirilmesini ve endüstriyelleşme öncesi döneme kıyasen küresel sıcaklık artışının 2°C’nin olabildiğince altında tutulmasını hedefleyen Paris İklim Anlaşması’nın yükümlülüklerinin yerine getirilmesi için eyleme geçilmiştir (İklim CSB, 2021).

Diğer taraftan küresel hedeflerin yerel politikalara uyumu ve eylemlerin takibi gerçekleştirilmekte; çeşitli düzeylerde raporlamalar yapılmaktadır.

Son olarak 2020 yılında “BM Yüksek Düzeyli Siyasi Forum Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları 2018-2020 Türkiye Gelişmeleri” raporu yayınlanmış olup ülke bazında yapılan çalışmalar ve ilgili kurumların projeleri raporda açıklanarak ülke hedeflerine katkıları ifade edilmiştir. Ayrıca 2019 yılında yayınlanan “Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları Değerlendirme Raporu” ile hedefler doğrultusunda mevcut durum analizi çıkarılarak SKA bazlı politika ve stratejiler, mevzuat ve kurumsal çerçeve, projeler, göstergelerdeki ilerlemeler ve değerlendirmeler raporlanmıştır (Türkiye ve Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları, 2022).

Temiz Enerji, Sürdürülebilir Endüstri, Binalar ve Renovasyon, Tarladan Çatala Gıda Güvenliği, Kirliliğin Önlenmesi, Sürdürülebilir Hareketlilik, Biyoçeşitlilik ve Sürdürülebilir Finans başlıklarını kapsayan Yeşil Mutabakat hedefleri AB üyeliği için aday ülke olan Türkiye’de gerçekleşen politika değişiklikleri ile dış ticaret ile bağlantılı bir şekilde sanayi, tarım, enerji ve ulaştırma politikalarına yansımıştır.

Mutabakatın ülke politikalarına etkilerinin bütünsel olarak ele alınarak değerlendirilmesi, politikalar arasındaki uyumun sağlanmasının ardından sektörlerdeki eylemlerin belirlenerek aksiyona geçilmesi planlanarak 2021 yılında Ticaret Bakanlığı tarafından “Yeşil Mutabakat Eylem Planı” yayınlanmıştır (Ticaret Bakanlığı, 2021).

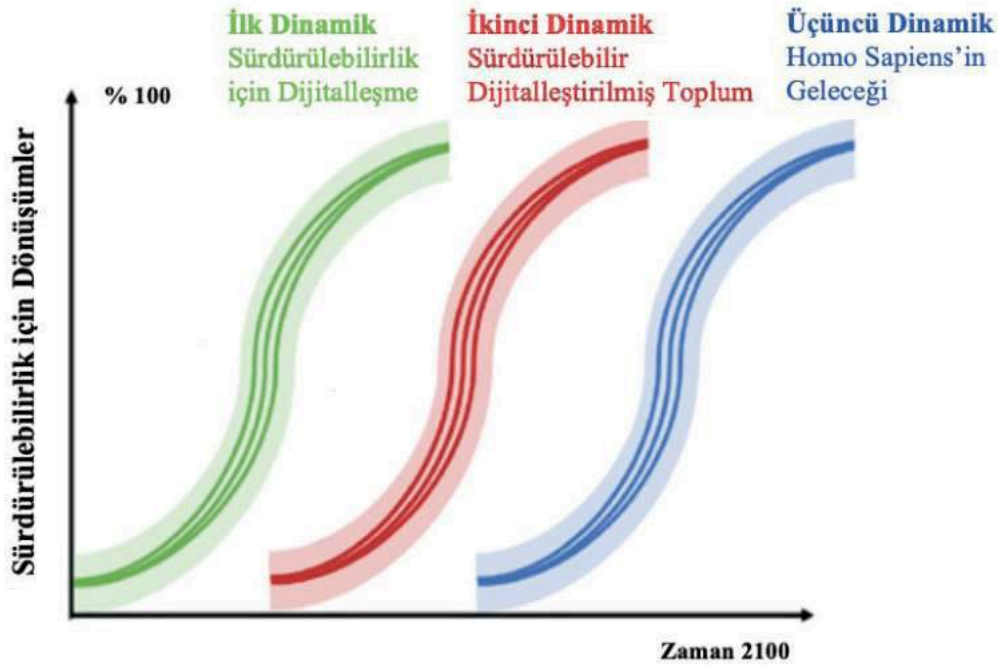
Ayrıca Cumhurbaşkanlığı Yatırım Ofisi tarafından yayınlanan Türkiye Uluslararası Doğrudan Yatırım Stratejisinde (2021-2023), üretim ve ihracat odaklı uluslararası doğrudan yatırımlarda rekabetçiliğin korunması ve güçlendirilmesi için iş ortamını ve düzenleyici çerçeve tedarikçi altyapısının güçlendirilmesi tavsiye edilmektedir. Özellikle yeşil ekonomi ve sürdürülebilir kalkınma ile ilişkili olarak Sürdürülebilir Kalkınma Amaçlarına ve Avrupa Yeşil Mutabakatı’na uyumlu hale getirilmiş özel ve kamu politikalarının kritik önem taşıdığı belirtilerek; bu alanda çalışmaların gerçekleştirilmesinin önemine yer verilmektedir (Yatırım Ofisi, 2021).

Ülke politikalarının dönüşümleri yalnızca üretim ve sanayi değil aynı zamanda ekonomik alanda da devam etmekte; atık konusundaki uygulama ve eylemleri etkilemektedir. Bu kapsamda Hazine ve Maliye Bakanlığı’nın Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı ile ortaklaşa hazırladığı “Yeni Ekonomi Programı (2021-2023)”nda sürdürülebilir büyümeye ve katma değerli ürünlerin üretim ve ihracatına odaklanmaya yer verilmiş; Türkiye-AB Gümrük Birliği kapsamında AB’ye ihracatının Avrupa Yeşil Mutabakatı’na adaptasyon sağlanması için kamu, özel sektör, STK’lar ve üniversitelerin koordineli çalışması gerektiği ifade edilmiştir (Strateji ve Bütçe Başkanlığı, 2021). Bu bakımdan ülke bazlı AB ile uyumlu dögüsel ekonomi modelleri oluşturulurken kurumlar arası koordinasyonun işleyişi, politikaların sürekliliğini ve geçerliliğini sağlamlaştıran en önemli unsur olarak ortaya çıkmaktadır.

2.2. Yeni «Dijital Çağ» için «Etkili ve Kapsayıcı Yönetişim»

“Bilginin Dönüşümü” ile gelinen bu yeni dönemde yeni bir «dijital çağ» başlamakta ve bu hızlı dönüşüm sürdürülebilirliğe önemli bir ivme kazandırmaktadır. Dijitalleşmenin kazandırdığı bu ivmenin ekonomik, sosyal ve çevresel olmak üzere üç boyuttan oluşan sürdürülebilirliğin tüm boyutlarını kapsamaya özellikle insan ve canlı yaşamı faktörü göz önüne alındığında bütünleşik bir yaklaşımla etkili bir «yönetişimi» gerektirmektedir.

The World in 2050 tarafından öne sürülen bir yaklaşıma göre «Homo sapiens»ten «homo digitalis»e sürdürülebilir dijitalleşmiş, sürdürülebilirliğe yönelik harekete geçebilecek «sorumlu bilgi toplumları» oluşturulması için süreç başlamış olup «2030 Sonrası Gündem» döneminin şimdiden yönetilmesi ve toplumların uyumu konusunda adımlar atılması gerekmektedir.



Şekil 2. Dijital Çağın Üç Dinamiği (TWI 2050, 2019)

The World in 2050 hazırladığı raporda dijitalleşme çağının Şekil 2’de görülen sürdürülebilirlik için dijitalleşmenin, sürdürülebilir dijitalleşmiş toplumların ve insanlığın geleceğinin aynı anda izlenmesi gereken üç dinamik olduğunu ifade etmektedir. Sürdürülebilirlik için BM Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri doğrultusunda hızlı bir geçiş ile paraboller keskin bir artışı göstermekte; daha sonra her üç dinamik için parabollerin stabil şekilde olması ise 2050 ve sonrası için dayanıklı bir gezegende herkes için adil ve eşitlikçi bir geleceğin başarısını sembolize etmektedir (TWI 2050, 2019).

Teorik olarak ifade edilen bu başarı ancak geniş bir kapsayıcılık ile mümkündür. Sürdürülebilir bir geleceğe doğru dönüşüm için keskin adımlara, iddialı eyleme ihtiyaç bulunmaktadır. Küresel hedeflerin bölgesel politikalara yansımaları ve yerel ölçekte uygulanması önem arz etmektedir. Bu bağlamda insan kapasitesinin geliştirilmesi, daha az hammadde ile daha fazla ihtiyacın karşılanması, «Karbon Sıfır» enerji sistemleri kurulması, sürdürülebilir gıda sistemlerinin oluşturulması, «Akıllı» altyapıların temini ve sürdürülebilir «dijital dönüşüm» birbirleriyle uyumlu şekilde ve eş zamanlı olarak gerçekleşmesi BM sürdürülebilir kalkınma amaçlarının hedeflerine ulaşmayı sağlayabilecektir.

Bunun için The World in 2050, altı dönüşüm noktası önermiş; bu dönüşümlerin birbirleriyle etkileşimlerini Şekil 3'te özetlemiştir. Buna göre sürdürülebilirliğin kalıcı bir şekilde temini ve güçlü eylemlerin hep birlikte, kimseyi geride bırakmadan, insan ve gezegen odaklı gerçekleştirilmesi; altı büyük dönüşümün bütünsel bir bakış açısı ile gerçekleştirilmesi ile başarı kazanacaktır.



Şekil 3. Küresel, Bölgesel ve Yerel Dinamikleri Harekete Geçirecek Altı Önemli Dönüşüm Noktası (TWI 2050, 2019)

Eğitim ve sağlık hizmetlerinde daha fazla gelişim ile çalışan hakları, eşitsizliklerin kaldırılması gibi konularda insan kapasitesinde ilerleme sağlanması birinci dönüşüm noktasını oluştururken; sorumlu tüketim ve üretim sayesinde hammadde döngüsünün kurulması, kaynakların etkin kullanımı ve kirliliğin önüne geçilmesi gezegenin sürdürülebilirliğini temin edecek ikinci dönüşümü sağlamaktadır. Herkes için temiz ve uygun fiyatlı enerjiye erişimin sağlanması ile küresel «karbon sıfır» enerji sistemlerinin temini üçüncü dönüşümü; gıdanın, biyosferin, orman ve

okyanusların korunması, herkes için sağlıklı gıdaya ve temiz suya erişimin sağlanması ve daha verimli ve sürdürülebilir gıda sistemlerinin kurulması dördüncü dönüşümü oluşturmaktadır. Son iki dönüşüm ise sürdürülebilir yapılar, akıllı alt yapılar ile oluşturulan akıllı şehirlerin; 2050'ye kadar dünya nüfusunun yaklaşık %70'inin yaşayacağı şehirlerde düşük çevresel ayak izi ile yüksek kaliteli hizmetlerin sağlanacağı dönüşümler ile tüm bunların sürdürülebilir kalkınmayı destekleyen bilim, teknoloji ve yenilikler sayesinde «dijital dönüşüm»ünü kapsamaktadır (TWI 2050, 2019).

Buradan da anlaşılacağı üzere insan ve gezegen faktörünü ötelemeden etkili ve kapsayıcı yönetim ile kaynakların verimli kullanılması, atıkların kirliliğe neden olmadan döngüsel ekonomi içerisinde kalması, daha az hammadde ile daha fazla ihtiyacın giderilmesi ve etkin üretim ve tüketim mekanizmalarının oluşturulması sürdürülebilirliğin altı temel dönüşümünün olmazsa olmaz bir unsuru olarak yer almakta; bu dönüşüm entegre atık yönetimi yaklaşımına bambaşka bir boyut kazandırmaktadır. Özellikle 2030 yılına kadar olan süreçte “atık” kavramının yerini “hammadde yönetimi” ve “madde akışı” kavramlarına bırakması, dijital dönüşümün madde akışına ve hammadde yönetimine uyarlanması ve dijital platformların yaygınlaştırılması; 2030 sonrası dönemde dijital dönüşümüş toplumların ve akıllı şehir dönüşümlerinin tamamlanmasını imelendirecektir.

2.3. Döngüsel Ekonomi Bağlamında Madde Akışı ve Hammadde Yönetimi

Son yıllarda artan ham maddeye olan ihtiyaç, Covid-19 süreci ile birlikte farklı bir boyut kazanmış küresel ekonomik dengeler ve tüketim şekilleri; üretim mekanizmalarının yeniden gözden geçirilerek farklı dizayn edilmesi gerektiğini göz önüne sermiştir. OECD raporlarına göre 2017 yılında 7,48 milyar olan dünya nüfusunun 2040 yılında 9.15 milyara ve 2060 yılına kadar 10.17 milyara ulaşması beklenirken kişi başı hammadde tüketim yoğunluğu 0.77'den 2040 yılında 0.55'e ve 2060 yılında 0.45'e düşmesi beklenmektedir (Bibas, Chateau, & Lanzi, 2021).

Bu durum gelecek yıllarda hammadde çıkarma, işleme ve kullanım ömrü sonu yönetimi talebinin artmasına neden olmakta; malzemelerin yaşam döngüleri boyunca tek yönlü kullanılması yerine çevre üzerinde önemli olumsuz etkileri azaltacak ve kaynak verimliliğini arttıracak şekilde kullanılmasını zorunlu hale getirmekte ve döngüsel ekonomiye geçişi teşvik eden politikalara duyulan ihtiyacı ortaya çıkarmaktadır.

Döngüsel ekonominin başlangıç noktası olan üretimde hammaddenin akıllı yönetimi, madde akışlarının takibi ve izlenmesi, eko-inovatif üretim modellerinin geliştirilmesi yalnızca üretim kaynaklı atıkların azaltılması ba-

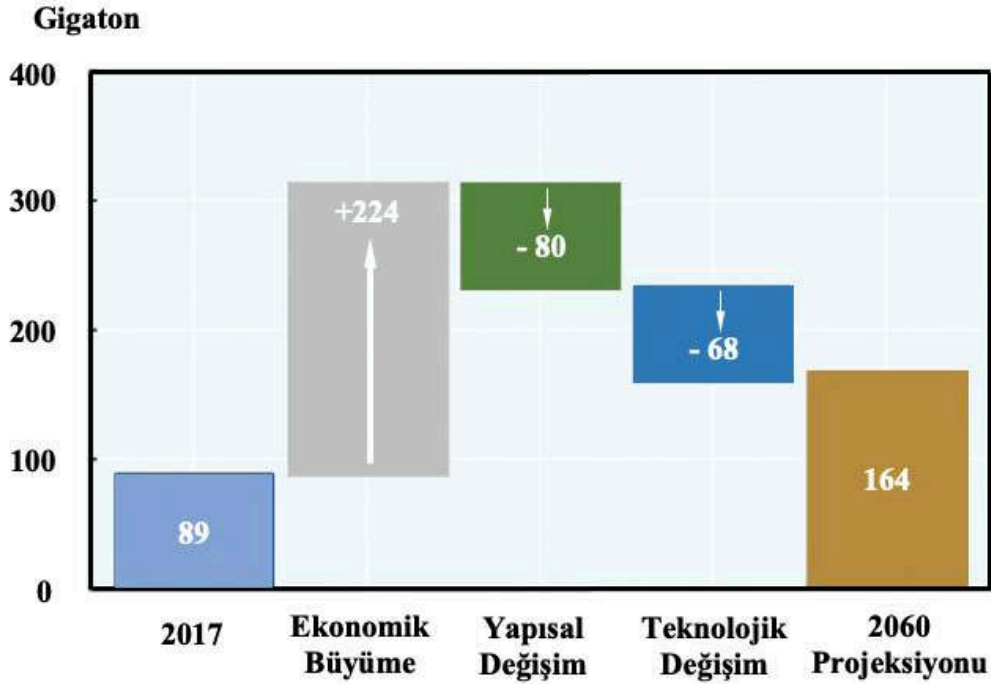
kımından değil emisyonların azaltılması, enerji verimliliği gibi üretimin çevresel etkilerinin azaltılmasında da etkin olmaktadır. OECD'nin metal ve metal olmayan malzemelerinin üretimi üzerinden yaptığı araştırmada birincil hammadde yerine ikincil malzemelerin kullanılmasına yönelik vergi düzenlemesi yoluyla mali bir reform önerilmiş bu reformun birincil hammadde kullanımının küresel düzeyde, metaller için %27 ve metalik olmayan mineraller için %8 oranında azaldığı ve 2040 yılı için temel senaryoya kıyasla genel olarak %7'lik bir azalma olduğu ifade edilmektedir. Yapılabilecek politika reformundan kaynaklanan birincil malzemelerden ikincil malzemelere geçişin, malzeme kullanımının çevresel etkilerini azaltması öngörülerek iklim değişikliği, hava, toprak ve su kirliliği ve insan sağlığı üzerindeki sonuçlarına göre birincil malzeme kullanımının azalmasının ve birincil malzemelerle karşılaştırıldığında ikincil malzeme ton başına daha düşük çevresel etkisinin olduğu; özellikle ince partikül madde (PM2.5), karbon monoksit (CO) ve kükürt dioksit (SO₂) emisyonlarının tüm bölgelerde önemli ölçüde azalmasının beklendiği sonucuna ulaşılmıştır (Bibas, Chateau, & Lanzi, 2021).

Üretim aşamasında hammaddenin verimli kullanılmasının teşvik edilmesi, geri dönüşebilen malzemelerden üretim yapılması, daha dayanıklı ürünler üretilmesi olmak üzere üç başlık altında toparlanabilecek döngüsel ekonominin üretimdeki özelliklerini McCarthy ve arkadaşları Tablo 1'de özetlemiştir. Buna göre yapılabilecek yasal düzenlemeler ve yenilikçi yaklaşımlar ile birincil hammaddelere duyulan ihtiyaç önemli şekilde azaltılabilir, ikincil hammaddelerin kullanımı yaygınlaştırılabilmektedir.

Tablo 1. Döngüsel Ekonominin Üretimdeki Özellikleri (McCarthy, 2018)

	Döngüsel Özellik	Kilit Etki	Örnek Politika
Kaynak Döngüsünün Tamamlanması	<ul style="list-style-type: none"> • Geri Dönüşüm • Ürün Tamiri ve Yeniden Üretim 	<ul style="list-style-type: none"> • Birincil Hammadde İhtiyacındaki Azalma • İkincil Hammadde Kullanımındaki Artış 	<ul style="list-style-type: none"> • İkincil Hammadde Kullanımına Teşvik • Geri Dönüşüm Sektörüne Teşvik
Kaynak Döngüsünün Yavaşlatılması	<ul style="list-style-type: none"> • Uzun Ömürlü Ürünler • Ürünlerin Tamir Edilmesi ve Yeniden Kullanımı 	<ul style="list-style-type: none"> • Birincil ve İkincil Hammaddeye Olan İhtiyacın Azalması • Daha Yüksek Kaliteli ve Dayanıklı Ürünlerin İmal Edilmesi fakat Fiyatların Buna Bağlı Olarak Yükselmesi 	<ul style="list-style-type: none"> • Genişletilmiş Üretici Sorumluluğu • Ürün Tasarımı Standartlarının Revizyonu
Kaynak Akışını Daraltma	<ul style="list-style-type: none"> • Hammadde Verimliliğinde Artış • Gelişmiş Katma Değer • Bireysel Davranışlarda Değişim 	<ul style="list-style-type: none"> • Birincil Hammadde İhtiyacında Azalma • Genişletilmiş Hizmet ve Paylaşım Ekonomisi 	<ul style="list-style-type: none"> • Kaynak Verimliliği Standartları Oluşturulması • Araç Paylaşımı gibi Uygulamalar İçin Ödenekler Ayrılması • Hammadde Vergilerinin Düzenlenmesi

Gerek bu yapısal değişiklikler gerekse yenilikçi teknolojiler ile sağlanan kaynak verimliliği gelecek projeksiyonlarına bakıldığında gezegenin kaynaklarının etkin kullanılmasının önemini daha net şekilde ortaya koymaktadır. Şekil 4'te görüldüğü üzere OECD verilerine göre 2017 yılında 89 Gt olan hammadde ihtiyacı ekonomik büyüme göz önüne alındığında 2060 yılında 313 Gt'a çıkması beklenmekte iken teknolojik ve yapısal dönüşümler ile 148 Gt'luk bir kaynak verimliliği sağlanarak 2060 yılındaki hammadde ihtiyacının 167 Gt'a düşeceği ön görülmektedir (OECD, 2019).



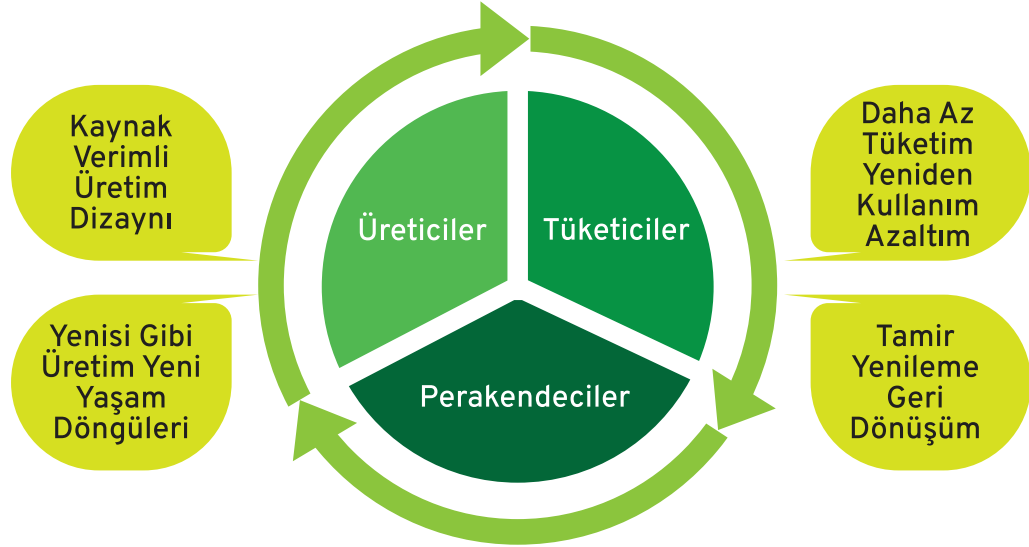
Şekil 4. Hammadde İhtiyacının 2060 Yılı Projeksiyonu (OECD, 2019)

Üretimde hammaddenin ve kaynakların yönetimi sağlandıktan sonra döngüsel madde akışı bir sonraki aşama olan perakende sektörü ile devam etmekte ve bu sektör üretilen ürünlerin tüketicilere ulaşmasında ara basamak olarak yer almaktadır. Bu noktada perakendeciliğin yalnızca tüketiciler ile değil aynı zamanda üreticiler ile de etkileşimi olduğundan döngü içerisinde her iki grup ile de farklı şekillerde madde akışını devam ettirebilmektedir.

Atılacak ürünlere farklı fonksiyonlar kazandırarak yeniden tüketiciye sunabileceği gibi farklı üretim mekanizmalarına yollayarak ürünlerin atık olmak yerine yeni yaşam döngülerine girmesi sağlanabilmektedir. Diğer taraftan üretici ile gerçekleştirilebilecek kapsamlı yenileme veya bir üst modele taşıma gibi işlemler ile yenisi gibi üretim mekanizmaları

oluşturulabilmektedir. Böylelikle hem tüketiciye daha düşük fiyata yeni ürün sunulurken üreticiye de yeni bir iş sahası oluşturularak ekonomik fayda da ortaya çıkmaktadır. Bu gibi ürünlerin dögüsel ekonomide kalması için atılan adımlar aynı zamanda mevcut ürün standartlarının revizyonu gibi yeni düzenlemelere ihtiyaç duymaktadır.

Ürünlerin dögüsü içerisinde kalmasının sağlanması için satış noktaları ve perakendecilerin tüketicilere yönelik tamir atölyeleri, yenileme gibi hizmetler sunması madde akışının ürünün atığa dönüşmeden devam etmesine imkân sağlamaktadır (Bkz. Şekil 1). Yeniden kullanımın yanı sıra geri dönüşebilen malzemelerden üretilmiş ürünler için ise geri dönüşüm seçeneği bulunmaktadır. Dögüsel ekonominin son bileşeni olan tüketiciler Şekil 5'te özetlendiği gibi ürünlerin son kullanıcısı olarak dögünün sürdürülebilir şekilde devam etmesinin önemli bir parçasıdır. Gereksiz ambalaj, plastik poşet gibi ürünün kullanımını reddederek daha az tüketim yöneldiği gibi matara gibi aynı ürünü tekrar tekrar kullanarak kaynak verimliliğine katkı sunmaktadır.



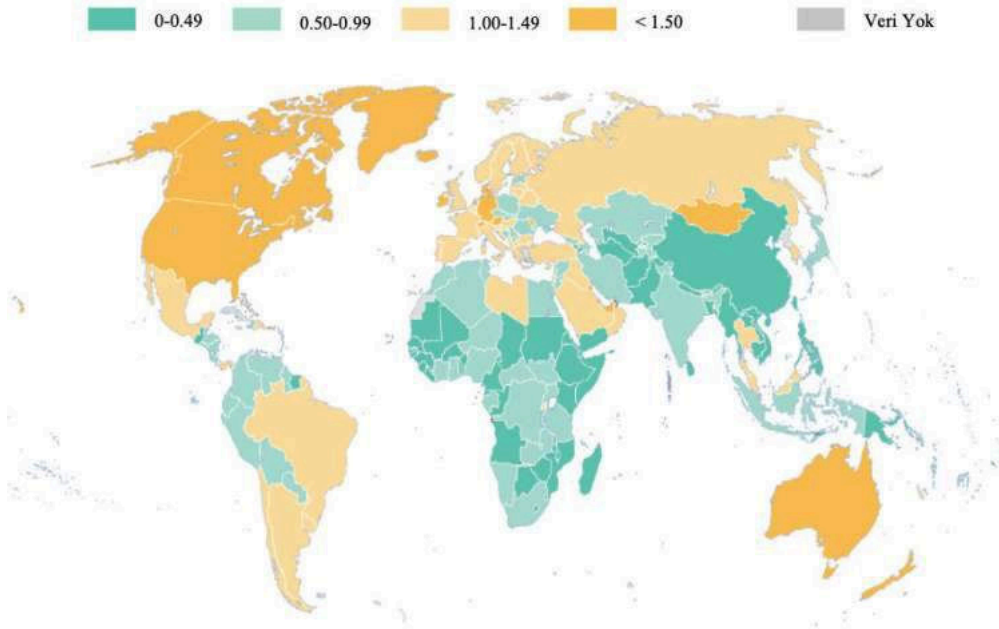
Şekil 5. Dögüsel Ekonominin Üç Bileşeni

Burada madde akışında ürünün atığa dönüşümünün önüne geçmek amacıyla tüketicinin ihtiyaçlarını doğru belirlemesi ve gereksinimlerini en az atığa neden olacak şekilde belirlemesi önem arz etmektedir. Tamir ve yenileme, yenisi gibi üretilmiş ürün tercihi, geri dönüşebilen malzemelerden yapılmış ürünlerin kullanımı gibi tüketici alışkanlıklarında önemli değişim ve dönüşümler gerekirken tüm bu üç basamaklı sürecin birbirleriyle entegre şekilde yönetilebilmesi, dijitalleştirilerek eko-ayak izlerinin izlenebilmesi ve ekonomik kazançlarının ortaya konulabilmesi 2030 yılına kadarki sürdürülebilir sorumlu üretim ve tüketim hedeflerine ulaşmaya katkı sağlayacak 2050 için eylemlerin belirlenmesine ışık tutacaktır.

3. Sonuç ve Öneriler

Yeni dijital çağda etkili ve kapsayıcı bir yönetimi sağlayarak insan ve gezegenin varlığını sürdürmesine, gelecek nesillerin daha yaşanabilir şartlarda hayatlarını devam ettirmesine ve sürdürülebilir kalkınmayı temin etmeye yönelik atılan adımlar hızla devam etmekte; belirlenmiş ortak küresel hedefler ile ülkelerin “ortak fakat farklılaştırılmış sorumluluklar ve göreceli kabiliyetler” ile eyleme geçmesi beklenmektedir. Bu hedeflere ulaşmak ve ülkelerin politikalarını sürdürülebilirlik ekseninde oluşturarak devam ettirebilmeleri için önemli dönüşümler gerekmektedir. Özellikle kaynakların gelecek nesillere aktarılabilmesi ve yeterli miktarda kaynağa herkesin erişebilmesi bakımından sorumlu üretim ve tüketim mekanizmalarının temini ülkelerin üstesinden gelmesi gereken en önemli dönüşümlerden biridir. Oysa bugüne kadarki teknolojik gelişmeler ve hal-i hazırdaki üretim-tüketim süreçleri ile ortaya çıkan atık yönetimi sürdürülebilir geleceğin önemli bir sorunu halinde yer almaya devam etmektedir.

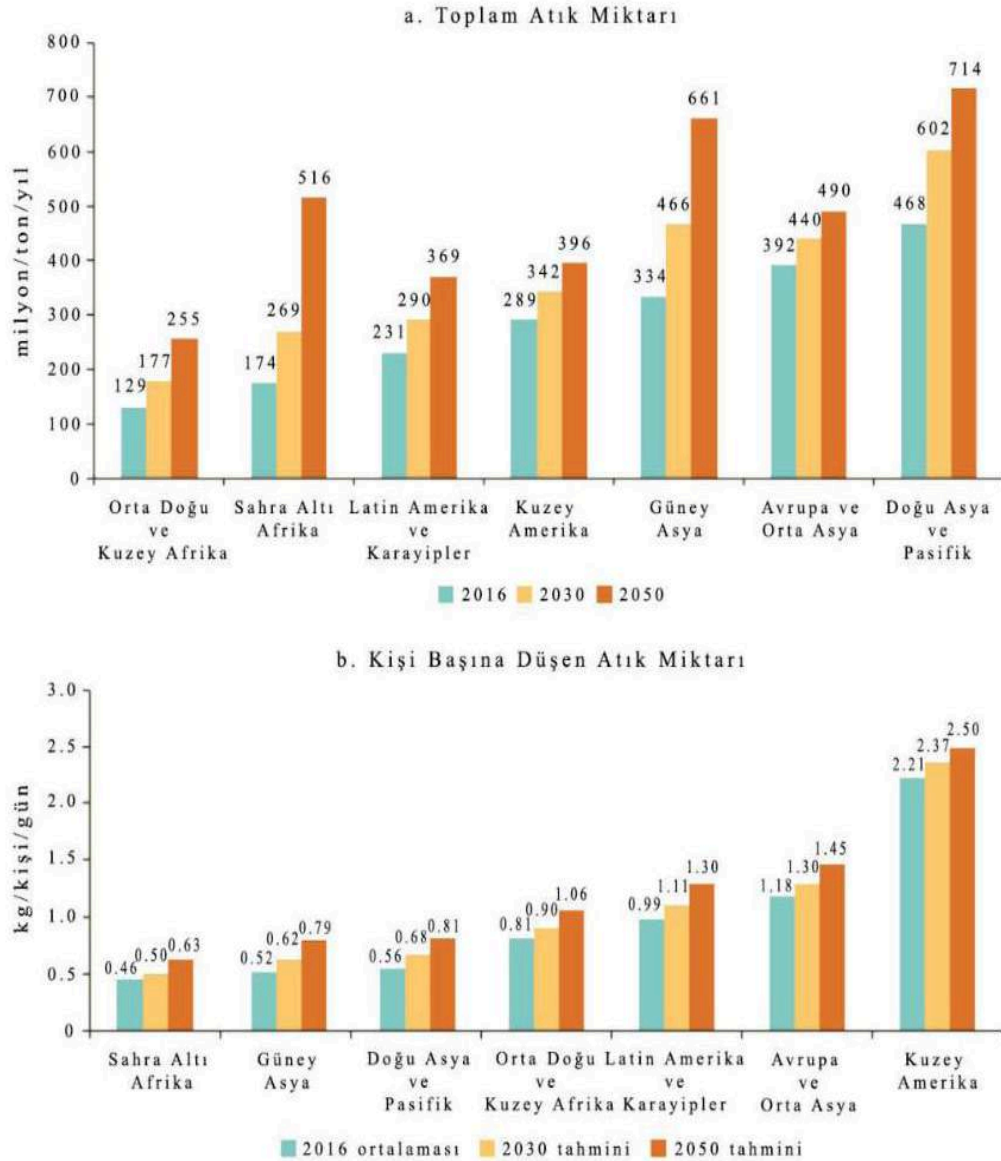
Dünya Bankası tarafından hazırlanan bir raporda yayınlanan ve Şekil 6’da görülen verilere göre gelişmiş ülkelerde kişi başına düşen atık miktarı günlük 1.50 kg’dan fazla iken gelişmekte olan ülkelerde 1-1.5 kg arasında; az gelişmiş ülkelerde ise 0.50 kg’dan az oluşmaktadır.



Şekil 6. Dünyadaki Kişi Başına Düşen Atık Miktarları

Aynı raporda yer alan 2030 ve 2050 projeksiyonları bölgesel olarak yıllık toplam miktarlar ve kişi başına düşen miktarlar şeklinde hesaplanarak ortaya konulmaktadır. Buna göre Avrupa ve Orta Asya bölgesinde

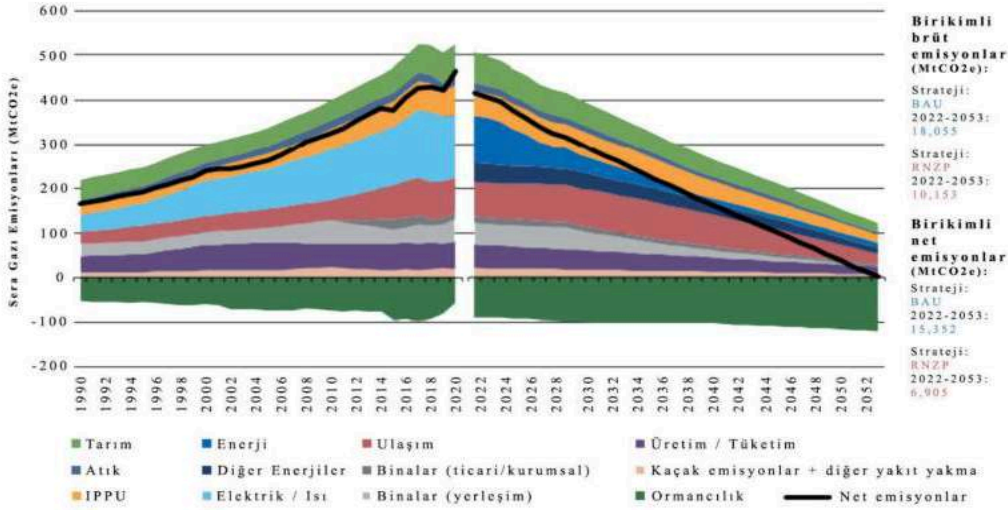
2030 yılında toplam 440 milyon ton atık oluşması beklenirken günlük kişi başı 1,30 kg atık oluşacağı tahmin edilmektedir. Aynı bölge için 2050 yılı tahmini ise yıllık toplam 490 milyon ton atık olup kişi başına günlük 1.45 kg atık oluşacağı öngörülmektedir (WorldBank, 2018).



Şekil 7. Bölgesel Bazlı Yıllık Toplam Atık Miktarları ve Kişi Başına Düşen Günlük Atık Miktarları İçin 2030 ve 2050 Projeksiyonları (WorldBank, 2018)

Günlük kişi başına 1.13 kg atık ortaya çıkan Türkiye’de ise entegre atık yönetimi konusunda önemli yatırımlar gerçekleştirilmiş “sıfır atık” gibi projeler ile katılımçılık sağlanarak atık yönetimi konusunda önemli gelişmeler

kaydedilmiştir. Diğer taraftan sağladığı ekonomik büyüme ve gelişme ile birlikte atık miktarlarında ve atık kaynaklı emisyonlarda da artış gerçekleşmiştir. Türkiye'nin son beş yılda 400 milyon tonCO_{2e}'den fazla olan atık kaynaklı emisyonlarının Şekil 8'de görüldüğü üzere 2030 yılına kadar 300 milyon tonCO_{2e}'e ve 2050 yılına kadar da yaklaşık 120 milyon tonCO_{2e}'e indirilmesi öngörülmektedir (World Bank, 2022).



Not: BAU = her zamanki şeyler; RNZP = esnek ve net sıfır yolu

Şekil 8. Atık Kaynaklı Emisyonlar ve Geleceği (World Bank, 2022)

Tüm sektörlerde olduğu gibi atık sektöründe de atıkların taşınmasında çevre dostu araçların kullanılması, tersine lojistik gibi farklı yöntemlerin uygulanması, atık tesislerinde karbon yakalama teknolojilerinin kullanılması gibi karbon salınımını azaltacak dönüşümler ile emisyonların düşürülmesine katkı sağlanması planlanmaktadır. Örneğin atıkların 2030 yılına kadar %19 oranında azaltılması 14 milyon tonCO_{2e} emisyon azaltımına neden olacağı hesaplanmıştır (World Bank, 2022).

Paris Anlaşması'nı 2021 yılında imzalamasıyla iklim değişikliği ve emisyonların azaltılması konusunda verdiği 2053 yılı taahhüdüne uyması için atılacak adımları belirlemek üzere 2022 yılında düzenlenen İklim Şurasında alınan kararlarda iklim dostu bütünleşik bir "Ulusal Atık Önleme, Azaltma ve Geri Kazanım Strateji Belgesi", "Ulusal Atık Yönetimi ve Eylem Planı" ve atıkların hammadde olarak kullanılmasına yönelik ürün yaşam döngüsü kriterlerini içeren hedeflerin de yer aldığı "Döngüsel Ekonomi Eylem Planı" hazırlanmasına yer verilmesi; ülke bazında oldukça kısa olan 2030 yılına kalan süre sadece yedi yıl olduğu göz önüne alınırsa 2030'dan 2053'e kadarki süreçleri planlayabilmek açısından önem arz etmektedir. Bu plan ve belgelerde atık oluşumunun önlenmesi esas alınarak "madde akışı" ve

“hammadde yönetimi” bakış açısıyla ürünlerin atığa dönüşmeden ekonomik döngüsünde kalması için gerekli politikalara yer verilmeli ve özellikle dijital dönüşümlerin bu sektördeki uygulamaları için alan açılmalıdır.

Bir diğer nokta ise atıkların kaynakta ayrı toplanması ve geri dönüşümüne ilişkin kapsamlı bir ekonomik ve finansal mekanizma kurulmasıdır. İklim Şurası kararlarında belirtilen 2035 yılında %60'a ulaşması hedeflenen geri kazanımın sağlanabilmesi için tüketicilere karışık atık toplama ve bertaraf bedellerinin yansıtılması, depozitolu ambalaj uygulaması gibi atık yönetiminin finansmanına ilişkin konuların çözümlenmesi önem arz etmektedir.

Sistemin birbiriyle uyumu ve Yerel Yönetimler-İlgili Bakanlıklar-Lisanslı Firmalar- Yetkilendirilmiş Kuruluşlar arasındaki tam koordinasyon ve etkin iletişim geri dönüşüm sektörünün daha da ileriye taşınmasına katkı sağlayacaktır. OECD verilerine göre tüm dünyada geri dönüşüm sektörü madencilikten daha hızlı şekilde büyümekte; 2030 yılına göre geri dönüşüm sektörü 2060 yılında üç katına çıkması beklenmektedir (OECD, 2019). Türkiye'nin bu hızlı büyümeden payını alması ve ülke hedeflerine ulaşması; sürdürülebilir üretim ve tüketim süreçlerine uyumunu kolaylaştıracak diğer önemli dönüşümler için kaynak teşkil edecektir.

Ülke çapında başlatılan ve etkin şekilde devam eden sıfır atık çalışmalarına hız verilmesi için kamu binalarından başlayarak önemli yerleşkelerin “temel sıfır atık belgesi” seviyesinden “platin sıfır atık belgesi” seviyesine geçişleri planlanarak ivedilikle uygulanması; 2030 yılına kadar planlanan %19'luk atık azaltım hedefinin sağlanmasına önemli katkı sunacaktır.

Sanayi ve üretim sektöründe ise OSB'lerden başlayarak dijitalizasyona teşvik edilmeli üretim/hizmet süreçleri hem madde hem enerji hem de çevresel faktörlerin izlenebileceği, takip ve kontrol edilebileceği, gerektiği durumlarda veri teminine elverişli yazılımlar ile desteklenmelidir. Özellikle Hazine ve Maliye Bakanlığı-Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı-Çalışma Bakanlığı ve Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı gibi bu konuda önde yer alan kamu kurumlarının kurumlar arası entegrasyonu ve koordinasyonu sağlanarak sanayi ve hizmet sektöründe sera gazı emisyon azaltımına, etkin atık yönetiminin iyileştirilmesine yönelik teşvik mekanizmalarının çalıştırılması kolaylaştırılabilecektir. Bu aynı zamanda ülke raporlamalarına katkı sağlayacak değer zinciri ve yaşam döngüsü değerlendirmesini destekleyecek araçların oluşturulması ile sera gazı azaltım etkisi sektör bazlı takip edilebilecektir. Oluşan bu dijital platformlar ülkeye yeni ekonomik değerler kazandıracak, dijital çağın yeni değerleri sayesinde emisyon ticareti gibi gelişen farklı sektörler ortaya çıkacaktır.

4. Sonnot

Çok katılımcılı sanal platformlarda tüketicilere yer verilerek; tamir atölyeleri, değişim noktaları, ürün yenileme, yeniden kullanım gibi ürünün döngüsel ekonomi içinde kalmasına yönelik uygulamaları içeren “Atık Yönetimi” değil “Hammadde Yönetimi” teşvik edilmelidir. Dijital çağda "Homo sapiens"ten "homo digitalis"e sürdürülebilir dijitalleşmiş, sürdürülebilirliğe yönelik harekete geçebilecek "sorumlu bilgi toplulukları" oluşturulması için gerekli eğitim ve bilgilendirmelerin çağa uygun olarak düzenlenmesi; katılımcılığın artırılması ve etkili-kapsayıcı yönetişimin temini için etkinlik ve uygulamaların yapılması; küresel hedeflerin bölgesel hedeflere uyarlanarak şekillenmiş ülke politikalarının yerelde verimli bir şekilde sonuçlanmasına neden olacaktır.

Kaynakça

1. Bibas, R., Chateau, J., & Lanzi, E. (2021). *Policy scenarios for a transition to a more resource efficient and circular economy*. Paris, France: OECD Environment Working Papers No. 169.
2. European Commission. (2019). *Green Deal-Strategies and Priorities*. Green Deal: https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en adresinden alındı
3. European Council. (2021). *Fit for 55*. European Green Deal: <https://www.consilium.europa.eu/en/policies/green-deal/fit-for-55-the-eu-plan-for-a-green-transition/> adresinden alındı
4. Hilbert, M. (2022). Digital technology and social change: The digital transformation of society from a historical perspective. *Dialogues in Clinical Neuroscience*, 22:2, 189-194, DOI: 10.31887/DCNS.2020.22.2/mhilbert.
5. İklim CSB. (2021). *Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı*. İklim Değişikliği: <https://iklim.csb.gov.tr/paris-anlasmasi-i-98587> adresinden alındı
6. Kluver, R. (2004). Globalization, Informatization, and Intercultural Communication. F. Jandt içinde, *Intercultural Communication* (s. 425-438). California, US: Sage Publications Inc. Academia: https://www.academia.edu/18174591/Globalization_Informatization_and_Intercultural_Communication?bulkDownload=thisPaper-topRelated-sameAuthor-citingThis-citedBy-This-secondOrderCitations&from=cover_page adresinden alındı
7. McCarthy, A. R. (2018). *The Macroeconomics of the Circular Economy Transition: A Critical Review of Modelling Approaches*. Paris: OECD Environment Working Papers, No. 130, OECD Publishing.
8. OECD. (2019). *Global Material Resources Outlook to 2060: Economic Drivers and Environmental Consequences*. Paris: OECD Publishing.
9. Strateji ve Bütçe Başkanlığı, T. C. (2021). *Yeni Ekonomi Programı 2021-2023*. Strateji ve Bütçe Başkanlığı: https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2021/08/YeniEkonomiProgrami_OVP_2021-2023.pdf adresinden alındı
10. Ticaret Bakanlığı. (2021). *TC. Ticaret Bakanlığı*. Yeşil Mutabakat Eylem Planı: <https://ticaret.gov.tr/data/60f1200013b876eb28421b23/MUTABAKAT%20YE%C5%9E%C4%B0L.pdf> adresinden alındı
11. Türkiye ve Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları. (2022). *TC Cumhurbaşkanlığı, Strateji ve Bütçe Daire Başkanlığı*. sürdürülebilir kalkınma: <http://www.surdurulebilir.kalkinma.gov.tr/#top> adresinden alındı
12. TWI 2050, T. (2019). *The Digital Revolution and Sustainable Development: Opportunities and Challenges*. Laxenburg, Austria: International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA).
13. UN. (2015). *Sustainable Development Goals*. Sustainable Development: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/sustainable-development-goals/> adresinden alındı

14. UNCC. (2015). *United Nations Climate Change*. UNCC-Process and Meetings-Paris Agreement: <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/the-paris-agreement> adresinden alındı
15. UNSDGs. (2021). *United Nations Department of Economic and Social Affairs*. Division for Sustainable Development Goals: <https://sdgs.un.org/goals> adresinden alındı
16. World Bank. (2022). *Country Climate and Development Report-Türkiye*. World Bank Group.
17. WorldBank. (2018). *What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050*. Washington: World Bank Group.
18. Yatırım Ofisi. (2021). *Türkiye Uluslararası Doğrudan Yatırım Stratejisi 2021-2023*. TC Cumhurbaşkanlığı Yatırım Ofisi: <https://www.invest.gov.tr/tr/library/publications/Lists/InvestPublications/Turkiye-Uluslararası-Dogrudan-Yatirim-Stratejisi-2021-2023.pdf> adresinden alındı





SIFIR ATIK POLİTİKASININ İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ İLE MÜCADELE ÇALIŞMALARINDA VE DÖNGÜSEL EKONOMİYE GEÇİŞ SÜRECİNDEKİ ROLÜ

Eyyüp KARAHAN

Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Çevre Yönetimi Genel Müdürü
eyyup.karahan@csb.gov.tr

1. Giriş

Dünya genelinde sıcak gündem konularından biri olan, şiddetini ve etkisini gittikçe artıran ve bu yüzden de mücadele edilmesi gereken, çok boyutlu bir çevre sorunu haline dönüşen iklim değişikliği ile mücadele bir politikaya dönüşmüştür. Aslında 2017 yılında başlatılmış olan Sıfır Atık Projesi bu mücadele ve uyum politikasının mihenk taşlarından biri olarak değerlendirilmektedir.¹ Topyekûn bir toplumsal mücadele ve işbirliğini gerektiren bu Projenin hayata geçirilmesi için yeni bir ekonomi modeli, yeni bir yaşam tarzı, alışkanlıklarımızda önemli değişiklikler gerçekleştirilmesi zorunlu hale gelmiştir. Öyle ki daha önce kurtulmak için bin bir çaba sarf ettiğimiz, şehirlerimizi, köylerimizi, derelerimizi, akarsularımızı, denizlerimizi, kıyılarımızı, ormanlarımızı ve bütün ekosistemi yaşanmaz hale getiren her türden atık bugün artık birer hammadde kaynağına dönüşmeye başlamıştır. Sıfır atık yaklaşımının en önemli adımları olan atığın önlenmesi, azaltılması ve yeniden kullanılması aynı zamanda iklim değişikliğine uyum ve iklim değişikliği ile mücadelenin vazgeçilmez, önemli bir bileşenidir.

¹ Cumhurbaşkanlığı Külliyesi'nde Emine Erdoğan Hanımefendi tarafından başlatılan Sıfır Atık Seferberliği 2017 yılında yapılan geniş bir katılımıla Sıfır Atık Projesi'ne dönüştürülmüştür (Erdoğan, 2022:20).

Bu makalede; sıfır atık yönetim sistemi, döngüsel ekonomi ve iklim değişikliği kavramları ve gelişim süreçleri ele alınacak, ardından Türkiye'nin sıfır atık politikasına geçiş süreci, bu sürecin paydaşları ve bu konuda yapılan çalışmalara yer verilecektir.

2. Uyum ve Mücadele Politikaları Ekseninde İklim Değişikliği Sorunu

Atmosferdeki ısının sera gazı emisyonundan kaynaklanan artışı sonucunda meydana gelen iklim değişikliği sorunu dünya kamuoyunu en çok meşgul eden sorunlar arasında yer almaktadır. Günümüzde küresel bir çevre sorunu haline gelen hatta çevre sorunu olmayı aşarak tarımdan gıdaya, enerjiden ulaşıma, sanayiden ticarete, ekonomiden siyasete, yönetimden hukuka, toplumsal yaşamdan kültürel yaşama varıncaya değin hemen her alanda tüm canlı varlıkları tehdit eden bir düzeye ulaşan iklim değişikliği sorunu, küresel düzeyde arayışlara ve işbirliği çalışmalarına yol açmış, başta Birleşmiş Milletler (BM) olmak üzere uluslararası kurum ve kuruluşlar devletlerle birlikte bu arayışların önemli birer paydaşı haline gelmişlerdir. 1972 yılında BM öncülüğünde toplanan Stockholm Konferansı ile başlangıçta küresel ısınma kavramıyla ifade edilen bu sorun 1992 yılında yine BM öncülüğünde toplanan Rio Zirvesi'nde kabul edilen BM İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi ile küresel düzeyde çözülmesi gereken bir sorun olarak nitelendirilmiş ve yapılması gereken çalışmalara ilişkin ilkeler belirlenmiştir. Dinamik bir yaklaşımla işleyen ve günümüzde uyum politikasına dönüşen iklim değişikliği sorunu, Türkiye olarak yakın zamanda imzalamış ve onaylamış² olduğumuz Paris İklim Anlaşması ile birlikte yeni bir sürece doğru evrilmiştir. Türkiye'nin yeşil kalkınma devrimi için belirlemiş olduğu 2053 Net Sıfır Emisyon Hedefi kapsamında yürütmüş olduğu çalışmalar ile sıfır atık politikası ve döngüsel ekonomik modele geçiş arasında çok yakın bir ilişki olduğunu belirtmek gerekir.

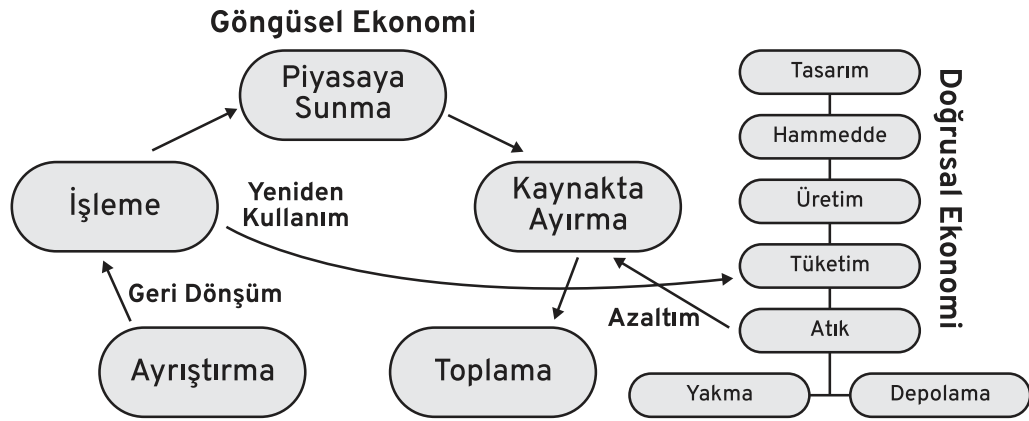
3. Döngüsel Ekonomi Modeline Geçiş

Doğrusal ekonomiyi esas alan klasik ekonomi yaklaşımında yer bula-mayan, ancak atığın bir hammadde olduğu gerçeğinin farkına varılınca yeni ekonomi yaklaşımlarından biri olan döngüsel ekonomi modeli karşımıza çıkmaktadır. İlk kez 1970'lerde Amerikalı kimyager Paul Palmer tarafından kullanılan (Warner vd.,2015: 14; Nizar vd., 2018: 3'den akt. Bilgili, 2021) sıfır atık kavramı "atıkların kaynakta önlenmesi ve azaltılması, yeniden kullanılması, geri dönüştürülmesi ve kazanılması" olarak tanımlanmaktadır. Sıfır atık yaklaşımı ile döngüsel ekonomi arasındaki ilişkiyi ortaya koyan Lehmann'dan sonra (2011) bu alana ilişkin çok sayıda çalışma yapılmıştır.

² Türkiye, Paris Anlaşması'nı, 22 Nisan 2016 tarihinde imzalamış, 7 Ekim 2021 tarihli ve 31621 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe giren Paris Anlaşmasının Onaylanmasının Uygun Bulunduğuna Dair Kanun ile onaylamıştır.

Sıfır atık yaklaşımında gelinen nokta ile Avrupa Birliği tarafından kabul edilen “önleme”, “kaynağında azaltma” “ihtiyatlı olma” ve “kirletenin sorumluluğu/kirleten öder” gibi çevre politikası ilkelerinin de uyumlu olduğunu belirtmek gerekir. Çevrenin korunması ve yönetiminde ekonomik ve sosyal bir dengeyi adil, dayanıklı/dirençli ve uygulanabilirlik ilkeleriyle birlikte ele alan ve esas hedefi gelecek kuşaklara daha yaşanabilir bir çevre bırakmak olan sürdürülebilir kalkınma kavramı uluslararası ve ulusal nitelikteki bütün politikaların kesişme alanlarında yer alan belirleyici bir kavrama dönüşmüştür. Dolayısıyla sıfır atık yaklaşımının benimsenmesi bir bakıma sürdürülebilir kalkınma anlayışının da sacayaklarından biri haline gelmesine yol açmıştır.

Şekil 1. Doğrusal Ekonomi ve Döngüsel Ekonomi



Kaynak: Curran ve Williams, 2012: 4; Song vd., 2015: 200'den akt. Bilgili, 2021.

Al, kullan/yap, at ilkelerine dayanan doğrusal ekonomi günümüzde yerini, yeniden kullanma, yeniden kullanım mümkün değilse geri dönüştürme veya onarma, onarılması ya da dönüştürülmesi mümkün değilse geri kazanma ve yeniden üretim ilkelerine dayanan döngüsel ekonomiye bırakmaya başlamıştır (Stahel, 2016: 435'ten akt. Bilgili, 2021). Bu yeni ekonomik modelin başarısı, geri dönüştürülebilir atık miktarında en yüksek düzeye ulaşmakla mümkündür.

Döngüsel ekonomi modeli ile Ülkemiz kaynaklarının verimli kullanılması, ürün tasarımından başlayan yaşam döngüsünün etkin bir şekilde tamamlanarak atığın kaynak olarak değerlendirilmesi için çalışmalar gerçekleştirilmekte, Avrupa Birliği'nin 2015 ve 2020'de yayımladığı Döngüsel Ekonomi Eylem Planı yakından takip edilmektedir. 2022 yılının Şubat ayında 3 yıl sürmesi öngörülen “Türkiye'nin Döngüsel Ekonomiye Geçiş Potansiyelinin Değerlendirilmesi İçin Teknik Destek Projesine” başlanmıştır. Projenin çıktıları ile Türkiye genelinde daha verimli kaynak ve atık yönetimine de katkıda bulunan döngüsel ekonomiye geçiş teşvik

edilecektir. Proje kapsamında; Ülkemizdeki döngüsel ekonomi potansiyeli araştırılacak ve ülkemize özgü bir “Döngüsel Ekonomi Strateji ve Eylem Planı” hazırlanacaktır. Söz konusu eylem planında; üretim, tüketim, atık yönetimi, ikincil hammaddeler, öncelikli alanlar (plastikler, gıda atıkları, kritik hammaddeler, inşaat ve yıkıntı, biyokütle), yenilik, yatırım ve alınacak diğer yatay önlemler, döngüsel ekonomiye yönelik izleme başlıkları yer alacaktır. Ayrıca proje kapsamında Sektörel Etki Değerlendirme Raporu ile tek kullanımlık plastikler için düzenleyici etki analizi değerlendirme raporu hazırlanacaktır.

Döngüsel ekonomi modeline geçiş sürecine yönelik düzenlemelerden biri de 2021 yılında hazırlanan ve Türkiye Yeşil Mutabakat Eylem Planı’dır. AB’nin 2050 yılında karbon-nötr ilk kıta olma ve düşük karbonlu ekonomiye geçiş hedefini Avrupa Yeşil Mutabakatı ile belirlemesinin ardından yeni sürece uyum sağlamak üzere hazırlanan 9 ana başlık altında 32 hedef ve 81 eylemden oluşan Türkiye Yeşil Mutabakat Eylem Planı hem kamu hem de özel sektör bakımından önemli hükümler içermektedir. Söz konusu 9 ana başlık aşağıdaki tabloda gösterilmektedir:

Tablo 1. Türkiye Yeşil Mutabakat Eylem Planı-2021

	Ana Başlıklar
1	Sınırdaki Karbon Düzenlemeleri
2	Yeşil ve Döngüsel Bir Ekonomi
3	Yeşil Finansman
4	Temiz, Ekonomik ve Güvenli Enerji Arzı
5	Sürdürülebilir Tarım
6	Sürdürülebilir Akıllı Ulaşım
7	İklim Değişikliği İle Mücadele
8	Diplomasi
9	Avrupa Yeşil Mutabakatı Bilgilendirme ve Bilinçlendirme Faaliyetleri

Kaynak: Ticaret Bakanlığı (ticaret.gov.tr.2022)

Yeşil Mutabakat Eylem Planında belirlenmiş olan 9 ana başlık ile hedef ve eylemlerin tamamı hem birbiriyle ilişkili hem de iklim değişikliğiyle mücadelenin birer aracı olarak nitelendirilebilir. Yine bu kapsamda gerçekleştirilmesi öngörülen çalışmaların tümü sıfır atık yaklaşımı ile de yakından ilişkilidir. Her bir başlık altında gerçekleştirilecek olan eylemler özellikle enerji, ulaşım, tarım sektörleri başta olmak üzere sanayiden kaynaklı sera gazı emisyonlarının azaltılması, teknolojik altyapı, kimyasalların azaltılması, entegre kirlilik önleme ve kontrol çalışmaları, atık suların arıtılması ve yeniden kullanılması, yeşil dönüşüm kapsamında fon kaynaklarından

yararlanılması gibi konular öne çıkmaktadır. Dolayısıyla sıfır atık yaklaşımının ticaret ve ekonomi ile doğrudan bağlantılı olduğu bu eylem planında da görülmektedir. Yine AB'nin Yeşil Mutabakat Eylem Planı doğrultusunda hazırlanmış olduğu 55 Hedefine Uygun (fit for 55) teklif paketi kapsamında 2030 yılına kadar sera gazı emisyonlarını 1990 seviyelerine göre %55 oranında azaltma hedefi kapsamında belirlenmiş olan demir çelik, alüminyum, elektrik, gübre ve çimento sektörlerinin Sınırdaki Karbon Düzenlemesi Mekanizmasına dahil edilmesinin etkileri hem sıfır atık hem de döngüsel ekonomi ve iklim değişikliği ile mücadele ve uyum politikalarını etkileyecektir. Avrupa İstatistik Ofisi (Eurostat) tarafından hazırlanan 2021 verilerine göre Türkiye'nin Avrupa Birliği (AB) ile 157.2 milyar avruluk ticaret hacminin olması ve AB ile ticaret yapan ülkeler sıralamasında 6. sırada yer alması bu etkinin boyutlarını göstermektedir(<https://www.aa.com.tr/tr/dunya/abnin-en-buyuk-ticaret-ortagi-cin-oldu/2503182>, Erişim Tarihi: 14.08.2022). Bu verilerden anlaşılacağı üzere Avrupa Yeşil Mutabakatı Türkiye'nin döngüsel ekonomik modele geçiş sürecini teşvik edici ve kolaylaştırıcı bir işleve sahiptir.

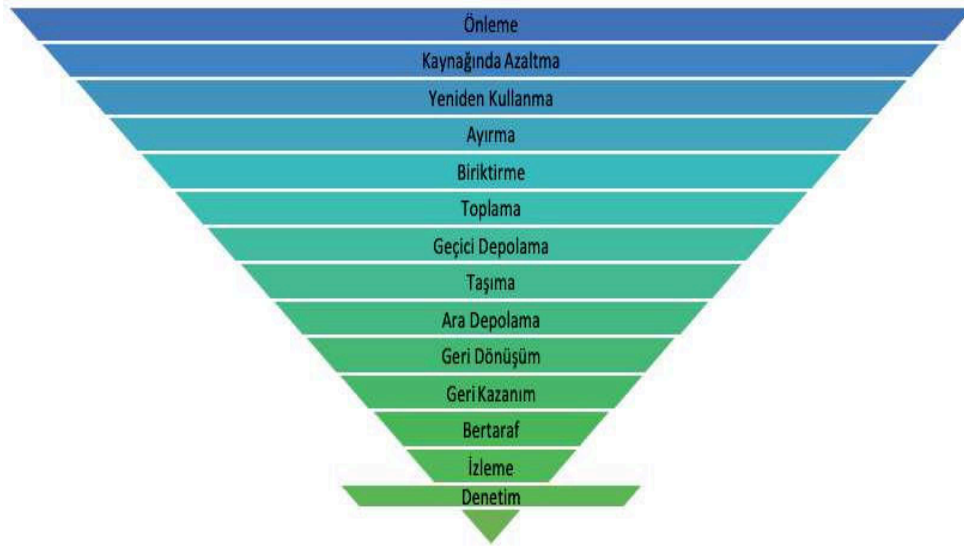
Bu noktada üzerinde durulması gereken konulardan biri de daha çok iklim değişikliği ile ilişkisi kurulan ancak sıfır atık politikası açısından da önemli olan iklimin finansmanı konusudur. Birpınar (2021), Paris Anlaşması ile “gelişmiş ülkelere gelişmekte olan ülkelere 2020 yılı itibarıyla yıllık 100 milyar ABD doları kadar bir miktarın iklim değişikliğiyle mücadele için” verileceğinin taahhüt edilmesiyle iklim finansmanı akışlarının hızlanacağını ifade etmektedir. Ancak Birpınar devamında “OECD verilerine göre küresel iklim finansmanında 2015'ten bu yana artış gözlemlense de yıllık 100 milyar ABD doları hedefine hala ulaşamadığımızı söylemek mümkün. Zira 2019 itibarıyla sağlanan fon akışları göz önüne alındığında tüm kaynaklardan sağlanan fon tutarı yaklaşık 80 milyar ABD doları.” olduğunu belirterek bu konudaki yetersizliğe dikkat çekmektedir. Öte yandan Küresel Çevre Fonu (Global Environment Facility-GEF) tarafından sağlanan ve Türkiye'nin yararlanıcısı olduğu iklim değişikliği, kimyasallar ve atıklar, ormancılık, uluslararası sular ve arazi bozulumu konularında yararlandığı fon miktarı ulusal projeler için yaklaşık 114 milyon ABD doları ve bölgesel veya küresel projeler çerçevesinde ise yararlandığı fon miktarı yaklaşık 347 milyon ABD doları olarak ifade edilmektedir (Birpınar, 2021).

4. Sıfır Atık ve Atık Yönetimi

Atık, üreticisi veya onu fiilen elinde bulunduran gerçek veya tüzel kişi tarafından çevreye atılan veya bırakılan ya da atılması zorunlu olan herhangi bir madde veya materyali, ifade etmektedir.

Atık yönetimi kavramını güncel mevzuatta “atığın oluşumunun önlenmesi, kaynağında azaltılması, yeniden kullanılması, özelliğine ve türüne göre ayrılması, biriktirilmesi, toplanması, geçici depolanması, taşınması, ara depolanması, geri dönüşümü, enerji geri kazanımı dâhil geri kazanılması, bertarafı, bertaraf işlemleri sonrası izlenmesi, kontrolü ve denetimi faaliyetleri” şeklinde tanımlamak mümkündür.

Şekil 2. Atık Yönetimi



5. Sıfır Atık Politikasının Etkileri ve Sonuçları

On birinci Kalkınma Planı, Orta ve Uzun Vadeli Programdaki hedefler doğrultusunda Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından yürütülen “Sıfır Atık Projesi”, 26.09.2017 tarihinde Cumhurbaşkanlığı Külliyesi Beştepe Millet Kongre ve Kültür Merkezi’nde gerçekleştirilen toplantının ardından başlamış ve yaygınlaştırılmıştır.

Sıfır atık yaklaşımının bir politikaya dönüşmesini sağlayan çok önemli düzenlemeler gerçekleştirilmiştir. İlk olarak 2019 yılında Sıfır Atık Yönetmeliği yayımlanmış, sıfır atık yönetim sistemini kuran bina ve yerleşkeler ile mahalli idarelere sıfır atık belgesi verilmeye başlanmış, sıfır atık bilgi sistemi oluşturulmuş, geri kazanım katılım payı uygulamasına geçilmiş, depozito uygulama sistemini hayata geçirmek üzere 2020 yılında Türkiye Çevre Ajansı kurulmuş³ ve sıfır atık politikasının yaygınlaşması ve farkındalık oluşturulması amacıyla faaliyetlere başlanmıştır.

Mahalli idarelerce sıfır atık yönetim sisteminin bileşenleri olarak kaynağında ayrı toplama sistemleri, atık getirme merkezleri ve mobil atık

³ 24/12/2020 tarihli ve 7261 sayılı Kanun ile kurulmuştur.

getirme merkezleri kurulmuştur. Bu kapsamda Ülke genelinde yaklaşık 150.000 bina ve yerleşkede sıfır atık yönetim sistemine geçiş yapılmıştır. 2021 yılında Ankara'nın Kızılcahamam ilçesinde başlatılan sıfır atık pilot projesi de bir uygulama modeli olarak nitelendirilebilir.

Vurgulamak gerekir ki 2017 yılında başlatılan Sıfır Atık Projesi'nden önce %13 olan geri kazanım oranı 2022 yılı Haziran ayı itibariyle % 27.2'ye yükselmiştir. Bunun sonucunda hem iklim değişikliğinin olumsuz etkilerinin azaltılması hem de hammadde kaynaklarının korunması ve verimli kullanılması sağlanmıştır. Toplam ekonomik kazanç miktarı 62.2 milyar TL'ye ulaşmıştır. Yine salınması önlenen 3.9 milyon tonluk sera gazı miktarı da Net Sıfır Emisyon Hedefi'ne doğru gidişin bir göstergesidir.

Tablo 2. Rakamlarla Sıfır Atık Projesi (2017-2022 Yılları)

Geri Kazanım Oranı	%27.2
Elde Edilen Ekonomik Kazanç	62.2 milyar TL
Enerji Tasarrufu	530 milyon kwh
Su Tasarrufu	572 milyon m3
Depolama Alanı Tasarrufu	69 milyon m3
Salınması Engellenen Sera Gazı	3.9 milyon ton
Kurtarılan Ağaç	347 milyon adet
Varil Petrol Tasarrufu	87 milyon adet
Hammadde Tasarrufu	650 milyon ton
Geri Kazanım Miktar/Oran	
Plastik Poşet	550.000 ton
Kâğıt/Karton	20.4 milyon ton
Plastik	5.4 milyon ton
Cam	2.3 milyon ton
Metal	0.5 milyon ton
Organik vd.	5.2 milyon ton
Atıksu Arıtma Oranı	%4.2

Kaynak: Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü

Aşağıdaki tabloda görüldüğü üzere plastik poşetlerin ücretlendirilmesi sonucunda plastik poşet kullanım oranında yaklaşık % 65 düzeyinde bir azalma söz konusu olmuştur. Proje kapsamında 550.000 ton plastik atığın oluşumu önlenmiş 3,8 milyar TL tasarruf edilmiş ve iklim değişikliğine uyum sağlamak bakımından önemli olan 22.746 ton sera gazı salımı engellenmiştir.

Tablo 3. Plastik Poşet Kullanımında Sıfır Atık Projesi (2017-2022)

Plastik Poşet	Kullanım Oranında Azalma	%65
	Engellenen Plastik Atık Miktarı	550.000 ton
	Tasarruf Edilen Miktar	3.8 milyar TL
	Engellenen Sera Gazı Salımı Miktarı	22.746 ton

Kaynak: Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü

6. Sıfır Atık Mavi

Sıfır atık politikasının sonuçlarından biri de “sıfır atık mavi” projesinin de uygulamaya geçmiş olmasıdır. Türkiye gibi denizleri, gölleri, akarsuları ve yeraltı su kaynakları bakımından önemli stratejik konuma sahip olan bir ülkenin sıfır atık mavi projesini belirlemiş olması tesadüf değildir. Özellikle Ege, Akdeniz ve Karadeniz gibi ortak kullanım alanı olan denizlerimiz ile yakın bir zamanda iç denizimiz Marmara Denzinde ortaya çıkan müsilaj sorunu bu projenin ne denli önemli olduğunu göstermektedir. 2053 Mavi Plan ülkemizin bütün sularını ekosistemlerinde barındırdıkları zengin biyolojik çeşitliliği ile korumak, karasal ve denizel kirlilik kaynaklarını önlemek, mevcut atıkları bertaraf etmeyi hedefleyen 2053 yılı vizyonu kapsamında hazırlanan bir projedir.

Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü tarafından hazırlanan ve 11 adet Sıfır Atık Yönetim Sistemi Uygulama Kılavuzundan⁴ biri olan Sıfır Atık Mavi Kılavuzu’nda denizlere ulaşan kirliliğinin %80 oranında karadan kaynaklandığı belirtilmekte ve karada alınan çevre koruma ve atık oluşumunun azaltımına yönelik tedbirlerin önemine işaret edilmektedir. Marmara Denizindeki müsilaj sorununun çözülmesi amacıyla hazırlanan Marmara Denizi Eylem Planı ve Marmara Denizi Bütünleşik Stratejik Planı (2021-2024), Cumhurbaşkanlığı Kararıyla Marmara Denizinin Özel Çevre Koruma Alanı (ÖÇK) ilan edilmesi, Van Gölü, Salda Gölü, Beyşehir Gölü, Mogan Gölü, Meke Gölü ve Uzungöl’de yürütülen temizlik çalışmaları ve koruma statüsü kararları bu bütüncül yaklaşımın örnekleri arasındadır. Dolayısıyla Sıfır Atık Mavi projesi sıfır atık projesiyle birlikte bir yandan iklim değişikliği ile mücadele etmenin araçlarından biri diğer yandan da döngüsel ekonomiye geçişin esaslarından biri olarak değerlendirilmelidir.

⁴ Diğer uygulama kılavuzları şunlardır: Mahalli İdareler Kılavuzu, Organize Sanayi Bölgeleri ve Sanayi Tesisleri Kılavuzu, Havalimanı ve Terminal Kılavuzu, AVM, İş Merkezi, Ticari İşletme ve Plaza Kılavuzu, Eğitim Kurumları ve Yurtlar Kılavuzu, Sağlık Kuruluşları Kılavuzu, Turizm Tesisleri Kılavuzu, Kırsal Alanlar Kılavuzu, Kurum Kuruluş Kılavuzu, Hane ve Site Kılavuzu

7. Sonuç

Atık yönetimi, döngüsel ekonomi ve iklim değişikliği sorunu arasında kurulacak olan güçlü ilişki yeşil kalkınma yolunda önemli bir adım olacaktır. Öte yandan atıkların doğada yaşayan tüm canlıların sağlığını olumsuz açıdan etkilediği gerçeği de sıfır atık yaklaşımını gerekli kılmaktadır. 2017 yılında başlatılan ve geri kazanım oranı % 27,2'ye ulaşan proje ile atığın bir hammadde ve döngüsel ekonomiye geçişin bir gereği olduğu toplumun bütün kesimleri tarafından kabul görmeye başlamıştır. Hedef, 2023 yılında %35'e, 2035 yılına gelindiğinde ise % 60 geri kazanım oranına ulaşmak olarak belirlenmiştir. Yine arıtılmış atıksuların yeniden kullanım oranı % 4,2'ye çıkarılmıştır. Bu oranın 2023 yılında % 5'e, 2030 yılında ise % 15'e çıkarılması hedeflenmektedir. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından bu politikanın yaygınlaştırılması, kamu, özel sektör ve sivil toplum kuruluşları ile toplumun tüm kesimlerinin bu süreçte dahil edilmesi, finansman kaynaklarının çeşitlendirilerek ekonomik bir dönüşüme imkan sağlanması, her türden atığın yeni teknolojik imkanlar kullanılarak geri dönüştürülmesi ve ekonomiye kazandırılması ve kurumsal kapasitenin sistem yaklaşımı çerçevesinde dönüştürülmesi çalışmaları sürdürülmektedir.

Son olarak belirtmek gerekir ki Sıfır Atık Projesinde elde etmiş olduğumuz başarı tüm dünyanın da takdirini kazanmıştır. Sıfır Atık Projesi, sürdürülebilir kalkınma amaçlarından “Sorumlu Üretim ve Tüketim” amacına yaptığı önemli katkılarından dolayı UNDP Türkiye'nin, “Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları Eylem Ödülü”ne ve Akdeniz Parlamenter Asamblesi tarafından birincilik ödülüne layık görülmüştür.

Kaynakça

1. Bilgili, M. Yunus (2021). "Sıfır Atık Yaklaşımının Kökenleri ve Günümüzdeki Anlamı", *İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 20 (40), 683-703.
2. Birpınar, Mehmet Emin (2021). "Paris Anlaşması'nın Getirdiği İklim Finansman Mimarisinde Türkiye'nin Konumu", *Dünya*, 06 Ekim 2021.
3. Erdoğan, Emine (2022). *Dünya, Ortak Evimiz*, Turkuvaz Kitap,
4. <https://www.aa.com.tr/tr/dunya/abnin-en-buyuk-ticaret-ortagi-cin-oldu/2503182>, Erişim Tarihi: 14.08.2022.
5. T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü (2022). *Yayımlanmamış Bilgi Notu*.
6. T.C. Ticaret Bakanlığı (2021). *Türkiye Yeşil Mutabakat Eylem Planı-2021*, <https://www.ticaret.gov.tr.2021>, Erişim Tarihi, 14.08.2022.





TÜRKİYE VE SIFIR ATIK PROJESİ UYGULAMALARI: 2053 HEDEFİ

Sadiye BİLGİÇ KARABULUT

Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü,
Döngüsel Ekonomi ve Atık Yönetimi Dairesi Başkanı
sadiye.karabulut@csb.gov.tr

1. Giriş

Atık oluşumunun önlenmesi, atıkların azaltılması, oluşan atıkların kaynağında ayrılarak geri dönüşüme kazandırılmasıyla israfın önlenmesi ve doğal kaynaklarımızın daha verimli kullanılmasının amaçlandığı Sıfır Atık Projesi 2017 yılında başlatılmıştır. Ülkemizin en büyük çevre hareketi olarak tanımlanan Sıfır Atık Projesi, tüm ülke sathına yayılma hedefiyle bir ülke politikası haline gelmiştir.

Sıfır Atık yaklaşımının temel prensibi olan atık oluşumunun önlenmesi ve azaltılması döngüsel ekonominin de ana unsurlarındandır. Döngüsel ekonomide ürün ve malzemelerin kullanım ömürlerinin uzatılması, döngüde daha uzun süre tutulması, bunun temini için de ürün ve malzemelerin tasarım aşamasından başlanarak tüm yaşam döngüsünün bu çerçevede ele alınması hedeflenmektedir.

Ülkemizin 2053 yılına kadar iklim nötr hedefine ulaşmasında hem sıfır atığın yaygınlaşması hem de döngüsel ekonomiye geçişin sağlanması oldukça önemlidir. Atıkların kaynakta ayrı toplanmasına ilişkin çalışmalara hız verilmesi, 2035 yılında geri kazanım oranının %60'a çıkarılması ve 2053 yılı itibariyle ön işleme tabi olmayan atıkların düzenli depolamaya kabul edilmemesi İklim Şurası 2022 Komisyon Tavsiye Kararlarında da yer almaktadır.

Sıfır atığın yaygınlaşması ve dögüsel bir ekonomiye geçiş, atık sektörünün iklim değişikliği üzerindeki olumsuz etkilerini azaltmaktadır. Diğer yandan hammadde tasarrufu ve kaynakların verimli kullanımıyla da sera gazı emisyonlarını azaltarak çift yönlü bir fayda sağlamaktadır.

2. Araştırma

2.1. Atık Yönetiminden Dögüsel Ekonomiye

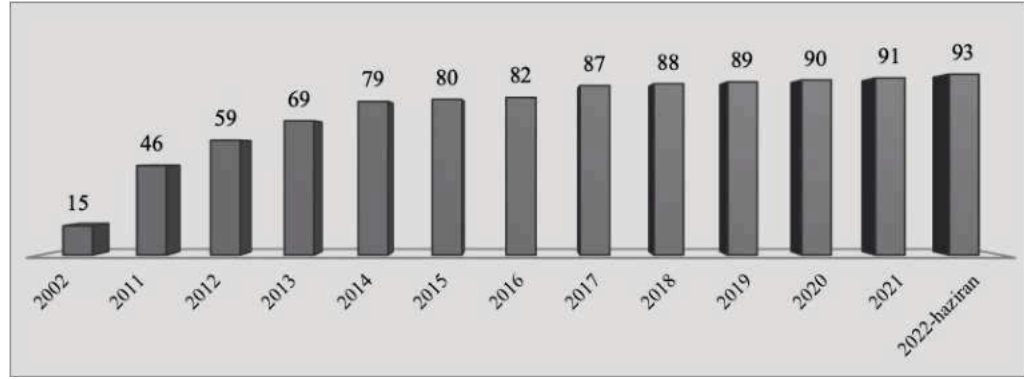
Nüfus artışı, sanayileşme ve tüketim alışkanlıklarının değişmesi ile birlikte üretilen atık miktarı da her geçen gün artmaktadır. Doğal kaynaklar hızla tükenmekte, çevre sağlığı giderek bozulmaktadır. Dünya çapında malzeme tüketimi ve kişi başına düşen malzeme ayak izi de hızla artmıştır. Küresel malzeme kullanımının 2015 seviyelerine göre % 110 artarak 2060 yılına kadar 190 milyar tona ulaşması ve kaynak kullanımının kişi başına 11,9 tondan 18,5 tona çıkması öngörülmektedir (UNEP, 2019).

Dünya Bankası verilerine göre dünyada yıllık olarak 2,01 milyar ton belediye atığı üretilmektedir. Dünya çapında, kişi başına günde üretilen atık, 0,74 kilogram olup bu değer 0,11 ila 4,54 kilogram arasında değişmektedir. Belediye atığının 2030 yılına kadar 2,59 milyar tona, 2050 yılına kadar ise 3,40 milyar tona çıkması beklenmektedir. Oluşan atıkların neredeyse %40'ı düzenli depolama yoluyla bertaraf edilmektedir. Yaklaşık %19'u geri dönüşüm ve kompost yoluyla malzeme geri kazanımına tabi tutulurken % 11'i yakma tesislerinde bertaraf edilmektedir. Bununla beraber küresel bazda atıkların % 33'ü halen düzensiz depolanmaktadır (World Bank, 2018).

EUROSTAT 2020 verilerine göre; kişi başına oluşturulan yıllık belediye atığı miktarı bakımından AB-28 ülkeleri ortalaması 505 kg'dır. Bu miktar 2019'dan 4 kg ve 1995'ten 38 kg daha fazladır. AB ülkelerinde 2020 yılında toplam 225,7 milyon ton belediye atığı oluşmuş, malzeme geri dönüşümü yaklaşık 67 milyon ton seviyelerindeyken kompostlaştırılan atık miktarı 1995'tekinin neredeyse üç katına çıkarak 40 milyon tona ulaşmıştır. Diğer yandan oluşan atık miktarı artmasına rağmen depolanan atık miktarı 1995 yılındaki 121 milyon tondan 2020 yılında 52 milyon tona (-%58) düşürülmüştür.

Ülkemizde ise 1960'lı yıllarda oluşan toplam belediye atık miktarı yılda 3-4 milyon ton iken TÜİK verilerine göre 2020 yılında oluşan belediye atık miktarı 32,3 milyon tona ulaşmıştır. 2872 sayılı Çevre Kanunu'nun 11'inci maddesine göre Büyükşehir belediyeleri evsel katı atık bertaraf tesislerini kurmak, kurdurmak, işletmek veya işletmekle yükümlüdürler. 5216 sayılı Büyükşehir Belediyesi ve 5393 sayılı Belediye Kanunlarına göre; yerel yönetimler, ilgili mevzuat doğrultusunda oluşan atığın planlaması, yönetimi ve izlemesinden sorumludur.

Belediye atıklarının yönetimine ilişkin olarak 1991 yılından itibaren gerçekleştirilen çalışmalar doğrultusunda düzenli depolama sahalarının sayısında önemli bir artış sağlanmıştır. 1994 yılında 2 olan düzenli depolama sahası sayısı, bugün itibariyle 93'e ulaşmıştır. Bu tesisler ile günümüzde 1241 belediyeye, belediye nüfusunun %89'una düzenli depolama hizmeti verilmektedir. Ülkemizde 55 ilde 84 enerji üretim tesisinde biyogaz ve depo gazından enerji elde edilmekte olup yıllık üretim miktarı 4.096.452 MWh'tir. 2023 yılında tüm belediyelerimizde düzenli depolama tesisi hizmeti verilmesi hedeflenmektedir.



Şekil 1. Yıllara göre katı atık düzenli depolama tesisi sayısı

2.2. Katı Atık Programı Projesi (KAP)

5393 Sayılı Belediye Kanunu ve 5216 Sayılı Büyükşehir Belediyesi Kanunu çerçevesinde evsel katı atıkların toplanması, taşınması ve geri kazanılması ile çevre ve insan sağlığına olumsuz etki yapmadan nihai bertarafına ilişkin yükümlülük, yetki ve sorumluluklar tanımlanmıştır. Büyükşehir belediyeleri ile belediyelerin/birliklerin en uygun ve ekonomik şekilde atık yönetimi yatırımları yapması, atık yönetiminde çevresel yükümlülüklerini yerine getirmeleri amacıyla 2017 Yılı Yatırım Programına alınan Katı Atık Programı (KAP) projesi başlatılmıştır.

KAP, büyükşehir belediyeleri ile belediyelerin/birliklerin, entegre atık yönetimi tesisi, II. sınıf düzenli depolama tesisi, mevcut II. sınıf düzenli depolama tesisine ilave lot, ön işlem tesisi ve aktarma istasyonu yapım işleri, uygulama projelerinin hazırlanması, uygun görülmesi/onaylanması ile ilgili her türlü iş ve işlemleri kapsamaktadır.

Proje ile yerel yönetimlerin belediye atık yönetimi yatırımları desteklenmektedir. KAP projesi kapsamında Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından 2018-2020 yılları arasında toplam 140 milyon TL aktarım gerçekleşmiş olup danışmanlık ve yapım işleri ihale süreçleri ve

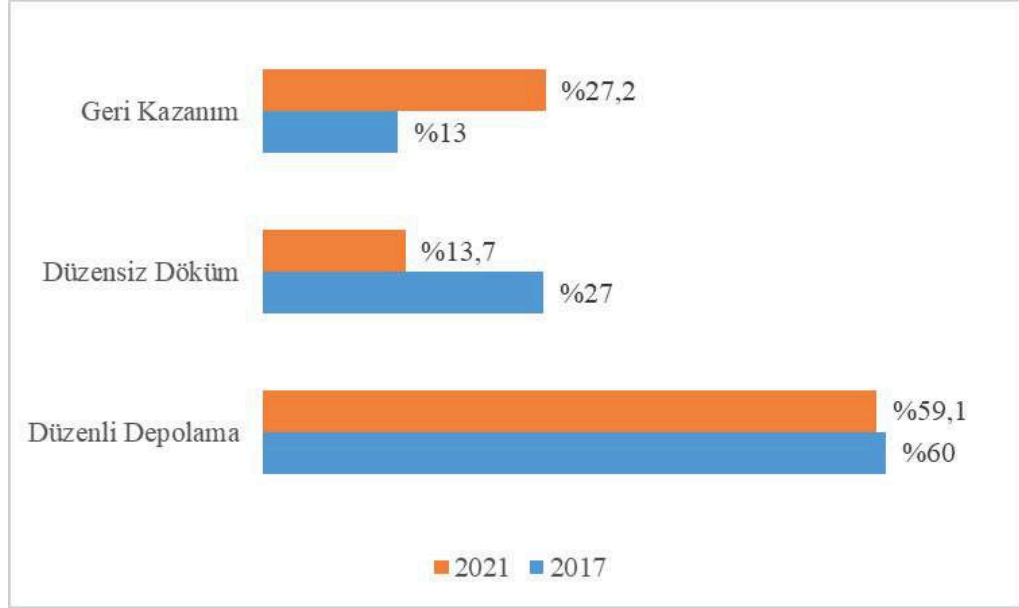
projelerin onaylanması, yapım işlerinin denetimi ile hakediş bazında ödeme işlemleri İLBANK A.Ş. tarafından yürütülmektedir. 2022 yılı yatırım programında belirlenen ödenek 60 milyon TL'dir.

2.3. Ulusal Atık Yönetimi ve Eylem Planı

Ülkemizin atık yönetim stratejisinin belirlenmesi amacıyla doğal kaynaklarımızın ve ekosistemlerin korunup geliştirilmesi ile mevcut ve gelecek nesiller için sağlıklı ve yaşanabilir bir çevre oluşturulmasını sağlamak üzere; sürdürülebilirlik ilkesi çerçevesinde, uluslararası normlar ve ulusal öncelikler gözetilerek, strateji ve mevzuat geliştirme, atıkların kaynağında en aza indirilmesi, sınıflara ayrılması, toplanması, taşınması, geçici depolanması, geri kazanılması, bertaraf edilmesi, yeniden kullanılması, arıtılması, enerjiye dönüştürülmesi ve nihai depolanması konularında politika ve strateji belirleme sorumluluğu çerçevesinde 2016-2023 yıllarını kapsayan Ulusal Atık Yönetimi ve Eylem Planı hazırlanmıştır. Ulusal Atık Yönetimi ve Eylem Planı ile 2023 yılına kadar yapılması planlanan atık yönetim faaliyetlerine yönelik tüm atık türleri için bölgesel olarak geri kazanım, ön işlem, ara depolama ve bertaraf yöntemleri ile ihtiyaç duyulan tesis kapasitesi ve yatırımları belirlenmiştir.

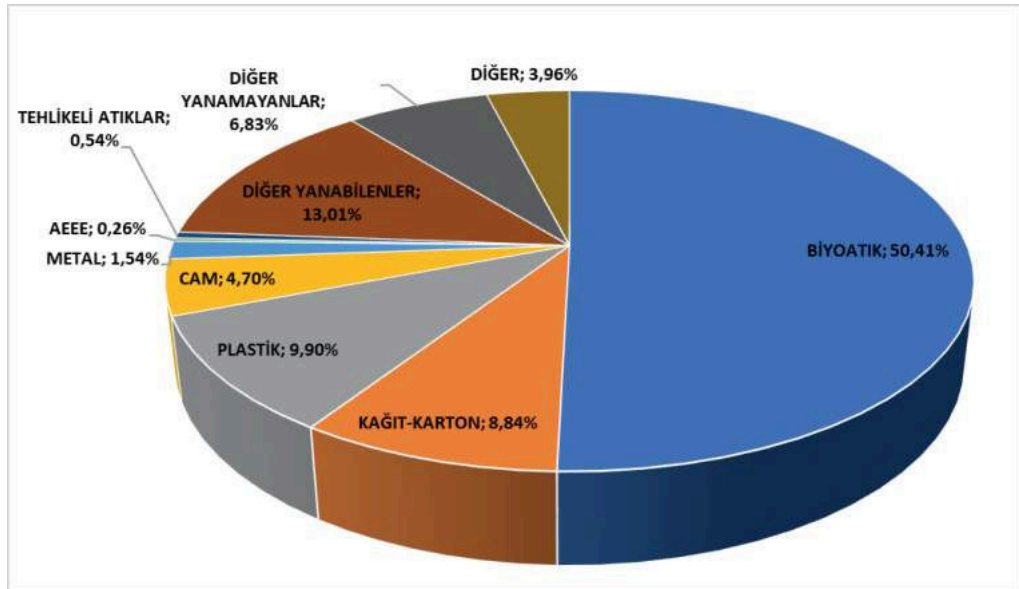
Söz konusu planın sıfır atık yönetim sistemi projesi uyumlu hale getirilmesi, kaynakta ayrı toplama veriminin artırılması ve yaygınlaştırılması, atıkların geri kazanım oranlarının artırılması, bölgesel bazda geri kazanım ve bertaraf yöntemlerinin belirlenmesi ve ilgili tesis kapasitelerinin ortaya konması ve 2023-2035 yılları için sürdürülebilir atık yönetim planlaması yapılması amacıyla Ulusal Atık Yönetimi ve Eylem Planı (2016-2023)'nin revize edilerek 2023-2035 yıllarını kapsayacak şekilde Ulusal Atık Yönetimi ve Eylem Planı hazırlık çalışmaları İstanbul Teknik Üniversitesi koordinasyonunda sürdürülmektedir.

Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığınca hazırlanan Ulusal Atık Yönetimi ve Eylem Planı (UAYP) (2016-2023) çalışmaları kapsamında, 2017 yılında atık toplama ve taşıma hizmeti verilen belediyelerde toplanan atığın yaklaşık %60'ının düzenli depolama sahalarında bertaraf edildiği, %13'ünün ise geri kazanıldığı görülmüştür. UAYP'nin güncellenmesi (2023-2035) için gerçekleştirilen saha çalışmaları ile Bakanlık Atık Yönetim Uygulamasından alınan verilere göre ise 2021 yılında ise geri kazanım oranı %27,2'ye yükselmiştir.



Şekil 2. UAYP verilerine göre 2017- 2021 yılı Atık İşleme Yöntemleri

Atık yönetim sisteminde önemli parametrelerden olan atık karakterizasyonu geri kazanımından bertarafına kadar tüm planlama süreçlerinde yol göstericidir. Karakterizasyon ile ilgili olarak da bölgesel ölçekte ya da belediye ölçeğinde gerçekleştirilen pek çok çalışma bulunmaktadır. Ulusal Atık Yönetimi ve Eylem Planı kapsamında 2021 yılında yapılan atık karakterizasyon çalışmasının sonucu Şekil 3'te verilmektedir.

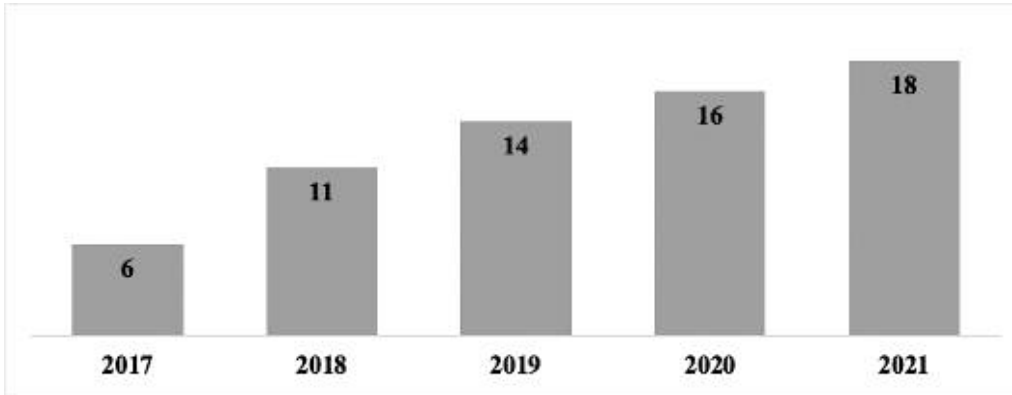


Şekil 3. UAYP Atık Karakterizasyon Çalışması Sonucu

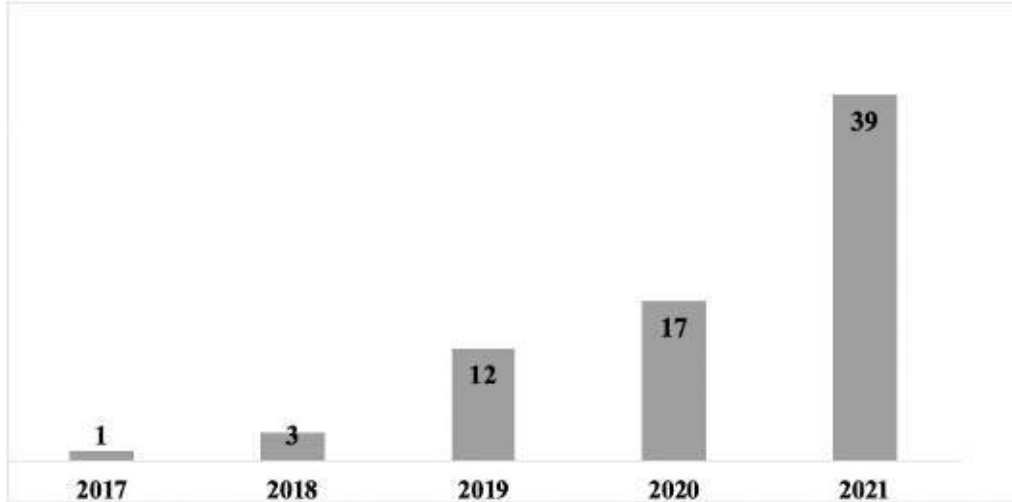
Ülkemizde oluşan belediye atıklarının %50,41'ini biyoatıklar, %9,90'ını plastik atıklar, %8,84'ünü kâğıt-karton atıkları, %4,7'sini cam, %1,54'ünü metal kalan kısmı ise diğer atıklardan oluşmaktadır. Bu oranlara baktığımızda atıklarımızın çok büyük bir kısmının değerlendirilebilir yani geri kazanılarak hammadde olabilecek, yeni ürünlere dönüştürülebilecek atıklar olduğunu görmekteyiz.

Bunun yanında kaynağında ayrılmadığı ve çöpe atıldığı için plastik, kâğıt-karton, cam, metal gibi değerlendirilebilir birçok atık depolama sahalarına gitmekte ve her yıl milyarlarca TL değerinde kaynak yok olmaktadır.

Atık karakterizasyonu incelendiğinde ülkemizde oluşan atıkların neredeyse yarısının biyoatıklar olduğu görülmektedir. Bu durum, biyobozunur atıklar için uygulanan kompost, biyometanizasyon gibi işlemlerin önemini göstermektedir. Ülkemizin 2053 hedefine ulaşması için oluşan biyobozunur atıkların kaynağında ayrı toplanarak işlenmesi elzemdir.



Şekil 4. Kompost Tesisi Sayısı (Kümülatif)



Şekil 5. Biyometanizasyon Tesisi Sayısı (Kümülatif)

Ülkemizde mevcutta işletilen biyobozunur atık ön işlem tesislerine ila-
veten fizibilite raporu onaylanan ve işletmeye alınması planlanan tesisler
ve kapasiteleri Tablo.1’de yer almaktadır.

Tablo 1. Planlanan Biyobozunur Atık İşleme Tesisi Sayı ve Kapasiteleri

Kompost		Biyometanizasyon		Biyokurutma	
Tesis sayısı	Kapasitesi (ton)	Tesis sayısı	Kapasitesi (ton)	Tesis sayısı	Kapasitesi (ton)
9	960.000	12	2.800.000	3	130.000
Planlanan biyobozunur atık işleme tesisi sayısı			24		
Toplam Kapasite (ton)			3.890.000		

2.4. Sıfır Atık

“Sıfır Atık”, israfın önlenmesini, kaynakların daha verimli kullanılmasını, atık oluşum sebeplerinin gözden geçirilerek atık oluşumunun engellenmesi veya minimize edilmesi, atığın oluşması durumunda ise kaynağında ayrı toplanması ve geri kazanımının sağlanmasını kapsayan atık yönetim felsefesi olarak tanımlanan bir hedeftir.

Dünyadaki birçok ülkenin başlıca sorunu olan atık yönetimi, ülkemizde de özenle yürütülen çalışmaların başında yer almaktadır.

Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından yürütülen “Sıfır Atık Projesi”, 26.09.2017 tarihinde Cumhurbaşkanlığı Külliyesi Beştepe Millet Kongre ve Kültür Merkezinde gerçekleştirilen tanıtım toplantısı ile başlatılmıştır.

Sıfır atık yaklaşımının başta 11. Kalkınma Planı ve Orta ve Uzun vadeli program olmak üzere ulusal ölçekli strateji ve politika belgelerinde yer almasıyla proje bir ülke politikası haline gelmiştir. Sıfır atık uygulamalarının hane halkını da kapsayacak şekilde yaygınlaştırılması hedeflenmiştir.

Sıfır Atık Projesi kapsamındaki hedefler doğrultusunda; çevrenin korunması ve çevre kirliliğinin önlenmesine yönelik düzenlemelerin yer aldığı 2872 sayılı Çevre Kanunu’nda revizyonlar yapılmıştır. Yapılan düzenlemeler doğrultusunda;

- 2019 yılında başlatılan “Plastik Poşetlerin Ücretlendirilmesi” uygulamasıyla 2019, 2020 ve 2021 yıllarında plastik poşet kullanımında yaklaşık %65’lik azalma gerçekleşmiş ve bu azalma oranıyla plastik

poşet kaynaklı 550.000 ton plastik atığın oluşumu engellenmiştir. Bu azalmayla ülkemizde plastik poşet üretimi için gerekli plastik hammadde ithali de önlenmiş ve yaklaşık yaklaşık 3,8 milyar Türk Lirası tasarruf edilmiş olmakla birlikte 22.746 ton sera gazı salımı da engellenmiştir. Ayrıca, vatandaşlarımızda konuya ilişkin bilgi ve farkındalık seviyesi oluşmuş, ciddi anlamda davranış değişikliği gerçekleşmiş ve toplumda çok kullanımlık taşıma ekipmanı (bez çanta, file vb.) kullanımı yaygınlaşmıştır.

- Ambalaj atıkları ile diğer özel atıkların kaynağında ayrı toplanması, taşınması, geri kazanımı, geri dönüşümü ve bertaraf edilmeleri ve bunlara yönelik gerekli harcamaların karşılanması ve atık oluşumunun azaltılmasının yanı sıra oluşan atıkların da yönetimi altyapısının geliştirilmesine finansman sağlanması amacını taşıyan “kirleten öder” prensibi ve “genişletilmiş üretici sorumluluğu” ilkelerinin bir yansıması olan Geri Kazanım Katılım Payı uygulamasına 1/1/2020 tarihinden beri uygulanmaktadır.
- 2872 sayılı Çevre Kanunu’nda yapılan değişikliklerle atıkların veya atıklardan elde edilen geri dönüştürülmüş malzemelerin kullanımı zorunlu hale getirilmiştir.
- 29.11.2018 tarihli ve 7153 sayılı Kanun ile 2872 sayılı Çevre Kanunu’na eklenen Ek 12’nci Madde ile 1/1/2022’de Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığınca belirlenecek olan ambalajlar için zorunlu depozito uygulamasının başlaması hüküm altına alınmıştır.

İl düzeyinde mahalli idareler ile bina ve yerleşkeler tarafından uygulanacak sıfır atık yönetim sisteminin gerek yerel gerekse de ulusal ölçekte stratejik bir bütünlük içinde sürdürülebilirliğini ve verimliliğini sağlamak için bir çerçeve oluşturması amaçlanmaktadır. Bu kapsamda, 81 İl nezdinde İl Sıfır Atık Yönetim Planı hazırlanmıştır.

Sıfır atık yönetim sistemi kurması gereken veya Yönetmelikte belirtilen son geçiş tarihlerinden önce kurmak isteyen mahalli idare, bina ve yerleşkeler için yol gösterici olması amacıyla Sıfır Atık Uygulama Kılavuzları hazırlanmıştır. Kılavuzlar; Belediye, Organize Sanayi Bölgeleri-Sanayi Tesisleri, Havalimanı- Terminal, AVM-İş Merkezi-Ticari İşletme ve Plaza, Eğitim Kurumu ve Yurtlar, Sağlık Kuruluşları, Otel, Restoran ve Turizm Tesisleri (Horeca), Kırsal Yerler, Kurum-Kuruluş, Hane ve Site, Sıfır Atık Mavi olmak üzere 11 adettir.

Sıfır Atık Yönetmeliği 12.07.2019 tarihli ve 30829 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe girmiştir. Sıfır Atık Yönetmeliği ile ilgili mahalli idareler ile bina ve yerleşkelerin yükümlülükleri tanımlanmış, il ge-

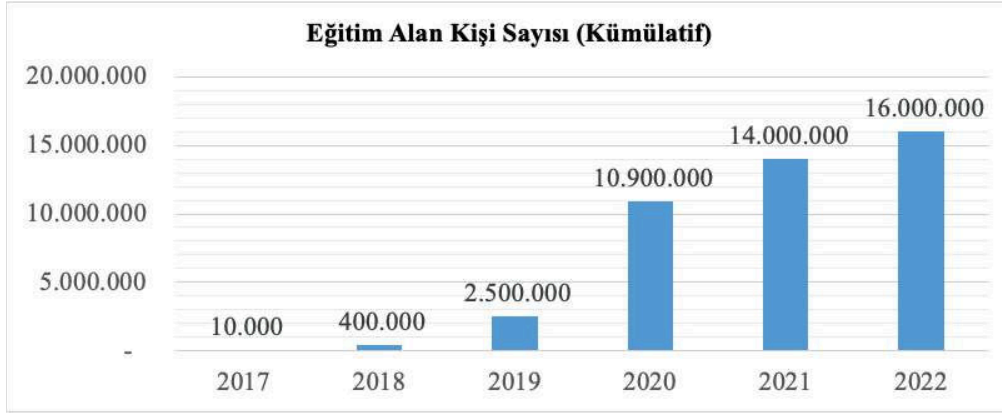
nelinde sıfır atık yönetim sisteminin bütüncül bir şekilde oluşturulması ve takibinin yapılabilmesi için mülki idare amirleri koordinasyonunda çalışmalar başlatılmıştır.

Sıfır Atık Yönetmeliği ile mahalli idareler ile bina ve yerleşkelerin sıfır atık yönetim sistemine geçiş takvimleri düzenlenmiştir. Yönetmelik ile sıfır atık yönetim sisteminin kurulumu, uygulanması, sistemin takibi için yapılması gerekenler, sıfır atık belgesinin şartları ve belge kriterlerine ilişkin düzenlemeler yer almaktadır. Sıfır Atık Yönetmeliğinin kapsamında, sıfır atık yönetim sistemlerini kuran mahalli idareler ile EK-1 listede tanımlı diğer yerler ve gönüllülük esasına dayalı olarak sıfır atık yönetim sistemini kuranlara Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığınca temel seviye sıfır atık belgesi verilmektedir.



Şekil 6. Sıfır Atık Yönetim Sistemini Kuran Kurum/Kuruluş Sayısı

2017 yılı Haziran ayından 2022 yılının ilk yarısına kadar sıfır atık yönetim sistemine geçen kurum/kuruluş sayısı yaklaşık 150.000'dir. Sıfır atık konusunda yaklaşık 17,5 milyon kişiye eğitim verilmiştir.



Şekil 7. Eğitim Alan Kişi Sayısı

Uygulamanın başladığı 2017 tarihinden itibaren 20,4 milyon ton kağıt-karton, 5,4 milyon ton plastik, 2,3 milyon ton cam, 0,5 milyon ton metal ve 5,2 milyon ton organik ve diğer geri dönüştürülebilir atıklar olmak üzere toplamda yaklaşık 33,8 milyon ton geri kazanılabilir atık Bakanlığımızdan lisans almış işletmelerce işlenerek ekonomiye kazandırılmıştır.

Toplanan atıklardan; 62,2 milyar TL ekonomik kazanç sağlanmış, 530 milyon kWh enerji tasarrufu, 572 milyon m³ su tasarrufu, 69 milyon m³ depolama alanından tasarruf sağlanmış, 3,9 milyon ton sera gazı salımı önlenmiş, 347 milyon ağaç kurtarılmış, 87 milyon varil petrol, 650 milyon ton hammaddeden tasarruf edilmiştir.

2017’de % 13 olan geri kazanım oranımız % 27,2’ye çıkarılmış olup 2023 yılında bu oranın %35’e çıkarılması hedeflenmektedir.

Sıfır Atık Projesi yalnızca ülke genelinde değil uluslararası platformlarda da ilgi görmüş ve pek çok ödül almıştır. 1 Kasım 2018 tarihinde “Güçlü Ekonomi ve Yeşil Bir Doğa İçin” temasıyla Cumhurbaşkanlığı Millet Kongre ve Kültür Merkezi’nde düzenlenen “Sıfır Atık Zirvesi”nde BM Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) Orta Asya Alt Bölge Koordinatörü ve Türkiye Temsilcisi Viorel Gutu tarafından Emine Erdoğan Hanımefendiye çevre duyarlılığı projeleri nedeniyle 17 Ekim Dünya Gıda Günü vesilesiyle, FAO’nun ‘Sıfır Atık, Sıfır Açlık’ temalı bir ödülü takdim edilmiştir.

25 Mart 2021 tarihinde Birleşmiş Milletlerin 17 Sürdürülebilir Kalkınma Amacından 12’si olan “Sorumlu Üretim ve Tüketim” amacına yaptığı önemli katkılarından dolayı Sıfır Atık Projesi için Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı (UNDP) Türkiye Mukim Temsilcisi Claudio Tomasi tarafından “Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları Eylem Ödülü” Emine Erdoğan Hanımefendiye takdim edilmiştir.

3 Haziran 2021 tarihinde himayesinde yürütülen “Sıfır Atık Projesi” ve çevreye katkılarından dolayı, BM İnsan Yerleşimleri Programı (Habitat)

Başkanı Maimunah Mohd Sharif tarafından Emine Erdoğan Hanımefendiye, “Waste Wise Cities Global Champion (Atık Alanında Akıllı Şehirler Küresel Şampiyonu)” ödülü takdim edilmiştir.

Ülkemizin 2005 yılından bu yana “ana katılımcı” olarak temsil edildiği Akdeniz Parlamenter Asamblesi (AKDENİZ-PA, PAM), bölgenin karşı karşıya olduğu sorunlara ortak çözümler bulmak için üye ülkeler arasında işbirliğini geliştirme misyonuyla Akdeniz bölgesinde merkezi bir aktör konumundadır. AKDENİZ-PA (PAM) tarafından Bölgede diyalog ve işbirliğini güçlendirmek amacıyla bölge halkları arasında köprüler kurmaya yönelik önemli çalışmalar yapmış kişi, organizasyon ve de kuruluşlara ödül verilmektedir. “Türkiye Sıfır Atık” projesi de ülkemiz adına aday gösterilmiş ve 9-10 Mart 2022’de Dubai’de düzenlenen 16. Genel Kurul Toplantısında AKDENİZPA Ödülüne layık görülmüştür.

21 Temmuz 2022 tarihinde Sıfır Atık Projesi ile iklim konusunda gösterdiği öncülük dolayısıyla Emine Erdoğan Hanımefendiye, Dünya Bankası Türkiye Direktörü Auguste Tano Kouame tarafından «İklim ve Kalkınma Liderlik Ödülü» takdim edilmiştir.

2.5. Döngüsel Ekonomi

Atık yönetiminde geri dönüşüm her zaman için öncelikli seçenek olarak değerlendirilmiştir. Bununla beraber, atığın bir değer taşıdığı, önemli bir hammadde kaynağı olduğu, hatta hammadde olarak kullanılmasının enerji kaynağı olarak değerlendirilmesinden daha öncelikli olduğu, giderek artan doğal kaynak ihtiyacına ikame olarak kullanılmasının gerekliliği anlayışı tüm dünyada giderek yaygınlaşmış ve bu anlayış klasik atık yönetimi politikalarını sıfır atık ve döngüsel ekonomi yaklaşımına dönüşmüştür. Dolayısıyla geri dönüşümün öncelikli seçenek, depolamanın en son tercih edilmesi gereken yöntem olduğu “atık piramidi”nin yerini ürünlerin tasarımından başlayarak tüm yaşam döngülerini ele alan, daha az doğal kaynak kullanıp daha az enerji tüketen, ürün ve malzemeleri daha uzun süre döngüde tutan, daha az atık üreten, atığı hammadde olarak kullanan “döngüsel ekonomi” almıştır.

Ülkemizde hâlihazırda çimento, kireç, seramik, demir-çelik tesislerinde maden atıkları, döküm kumu, inorganik arıtma çamurları, cüruf gibi atıklar alternatif hammadde olarak kullanılmaktadır. 2021 yılında alternatif hammadde olarak kullanılan atık miktarı 3,1 milyon tona, ek yakıt olarak kullanılan atık miktarı 1,52 milyon tona ulaşmıştır. Çimento fabrikalarında ise ek yakıt olarak kullanan atık miktarı 2008 yılında 88 bin ton iken 2021 yılında bu miktar 1,48 milyon tona ulaşmıştır. Bu sayede yurtdışından gelen petrokoktan ise 650 bin ton tasarruf edilmiş ve fosil yakıt kaynaklı 0,8 milyon ton CO₂ salımı engellenmiştir.

Döngüsel ekonomi, kaynakların daha etkin bir şekilde kullanıldığı, ürün ömrünün uzatıldığı, malzemelerin atık üretmeksizin yeniden üretim sürecine dahil edildiği, sürdürülebilirlik ve yenilikçiliği temel alan bir modeldir.

Döngüsel ekonomiye geçişin avantajları şu şekilde sıralanabilir:

- ✓ Maliyetleri azaltma
- ✓ Hammadde fiyat dalgalanmalarını azaltma
- ✓ Daha az kaynak kullanımı ile büyüme
- ✓ İşletmelerin daha dayanıklı ve rekabetçi hale gelmesi
- ✓ Yeni iş fırsatlarının oluşturulması, istihdamın artırılması,
- ✓ Sürdürülebilir ürün ve hizmet ihracatı,
- ✓ Sera gazı emisyonlarının ve israfın azaltılması.

Avrupa ekonomisinin doğrusal (lineer) modelden döngüsel modele geçişini teşvik etmek için, Avrupa Komisyonu 2014 yılında «Döngüsel Ekonomiye Doğru: Avrupa için Sıfır Atık Programı» adlı bir belgeyi kabul etmiştir. 02.12.2015 tarihinde (2015/614) AB Komisyonu tarafından, «Döngüyü Kapatmak - Döngüsel Ekonomi için AB Eylem Planı» adlı bir belge kabul edilmiştir (İlk AB Eylem Planı). Bu belge içerisinde AB Döngüsel Ekonomi Eylem Planı, Eylem Planına ek olarak, zaman çizelgesiyle birlikte 54 somut eylem ve bir izleme bölümü içeren geniş bir eylem planı, atık yönetimi ve geri dönüşüme ilişkin temel atık sektörü Direktiflerini güncelleyen bir yasal teklif yer almaktadır (European Parliament, 2021).

Mart 2020'de Avrupa Yeşil Mutabakatı, özellikle tekstil endüstrisi ve inşaat sektörlerinde kaynakların sürdürülebilir kullanımına odaklanan yeni bir Döngüsel Ekonomi Eylem Planı sunmuştur. 2020 yılında yayımlanan Döngüsel Ekonomi Eylem Planı, Avrupa Yeşil Mutabakatının temel yapı taşlarından birini oluşturmaktadır. AB'nin 2050 «iklim nötr» hedefine ulaşması ve «biyolojik çeşitlilik» kaybını durdurması için bir ön koşul olarak görülmektedir. Ürünlerin tasarımından başlayarak döngüsel ekonomi süreçlerini, sürdürülebilir tüketimi teşvik etmeyi, israfın önlenmesini ve kullanılan kaynakların AB ekonomisinde mümkün olduğunca uzun süre tutulmasını sağlamayı amaçlamaktadır. Sürdürülebilir ürün kavramı ön plana çıkmaktadır. Döngüsellüğün «insanlar, şehirler ve bölgeler» için işler bir sistem olmasını desteklemekte ve döngüsel ekonomiye dair küresel çabalara liderlik etmektedir.

Bu kapsamda döngüsellik potansiyeli yüksek, kaynak kullanımı yoğun olan piller ve akümülatörler, ambalaj ve plastik, elektrikli ve elektronik eşyalar, tekstil, inşaat ve binalar, gıda su ve besin maddeleri gibi sektörlerle odaklanılmaktadır.

“Döngüsel Ekonomi Eylem Planı”na ait son güncelleme 30.03.2022 tarihinde yapılmıştır. Avrupa Birliği’nde (AB) sürdürülebilirliğin norm haline getirilmesi ve AB’nin girdi bağımlılığının azaltılması amacıyla Avrupa Komisyonu tarafından bir dizi strateji önerilmiştir. Söz konusu mevzuat önerisi paketi kapsamında,

- Sürdürülebilir Ürünler için Eko-tasarım Yönetmeliği teklifi;
- Sürdürülebilir ve Döngüsel Tekstil için AB Stratejisi;
- Sürdürülebilirlik ve iklim hedeflerine uygun inşaat ürünleri için Yapı Malzemeleri Yönetmeliği Revizyonu teklifi yer almaktadır.

Avrupa Birliği tarafından Aralık 2019 tarihinde açıklanan Avrupa Yeşil Mutabakatı ile Avrupa’nın 2050 yılında iklim-nötr ilk kıta olma hedefi ortaya koyulmuş olup yeni bir büyüme stratejisi de gündeme gelmiştir. Söz konusu büyüme stratejisi, sanayinin de dönüşümünü hedeflerken aynı zamanda iklim değişikliği ve kaynak verimliliği odağında da çalışmalar içerecektir.

Ticaret Bakanlığı tarafından yayımlanan Yeşil Mutabakat Eylem Planında Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı’nın döngüsel ekonomi alanında sorumlu kuruluş olarak yer aldığı alt eylemler “4. Yeşil ve Döngüsel Bir Ekonomi” genel başlığı altındaki “4.1. AB Döngüsel Ekonomi Eylem Planı ile uyumlu bir şekilde Türkiye’de döngüsel ekonominin geliştirilmesi çalışmaları yürütülmesi” eylemi altında yer alan “4.1.1. Döngüsel ekonomi çerçevesinde öncelikli sektörlerin belirlenerek sektörlere yönelik detaylı etki ve ihtiyaç analizi çalışmaları yapılması” ve “4.1.2. AB’nin Döngüsel Ekonomi Eylem Planına adaptasyonu sağlayacak bir Döngüsel Ekonomi Eylem Planı hazırlanması”dır.

Bu kapsamda AB Döngüsel Ekonomi Paketi doğrultusunda Türkiye’nin döngüsel ekonomiye geçişte kurumsal ve teknik kapasitesini güçlendirmek; daha sürdürülebilir kaynak ve atığa sahip olmak için IPA II dönemi fonlarından “Türkiye’nin Döngüsel Ekonomiye Geçiş Potansiyelinin Değerlendirilmesi İçin Teknik Yardım Projesi” 7/2/2022 tarihinde başlatılmıştır. 3 yıl sürecek proje kapsamında ülkemizdeki döngüsel ekonomi potansiyeli araştırılacak ve 2023 yılında ülkemize özgü bir “Döngüsel Ekonomi Strateji ve Eylem Planı” hazırlanacaktır. Bu Eylem Planı ile döngüsel ekonomiye geçişin temelleri atılacak, yeni iş modellerinin geliştirilmesine katkı sağlanacak, atıklardan elde edilen ikincil hammaddelerin yönetimi geliştirilecek, kaynak ve enerji verimliliği, çevre güvenliği gibi sorunlara çözümler önerilerek, ülke ekonomisinin daha hızlı gelişmesi için fırsatlar detaylandırılacaktır.

Ayrıca Tek kullanımlık plastikler ve deniz çöplerine ilişkin ülkemize özgü bir yol haritası geliştirilecektir. Bu kapsamda AB Plastik Stratejisi

ve Tek Kullanımlık Plastik Direktifi doğrultusunda mevcut uygulamalar gözden geçirilecek, tek kullanımlık plastikler için düzenleyici etki analizi değerlendirilmesi yapılacaktır.

2.6. 2053 İklim Nötr Hedefi ve Atık Yönetimi

Geri dönüştürülebilir atıklar yeniden hammadde olarak kullanılmakta ve birincil hammadde israfı önlenmektedir. Birincil hammaddenin çıkarılması için birçok enerji yoğun aktiviteye ihtiyaç kalmayarak geri dönüştürülebilir atıkların yakılması veya düzenli depolama sahalarında bertaraf edilmesi önlendiği için karbon emisyonlarını azaltmaktadır. Buna ek olarak geri dönüştürülmüş malzemelerin hammadde olarak kullanıldığı üretimde ve lojistikte enerji verimliliği üst noktalarda uygulanmaktadır. Depozito yönetim sistemi uygulaması ile içecek ambalajları özelinde kurulacak sistem BM'nin amaçlarına ülkemizde daha kalıcı ve görünür bir şekilde ulaşılabilmesini sağlayacaktır. Bu kapsamda, depozito yönetim sisteminin katkı sağlayabileceği 6 amaç; İnsana Yakışır İş ve Ekonomik Büyüme (Amaç 8), Sanayi ve Yenilikçilik ve Altyapı (Amaç 9), Sorumlu Üretim ve Tüketim (Amaç 12), İklim Eylemi (Amaç 13), Sudaki Yaşam (Amaç 14) ve Karasal Yaşam (Amaç 15) olarak sıralanabilmektedir (Sustainable Development Report, 2021).

Dünyada, 2016 yılında atık işleme ve bertarafından, kaynaklanan 1,6 milyar ton CO₂e sera gazı emisyonunun üretildiği tahmin edilmekte ve esas olarak depo gazı yönetimi olmayan düzensiz döküm sahalarından veya düzenli depolama alanlarında atık bertarafından kaynaklanmaktadır. Bu, insan kaynaklı emisyonların yaklaşık %5'idir. Atık kaynaklı emisyonların 2050 yılına kadar yılda 2,6 milyar ton CO₂e'ye çıkması beklenmektedir (Sustainable Development Report, 2021). Bununla birlikte, atık sektörünün küçük bir küresel emisyon kaynağı yerine önemli bir emisyon azaltım sektörü haline gelmesi mümkündür. Atık işleme ve bertaraf yoluyla az miktarda emisyon salınmasına rağmen, atık oluşumunun önlenmesi ve geri kazanımı (ikincil malzemeler veya enerji olarak) ekonominin diğer tüm sektörlerinde emisyonları önlemektedir.

Biyobozunur atıklar (özellikle gıda atıkları) ve bu atıklara uygun olmayan yönetim çoğunlukla atık sektöründe sera gazı emisyonlarına neden olmaktadır. Ulusal envanterlerin BMİDÇS kapsamındaki atık bölümü bu sektörden kaynaklanan emisyonların çoğunu dikkate almamaktadır. Bu bölüm altında rapor edilen emisyonlar, temel olarak atık depolama alanlarındaki metan emisyonları ile ilgilidir. Atıkların taşınması ve enerji geri kazanımlı yakma emisyonları, sırasıyla ulaştırma ve enerji bölümleri altında rapor edilmiştir. 2006 IPCC Rehberine göre, atık sektörü emisyon tahminlerinin dört alt kategori için yapılması gerekmektedir: atık berta-

rafı; atıkların biyolojik yöntemlerle işlenmesi; yakma ve açıkta yakma; ve atık su arıtımı ve deşarjı (Düşük Karbonlu Kalkınma için Çözümsel Tabanlı Strateji ve Eylem Geliştirilmesi Teknik Yardım Projesi, 2020).

IPCC 2006 rehberine göre, atıktan enerji üretiminde tüm sera gazı emisyonları enerji sektörü altında tahmin edilmeli ve raporlanmalıdır. Bununla birlikte, Tablo 2’de yer alan sektör karşılaştırmalarında, enerji geri kazanımı için yakılan bir ton atığın emisyonu yaklaşık 0,327 ton CO₂’dir.

Tablo 2. Atık İşleme Yöntemlerinden Kaynaklanan Brüt ve Net Sera Gazı Emisyonları

Yöntem	Brüt Sera Gazı Emisyonları (t CO ₂ e)	Bertaraf Edilen Atık ton Başına (t CO ₂ e)	Emisyon Dengesi (t CO ₂ e)	Net Emisyon (t CO ₂ e)
Düzenli Depolama*	348.300	0,302	57.000	291.000
Biyometanizasyon (anaerobik çürüme)	100	0,001	320	-220
Yakma	29.800	0,327	9.200	20.600
Kompost	75.100	0,398	-	75.100
Taşıma/Transfer	30.500	-	-	30.500

*%75 gaz tutma

Kaynak : (Eugene, vd., 2011)

3. Sonuç

“Paris Anlaşmasının Onaylanmasının Uygun Bulunduğuna Dair Kararın” 7 Ekim 2021 tarihli ve 31621 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe girmesiyle beraber Sayın Cumhurbaşkanımız tarafından Ülkemizin iklim nötr hedefi 2053 yılı olarak açıklanmış, yeşil kalkınma ve yeşil dönüşüm temel politika olarak belirlenmiştir.

Bu kapsamda sera gazı emisyon azaltımı için daha etkin bir atık yönetimi altyapısının temini, değer zinciri ve yaşam döngüsü değerlendirmesini destekleyecek araçların oluşturulması, toplumsal farkındalığın artırılması, sürdürülebilir bir atık yönetimini hedefleyen, iklim dostu bütünleşik bir “Ulusal Atık Önleme, Azaltma ve Geri Kazanım Strateji Belgesi”, “Ulusal Atık Yönetimi ve Eylem Planı” ve atıkların hammadde olarak kullanılmasına yönelik ürün yaşam döngüsü kriterlerini içeren hedeflerin de yer aldığı “Döngüsel Ekonomi Eylem Planı” hazırlanması, atıkların kaynakta ayrı toplanması ve sıfır atığın yaygınlaştırılmasıyla 2035 yılında geri kazanım oranının %60’a çıkarılması ve 2053 yılı itibariyle ön işleme tabi olmayan atıkların düzenli depolamaya kabul edilmemesi 21-25 Şubat 2022 tarihlerinde Konya’da düzenlenen “İklim Şurası” kararları arasında yer almaktadır.

Sıfır atık uygulamalarının geliştirilmesi ve dögüsel ekonomiye geçişin sağlanması için öncelikle atık önleme ve azaltımı çalışmaları kapsamında tek kullanımlık plastiklere ilişkin düzenlemelerin yapılması, ürün ve malzemeler için sürdürülebilir ürün, ekotasarım ve dijital ürün pasaportu uygulamaları ile uyumlu ulusal düzenlemelerin hayata geçirilmesi önem arz etmektedir. Oluşan atıkların kaynağında ayrı toplanarak geri kazanılması amacıyla sıfır atık uygulamalarının hane halkını kapsayacak şekilde geliştirilmesi ve yaygınlaştırılması için ihtiyaç duyulan altyapının yerel yönetimler tarafından oluşturulması gerekmektedir. Çevre Kanununda 2020 yılında yapılan değişiklikle sıfır atık sistemini kurarak sıfır atık belgesi alan yerlerin kaynağında ayrı biriktirdikleri atıklarını, yerel yönetimlerin sisteminin yanı sıra doğrudan çevre lisanslı tesislere de verebileceği hususunda düzenleme yapılmıştır. Bu düzenleme ile atıktan gelir elde edilmesi sağlanarak sıfır atık uygulamaları teşvik edilmiştir.

Ülkemizin 2053 net sıfır emisyon hedefi doğrultusunda gıda kayıplarının azaltılması, gıda atığının önlenmesi ve belediye atığımızın yarısını oluşturan biyobozunur atıkların işlenerek geri kazanılması hem sıfır atık çalışmalarında hem de gıda sektörünün kritik değer zinciri olması hasebiyle dögüsel ekonomiye geçişte büyük öneme sahiptir. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından bu alanda yapılan düzenlemelerin hayata geçirilmesiyle biyobozunur atıkların geri kazanımı artırılacak ve ülke hedeflerimize ulaşmamıza katkı sağlayacaktır.

Diğer yandan halihazırda AB tarafından belirlenen dögüsellik potansiyeli yüksek, kaynak kullanımı yoğun olan piller ve akümülatörler, ambalaj ve plastik, elektrikli ve elektronik eşyalar, tekstil, inşaat ve binalar, gıda su ve besin maddeleri gibi sektörler ülkemiz için de kritik sektörler olarak ön plana çıkmaktadır. Bu alanlarda ülkemizin dögüsellik potansiyelinin ortaya konması ile pek çok iş alanlarının ve yeni istihdam fırsatlarının ortaya çıkması kaçınılmazdır. Bu fırsatların değerlendirilerek dögüsel ekonomiye geçişin sağlanmasıyla ülkemizde atık yönetiminin etkinleştirilmesinin yanı sıra dış ticaret potansiyelini de önemli ölçüde artacaktır.

Kaynakça

1. Düşük Karbonlu Kalkınma için Çözümsel Tabanlı Strateji ve Eylem Geliştirilmesi Teknik Yardım Projesi, (2020).
2. Eugene A. Mohareb, Heather L. MacLean, Christopher A. Kennedy, "Greenhouse Gas Emissions from Waste Management—Assessment of Quantification Methods", Journal of the Air & Waste Management Association, Volume 61, 2011 - Issue 5, Pages 480-493 | Published online: 10 Oct 2011.
3. European Parliament (2021) Circular Economy. Available at: <https://www.europarl.europa.eu/thinktank/infographics/circulareconomy/public/index.html>
4. Sustainable Development Report 2021, United Nations Sustainable Development Solutions Network (UN SDSN). Available at <https://s3.amazonaws.com/sustainabledevelopment-report/2021/2021-sustainable-development-report.pdf>
5. UNEP, Küresel Kaynaklar Görünümü 2019: İstedığımız Gelecek İçin Doğal Kaynaklar - Politika Yapıcılar için Özet, <https://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/27518>.
6. World Bank, 2018, What a Waste 2.0 : A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050) <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/2174>





SIFIR ATIK YÖNETİMİNDE SERTİFİKASYON UYGULAMALARI: YASAL DÜZENLEMELER İLE TÜRKİYE ÖRNEĞİ

Prof. Dr. Nilgün KIRAN CILIZ

Boğaziçi Üniversitesi, Finans Uygulama ve Araştırma Merkezi (CARF)
Çevresel Sürdürülebilirlik Çalışma Grubu, İstanbul, Türkiye
Boğaziçi Üniversitesi, Çevre Bilimleri Enstitüsü
cilizn@boun.edu.tr

Merve UZUN, Cennet DEĞİRMEN, Ceyda KALIPÇIOĞLU

Boğaziçi Üniversitesi, Finans Uygulama ve Araştırma Merkezi (CARF)
Çevresel Sürdürülebilirlik Çalışma Grubu, İstanbul, Türkiye
Boğaziçi Üniversitesi, Çevre Bilimleri Enstitüsü

Prof.Dr. Mehmet Emin BİRPINAR

Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakan Yardımcısı
İklim Değişikliği Başmüzakerecisi

Eyyüp KARAHAN, Recep AKDENİZ, Sadiye BİLGİÇ KARABULUT, Demirhan KÜÇÜK

Hülya ÇAKIR, Mehmet BALCI

Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü

1. Giriş

Nüfus artışı, kentleşme ve teknolojik ilerlemeler gibi etkenler yüksek miktarda atık oluşumuna sebep olmaktadır (Chadar ve Keerti, 2017: 41). 2016 yılında dünya genelinde 2,01 milyar ton kentsel katı atık üretildiği tahmin edilirken, kişi başına denk gelen günlük atık miktarı ülkelerin gelir seviyesine ve kentleşme oranına bağlı olarak 0,11-4,54 kg arasında değişmekle birlikte ortalama 0,74 kg olarak hesaplanmıştır. 2030 yılına kadar oluşan yıllık atık miktarının 2,59 milyar tona, 2050 yılına kadar ise 3,40 milyar tona yükselmesi beklenmektedir. Küresel ölçekte incelendiğinde,

oluşan atıkların %33'ünün düzensiz bir şekilde açık alanlara, %25'inin katı atık depolama sahalarına, %4'ünün ise düzenli katı atık depolama sahalarına boşaltıldığı; sadece %13,5'i geri dönüşüm tesislerine gönderilirken %11'inin yakma, %5,5'inin de kompost tesislerine gönderildiği görülmektedir (Kaza vd., 2018). Ulusal düzeydeki atık oluşum ve yönetim verilerine bakıldığında ise kişi başına düşen ortalama atık miktarının 2020 yılında 1,13 kg/gün olarak hesaplandığı görülmektedir. Ayrıca, 2020 yılında belediyeler tarafından toplanan yaklaşık 32,3 milyon ton atığın %69,4'ü düzenli depolama tesislerine, %17'si belediye çöplüklerine, %13,2'si ise geri kazanım tesislerine gönderilmiştir (Türkiye İstatistik Kurumu [TÜİK], 2021). Günümüzde hem küresel hem de ulusal geri kazanım verileri incelendiğinde mevcut katı atık yönetim stratejilerinin yetersiz ve verimsiz kaldığı, ürünlerin yaşam döngülerine geri kazandırılacak bazı değerli materyallerin israf edildiği görülmektedir (Pietzsch vd., 2017: 325).

Mevcut atık yönetiminde sıklıkla tercih edilen depolama ve yakma gibi işlemlerin çevresel etkileri incelendiğinde, depolama sahalarının yeryüzünde bulunan sınırlı alanı işgal etmesinin yanı sıra organik maddenin bozunma süreci sebebiyle önemli bir sera gazı (özellikle CH₄ (metan) gazı) kaynağı olduğu, atık hacmini yaklaşık %90 oranında azaltarak gaz üretimini gerçekleştiren yakma işleminin ise SO₂ (sülfür dioksit), CO₂ (karbon dioksit) ve ağır metaller gibi maddeleri içeren duman gazı ile külü meydana getirdiği ve söz konusu külün depolama sahalarına gönderilerek bu alanlara olan ihtiyacı aslında azaltmadığı sonucuna varılmıştır (Singh vd., 2021: 3). Bunun yanı sıra, katı atıkların yetersiz ve verimsiz yönetimi, sera gazı emisyonu, su, toprak ve hava kirliliği olarak ekosisteme ve halk sağlığına olumsuz etkilerde bulunmaktadır (Pietzsch vd., 2017: 325); örneğin, depolama sahalarından kaynaklanan sızıntı suları topraktan süzülerek insanların kullanabileceği yeraltı su kaynaklarının kirlenmesine sebep olmaktadır.

Çevresel problemlere paralel olarak, sürdürülebilir kalkınma için doğrusal ekonomi modelinden dögüsel ekonomi modeline geçişin gerekli olduğu görülmektedir. Tedarik edilen materyalin enerji ve insan gücünden faydalanılarak bir ürün haline getirilmesini ve tüketici tarafından kullanılan bu ürünün işlevini kaybettiği noktada atık olarak sınıflandırılmasını kapsayan doğrusal ekonomi modelinde önemli ölçüde kaynak kayıpları görülmektedir. OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development) ülkelerinde her yıl, ürünlerde fiziksel olarak bulunmayıp üretim aşamasında kullanılan 21 milyar tondan fazla materyal olduğuna yönelik ve gıda değer zincirinin her aşamasında gerek kullanılan tarım ilaçlarından, gerek yanlış depolama koşullarından gerekse tüketici tarafından tercih edilmemesinden dolayı üretilen gıdanın üçte birinin atık haline geldiğine yönelik tahminler (Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO], 2011: 4) söz konusu kaynak kayıpları-

na örnek olarak verilebilir (Ellen MacArthur Foundation [EMF], 2013: 15). Öte yandan döngüsel ekonomi modeli, sorumlu tüketim, ürün performans geliştirilmesi ve kullanım sonrasında da ürün değerini artırma gibi kavramları birleştirerek (Thakker ve Bakshi, 2021) ve üretimde kullanılan materyalleri sürekli bir döngü içerisinde tutarak kaynak kullanım verimliliğini artırmayı hedeflemektedir. Bu amaçla hükümetlerin, mevcut atık yönetim stratejilerini gözden geçirmesi ve entegre atık yönetim hiyerarşisinin ilk basamaklarını -atık önleme ve azaltımı, yeniden kullanım ve geri dönüşüm- gerçekleştirmeye yönelik çalışmalar yürütmesi, temel olarak üretim sürecinde mutlak azaltım anlamına gelen ve atığın değerini vurgulayan *sıfır atık* kavramını ortaya çıkarmıştır (Pietzsch vd., 2017: 327).

Pietzsch ve arkadaşları (2017: 327/328), sıfır atık uygulamasının avantajlarını toplumsal, ekonomik, çevresel ve endüstri ile paydaşların sağladığı faydalar olmak üzere dört gruba ayırmaktadır. Mevcut atık yönetim sistemlerinden kaynaklanan halk sağlığına yönelik tehditlerin azaltılması ve sayısı artacak geri dönüşüm tesisleri ile yeni istihdam sağlanması toplumsal; maliyetlerin düşürülmesi ve mevcut atık yönetiminin sebep olduğu çevresel restorasyon harcamalarının önlenmesi ekonomik; doğal kaynak kullanımının ve sera gazı emisyonlarının azaltılması çevresel; daha az kaynakla daha çok üretim sağlanması ve çevreci tasarım ile ürün yaşam döngülerinin uzatılması ise endüstri ile paydaşların sağladığı faydalara örnek olarak verilebilir. Sıfır atık, çeşitli alanlarda kazanç getirecek bir uygulamadan daha çok, hem söz konusu faydaları sağlayacak hem de tüm ekosistem için yaşam kalitesini yükseltecek bir düşünce sistemi olarak değerlendirilmelidir.

Sıfır atık uygulamaları kapsamındaki *sıfır atık sertifikasyonu* ise, toplam atığın en az %90'ının katı atık depolama sahalarından uzaklaştırılmasının yanı sıra çeşitli faaliyetlerle çevresel etkinin en aza indirgenmesini sağlamayı hedeflemektedir. Sadece üretim kısmına odaklanmak yerine, değer zincirinin hammadde temini vb. aşamalarına da odaklanan ve sıfır atık hedefine ulaşmayı mümkün kılacak politikaların uygulanmasını teşvik eden sertifikasyon uygulaması uzun vadeli bir süreçtir (Pal vd., 2021: 27).

2. Sıfır Atık ve Sıfır Atık Sertifikasyonu Uygulamaları

2.1. Küresel Ölçekte Mevcut Durum

Yetersiz atık yönetim stratejilerinin olumsuz etkileri, doğal kaynakların aşırı tüketimi gibi etkenler birçok ülke için atık azaltımı bakımından itici güç olmuştur (Wilson, 2007: 200). Dünyanın pek çok noktasında sıfır atık yaklaşımının benimsendiği uygulamalar görülmektedir. Örneğin; Slovenya'nın başkenti Ljubljana'da vatandaşları atıkları evde ayrıştırmaya teşvik etmek için ev ev dolaşarak gerçekleştirilen atık toplama uygulaması,

atık toplama sıklığının azaltılması ve atık önleme ile azaltımına yönelik yapılan iletişim faaliyetleri aracılığıyla geri kazanılan materyal miktarı 2004 yılında kişi başına 16 kg iken, 2018 yılında 220 kg'a yükselmiş ve katı atık depolama sahalarına gönderilen atık miktarı %95 oranında azaltılmıştır. Ljubljana bunları gerçekleştirirken maliyetleri Avrupa genelinde en az miktarda tutmayı başarmıştır (Zero Waste Europe, 2019). Başka bir örnek de Kanada'nın Halifax şehrinde, katı atık depolama sahaları ile yakma tesislerinin kurulmasını istemeyen şehir halkına, yerel hükümet tarafından atık yönetim programı tasarlama yetkisi verilmesidir. Seçilen program ile birlikte atıklar kaynağında ayrılmaya başlanmış ve kapı kapı dolaşarak geri dönüştürülebilir, organik ve artık maddeler toplanmıştır. Ek olarak, "atık" ifadesi yerine "sermaye" ifadesi kullanılmıştır. Halifax, 5 yıl sonunda, atığı %50 oranında katı atık depolama sahalarından uzaklaştırma oranına ulaşarak Kanada'da bu başarıyı elde etmiş ilk şehir olmuştur. Bir başka örnekte ise İtalya'da çiftçilerin daha fazla organik materyali nerede bulabilecekleri sorusuyla yola çıkılarak evsel atıkta yüksek oranda organik madde bulunduğu ve ayrı toplandığı takdirde tarımda kullanılacak kompostun üretilebileceği sonucuna varılmıştır. 2008 yılı başı itibarıyla, kapı kapı dolaşarak atık toplanması sonucunda 1000'den fazla topluluk %50'den fazla depolama sahalarından uzaklaştırma oranına ulaşmıştır (Pal vd., 2021: 38/40).

Sıfır atık sertifikasyonunda evrensel olarak kabul edilmiş standartlar bulunmamaktadır. Bununla birlikte, üçüncü parti sağlayıcılar tarafından oluşturulmuş ve sağlandığında kuruluşa güvenilirlik kazandıran standartlar bulunmaktadır. Bu üçüncü parti sağlayıcılara Green Business Certification Incorporation (GBCI), Intertek, Underwriter's Laboratory (UL), Green Circle Certified, The Carbon Trust ve NSF International örnek olarak verilebilir. 2017 yılında, GBCI, binaların çevresel performansını ölçen, atıkların depolama alanlarından en az %90 oranında uzaklaştırılması veya bertaraf noktasında maddelerin kirletme potansiyellerinin %10'u geçmemesi gibi gereklilikleri barındıran TRUE (Total Resource Use and Efficiency) adındaki sıfır atık sertifikasyon programını faaliyete geçirmiştir. Aralarında Kaliforniya'da bulunan Tesla Fabrikası'nın da olduğu ABD ve Kanada çapındaki çeşitli işletmeler TRUE sertifikasyonunu edinmiş durumdadır. TRUE sertifikasyonuna sahip kuruluşlar, çevre dostu, kaynakları daha etkili kullanan ve atığı tasarrufa veya ek gelir kaynağına çeviren kuruluşlar olarak tanımlanmaktadır. Ayrıca, personel/çalışan eğitimi ile tedarikçi ve müşterilerle kurulan ortaklıklar dolayısıyla da sıfır atık uygulamasına tüm paydaşların katılımını desteklemektedir (Pal vd., 2021: 32/35).

2.2. Ulusal Ölçekte Mevcut Durum

Türkiye genelindeki atık ve atık yönetim verileri sıfır atık uygulaması paralelinde incelenecek olursa, 2018 yılında belediye çöplüklerine

boşaltılarak bertaraf edilen atık miktarı oranı %20,2 iken bu oran 2020 yılında %17'ye gerilemiştir. Metal, plastik, kağıt vb. materyallerin geri kazanımını sağlamak üzere faaliyete geçirilen tesis sayısı 2018 yılında 2.057 ve bu tesislerde materyal geri kazanımı gerçekleştirilmiş atık miktarı yaklaşık 48 milyon ton iken, 2020 yılında tesis sayısı 2.568'e çıkarılarak yaklaşık olarak 49 milyon ton atıktan materyal geri kazanımı gerçekleştirilmiştir (TÜİK, 2021). 2018 yılında, atık ambalaj materyallerinde gerçekleşen geri kazanım oranlarına bakıldığında ise, plastikte %63, metalde %68, kağıt ve kartonda %93 ve kompozit ambalajda %64 oranlarında başarı elde edildiği görülmektedir (T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı [Güncel Adı: T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 29.10.2021], 2020). Bunlara ek olarak, T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından ilk defa 2017 yılında Sıfır Atık Projesi başlatılmıştır. Projenin başlangıcından 2020 yılını da kapsayan süreçte, Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı'nın da içerisinde olduğu 47.750 kurum ve kuruluşta sıfır atık uygulaması benimsenmiştir (Kunt vd., 2020: 190). 2017-2018 verileri incelendiğinde 7,2 ton organik atığın 3,2 ton kompost üretiminde kullanıldığı, 249 kg elektronik atığın geri kazanımı ile 174 kg hammadde elde edildiği, 24,4 ton sera gazı salımının engellendiği ve 3.388 m³ su tasarrufu sağlandığı görülmektedir. Aynı dönem için düzenli depolama ve toplama/taşıma maliyetlerinden sağlanan tasarrufun da dahil edildiği ekonomik verilere bakıldığında toplamda 281.458,34 TL değerinde kazanç sağlandığı görülmektedir (T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı [Güncel Adı: T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 29.10.2021], 2019). Son olarak, yapılan çevre harcamalarının %47,5'inin atık yönetimi hizmetlerine ait olduğu (TÜİK, 2020) göz önünde bulundurularak atık yönetimi konusundaki ulusal hedefler değerlendirildiğinde, 2023 yılında oluşan atığın %35 oranında geri kazanılması ve %65 oranında düzenli depolama yöntemi ile bertaraf edilmesi öngörülmektedir (T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı [Güncel Adı: T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 29.10.2021], 2017: XI).

Atık yönetimi alanında düzenlenmiş olan çeşitli mevzuatlarda, entegre atık yönetimi hiyerarşisi temel alınıp öncelikli adım atık önleme olarak değerlendirilmektedir. Sonrasında, hiyerarşi basamaklarında en az tercih edilmesi gereken seçeneğe doğru sırasıyla atık azaltımı, yeniden kullanım, geri dönüşüm/geri kazanım ile enerji kazanımı uygulamaları (Gharfalkar vd., 2015: 306) gelmektedir. Bu hiyerarşinin doğru ve etkin bir şekilde uygulanması için 2019 yılında *Sıfır Atık Yönetmeliği* (R.G., 12.07.2019, Sayı: 30829) yayımlanmıştır. Bu Yönetmelik, "hammadde ve doğal kaynakların etkin yönetimi ile sürdürülebilir kalkınma ilkeleri doğrultusunda atık yönetimi süreçlerinde çevre ve insan sağlığının ve tüm kaynakların korunmasını hedefleyen sıfır atık yönetim sisteminin kurulmasına, yaygınlaştırılmasına, geliştirilmesine, izlenmesine, finansmanına, kayıt altına alınarak belgelendirilmesine ilişkin genel ilke ve esasları belirlemektedir"

(Sıfır Atık Yönetmeliği, 2019). Bu Yönetmelik aynı zamanda, temel seviyede sıfır atık belgelendirme uygulamasına ilişkin esasları da kapsamına aldığı kurum, kuruluş ve işletmeler için düzenlemektedir.

Doğanın kendini yenilemesine izin vererek gelecek nesillere daha yeşil bir dünya bırakmak ve çevresel, ekonomik ile toplumsal yönleriyle üretim ve tüketim uygulamalarında sürdürülebilirliği sağlamak için benimsenebilecek stratejiler arasında sıfır atık ve sıfır atık sertifikasyonu uygulamaları en faydalısı olarak görülmektedir. Bu uygulamaların Türkiye’de faaliyete geçirilmesini sağlamak için yol göstermek, desteklemek ve uygulamaların sürdürülebilirliğini artırmak amacıyla çeşitli kurum ve kuruluşlar için oluşturulan temel seviye sertifika kriterlerine ek olarak geliştirilen gümüş, altın ve platin seviye sıfır atık nitelikli sertifika kriterlerinin uygulamaya alınması bu çalışma ile önerilmektedir.

3. Sıfır Atık Sertifikasyon Uygulamasının Odak Noktaları

Başarılı ve etkili bir sıfır atık sertifikasyon uygulaması yürütebilmek için odaklanılması gereken noktalar üç gruba ayrılmıştır: (1) atık yönetimindeki mevcut durumu ortaya koyan ön değerlendirme süreci; (2) atık önleme, geri dönüşüm, kompost, farkındalık kazandırma faaliyetleri gibi çeşitli kollardan oluşan uygulama süreci; (3) yürütülen uygulamaların verimliliğini ölçerek geleceğe yönelik hedeflerin ve stratejilerin geliştirilmesine yön veren son değerlendirme süreci (Zaman, 2017).

Ön değerlendirme süreci, kuruluştaki meydana çıkan atık türlerini ve miktarlarını saptama, mevcut atık yönetim uygulamalarının neler olduğunu ve verimliliklerini belirleme gibi faaliyetleri kapsayarak sıfır atık sisteminin oluşturulmasına engel oluşturan hususları ortaya çıkarmaktadır (Zaman, 2017). Bu noktada, akıllı teknolojik çözümlerin kullanımı hem harcanacak fiziksel enerji hem de zaman açısından tasarruf sağlayacaktır. Akıllı atık kutularının kamera ve sensör sistemleri aracılığıyla biriken atığın türünü ve miktarını saptaması, geliştirilen çeşitli yazılımlar ile toplanan atık verilerinin analiz edilmesi ve atık azaltımının yapılabileceği, geri dönüşümün artırılabilmesi noktaların daha verimli ve hızlı bir şekilde belirlenmesi sıfır atık sisteminin oluşturulmasını kolaylaştıran uygulamalardandır (Kerdlap vd., 2019).

Eğitim ve farkındalık, sorumlu tedarik zincirleri, genişletilmiş üretici sorumluluğu, uzatılmış kullanım ömrü, geri dönüşüm gibi hususlara (Zaman, 2017) odaklanan uygulama süreci; temelde sıfır atık yaklaşımı ile atığın oluşmasını önlemeye yönelik tasarım ve üretim aşamalarını, sürdürülebilir üretim ve tüketim bilinci ile atık oluşumunu önlemeye yönelik alışkanlık kazanımlarını, atık miktarını en az seviyeye indirmek için yürütülen çalışmalara ek olarak bu çalışmaları destekleyici ve uygulama aşamasını kolaylaştırıcı yasal düzenleme, politika vb. karar mekanizmalarını kapsamaktadır (Zaman, 2015: 18).

Uygulama sürecinin etkili olabilmesinde ve sıfır atık sisteminin teori-den pratiğe dönüştürülmesinde toplumsal katılımın yeri oldukça önemlidir. Sıfır atık yaklaşımı; atığın çevresel ve ekonomik olduğu kadar sosyal bir problem olduğunu da belirterek (Zaman, 2017) toplumsal bilincin sürdürülebilir atık yönetimini destekleyici yönde değişebilmesi için çevre eğitimi ile bilgi ve becerilerin kazanılmasını (Ballantyne vd., 2006), atık önleme anlayışının benimsenmesini, oluşumu önlenemeyen atığın geri dönüşüm, yeniden kullanım veya kompost eldesi vb. yöntemler aracılığıyla azaltımının bir alışkanlık haline gelmesini (Timlett ve Williams, 2009: 499/500) gerektirmektedir. Buna paralel olarak, çevresel farkındalığa sahip eğitilmiş genç nesillerin sayısını artırmak için sürdürülebilir kalkınma, çevre sorunları, atık yönetimi hiyerarşisi konularını içeren bir çevre eğitiminin düzenlenip eğitim sistemine dahil edilmesi şarttır (Desa vd., 2012). Bu gerekliliğin bilincinde olan Milli Eğitim Bakanlığı'nın, ortaokul düzeyinde okutulması planlanan ve kapsamına yaşam döngüsü analizi ile birlikte atık kavramını da alan "Çevre Eğitimi ve İklim Değişikliği" isimli dersin müfredatını 2022 yılının başlarında tamamladığını belirtmek faydalı olacaktır (T.C. Milli Eğitim Bakanlığı, 2022).

"Beşikten mezara" ya da "beşikten beşiğe" yaşam döngüsü değerlendirmesi çerçevesinde durum incelendiğinde, atığın sadece ürünün kullanım ömrü tamamlandığında oluşmadığı; değer zincirinde çoğunlukla hammadde edinişi, üretim, işleme, ambalajlama, dağıtım ve kullanım şeklinde yer alan her aşamada oluştuğu görülmektedir. Bu sebeple entegre atık yönetimi hiyerarşisinin ilk basamağında yer alan atık önleme ve azaltma, tasarım da dahil olmak üzere yaşam döngüsünün her aşamasında oluşan atık ile çevre ve insan sağlığı ve kaynak tüketimi üzerindeki olumsuz etkilerini en aza indirmeye yönelik uygulamaları içermektedir (Padmavathy ve Anbarashan, 2022: 226/222). Sürdürülebilir Kalkınma Amacı (SKA) 12¹ (Sorumlu Üretim ve Tüketim) kapsamına da dahil edilen atık önleme ve azaltma hedefi (Magrini vd., 2021); ambalajsız ürün kullanımı, ürünlerin kullanım ömürlerini uzatma, ikinci el kullanımı, takas, ürünün işlevsel niteliğini bozmayarak üretimde kullanılan hammadde miktarını azaltma vb. gibi gerek üreticiler gerekse tüketiciler tarafından uygulanabilecek faaliyetleri içererek (Nessi vd., 2013: 1361/1362) hava, su, toprak ekosistemleri ile biyoçeşitlilik üzerindeki çevresel etkilerin önlenmesini, sera gazı salımlarını azaltmayı, tehlikeli atıklardan kaynaklanabilecek risklerin en aza indirgenmesini, iyileştirilmiş ekosistem hizmetleri ile ekonomik kazanç elde edilmesini sağlamaktadır (Padmavathy & Anbarashan, 2022: 226).

Entegre atık yönetimi hiyerarşisinin sonraki basamaklarında, yine en çok tercih edilen uygulamalardan olan geri dönüşüm ve kompost

¹ 12.5: Önleme, azaltma, geri dönüşüm ve yeniden kullanım yoluyla atık üretimini 2030 yılına kadar önemli ölçüde azaltmak

görülmektedir. Kağıt, karton, cam, plastik, tekstil ürünleri, elektrikli ve elektronik ürünler, piller vb. çeşitli formlardaki atık türlerinin değerlendirildiği geri dönüşüm uygulaması, yeni madde ve materyallerin elde edilip hammadde olarak değer zincirlerine tekrar dahil edildiği süreç olarak tanımlanmaktadır (Villalba, 2020). Toplumsal katılım, kaynak geri kazanımı, enerji talebi, yasal düzenlemeler, atık karakterizasyonu, atık toplama ve ayrıştırma vb. faktörlerin etkili olduğu geri dönüşüm uygulamalarının madde ve enerji tüketimi ile çevresel kirlilik ve sera gazı salımlarının yanı sıra depolama alanlarına gönderilen atık miktarını da azalttığı belirtilirken (Bui vd., 2022), geri dönüşüm ile elde edilen ürünler için bir pazar yaratılmasının önemi üzerinde de durulmaktadır (Tsai vd., 2020). Atıkların değerlendirilerek başka alanlarda kullanıldığı uygulamalara bir diğer örnek, mutfak atık ve artıklarının, tarımsal artıkların, kentsel organik atıkların kaynak olarak kullanıldığı kompost uygulamasıdır. Gelişmekte olan ülkelerde kentsel atığın %50'den fazlasını sadece gıda atıkları oluştururken kompost yöntemi, organik madde bakımından oldukça zengin olan bu atık türlerini oksijenli ortamda biyolojik olarak parçalayarak daha kararlı yapıda ve zararsız organik gübre katkı maddesi üretimi sağlamaktadır (Wei vd., 2017: 52). Bununla birlikte; organik atık kompozisyonu, sıcaklık, karbon/nitrojen oranı, nem vb. parametrelerin oluşan kompost ürününün kalitesini ve çevresel etki seviyesini belirlemesi, ekonomik açıdan da uygulanabilir olan bu yöntemin zorluklarını oluşturmaktadır (Liu vd., 2022: 35).

Sıfır atık sertifikasyon uygulamasının son değerlendirme sürecini performans ölçüm pratikleri oluşturmaktadır (Zaman, 2017). İki taraflı (atık azaltımı ve depolamadan uzaklaştırma) bir hedefi olan sıfır atık uygulamasının gerçekleştirilebilmesi için atık azaltımı temelinde hedefler belirlenmeli, gelişim yıllara bağlı olarak veya daha sık aralıklarla değerlendirilmelidir (Pal vd., 2021: 41). Atık yönetimi sistemlerinin verimlilik değerlendirmelerinde kişi başına atık üretim oranı, toplama oranı ve geri dönüşüm oranı kullanılagelen performans göstergeleri arasında yer alırken, depolama alanlarına ve yakma tesislerine gönderimi önlenen toplam atık yüzdesi olarak tanımlanan bertaraftan uzaklaşma oranı ise son 10 yıldır kullanımı yaygınlaşan performans göstergesi olarak kabul edilmektedir. Yüksek bir değere sahip bertaraftan uzaklaşma oranı, atık yönetim sistemi verimliliğinin de yüksek olduğunu ifade etmektedir; ancak bu oran diğer göstergelerle birlikte verimlilik ölçümlerinde yeterli değildir (Zaman ve Lehmann, 2013: 126). Zaman ve Lehmann (2013: 126), tasarım, yasal düzenlemeler ve politikalar, alışkanlık ve tutum değişiklikleri yoluyla önlenen atık miktarları ile atık kollarının ne kadarının geri dönüştürülebilir olduğunu, ne kadarının geri dönüştürüldüğünü, atık üretiminde ne kadar azalma sağlandığını da göz önünde bulunduran bir değerlendirme yöntemine ihtiyaç duyulduğunu belirtmektedir. Bahsi geçen yöntemlerle sıfır

atık sisteminin performans ölçümünü gerçekleştirerek kontrolünü sağlamak, atık önleme ve azaltma stratejilerinin verimliliğini gözlemlemeyi kolaylaştırmanın yanı sıra, karar vericilerin nicel hedefler belirlemelerinde engelleri ve fırsatları tespit etmelerine de yardımcı olmaktadır (Zorpas ve Lasaridi, 2013: 1055).

4. Metodoloji

Öneri niteliğindeki ulusal sıfır atık nitelikli sertifikasyon kriterlerinin oluşum süreci (Şekil 1), hem uluslararası uygulamalar incelenerek hem de bu uygulamaların ulusal atık yönetimi ve sıfır atık kapsamındaki hedeflerin gereklilikleri ile Türkiye'deki çeşitli kurum ve kuruluşların ihtiyaçlarına uyumlu hale getirilerek yürütülmüştür. Nitelikli sertifikasyon kriterleri ve puanlama sistemi; planlama ve organizasyon ile teknik uygulama olmak üzere iki aşamadan oluşmaktadır. Sıfır Atık Yönetmeliği (R.G., 12.07.2019, Sayı: 30829) Ek 4'te belirtilen kategoriler de (atık azaltımı ve önlemeye, yeniden kullanıma, israfın azaltılmasına, bilinçlendirme ve farkındalığın artırılmasına yönelik faaliyetler ile tedarik ve lojistik faaliyetleri) ayrıca dikkate alınarak puanlama sisteminin geliştirilmesinde yol gösterici olmuştur.



Şekil 1. Sıfır atık nitelikli belge kriterlerinin belirlenmesinde kullanılmak üzere oluşturulan kapsayıcı metodoloji.

4.1. Planlama ve Organizasyon

Sıfır atık nitelikli sertifikasyon kriterlerinin ilk aşamasını oluşturan planlama ve organizasyon, atık yönetiminin başarılı bir şekilde yürütülmesi amacıyla yasal düzenlemelerin işlevselliğini güçlendirmek için geliştirilmiştir. Bu bölüm, kurum ve kuruluşların çevre dostu seçenekleri tercih ederek değer zincirinin tüm aşamalarında sıfır atık yaklaşımını benimsemeleri ve değişime katkıda bulunmaları için teşvik edilmeleri amacıyla satın alma/tedarik; yönetsel bir yol haritasının yapılandırılmasında önemli bir etkiye sahip olan liderlik; atık önleme ve azaltma faaliyetlerini yaygınlaştırmak ve alışkanlık haline getirilmesini sağlamak amacıyla eğitim; son olarak, kurum ve kuruluşların tüm birimlerine yönelik gözlemler ile yürütülen uygulamaları belgelemek amacıyla yapılacak olan sıfır atık raporlama ana başlıklarından oluşmaktadır.

4.2. Teknik Uygulama

Mevcut atık yönetim sistemlerini iyileştirmek amacıyla geliştirilen teknik uygulama aşamasının içerdiği ana başlıklar; sistem tasarımı, atık önleme ve azaltma, yeniden kullanım, kompost, geri dönüşüm, sıfır atık analizi, kaynak yönetimi, tehlikeli atık yönetimi, özel atık yönetimi, bertaraf uzaklaşma, kapalı döngü sistemleri ve sürdürülebilirlik şeklindedir. Bu kriterler aracılığıyla ulaşılması beklenen amaçlar aşağıda sıralanmıştır:

- Atık kompozisyonuna uygun bir şekilde atık yönetim sistemlerine temel oluşturacak stratejiler geliştirmek (sistem tasarımı),
- Özellikle düzenli depolama alanlarına ve yakma tesislerine gönderilen atık oluşumunu önlemek ve/veya en az seviyede tutmak (atık önleme ve azaltma),
- Alışkanlık kazanımları ile yeniden kullanılabilir materyallerin kullanım oranlarını artırmanın yanı sıra, oluşan atıklara farklı işlevler kazandırılarak tekrar değer zincirine katılmasını sağlamak (yeniden kullanım),
- Bahçe ve/veya tarım uygulamalarında kullanılmak üzere işlenebilecek gıda artıklarından yüksek organik madde içerikli gübre elde etmek (kompost),
- Düzenli depolama alanlarına gönderilecek atıklardan ikincil hammadde elde edilmesi ile atık miktarını azaltmak ve bu ikincil hammaddelerin üretim süreçlerine kazanımını sağlamak (geri dönüşüm),
- Atık önleme ve azaltma uygulamalarının analizini gerçekleştirerek geleceğe yönelik hedefler belirlemek ve öneriler geliştirmek (sıfır atık analizi),

- Atık oluşturma potansiyeli en düşük olan ürün veya hizmet alternatiflerini tercih ederek atık azaltımını gerçekleştirmek ve ekosistemleri olumsuz yönde etkileyen emisyon salımlarını en az indirmek (kaynak yönetimi),
- Tekstil ve metal sanayii gibi çeşitli endüstrilerde açığa çıkan tehlikeli atık türlerinin kaynaktan ayrıştırılarak ilgili atık toplama kutularında biriktirilmesini sağlamak (tehlikeli atık yönetimi),
- Atık pil, ömrünü tamamlamış araç lastikleri, atık yağlar vb. atık kollarından oluşan özel atık türlerinin kaynaktan ayrıştırılarak ilgili atık toplama kutularında biriktirilmesini sağlamak (özel atık yönetimi),
- Düzenli depolama alanlarına ve yakma tesislerine gönderilen atık miktarının denetimini sağlamak (bertaraftan uzaklaşma),
- Yerel üretim ve tüketim faaliyetlerini destekleyerek materyallerin belirli bir döngü içerisinde sürekli olarak değer zinciri içerisinde kalmasını sağlamak (kapalı döngü sistemleri),
- Sıfır atık yönetim sistemlerinin bütünlük bir çerçevede içerisinde sürdürülebilirliğini sağlamak (sürdürülebilirlik).

5. Sonuç ve Tartışma

Temel seviye sıfır atık sertifikasına sahip kurum ve kuruluşlardan il belediyeleri ve nüfusu elli binin üzerindeki ilçe belediyeleri, organize sanayi bölgeleri, alışveriş merkezleri, havalimanları, tren ve otobüs terminalleri, limanlar, 250 oda ve üstü konaklama kapasiteli işletmeler, zincir marketler ile üniversitelerin herhangi bir seviyedeki nitelikli sertifikayı edinmelerini zorunlu tutan, bunlar dışındaki kurum ve kuruluşlar için ise nitelikli sertifika edinimini gönüllülük ilkesine dayandıran sıfır atık nitelikli sertifikasyon sistemine ait öneri niteliğindeki kriterler Tablo 1’de verilmiştir. Bahse konu sertifikasyon sisteminde gümüş seviye nitelikli belgesine ait 21 kriter; altın seviye nitelikli belgesine ait 21 kriter; platin seviye nitelikli belgesine ait 21 kriter olmak üzere toplamda 63 puan anlamına da gelen 63 kriter bulunmaktadır.

Tablo 1. Öneri niteliğindeki ulusal sıfır atık nitelikli sertifikasyon kriterleri.

	Gümüş Seviye Nitelikli Belge Kriterleri	Altın Seviye Nitelikli Belge Kriterleri	Platin Seviye Nitelikli Belge Kriterleri
Satın Alma/ Tedarik	Tedarik zinciri analizi	Oluşturulan kılavuza göre satın alma tedarik işlemlerinin yapılması	Anlaşmalı tedarikçilerin sıfır atık yaklaşımını benimsemesinin sağlanması
	Satın alma/tedarik işlemleri için kılavuz oluşturulması		Kullanım ömrünün sonunda olan malzemelerin hibe edilmesi
Liderlik	En az 1 kişinin sıfır atık lideri olarak belirlenmesi	Kuruluşun yapısına uygun teşvik uygulamalarının geliştirilmesi ve uygulanması	Hedef kitle değerlendirmelerine veya ödüllendirme sistemlerine sıfır atık uygulamasına sağlanan bireysel katkının dahil edilmesi
Eğitim	Atık biriktirme kutularının üzerine bilgilendirme notunun ve görselinin asılması	Sıfır atık ve çevre konularında bilinçlenme çalışmaları için hedef kitleden seçilen bir topluluğun oluşturulması	Sıfır atık kapsamında katılımı artırmak için çeşitli testlerin, anketlerin yapılması
	Hedef kitle ile birlikte sıfır atık temalı etkinliklerin yapılması	Sıfır atık temalı bilgilendirici panoların ve tanıtım filmlerinin hazırlanması, halka açık alanlarda yayınlanması	Bakanlık iş birliğinde ve ilgili firmaların yönetiminde, meslek liselerinde eğitim verilmesi
Sıfır Atık Raporlama	Geri dönüştürülen, bertarafa giden atıkların ekonomik olarak raporlanması	Oluşan atık miktarının ağırlıksal olarak raporlanması	Sıfır atık uygulamasından elde edilen çevresel kazancın raporlanması
			Sıfır atık uygulamasından elde edilen döngüsel ekonomi kapsamındaki kazancın raporlanması
Sistem Tasarımı	Ofislerdeki çöp kutularının kaldırılması	Katı atık toplama sözleşmelerinin sıfır atık kapsamında yeniden yapılandırılması	
	Biriktirme ekipmanlarının seçimi ve uygun yerlere konulması		

	Gümüş Seviye Nitelikli Belge Kriterleri	Altın Seviye Nitelikli Belge Kriterleri	Platin Seviye Nitelikli Belge Kriterleri
Atık Önleme ve Azaltma	Atık önleme ve azaltma programlarının oluşturulması	Ofislerde kişiye özel yazıcı ve fotokopi makinası yerine ortak kullanıma uygun, personel kimlik kartıyla kullanılan yazıcı ve fotokopi makinası kullanımı	Azaltılan atıkların kaydının tutulması İhtiyaç fazlası gıdaların ihtiyaç sahibi insanlara ulaştırılması için derneklerle/kurumlarla iletişim kurulması
	Ürünlerin kullanım ömrünü uzatmaya yönelik tedbirler	Ambalajlı ürün kullanımının azaltılması	Yemekhanelerde yemek artıklarının ayrıştırıldığı ve biriktirildiği bir sistem kurulması
	Ortak alanlara içme suyu sebili/otomatı konulması	İçme suyu sebili/otomatı sayısının ve yerinin kişi sayısına göre belirlenmesi	Yenilikçi çözümler
Yeniden Kullanım	İhtiyaç fazlası gıdaların hayvan barınaklarına verilmesi	Yeniden kullanım sistemlerinin uygulamaları	
	Yeniden kullanımı sağlamaya yönelik sistemlerin geliştirilmesi		
Kompost	Organik atıklardan kısmi bir miktarda kompost elde edilmesi	Organik atıklardan kısmi bir miktarda elde edilen kompostun kullanılması	Organik malzemeler için başka teknolojilerin uygulanması
		Değerlendirilmeyen kompost ve kompost malzemelerinin işleme tesislerine gönderilmesi	
Geri Dönüşüm	Ürünlerin atık oluşturmada önce en iyi kullanımının sağlanması	Su, meşrubat gibi içeceklerin ambalajlarının toplanması için ödüllendirme sisteminin uygulanması	Geri dönüştürülmüş malzemelerin nihai pazarına karar verilmesi
		Atık elektrikli ve elektronik eşyaların toplanması için teşvik edilmesi	
Sıfır Atık Analizi	Hedef kitlenin atık denetim ve/veya analiz sürecine dahil edilmesi	Geri dönüşüm akışının yıllık fiziksel denetimi	Yıllık atık denetimi, denetimin analizi
			Yıllık denetim sonuçlarına göre geleceğe yönelik hedeflerin belirlenmesi ve takibi

	Gümüş Seviye Nitelikli Belge Kriterleri	Altın Seviye Nitelikli Belge Kriterleri	Platin Seviye Nitelikli Belge Kriterleri
Kaynak Yönetimi	Sıfır atık yönetimini benimseyen satıcıların, tedarikçilerin kısa mesafelerden seçilmesi		Tedarik zincirindeki paydaşlardan %100 geri dönüştürülebilir ambalaj kullanmalarının talep edilmesi
	Tekrar kullanılabilen ve geri dönüştürülebilir ürün tercihi		
Tehlikeli Atık Yönetimi	Tehlikeli atıkları toplama hizmetini yapacak olan tesis ile anlaşma/protokol yapılması	Toplanan tehlikeli atık miktarının kaydının tutulması	
Özel Atık Yönetimi	Özel atık kapsamındaki atıkların kurum genelinde ayrı toplanmasının sağlanması	Özel atıkların toplanması için teşvik mekanizmalarının geliştirilmesi	Özel atık oluşumunun önlenmesi/azaltılması
Bertaraf Uzaklaşma	Bertaraf uzaklaşma oranı %15-20	Bertaraf uzaklaşma oranı %20-25	Bertaraf uzaklaşma oranı >%25
Kapalı Döngü Sistemleri		Ofiste kullanılan kağıtların en az %30'unun geri dönüştürülmüş içerikten oluşması	Yerel kaynaktan kompost alımı
		Elde edilen kompostun yeşil alanlarda, ağaç, çiçek, gıda ürünleri vb. yetiştirilmesinde kullanılması	Malzemenin yerel pazarda kalması ve geri kullanılması
Sürdürülebilirlik		Bir atık takip sisteminin geliştirilmesi	Düzenli aralıklarla yayımlanacak bir sürdürülebilirlik raporunun oluşturulması

Hem uluslararası uygulamalar incelenerek hem de bu uygulamaların ulusal atık yönetimi ve sıfır atık yaklaşımının gereklilikleri ile çeşitli kurum ve kuruluşların ihtiyaçlarına uyumlu hale getirilerek oluşturulan her bir kriter için bir belgelendirme süreci zorunlu tutulmaktadır. Organize edilen her türden eğitsel aktiviteden, geliştirilen teşvik sistemlerine, depolama alanlarına gönderilen atık miktarında gözlemlenen değişime, atık yönetiminde alınacak hizmetlere yönelik yapılan iş birliklerine kadar her bir faaliyetin kapsama alındığı belgelendirme süreci, sıfır atık sisteminin sürdürülebilirliğini sağlayan izleme ve denetim ihtiyacının karşılanmasına da katkıda bulunarak uygulama aşamasında uygulayıcılar ile kontrol ve denetim yapıları arasında iş birliklerinin oluşturulmasını sağlayacaktır.

Daha önce bahsedildiği gibi, sıfır atık sertifikasyonu tanımında en az %90 oranında bertaraf uzaklaşma ifadesi (bkz. sayfa 408) yer

almaktadır. Öte yandan, Türkiye özelinde geliştirilen sıfır atık nitelikli belge kriterlerine bakıldığında bertaraftan uzaklaşma oranının gümüş seviye için %15-20, altın seviye için %20-25 ve platin seviye için ise en az %25 olarak belirlendiği görülmektedir. Çünkü, uluslararası boyutta kabul görmüş ve yaygın olarak uygulanan faaliyetler her durum ve koşul altında uygulanabilen küresel yöntemlerden oluşmamaktadır. Her kriterde olduğu kadar bertaraftan uzaklaşma oranını dikkate alan kriterde de ulusal mevcut durum ve koşullar göz önünde bulundurulmuştur.

Sıfır atık nitelikli belge kriterlerinin geliştirilmesinde COP21'de Gündem 2030 kabul edilerek belirlenen 17 Sürdürülebilir Kalkınma Amacına ait hedeflerin de etkisi olmuştur. Söz konusu etkinin yansımaları özellikle aşağıdaki (Tablo 2) SKA hedefleri (Küresel Amaçlar, 2022) kapsamında görülmektedir.

Tablo 2. Sıfır atık nitelikli belge kriterleri ile ilişkili Sürdürülebilir Kalkınma amaçları.

Sürdürülebilir Kalkınma Amacı	İlişkili Hedef
SKA 3 [Sağlık ve Kaliteli Yaşam]	3.9: 2030'a kadar zararlı kimyasallardan ve hava, su ve toprak kirliliğinden kaynaklanan hastalıkların ve ölümlerin sayısının büyük ölçüde azaltılması (<i>İlişkili Kriter Grupları: Satın alma/tedarik, eğitim, tehlikeli atık yönetimi, özel atık yönetimi</i>)
SKA 4 [Nitelikli Eğitim]	4.7: 2030'a kadar sürdürülebilir kalkınma ve sürdürülebilir yaşam tarzları için eğitim, insan hakları, toplumsal cinsiyet eşitliği, barış ve şiddete başvurumama kültürünün geliştirilmesi, dünya vatandaşlığı ve kültürel çeşitliliğin ve kültürün sürdürülebilir kalkınmaya katkısının takdiri yoluyla bütün öğrenciler tarafından sürdürülebilir kalkınmanın iletilmesi için gereken bilgi ve becerinin kazanımının sağlanması (<i>İlişkili Kriter Grubu: Eğitim</i>)
SKA 6 [Temiz Su ve Sanitasyon]	6.3: 2030'a kadar kirliliği azaltarak, çöp boşaltmayı ortadan kaldırarak, zararlı kimyasalların ve maddelerin salınımını en aza indirgeyerek, arıtılmamış atık su oranını yarıya indirerek ve geri dönüşümü ve güvenli tekrar kullanımı küresel olarak ciddi ölçüde artırarak su kalitesinin yükseltilmesi (<i>İlişkili Kriter Grupları: Satın alma/tedarik, tehlikeli atık yönetimi, özel atık yönetimi</i>)
SKA 8 [İnsana Yakışır İş ve Ekonomik Büyüme]	8.4: 2030'a kadar tüketim ve üretimdeki küresel kaynak verimliliğinin devamlı bir biçimde artırılması ve gelişmiş ülkeler başı çekmek üzere, Sürdürülebilir Tüketim ve Üretim İçin 10 Yıllık Çerçeve Programına uygun olarak ekonomik büyümenin çevrenin bozulmasından ayrıştırılması için çaba gösterilmesi (<i>İlişkili Kriter Grupları: Satın alma/tedarik, atık önleme ve azaltma, yeniden kullanım, geri dönüşüm, sıfır atık analizi, kaynak yönetimi, özel atık yönetimi, bertaraftan uzaklaşma, kapalı döngü sistemleri</i>)

Sürdürülebilir Kalkınma Amacı	İlişkili Hedef
SKA 11 [Sürdürülebilir Şehir ve Topluluklar]	11.6: 2030'a kadar hava kalitesine ve belediye atık yönetimi ve diğer atık yönetimlerine özel önem göstererek kentlerin kişi başına düşen olumsuz çevresel etkilerinin azaltılması (<i>İlişkili Kriter Grupları: Satın alma/tedarik, sıfır atık raporlama, atık önleme ve azaltma, yeniden kullanım, kompost, geri dönüşüm, sıfır atık analizi, kaynak yönetimi, tehlikeli atık yönetimi, özel atık yönetimi, bertaraf uzaklaşma, kapalı döngü sistemleri</i>)
SKA 12 [Sorumlu Üretim ve Tüketim]	12.2: 2030'a kadar doğal kaynakların sürdürülebilir yönetiminin ve etkin kullanımının sağlanması 12.3: 2030'a kadar perakende ve tüketici düzeylerinde kişi başına düşen küresel gıda atığının yarıya indirilmesi ve hasat sonrası kayıplar dahil üretimdeki ve tedarik zincirindeki gıda kayıplarının azaltılması 12.5: 2030'a kadar önleme, azaltma, geri dönüşüm ve tekrar kullanma yoluyla katı atık üretiminin önemli ölçüde azaltılması 12.6: Özellikle büyük ve uluslararası şirketler başta olmak üzere şirketlerin sürdürülebilir uygulamaları kabul etmelerinin ve sürdürülebilirlik bilgilerini raporlama döngülerine entegre etmelerinin teşvik edilmesi 12.8: 2030'a kadar her yerde herkesin sürdürülebilir kalkınmayla ilgili bilgi ve farkındalık edinmesinin ve doğayla uyum içinde bir yaşam sürmesinin güvence altına alınması (<i>İlişkili Kriter Grupları: Satın alma/tedarik, liderlik, eğitim, sıfır atık raporlama, atık önleme ve azaltma, yeniden kullanım, kompost, geri dönüşüm, sıfır atık analizi, kaynak yönetimi, tehlikeli atık yönetimi, özel atık yönetimi, bertaraf uzaklaşma, kapalı döngü sistemleri, sürdürülebilirlik</i>)
SKA 13 [İklim Eylemi]	13.3: İklim değişikliği azaltım, iklim değişikliğine uyum, etkinin azaltılması ve erken uyarı konularına eğitimin, farkındalık yaratmanın ve insani ve kurumsal kapasitenin geliştirilmesi (<i>İlişkili Kriter Grupları: Satın alma/tedarik, eğitim, atık önleme ve azaltma, yeniden kullanım, kompost, geri dönüşüm, sıfır atık analizi, kaynak yönetimi, bertaraf uzaklaşma</i>)
SKA 14 [Sudaki Yaşam]	14.1: 2025'e kadar özellikle karasal kökenli faaliyetlerden kaynaklanan, deniz çöpü ve gıda atıklarının dökülmesinden kaynaklanan su kirliliği de dahil deniz kirliliğinin tüm biçimlerinin önlenmesi ve önemli ölçüde azaltılması (<i>İlişkili Kriter Grupları: Satın alma/tedarik, atık önleme ve azaltma, yeniden kullanım, kompost, geri dönüşüm, sıfır atık analizi, tehlikeli atık yönetimi, özel atık yönetimi, bertaraf uzaklaşma</i>)
SKA 15 [Karasal Yaşam]	15.5: Doğal habitatların bozulmasını azaltmak için acil ve kararlı biçimde harekete geçilmesi, biyoçeşitlilik kaybının durdurulması ve 2020'ye kadar yok olma tehlikesiyle karşı karşıya olan türlerin korunması ve nesillerinin tükenmesinin engellenmesi (<i>İlişkili Kriter Grupları: Satın alma/tedarik, atık önleme ve azaltma, yeniden kullanım, kompost, geri dönüşüm, sıfır atık analizi, tehlikeli atık yönetimi, özel atık yönetimi, bertaraf uzaklaşma</i>)

6. Değerlendirme

Sıfır atık yaklaşımı Türkiye’de kişiler ve kurumlar tarafından yeni yeni benimsenmeye başlanan bir düşünce ve uygulamalar sistemi olarak görülse de sıfır atık yönetimi için temel oluşturma çalışmaları 2017 yılından beri devam etmektedir. Sıfır atık sertifikasyonunu da içine alan bahse konu çalışmalardan verim alınabilmesi için bireylerin desteği çok önemli olmakla birlikte mevcut alışkanlıklar, atık önleme ve azaltma uygulamalarının gerçekleştirilmesine karşı bir direnç gösterebilmektedir. Kurum ve kuruluşların önderliği ile mevzuat gerekliliklerinin yerine getirilmesi, sıfır atık nitelikli sertifikasına hak kazanılması, oluşan atığın karakterizasyonu, kompost, geri dönüşüm vb. süreçlerin etkin bir şekilde yürütülmesi, yeşil badananın yer almadığı çevre dostu seçeneklerin teşvik edilmesi konularında düzenlenecek eğitimler aracılığıyla söz konusu direncin kırılması mümkün olacaktır. Her yaştan bireyin sıfır atık yönetim sistemine katılımı ile genç neslin sürdürülebilir kalkınma ve gereklilikleri konusunda bilgi ve farkındalık sahibi olmasının sağlanması görece daha kolaydır. Bu sebeple, eğitim kurumlarında uygulanacak çevre ve çevrenin korunumu kapsamlı, çeşitli kollardan oluşacak müfredatın önemi çok büyüktür.

Diğer taraftan, sıfır atık nitelikli sertifikasyon sistemi, eğitim ile temel oluşturulan bireysel ve toplumsal farkındalığı bir adım daha ileri taşıyarak, atık karakterizasyonunun önemine vurgu yaparak, çevre dostu ürün ve hizmet seçeneklerini ön plana çıkararak ve sıfır atık ilkelerinin doğru bir şekilde uygulanmasını sağlayarak toplumsal, çevresel ve ekonomik faydaların yanı sıra endüstri ile paydaşların sağladığı faydaları da artırmaktadır. Türkiye Yeşil Mutabakat Eylem Planında da genişçe yer verilen ve sıklıkla atıfta bulunulan döngüsel ekonomi modeli ile özellikle son yıllarda madde geri kazanımı ve materyallerin değer zincirlerine tekrar dahil edilmesi yaklaşımları doğrultusunda, önerilen nitelikli sertifikasyon kriter grupları arasında da yer alan yeniden kullanım, kompost ve geri dönüşüm uygulamalarına birincil öncelik verilmektedir. Benzer şekilde, mevcut durumu iyileştirici ve geleceğe yönelik politikaların geliştirilmesinde, entegre atık yönetim hiyerarşisinde de en çok tercih edilen bu uygulamalar için yerel koşullarda kullanılabilecek teknolojiler ve yerel koşullara uygun teşvikler dikkate alınmaktadır.

Ulusal bir metodoloji olarak sıfır atık yaklaşımı doğrultusunda geliştirilen nitelikli sertifikasyon uygulaması, başarılı ve verimli bir atık yönetimi bakımından ilgili tüm paydaşları yönlendirerek uluslararası arenada Türkiye’nin lider ülkeler arasında yer almasına katkı sağlayacaktır. Yapısında gümüş, altın ve platin olmak üzere 3 farklı seviye kapsamında kademeli bir ilerleme olanağı sağlayacak bu uygulama yoluyla kurum ve kuruluşlar rekabet güçleri ile sektörlerindeki prestijlerini artıracak, değer zincirinde yer alan paydaşlara örnek olacak, iş birliği içerisinde oldukları paydaşla-

rın da sıfır atık yaklaşımını benimsemesini sağlayacak ve döngüsel ekonomi modeli ile sürdürülebilir kalkınmaya olan katkılarını artıracaklardır.

Teşekkür

Bu makale, T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından finanse edilen “Sıfır Atık Belgesi İçin Nitelikli Belge Kriterleri ve Puanlama Esaslarının Belirlenmesi” projesi kapsamında kaleme alınmıştır.

Kaynakça

1. Ballantyne, R., Connell, S. ve Fien, J. (2006). Students as catalysts of environmental change: A framework for researching intergenerational influence through environmental education. *Environmental Education Research*, 12(3-4), 413-427.
2. Bui, T.D., Tseng, J.W., Tseng, M.L. ve Lim, M.K. (2022). Opportunities and challenges for solid waste reuse and recycling in emerging economies: A hybrid analysis. *Resources, Conservation and Recycling*, 177, 105968.
3. Chadar, S. ve Keerti, C. (2017). Solid Waste Pollution: A Hazard to Environment. *Recent Advances in Petrochemical Science*, 2(3), 41-43.
4. Desa, A., Kadir, N. ve Yusooff, F. (2012). Environmental awareness and education: A key approach to Solid Waste Management (SWM) – a case study of a University in Malaysia. L.F. Marmolejo-Rebellón (Ed.), *Waste Management: An Integrated Vision içinde*. IntechOpen.
5. EMF. (2013). *Towards the Circular Economy – Economic and business rationale for an accelerated transition*. Ellen MacArthur Vakfı. Erişim adresi: <https://emf.thirdlight.com/link/x8a-y372a3r11-k6775n/@/preview/1?o> Erişim tarihi: 08.06.2022.
6. FAO. (2011). *Global food losses and food waste – Extent, causes and prevention*. Roma: Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü.
7. Gharfalkar, M., Court, R., Campbell, C., Ali, Z. ve Hillier, G. (2015). Analysis of waste hierarchy in the European waste directive 2008/98/EC. *Waste Management*, 39, 305-313.
8. Kaza, S., Yao, L., Bhada-Tata, P. ve Van Woerden, F. (2018). *What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050*. Washington, DC: Dünya Bankası – Kentsel Gelişim Serisi.
9. Kerdlap, P., Low, J. ve 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 and Recycling*, 151, 104438.
10. Kunt, M., Gürbüzler, D., Erkal, İ. ve Yıldırım, K. (2020). *6. Türkiye Çevre Durum Raporu*. Ankara: T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı [Güncel Adı: T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 29.10.2021] - ÇED, İzin ve Denetim Genel Müdürlüğü.
11. Küresel Amaçlar. (2022). *Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları*. Sürdürülebilir Kalkınma İçin Küresel Amaçlar. Erişim adresi: <https://www.kureselamaclar.org> Erişim tarihi: 25.05.2022.
12. Liu, T., Chen, H., Zhou, Y., Awasthi, S.K., Qin, S., Liu, H., Zhang, Z., Pandey, A., Varjani, S. ve Awasthi, M.K. (2022). Composting as a sustainable technology for integrated municipal solid waste management. S. Varjani, A. Pandey, M.J. Taherzadeh, H.H. Ngo, R.D. Tyagi (Eds.), *Bio-mass, Biofuels, Biochemicals – Circular Bioeconomy: Technologies for Waste Remediation içinde* (s. 23-39).
13. Magrini, C., Degli-Esposti, A., De Marco, E. ve Bonoli, A. (2021). A framework for sustainability assessment and prioritisation of urban waste prevention measures. *Science of the Total Environment*, 776, 145773.

14. Nessi, S., Rigamonti, L. ve Grosso, M. (2013). Discussion on methods to include prevention activities in waste management LCA. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 18, 73-83.
15. Padmavathy, A. ve Anbarashan, M. (2022). Potential of solid waste prevention and minimization strategies. S. Kathi, S. Devipriya, K. Thamaraiselvi (Eds.), *Cost Effective Technologies for Solid Waste and Wastewater Treatment* içinde (s. 219-228). Elsevier Inc.
16. Pal, K., Subhashini, S. ve Arunachalam, K. (2021). Zero waste certification. C. Hussain (Ed.), *Concepts of Advanced Zero Waste Tools* içinde (s. 23-43). Elsevier Inc.
17. Pietzsch, N., Ribeiro, J. ve De Medeiros, J. (2017). Benefits, challenges and critical factors of success for Zero Waste: A systemic literature review. *Waste Management*, 67, 324-353.
18. Sıfır Atık Yönetmeliği. (2019, Temmuz 12). *T.C. Resmi Gazete* (Sayı: 30829). Erişim adresi: <https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=32659&MevzuatTur=7&MevzuatTertip=5>
19. Singh, S., Ramakrishna, S. ve Hussain, C. (2021). The realm of zero waste technology: The evolution. C. Hussain (Ed.), *Concepts of Advanced Zero Waste Tools* içinde (s. 1-21). Elsevier Inc.
20. T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. (2017). *Ulusal Atık Yönetimi ve Eylem Planı 2023*. Ankara: T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı [Güncel Adı: T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 29.10.2021].
21. T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı [Güncel Adı: T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 29.10.2021]. (2019). *Sıfır Atık Bilgi Sistemi*. Entegre Çevre Bilgi Sistemi. Erişim adresi: <https://ecbs.cevre.gov.tr/KullaniciIslemleri/Giris>
22. T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. (2020). Çevresel Göstergeler. Ankara: T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı [Güncel Adı: T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 29.10.2021] – Çevresel Etki Değerlendirmesi, İzin ve Denetim Genel Müdürlüğü.
23. T.C. Milli Eğitim Bakanlığı. (2022, Nisan 19). “Çevre Eğitimi ve İklim Değişikliği” Dersinin Müfredatı Tamamlandı. T.C. Milli Eğitim Bakanlığı – Haberler. Erişim adresi: https://www.meb.gov.tr/cevre-egitimi-ve-iklim-degisikligi-dersinin-mufredati-tamamlandi/haber/25946/tr?utm_source=aposto
24. Thakker, V. ve Bakshi, B. (2021). Toward sustainable circular economies: A computational framework for assessment and design. *Journal of Cleaner Production*, 295, 126353.
25. Timlett, R. ve Williams, I. (2009). The impact of transient populations on recycling behavior in a densely populated urban environment. *Resources, Conservation and Recycling*, 53(9), 498-506.
26. Tsai, F.M., Bui, T.D., Tseng, M.L., Wu, K.J. ve Chiu, A.S. (2020). A performance assessment approach for integrated solid waste management using a sustainable balanced scorecard approach. *Journal of Cleaner Production*, 251, 119740.
27. TÜİK. (2020, Ekim 27). *TÜİK-Haber Bülteni: Çevre Koruma Harcama İstatistikleri, 2019*. Türkiye İstatistik Kurumu. Erişim adresi: <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Cevre-Koruma-Harcama-Istatistikleri-2019-33629>
28. TÜİK. (2021, Aralık 23). *TÜİK-Haber Bülteni: Atık İstatistikleri, 2020*. Türkiye İstatistik Kurumu. Erişim adresi: <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Atik-Istatistikleri-2020-37198>
29. Villalba, L. (2020). Material Flow Analysis (MFA) and waste characterizations for formal and informal performance indicators in Tandil, Argentina: Decision-making implications. *Journal of Environmental Management*, 264, 110453.
30. Wei, Y., Li, J., Shi, D., Liu, G., Zhao, Y. ve Shimaoka, T. (2017). Environmental challenges impeding the composting of biodegradable municipal solid waste: A critical review. *Resources, Conservation and Recycling*, 122, 51-65.

31. Wilson, D. (2007). Development drivers for waste management. *Waste Management and Research*, 25(3), 198-207.
32. Zaman, A. (2015). A comprehensive review of the development of zero waste management: lessons learned and guidelines. *Journal of Cleaner Production*, 91, 12-25.
33. Zaman, A. (2017). A Strategic Framework for Working toward Zero Waste Societies Based on Perceptions Surveys. *Recycling*, 2(1).
34. Zaman, A. ve Lehmann, S. (2013). The zero waste index: a performance measurement tool for waste management systems in a 'zero waste city'. *Journal of Cleaner Production*, 50, 123-132.
35. Zero Waste Europe. (2019). *The Story of Ljubljana: Case Study #5*. Zero Waste Europe.
36. Zorpas, A.A. ve Lasaridi, K. (2013). Measuring waste prevention. *Waste Management*, 33(5), 1047-1056.

EK 1:

Atık yönetimi alanında düzenlenen ulusal mevzuatın bir kısmı.

Mevzuat Adı	Resmi Gazete Tarihi ve Sayısı
Çevre Kanunu	11.08.1983, 18132
Büyükşehir Belediyesi Kanunu	23.07.2004, 25531
Belediye Kanunu	13.07.2005, 25874
Atık Pil ve Akümülatörlerin Kontrolü Yönetmeliği	31.08.2004, 25569
Hafriyat Toprağı, İnşaat ve Yıkıntı Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği	18.03.2004, 25406
Ömrünü Tamamlamış Lastiklerin Kontrolü Yönetmeliği	25.11.2006, 26357
Ömrünü Tamamlamış Araçların Kontrolü Hakkında Yönetmelik	30.12.2009, 27448
Atık Elektrikli ve Elektronik Eşyaların Kontrolü Yönetmeliği	22.05.2012, 28300
Atık Yönetimi Yönetmeliği	02.04.2015, 29314
Bitkisel Atık Yağların Kontrolü Yönetmeliği	06.06.2015, 29378
Tıbbi Atıkların Kontrolü Yönetmeliği	25.01.2017, 29959
Sıfır Atık Yönetmeliği	12.07.2019, 30829
Atık Yağların Yönetimi Yönetmeliği	21.12.2019, 30985
Ambalaj Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği	26.06.2021, 31523
Kompost Tebliği	05.03.2015, 29286





SIFIR ATIK



**T.C. ÇEVRE, ŞEHİRCİLİK VE
İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ BAKANLIĞI**