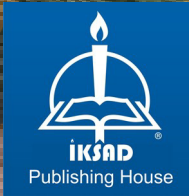


ATIKLAR KAVRAMI SINIFLANDIRILMASI VE YÖNETİMİ

EDİTÖRLER

Doç. Dr. Cumali KESKİN

Doç. Dr. Mehmet Fırat BARAN



ATIKLAR KAVRAMI SINIFLANDIRILMASI VE YÖNETİMİ

EDİTÖRLER

Doç. Dr. Cumali KESKİN

Doç. Dr. Mehmet Fırat BARAN

YAZARLAR

Abdülkerim HATİPOĞLU

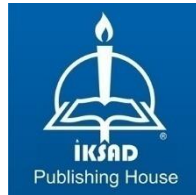
Ayşe BARAN

Cumali KESKİN

Mehmet Fırat BARAN

Necmettin AKTEPE

Nilgün ONURSAL



Copyright © 2021 by iksad publishing house

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, distributed or transmitted in any form or by any means, including photocopying, recording or other electronic or mechanical methods, without the prior written permission of the publisher, except in the case of brief quotations embodied in critical reviews and certain other non-commercial uses permitted by copyright law. Institution of Economic Development and Social

Researches Publications®

(The Licence Number of Publicator: 2014/31220)

TURKEY TR: +90 342 606 06 75

USA: +1 631 685 0 853

E mail: iksadyayinevi@gmail.com

www.iksadyayinevi.com

It is responsibility of the author to abide by the publishing ethics rules.

Iksad Publications – 2021©

ISBN: 978-625-7562-35-5

Cover Design: İbrahim KAYA

July / 2021

Ankara / Turkey

Size = 16x24 cm

İÇİNDEKİLER

EDİTÖRDEN

ÖNSÖZ

Doç. Dr. Cumali KESKİN

Doç. Dr. Mehmet Fırat BARAN.....1

BÖLÜM 1

ATIK KAVRAMI VE ATIKLARIN SINIFLANDIRILMASI

Cumali KESKİN

Mehmet Fırat BARAN.....3

BÖLÜM 2

TIBBİ ATIK ve YÖNETİMİ

Necmettin AKTEPE

Ayşe BARAN.....33

BÖLÜM 3

TIBBİ ATIK ve ÇEŞİTLERİ

Necmettin AKTEPE.....49

BÖLÜM 4

SÜT ENDÜSTRİSİ ATIKLARI

Abdülkerim HATİPOĞLU.....67

BÖLÜM 5

GIDA ATIKLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Abdülkerim HATİPOĞLU.....87

BÖLÜM 6

KATI ATIKLARIN SU KİRLİLİĞİNE ETKİSİ

Nilgün ONURSAL.....105

ÖNSÖZ

Atığın tanımı çok öznel olabilir, bir kişi için atığı temsil eden şey, bir başkası için değerli bir üretim kaynağını simgeleyebilir. Ancak, atık olarak nitelendirilmesi gereken maddelerin Kanun'a uyması için katı bir yasal tanımının olması gerekir, çünkü bu tür katı atık tanımlarının işletmeler, yerel yetkililer ve Hükümet için mali ve yasal sonuçları vardır. Bununla birlikte, yerel, bölgesel ve ulusal atık yönetimi planlamasının doğru bir şekilde formüle edilmesini sağlamak için atık tanımları ve sınıflandırmaları üzerinde tüm paydaşların ortaklaştığı bir tanımlaya ihtiyaç vardır. Atık tanımıyla ilgili başka bir sorun, geri dönüştürülebileceği ve böylece geri dönüştürülmüş bir ürün veya 'iyileştirilmiş' olabileceğidir. AB Atık Çerçeve Yönergesi, atığı “sahibinin attığı veya atmak istediği herhangi bir madde veya nesne” olarak tanımlamaktadır.

Son zamanlarda çevreye karşı olan duyarlılık sık sık gündeme getirilerek çevre kirliliği konusunda bir farkındalık oluşturulmaya çalışılmaktadır. Geri dönüşüm ve kompostlaştırma gibi yöntemler kullanılarak çevre kirliliği azaltılmaya çalışılmaktadır.

Dünyadaki hızlı nüfus artışı ile endüstrileşme çevre kirliliği sorunlarını hızla arttırmakta ve devasa boyutlara getirmektedir.

Atıklar, insanların ve diğer canlıların hayatta kalmasını ve insan varlığı için gerekli olan diğer tüm doğal kaynakları tehdit etmektedir.

Son yıllarda çevresel faktörlerin etkisiyle, küresel ısınma ve iklim değişikliğinin sonuçları tüm dünyada daha yoğun bir şekilde

hissedilmeye başlanmıştır. Bu sebeple atıkların çevre dostu yöntemlerle değerlendirilerek enerji ya da besin kaynağı olarak geri kazandırılması büyük önem arz etmektedir.

Doç. Dr. Cumali KESKİN

Doç. Dr. Mehmet Fırat BARAN

BÖLÜM 1

ATIK KAVRAMI VE ATIKLARIN SINIFLANDIRILMASI

Cumali KESKİN¹

Mehmet Fırat BARAN²

¹ Mardin Artuklu Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksek Okulu, Tıbbi Hizmetler ve Teknikler Bölümü, Kampüs, Artuklu/Mardin.
Mail:ckeskinoo@gmail.com Orcid ID: 0000-0003-3758-0654

² Mardin Artuklu Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksek Okulu, Tıbbi Hizmetler ve Teknikler Bölümü, Kampüs, Artuklu/Mardin.
Mail:mfiratbaran@gmail.com Orcid ID: 0000-0001-8133-6670

GİRİŞ

Bu bölümde doğada farklı süreçler sebebiyle ortaya çıkan ve kirletici olarak tanımlanan atıkların farklı tanımları açıklanmaya çalışılmıştır. Avrupa'da ve dünyanın çeşitli bölgelerinde gelecekte ortaya çıkabilecek atık tahminleri ve bunların tahmininde kullanılan çeşitli yöntemler tartışılmıştır. Kategoriler şeklinde tanımlanan atıkların, meydana geliş şekilleri ve bu atıkların bertaraf edilme yolları çeşitli seçenekler göz önünde bulundurularak incelenmiştir. Atıklar alt kategorilere ayrılarak tanımlanmaya çalışılmış ve bunlar içerisinde ön plana çıkanlar sırasıyla; katı atıklar, tehlikeli atıklar, klinik atıklar, evsel tehlikeli atıklar ve diğer atıklar şeklinde değerlendirilmiştir. Bunların dışında sınıflandırılan ve tanımlanan diğer atık türleri, tarımsal faaliyetler sonucu oluşan atıklar, endüstriyel üretim süreçlerinde oluşan atıklar, çeşitli inşaat ve yıkım atıkları, maden ve taş ocağı atıkları, elektrik üretim tesislerinde ortaya çıkan atıklardır.

1. ATIK KAVRAMININ TANIMLANMASI

Atığın tanımı çok öznel olabilir, bir kişi için atığı temsil eden şey, bir başkası için değerli bir üretim kaynağını simgeleyebilir. Ancak, atık olarak nitelendirilmesi gereken maddelerin Kanun'a uyması için katı bir yasal tanımının olması gerekir, çünkü bu tür katı atık tanımlarının işletmeler, yerel yetkililer ve Hükümet için mali ve yasal sonuçları vardır. Bununla birlikte, yerel, bölgesel ve ulusal atık yönetimi planlamasının doğru bir şekilde formüle edilmesini sağlamak için atık

tanımları ve sınıflandırmaları üzerinde tüm paydaşların ortaklaştığı bir tanımlama ihtiyacı vardır.

Avrupa birliğine üye ülkeler tarafından 1975 yılına ulusal atık stratejisini oluşturmak üzere kabul edilen ve uygulamaya sokulan Avrupa Atık Çerçeve Yönergesinin merkezinde atık yönetimi hiyerarşisi vardır ve stratejisinin temeli, hiyerarşide yukarı hareketi teşvik etmek ve böylece atık azaltma, yeniden kullanım ve geri dönüşüm seviyelerini artırmaktır. Stratejinin önemli bir unsuru, ortaya çıkan atıklarla ilgili doğru verilerin derlenmesidir. Bu, geri dönüşüm hedeflerinin belirlenmesini, tepkilerin ölçülmesini ve farklı atık türlerinin etkisizleştirilmesi gibi, sapmalarının izlenmesini sağlar. Atıkların kaynağı ve bileşimi hakkında doğru bilgiler, atık minimizasyonu, yeniden kullanım ve geri dönüşüm stratejilerinin geliştirilmesine de imkan tanımaktadır (Council Directive 75/440/EEC. 1975; Council Directive 75/442/EEC. 1975).

Çoğu durumda, atık çok heterojen olduğundan ve farklı atık yükleri arasında bileşimde büyük farklılıklar olabileceğinden, atığın sınıflandırılması zordur. Atıkların doğru tanımlarının yanı sıra, raporlama yöntemlerinin de tek tip olması gerekmektedir. Örneğin, Avrupa genelinde ortaya çıkan atık verileri, farklı veri toplama ve miktar belirleme yöntemleri, farklı toplama tarihleri, raporlama yöntemleri ve idari sistemler nedeniyle oldukça büyük farklılıklara hatta yanlış veri setlerinin ortaya çıkmasına neden olabilmektedir. Çeşitli bakış açılarından, atıkların doğru tanımlarının ve sınıflandırmalarının yapılmasının şart olduğu açık bir şekilde

görülmektedir. Ancak, doğası gereği atık heterojen bir malzemedir ve tanımlanması ve sınıflandırılması oldukça zordur. Çoğu durumda tanımlama ve sınıflandırma atık farklı türlerin bir karışımı veya belki iki kategori arasındaki sınırdadır olacaktır. Bununla birlikte, atık bileşimi günlük, aylık ve mevsimsel olarak veya atığın toplandığı lokalizasyona bağlı olarak değişiklik gösterebilir. Sonuç olarak, yasal veya finansal sonuçlar atık tanımına bağlı olduğunda, alan bu tanımlamanın sınırlarını belirlemede potansiyel problemlerle doludur. Buna ek olarak, belirli atıklar, depolama vergisi gibi çevre vergilerinden muaftır, bu nedenle atıkların sınıflandırılmasıyla ilgili anlaşmazlıklar şirketler için finansal açıdan çok önemli hale gelmektedir.

Atık tanımıyla ilgili başka bir sorun, geri dönüştürülebileceği ve böylece geri dönüştürülmüş bir ürün veya 'iyileştirilmiş' olabileceğidir. AB Atık Çerçeve Yönergesi, atığı "sahibinin attığı veya atmak istediği herhangi bir madde veya nesne" olarak tanımlamaktadır. Geri dönüştürülmüş ürünler için, atıklardan beklenen yasal ve işleme gereksinimleriyle birlikte bir "atık" olmaktan, geri dönüştürülmüş bir ürün veya "iyileştirilmiş" haline dönüştürüldüklerinin, bazı durumlarda tam olarak belirlenememesidir. Bu durumun önemli sonuçlarının oluşma ihtimali olasılık dahilindedir, çünkü bir şeyin israf mı yoksa iyi mi olduğu, yasal kontroller yapıldıktan sonra anlaşılabilir ve potansiyel olarak mali sonuçlarının olması olasıdır. Bir atık veya malın değeri, girdi maliyetleri, nakliye maliyetleri, ilgili malzeme miktarları, teknolojik yenilik ve uygun atık yönetim sistemlerinin mevcudiyeti ile belirlenir (Laurence 1999). Bunların, maddelerin atık veya mal olarak

görülmesi üzerinde büyük etkisi vardır. Laurence (1999), atık tanımını yasal bir bakış açısıyla detaylı bir şekilde incelemiştir.

1.1. AB'nin 'Atık' Tanımı

'Atık' tanımı orijinal olarak AB Atık Çerçeve Yönergesinden (75/442/EEC 1975 Atık Çerçeve Yönergesi) 'sahibinin attığı veya atmayı planladığı herhangi bir madde veya nesne' olarak ifade edilmiştir. "Sahip", atığın üreticisi veya ona sahip olan kişi anlamına gelir ve "üretici", faaliyetleri atık üreten herhangi bir kişi veya ön işleme, karıştırma veya atık miktarında değişiklikle sonuçlanan diğer işlemleri gerçekleştiren herhangi bir kişi anlamına gelir. Atık, orijinal Atık Çerçeve Yönergesinde belirtilen kategorilerdeki herhangi bir madde veya nesne olarak tanımlanmıştır:

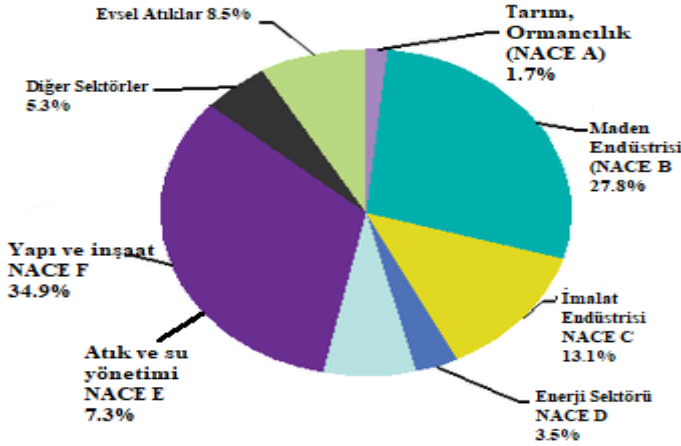
Aşağıda aksi belirtilmeyen üretim veya tüketim kalıntıları.

- Standart dışı ürünler.
- Kullanım tarihi geçmiş ürünler.
- Dökülen, kaybolan veya herhangi bir malzeme dahil olmak üzere başka aksiliklere uğrayan malzemeler, aksilik sonucu kirlenmiş ekipman vb.
- Planlanan eylemler sonucunda kirlenen veya kirlenen malzemeler (örneğin temizlik işlemlerinden, paketlemeden, malzemelerden, kaplardan vb. kalıntılar).
- Kullanılmayan parçalar (örneğin, onaylanmamış piller, bitmiş katalizörler vb.).

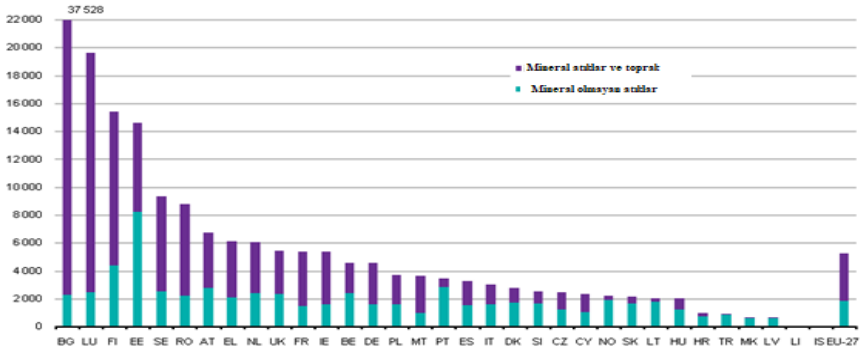
- Artık tatmin edici performans göstermeyen maddeler (örneğin, kirlenmiş asitler, kirlenmiş çözücüler, tükenmiş tavlama tuzları vb.).
- Endüstriyel işlemlerin kalıntıları (örneğin, cüruflar, durgun dipler, vb.).
- Kirlilik azaltma süreçlerinden kaynaklanan kalıntılar (örneğin, yıkayıcı çamurları, torbalık tozu, kullanılmış filtreler, vb.).
- İşleme veya sonlanma artıkları (örneğin, torna tornaları, hadde pulları, vb.).
- Hammaddelerin çıkarılmasından ve işlenmesinden kaynaklanan kalıntılar (örneğin, madencilik kalıntıları, petrol sahası yamaçları, vb.).
- Karışık malzemeler (örneğin Poliklorlubifenillerle (PCB) kirlenmiş yağlar, vb.).
- Kanunen kullanımı yasaklanmış her türlü malzeme, madde veya ürünler.
- Sahibinin artık kullanmadığı ürünler (ör. tarım, ev, ofis, ticari ve mağaza atıkları vb.).
- Araziyle ilgili olarak düzeltici faaliyetten kaynaklanan kirlenmiş materyaller, maddeler veya ürünler.
- Yukarıdaki kategorilerde yer almayan her türlü malzeme, madde veya ürünler.

1.2. Atık Oluşum Süreci:

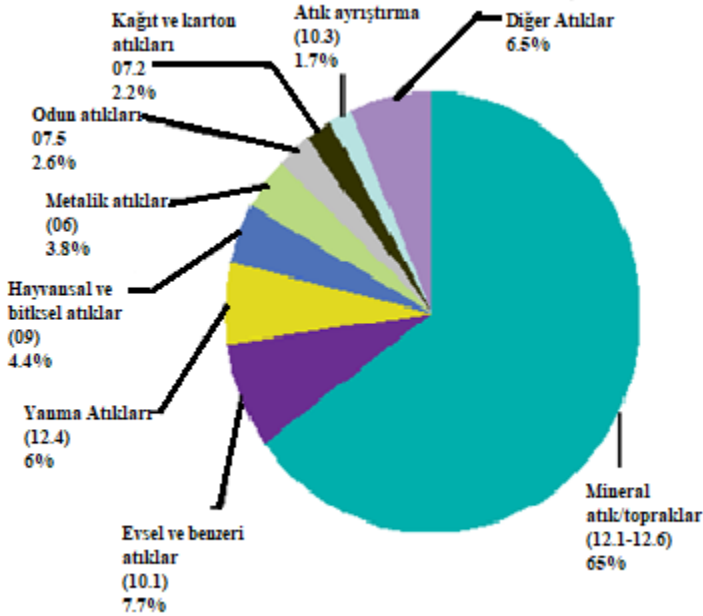
Avrupa'da her yıl 3000 milyon ton atığın üretildiği tahmin edilmektedir (Avrupa Çevre Ajansı 2003; Avrupa Komisyonu 2003.). İmalat sanayii, inşaat ve yıkım atıkları, madencilik ve taş ocakçılığı ve tarım atıkları, Avrupa'da üretilen ana atık oluşturucuları olarak değerlendirilebilir. Şekil 2.1, Batı Avrupa'daki belirli ülkeler için üretilen farklı atık kategorilerinin yüzde dağılımını göstermektedir (Avrupa Komisyonu 2008). Bu oranların pek çok Avrupa ülkesinde her yıl daha fazla arttığı görülmektedir.



Şekil 1. 2008 yılında ekonomik faaliyete göre AB-27'de toplam atık üretimi (NACE Rev.2)



Şekil 2. 2008'de AB-27 için ve ülke başına atık üretimi
(https://ec.europa.eu/eurostat/statisticsexplained/index.php?title=Archive:Waste_statistics&oldid=110567)



Şekil 3: 2008'de atık kategorisine göre AB-27'de toplam atık üretimi

	Toplam Atık Bertarafı	Enerji Geri Kazanımı	Enerji Geri Kazanımı Olmadan Yakma	Enerji geri kazanımı dışında geri kazanım	Yakma dışında bertaraf
EU-27	2 391 070	81 690	47 550	1 092 900	1 168 950
Belgium	28 731	4 453	3 883	17 345	3 050
Bulgaria	279 608	94	61	2 700	276 752
Czech Republic	18 864	556	69	13 442	4 798
Denmark	14 636	3 320	0	10 283	1 034
Germany	367 256	23 316	13 895	255 337	74 708
Estonia	17 388	257	0	5 456	11 675
Ireland	16 247	104	21	10 415	5 707
Greece	67 523	135	29	5 251	62 108
Spain	137 687	2 552	490	70 355	64 291
France	322 629	12 058	8 812	194 549	107 424
Italy	127 894	2 459	5 157	87 626	32 452
Cyprus	1 843	8	14	745	1 076
Latvia	1 386	18	0	646	721
Lithuania	5 417	194	52	1 361	3 810
Luxembourg	11 632	38	135	5 311	6 147
Hungary	15 823	767	65	5 307	9 684
Malta	1 419	0	6	43	1 371
Netherlands	98 049	2 456	6 369	67 619	21 606
Austria	48 353	3 904	1 594	32 150	10 706
Poland	140 456	3 122	670	107 179	29 486
Portugal	22 044	1 432	400	8 812	11 400
Romania	158 507	1 333	55	8 172	148 947
Slovenia	5 242	314	16	3 040	1 873
Slovakia	9 243	586	66	3 875	4 715
Finland	74 851	9 631	170	22 855	42 195
Sweden	81 352	8 411	87	9 818	63 036
United Kingdom	316 991	171	5 635	143 008	168 178
Iceland	.	.	.	.	.
Liechtenstein	.	.	.	.	.
Norway	8 537	2 091	514	4 542	2 380
Croatia	3 351	321	25	384	2 621
Macedonia	1 503	0	0	323	1 180
Turkey	60 236	143	81	14 632	45 380

Tablo 1: 2008 yılında ülke ve operasyona göre toplam atık artıma

Farklı atık türlerinin şimdiki ve gelecekteki üretimine ve bileşimine ilişkin doğru veriler, uzun vadeli verimli ve ekonomik atık yönetimi planlaması için esastır. Tahminler hem planlamacılar hem de atık işleme ve bertaraf mühendisleri tarafından atık işleme ve bertaraf tesislerinin türünü, boyutunu, tasarımını ve yerini belirlemek için kullanılır. Bilgiler aynı zamanda ilgili ulaşım yapısı ve personel gereksinimlerini belirlemek için de kullanılır. Ulusal ve uluslararası yasal ve politika yükümlülüklerini yerine getirmek için doğru atık kaynaklı veriler de gereklidir. Atıkların yeniden kullanımı ve geri

dönüştürülmesine yönelik AB stratejileri, potansiyel olarak uygun malzemelerin tanımlanabilmesi için atık bileşiminin karakterize edilmesini gerektirir. Atık minimizasyonu, yeniden kullanım ve geri dönüşüm hedefleri de hedeflere ulaşıp ulaşılmadığını ve ne zaman karşılandığını belirlemek için doğru verilere ihtiyaç duyar. Bazı durumlarda belirli arıtma tesislerinin tasarımı için daha ayrıntılı bileşim analizi gereklidir. Örneğin, metallerin varlığı da dahil olmak üzere atığın kimyasal bileşiminin bilinmesi kompostlama tesisleri için olduğu kadar atıkların enerji içeriği, uçucu kül ve nem içeriği açısından bileşimi bir yakma fırınının tasarımı için önemli olacaktır.

1.3. Atık Üretim Çarpanları:

Bölgedeki tüm atık üretim kaynaklarından kaynaklanan atıkların tahmin edilmesi için atık üretim çarpanları kullanılmaktadır. Örneğin, evsel atık üretim çarpanları nüfus büyüklüğüne göre belirlenebilirken endüstriyel ve ticari atık üretim çarpanları çalışan sayısına göre belirlenebilir. Tarımsal atık durumunda, çarpan, alan veya hayvan sayısı olabilir. Gelecekte ortaya çıkabilecek israfı tahmin etmede doğru çarpanın kullanılması, özellikle hangi çarpanın kullanılacağına dair bir şüphe varsa, gelecekteki planlama için önemli etkilere sahiptir. Her bir hane grubu için atık faktörleri hesaplanabilmekte, bu da belirli bir alandan veya bir bütün olarak yerel belediyeden kaynaklanabilecek olası atığın tahminini mümkün kılmaktadır. Toplanan atığı çöp kutusu konteynirindekiyle sınırlayan geleneksel bir çöp kutusu veya tekerlekli çöp kutusu sistemi kullanan yerel belediyeler, plastik torba sistemi gibi sınırsız atık miktarı kullananlara göre daha az atık toplama

eğilimindedir. Ek olarak, daha büyük kapasiteli tekerlekli çöp bidonlarını kullanan belediyeler, geleneksel küçük çöp bidonlarından daha fazla atık üretme eğilimindedir (Ulusal Evsel Atık Analiz Projesi 1994). Bazı durumlarda, tekerlekli çöp kutusu sistemine geçen belediyeler, üretilen atıklarda %30'a varan artışlar yaşamıştır (Pescod 1991–93). Atık oluşumunun doğru bir resmini elde etmek için analiz edilmesi gereken sadece çöp kutusunun içeriği değildir, çünkü ağırlık ve bileşim, yerel nüfusun sakinleri tarafından ne kadar geri dönüşüm gerçekleştirildiğinden etkilenecektir. Sonuç olarak, evsel atık analizleri kentsel tesislere götürülen atıkları, şişe bankaları ve hurda metal sahaları gibi geri dönüşüm sahalarını da içermeli ve kompostlamayı da içermelidir. Endüstriyel atık çarpanları, endüstrinin veya iş sektörünün türüne göre değişiklik göstermektedir. Örneğin gıda endüstrisi, örneğin basım ve yayın endüstrisinden çok daha fazla atık üretir. Bununla birlikte, bir şehirden diğerine kullanılan belirli atık çarpanı, üretim sürecindeki değişiklikler, büyük ölçekli üretimin ölçek ekonomileri ve bir sanayi sektöründe yer alan endüstrilerin karışımındaki bölgesel farklılıklar dahil olmak üzere bir dizi faktöre bağlı olarak değişebilmektedir (Rhyner ve Green 1988).

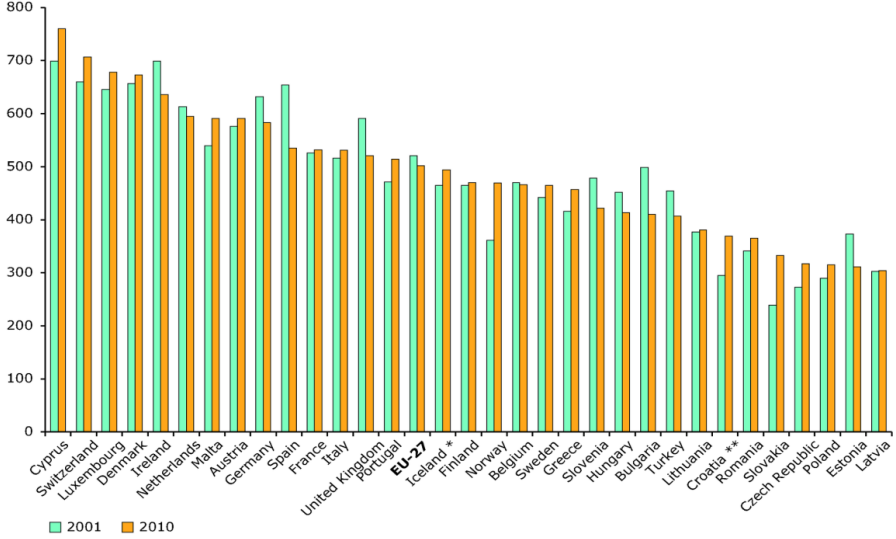
1.4. Belediye Katı Atıklar (Evsel):

Katı Atık Üretim Sürecinde Rol Oynayan Etmenler:

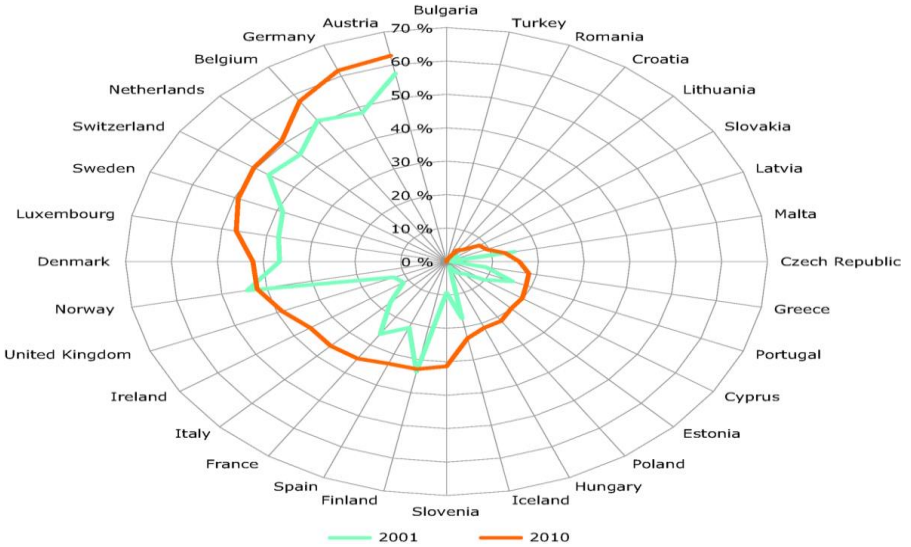
Belediye katı atıkları, belediyeler tarafından veya belediyeler adına toplanan atıklar olarak tanımlanır. Bunlar genellikle hane halkı, ticaret ve ticaret, küçük işletmeler, ofis binaları ve okullar, hastaneler, devlet binaları vb. kurumlardan kaynaklanmaktadır (Avrupa Komisyonu

2008). OECD'nin 2004 yılında yayınladığı raporda, Kuzey Amerika'nın AB bölgesi ile kıyaslandığında kişi başına daha yüksek bir kentsel katı atık üretimine sahip olduğunu ancak her iki bölgenin de atık üretiminde istikrarlı bir artış gösterdiğini bildirmiştir. Bu artış, OECD ülkelerinin ekonomik büyümesi de dahil olmak üzere bir dizi faktörle bağlantılıdır, çünkü bireylerin gelirlerindeki artış, daha yüksek elektrikli tüketim oranlarına ve artan ambalaj atıklarına vb. yol açmaktadır. Kırsal alanlardan kentsel alanlara doğru nüfusun hareketi zaman içerisinde kentli nüfusta ciddi bir artışa sebep olmuştur. Kırsal nüfus ile kıyaslandığında kentsel nüfus daha yüksek gelirlere, daha yüksek mal tüketimine ve dolayısıyla daha yüksek tüketime sahiptir ve bu durum kişi başına atık üretimini de artırmaktadır (OECD 2004). Bununla birlikte, nüfusun artan kentleşmesi, nüfus yoğunluğunun artması nedeniyle daha büyük bir geri dönüşüm potansiyeline yol açmaktadır. Sosyokültürel alışkanlıklardaki değişiklikler, örneğin, tek kişilik hanelerdeki büyüme ve buna bağlı olarak sergilenen yaşam tarzı veya kişi başına atık üretimini etkileyebilecek ve çevresel farkındalığın artması gibi, üretilen kentsel katı atığın türünü ve miktarını da ülkeden ülkeye etkileyebilir (OECD 2004). Evlerden üretilen kentsel katı atık oranı, ülkeler arasında oldukça büyük farklılıklar göstermektedir. Örneğin, Danimarka, İspanya, Hollanda ve Birleşik Krallıkta evsel atıkların oranı, belediye katı atıklarının yaklaşık %85'idir. Kişi başına veya nüfus başına düşen kentsel katı atık üretimi çoğu Avrupa ülkesinde artmıştır ve bazı durumlarda artış oldukça belirgindir. Örneğin, İspanya, Danimarka ve Finlandiya, kişi başına belediye katı

atık üretiminde son zamanlarda yıllık ortalama %5'lik bir artış göstermiştir.



Şekil 4. Avrupa çevre ajansı (EUROPA): 2001 ve 2010 yıllarında kişi başına üretilen belediye atığı miktarları



Şekil 5. Avrupa Çevre Ajansı (EUROPA): 32 Avrupa ülkesinde AB Belediye atık geri dönüşüm oranları, 2001 ve 2010.

1.5. Tehlikeli Atıklar

Tehlikeli atık, tüm dünyada tehlikeli veya saklanması, işlenmesi veya bertaraf edilmesi zor olan ve aşındırıcı, toksik, reaktif, kanserojen, bulaşıcı, tahriş edici veya insan sağlığına zararlı maddeler içerebilen atıkları tanımlamak için kullanılan bir terimdir. Ayrıca bu atıklar çevre için toksik olabilir. Avrupa ülkeleri içinde en yüksek tehlikeli atık oranı imalat sanayinden kaynaklanmaktadır (Avrupa Komisyonu 2003). 1991 yılında, Avrupa Komisyonu, 1975 Atık Çerçeve Yönergesinde (75/442/EEC sayılı Konsey Yönergesi; 1975 Atık Çerçeve Yönergesi) yapılan bir değişiklik (91/689/EEC) kapsamında, tehlikeli atığın onu tehlikeli yapan özelliklerini patlayıcı, oksitleyici, yanıcı, tahriş edici, zararlı, toksik, kanserojen, aşındırıcı, bulaşıcı vb. olarak tanımlamıştır. Değişikle çeşitli tehlikeli atık kategorileri listelenmiştir bunlardan bazıları, farmasötikler, ahşap koruyucular, mürekkepler, boyalar, reçineler, katranlı malzemeler, mineral yağlardır. Bunu 1994 yılında, Avrupa Komisyonu tarafından 94/904/EC (1994) Konsey Kararında listelenen 200'den fazla farklı tehlikeli atık türünün listesinin eklenmesi izlemiştir. 2000 yılındaki Komisyon Kararı 2000/532/EC (Komisyon Kararı 2000), tek bir birleşik belge olan Avrupa Atık Kataloğu'nda tehlikeli atıklar da dahil olmak üzere önceki atık listelerinin yerini almıştır. Listede, her biri kendi numara koduna sahip, kaynağına göre farklı atık kategorilerine ayrılmış 650'den fazla atık kategorisi bulunmaktadır. Sağlığa zararlı veya fiziksel tehlike oluşturabilecek bir dizi inorganik ve organik bileşik Tablo 2'de gösterilmektedir. Tehlikeli maddeler çeşitli endüstriler tarafından üretilmektedir. Pek çok endüstri

üretim süreçlerinde tehlikeli maddeler kullanır ve sonuç olarak atık akışının bir parçası olarak üretilebilirler. Kirlenmiş topraklar da ağır metaller, pestisitler gibi tehlikeli maddeler içermesi veya eski gazhaneler gibi eski sanayi alanlarından gelen katran, yağ ve diğer organik maddelerle kirlenmesi nedeniyle de tehlikeli atık olarak değerlendirilmektedir. Avrupa genelinde her yıl yaklaşık 62 milyon ton tehlikeli atık üretildiği tahmin edilmektedir (Avrupa Komisyonu 2003). Batı Avrupa ülkeleri (Avusturya, Belçika, Danimarka, Finlandiya, Fransa, Almanya, Yunanistan, İrlanda, İtalya, Lüksemburg, Hollanda, Portekiz, İspanya, İsveç, Birleşik Krallık, İzlanda, Lihtenştayn, Norveç, İsviçre, Andorra, Monako, San Marino) tarafından üretilen tehlikeli atık miktarı yılda yaklaşık 47 milyon tona iken Orta ve Doğu Avrupa ülkelerinden yılda yaklaşık 15 milyon ton civarındadır.

Tablo 2. Tehlikeli kimyasallara ve fiziksel tehlikelere örnekler

[A] Sağlığa zararlı	Sağlığa zararlı kimyasallar
Kanserojenler	Aldrin, formaldehit, etilen diklorür, metilen diklorür, dioksin
Zehirli	Ksilen, fenol, propilen oksit
Yüksek derecede toksik	Hidrojen siyanür, metil paration, asetonitril, alil alkol, күкүрт dioksit, pentaklorofenol
Üreme toksini	Monoetilen glikol, kurşun
Aşındırıcı	Sülfürik asit, sodyum hidroksit, hidroflorik asit

Tahriş edici	Amonyum çözeltileri, stannik klorür, kalsiyum hipoklorit, magnezyum tozu
Hassaslaştırıcı	Epiklorohidrin, fiberglas tozları
Hepatotoksin	Vinil klorür, malathion, dioksan, asetonitril, karbon tetraklorür, fenol, etilendiamin
Nörotoksin	Hidrojen siyanür, endrin, cıva, kresol, metilen klorür, karbon disülfür, ksilen
Kan hasarı	Nitrotoluen, benzen, siyanür, karbon monoksit
Akciğer hasarı	Asbest, silika, katran, tozlar
Göz/cilt hasarı	Sodyum hidroksit, etilbenzen, perkloroetan, alil alkol, nitroetan, etanolamin, sülfürik asit, sıvı oksijen, fenol, propilen oksit, etil butil keton
[B] Fiziksel tehlike	Tehlikeyi oluşturan kimyasallar
Yanıcı sıvılar	Fuel oil, ham petrol, diğer ağır yağlar
Yanıcı maddeler	Benzin, izopropil alkol, aseton, bütan sprey kutuları
Patlayıcılar	Dinamit, nitrogliserin, mühimmat
Phyrophoric Sarı	Fosfor, beyaz fosfor, aşırı ısıtılmış toluen, silan gazı, lityum hidrit

Suyla reaktif	Potasyum, fosfor pentasülfid, sodyum hidrit
Organik peroksitler	Metil etil keton peroksit, dibenzoil peroksit, dibütil peroksit
Oksitleyiciler	Sodyum nitrat, magnezyum nitrat, brom, sodyum permanganat, kalsiyum hipoklorit, kromik asit

Tehlikeli atıkların bir kategorisi, sağlık hizmeti atıkları veya klinik atıklardır. Sağlık hizmetleri atıkları, hastanelerden, doktorlardan ve diş ameliyatlarından, sağlık merkezlerinden, bakımevlerinden ve veterinerlik ameliyatlarından kaynaklanan atıkları içerir. Örneğin, insan veya hayvan dokusu, kan veya diğer vücut sıvıları, salgılar, ilaçlar veya diğer farmasötik ürünler, swablar, pansumanlar, şırıngalar, iğneler veya diğer keskin aletler. Bu atıklar güvenli hale getirilmediği sürece, onunla temas eden kişiler için tehlikeli olabilecek atıktır. Sağlık sektörünün geri kalanından kaynaklanan bazı atıklar klinik atıklardan ayrılabilir ve atığın sağlık sektörünün neresinde ortaya çıktığına bağlı olarak evsel veya ticari atık olarak sınıflandırılabilir. Örneğin, gazeteler, dergiler, çiçekler ve ofis atıkları açıkça tehlikesizdir ve ticari atık olarak sınıflandırılabilir. Benzer şekilde, sağlık personelinin ve bazı hastaların barınma ve bakım evlerinden kaynaklanan atıklar da evsel atık olarak sınıflandırılmalıdır. Bu, daha pahalı arıtma ve bertaraf gerektiren 'tehlikeli sağlık bakımı atığı' tanımı altında ele alınacak atık miktarını azaltır. Ancak, tehlikeli ve tehlikesiz sağlık atıklarının karışmasını

önlemek için farklı atık kategorilerinin dikkatli bir şekilde ayrılması gerekmektedir.

Bir başka tehlikeli atık kategorisi de evsel tehlikeli atıklardır. Buna bahçe pestisitleri ve herbisitler, boyalar, ilaçlar, yağlar, piller, solventler ve kimyasal veya biyolojik yapıları nedeniyle insan sağlığını veya çevreyi riske atan diğer maddeler dahildir. Bu kategorideki atıklar toplam evsel atığın %1'inden daha azını temsil eder (yaklaşık 1-5 kg/hane/yıl) ancak yüksek risk oluşturması sebebiyle göz ardı edilmemelidir. Çoğu Avrupa ülkesi için evsel tehlikeli atıklar, belediye katı atıklarının %1'inden az olsa da bunun sonucunda ortaya çıkan tonajlar önemlidir. Örneğin, Fransa'nın yılda 260.000 ton evsel tehlikeli atık ürettiği, Almanya'nın 390.000 ton, İtalya'nın 254.000 ton, İspanya'nın 143.000 ton ve İngiltere'nin yılda 252.000 ton ürettiği tahmin edilmektedir.

Evsel tehlikeli atıkların çoğu, diğer evsel atıklarla karıştırılır ve çoğunlukla birlikte toplanır ve doğru bir şekilde ele alınmadıkça insan sağlığı ve çevre için orantısız bir risk oluşturabilir (Warmer Bulletin 49,50, 1996). Ayrıca, bu tür atıkların arıtılması ve bertarafı için seçenekler sınırlı olabilir. Örneğin, yüksek seviyelerde ağır metal içeren atıklar bertaraf edilirken atığı kompostlama seçeneğini ortadan kaldırabilir. Benzer şekilde, kalıcı pestisitlerin mevcudiyeti, eğer karışık atıklar düzenli olarak doldurulursa, yeraltı suyunun kirlenmesine neden olabilir (White ve diğerleri 1995).

1.5.1. Tehlikeli Atıklar için Arıtma ve Biyolojik Bertaraf Seçenekleri

Tehlikeli atıklar için, ilgili tehlikenin türüne bağlı olarak bir dizi arıtma ve bertaraf seçeneği vardır. Bunlar, düzenli depolama, depolama, geri kazanım, termal, biyolojik ve fizikokimyasal arıtma yöntemlerini içerir (Freeman 1998). Geri kazanım yöntemleri, geri kazanılabilir malzemelerin tehlikeli atıklardan ayrılmasını içerir. Bu tür yöntemler arasında örneğin damıtma, iyon değişimi, solvent ekstraksiyonu, membran ayırma, katalitik ekstraksiyon vb. bulunur (Freeman 1998). Geri kazanılan malzeme daha sonra geri dönüştürülme potansiyeline sahiptir. Geri kazanım, atık bertaraf maliyetlerini düşürme ve potansiyel olarak hammadde kullanımında azalma avantajlarına sahiptir. Sahada veya saha dışında gerçekleştirilir. Tehlikeli atıkların atık depolama alanlarında bertaraf edilmesi, AB ülkelerinde son çare seçeneği olarak kabul edilmektedir ve yalnızca tüm arıtma olanakları tüketildiğinde kullanılmalıdır (Avrupa Komisyonu 2003). Tehlikeli atık depolama alanlarının kapsamı, her bir ülkenin atık arıtma ve bertarafına ilişkin ulusal politikasına bağlıdır. Avrupa ülkeleri tarafından kullanılan depolama sahası tasarımları, atıkları kontrol altına almak ve sızıntı suyunun saha sınırlarının ötesine geçmesini önlemek için doğal ve sentetik polimer bariyerler kullanan, yüksek düzeyde mühendislik gerektiren depolama sahalarıdır. Konsey Yönergesi (1999/31/EC) kapsamında, düzenli depolama alanları, tehlikesiz atık (belediye katı atıkları gibi), tehlikeli atık ve inert atık kabul edenler olarak sınıflandırılır. Belirlenen her bir depolama sahası türü, yalnızca

belirlenmiş olduğu belirli atıkları kabul edebilir. Sonuç olarak, tehlikeli atık depolama sahalarında sadece tehlikeli atıklara izin verilmektedir. Sıvı atıklar, yanıcı atıklar, patlayıcı veya oksitleyici atıklar, bulaşıcı klinik atıklar veya hastane atıkları gibi bazı atık türlerinin düzenli depolama alanlarına gitmesine kesinlikle izin verilmez. Tehlikeli atıkların birlikte bertarafı, tehlikeli atıkların bertarafı için ortak bir yol olarak kullanılmıştır. Ortak bertarafın arkasındaki ilke, çöp sahasının belediye katı atıklarındaki mikroorganizmaların tehlikeli atık bileşenlerini parçaladığı bir biyoreaktör görevi görmesidir. Tehlikeli atıklar, atıkların biyolojik bozunmanın ileri bir aşamasında olduğu depolama sahasındaki belediye katı atıklarına biriktirilir. Biyolojik arıtmalar, atık bileşenlerini daha az tehlikeli ürünlere ayırmak için mikrobiyolojik organizmaları kullanır. Organizmaların organik atığı parçalama yeteneği, atık malzemede bulunan organik bileşik türlerine bağlıdır. Örneğin, biyolojik olarak kolayca parçalanabilen bileşikler arasında alkenler, alkoller ve aldehitler bulunur; ara biyobozunur bileşikler alkanlar, aromatik bileşikler ve azot içeren bileşiklerdir ve ayrıştırılması zor atıklar, halojenli bileşikler içerenlerdir. Bazı inorganik bileşikler, örneğin siyanürler ve kurşun ve arsenik gibi metaller gibi biyolojik sistemlerde de işlenebilir. Biyolojik arıtma sistemleri aerobik veya anaerobik olarak sınıflandırılır. Aerobik sistemler oksijenlenir ve mikrobiyolojik organizmalar tehlikeli atığın organik bileşenlerini karbondioksit ve suya dönüştürür. Anaerobik sistemler oksijenden yoksundur ve organizmalar atığı metan ve karbondioksite dönüştürür. Aerobik aktif çamur prosesi, organik atıklar içeren endüstriyel atık suların arıtılmasında ve ayrıca kanalizasyon

çamuru için yaygın olarak kullanılmaktadır. Atık ve mikrobiyolojik etkileşim süreci süspansiyon halinde gerçekleşir ve reaktanlar bir biyoreaktörde sürekli olarak karıştırılır. Katı süspansiyon, çamur olarak ayrılabilir ve uygun bir konsantrasyonu korumak için biyoreaktöre geri dönüştürülebilir. Çamur, biyoreaktörde 20-30 günlük tipik bir kalış süresine sahip olacaktır, bundan sonra susuzlaştırma, yoğunlaştırma ve depolama veya yakma yoluyla tipik olan nihai bertaraf yoluyla arıtma için uzaklaştırılır (Woodside 1993; La Grega ve diğerleri 1994; Kim ve Qi 1995; Gervais 2002). Diğer aerobik arıtma sistemleri, örneğin biyolojik organizmaların bir biyoreaktörde bir tür katı substrat üzerinde desteklendiği ve organik atık malzemenin biyolojik reaktantın katı yatağı üzerinden yavaşça geçirildiği destekli çamur prosesleridir. Biyoreaktörde kalma süresi, aktif çamur prosesinden daha kısa olduğu için, atık suda gerekli düşük organik madde konsantrasyonlarını elde etmek için organik atığın reaktörden birkaç kez geri dönüştürülmesi gerekebilir. Anaerobik süreçlerde reaksiyona ortamı oksijenden yoksun olduğu için oksijensiz ortamda yaşayabilen farklı bir mikrobiyolojik organizma türleri kullanır. Kullanılan biyoreaktör, atık ve organizmaların süspansiyon halinde etkileşime girdiği kanalizasyon çamuru arıtma işlerinde kullanılan aktif çamur prosesine benzer. Organizmalar, atığın organik bileşenlerini iki aşamalı bir süreçle biyolojik olarak bozunur, ilk önce atığı organik asitlere, alkollere, karbondioksit ve suya dönüştürür, ardından asitler ve alkoller karbondioksit ve metan'a parçalanır.

2. Diğer Atıklar

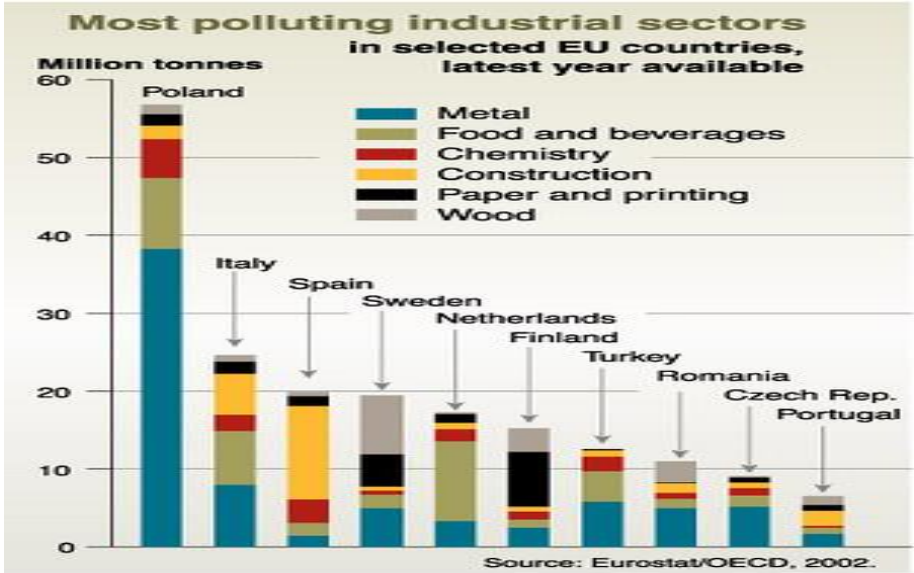
2.1. Tarımsal Atıklar

Tarımsal atıklar, çiftlik hayvanlarından elde edilen gübre, bulamaç, silaj atık suları ve mahsul artıkları gibi organik maddelerden oluşur. Avrupa'daki ülkeler, tarımın ekonomi içindeki farklı boyutları ve farklı tarım yöntemleri nedeniyle tarımsal atıkların ortaya çıkmasında farklılıklar göstermektedir. İspanya 114 milyon ton/yıl; Fransa, 377 milyon ton/yıl; Birleşik Krallık, 87 milyon ton/yıl; ve Finlandiya, 25 milyon ton/yıl tarımsal atık üretmektedir. Tarımsal atıkların çoğu toprağa yayılır ve bir kısmı hayvan yemi veya kompostlama için çiftçiler tarafından kullanılır. Organik atık besin açısından yüksektir ve ticari gübrelerin yerini alır. Sonuç olarak tarımsal atıkların bertaraf edilmesinde arazi yayılımı en uygulanabilir çevresel seçenek olarak kabul edilmektedir. Organik tarımsal atıkların toprağa yayılması genellikle faydalıdır ve yüksek organik karbon ve nitrojen seviyelerinin korunmasına yardımcı olmasının yanı sıra verim artışlarına sebep olmaktadır. Kuş pisliği ve odun talaşı karışımından oluşan kanatlı çöpü, yüksek üretim oranları ve yüksek kalori değeri ve dolayısıyla arazi yayılımından ziyade yakıt olarak potansiyel kullanımı nedeniyle pek çok ülkede ilgi gören özel bir tarımsal atık türüdür. Ek olarak, etlik piliç altlığının toprağa uygulanmasının, önemli çevresel etki potansiyeli ile artan fosfor, azot, potasyum, kalsiyum ve magnezyum seviyelerinin tespit edilmesinden dolayı toprak kimyasını olumsuz etkilediği gösterilmiştir (Dagnall 1993).

2.2. Endüstriyel Atıklar

Avrupa'da her yıl imalat sanayilerinden 740 milyon ton atığın üretildiği tahmin edilmektedir (Avrupa Çevre Ajansı, 2003, 2005, 2007). Tablo 3, seçilmiş Avrupa ülkeleri için endüstriyel atık üreten ana sanayi sektörlerinin dağılımını göstermektedir. Farklı bileşimlere sahip çok çeşitli atıklar üreten çok çeşitli imalat endüstrileri, geri dönüşüm, geri kazanım ve bertaraf dahil olmak üzere farklı yönetim süreçlerine dahil edilirler. Ancak, imalat sanayi tarafından kullanılan atık işleme ve bertaraf yöntemleri hakkında çok az bilgi bulunmaktadır.

Tablo 3. Sanayi sektörü ile ilgili olarak seçilmiş Avrupa ülkelerinde endüstriyel atık üretimi



2.3. İnşaat ve Yıkım Atıkları

İnşaat ve yıkım atıkları, çeşitli atıklar için kullanılan bir terimdir ve binaların veya sivil altyapının inşası veya yıkımından kaynaklanan atıkları, arazi tesviyesinden veya inşaat işlerinden kaynaklanan toprak, kayalar ve bitki örtüsü ve yol bakımıyla ilgili atık malzemeleri içerir (Avrupa Komisyon 1999). Her yıl Avrupa'da son derece büyük tonajlarda yıkım ve inşaat endüstrisi atığı ortaya çıkmaktadır, ortaya çıkan toplam Avrupa atığının yaklaşık olarak %32'sini temsil eden miktar 1000 milyon ton/yıl civarındadır (Avrupa Çevre Ajansı 2003, 2005, 2007). Atık bileşimi toprak, tuğla, alçı, metal işleri, beton, cam, fayans, ahşap, plastik vb.'den oluşur ve genellikle hacimli ve hareketsizdir. Tipik olarak toprak, taşlar ve kil bileşiminin en büyük yüzdesini oluşturur. Avrupa'da inşaat ve yıkım atıklarının yönetimine yönelik yollar, çoğunlukla çöplük ve bir miktar yakma ile geri dönüşümdür. Geri dönüştürülen inşaat ve yıkım atıklarının oranı bazı durumlarda oldukça yüksektir. Örneğin, Danimarka'da bu tür atıkların %90'ı, Almanya'da %83, Hollanda'da %87, İrlanda ve İtalya için %40'tan fazla ve Birleşik Krallık için yaklaşık %50'si geri dönüştürülmektedir. İnşaat ve yıkım atıkları, asbest, boya ve kaplamalar, yapıştırıcılar, mineral elyaf izolasyon, nem geçirmez kimyasallar, reçineler, alçı levha vb. gibi tehlikeli maddeler içerebilir (Avrupa Komisyonu 1999). Yalıtım için kullanılan asbest, kurşun bazlı boyalar ve katranlar gibi malzemeler tarihsel kullanımları nedeniyle tehlikeli olabilirken, modern inşaat tekniklerinde yaygın olarak kullanılan sızdırmazlık malzemeleri

(reçineler, yapıştırıcılar, yüzey ve dış cephe kaplamaları) benzer şekilde tehlikeli malzeme kategorisinde değerlendirilir.

2.4. Maden ve Taş Ocağı Atıkları

Maden ve taş ocağı atıkları, Avrupa genelinde üretilen en büyük atık kategorilerinden biridir. Atıklar esas olarak kömür madenlerinden kaynaklanan kömür atıklarından, kil ve arduvaz atıkları gibi diğer madencilik ve mineral endüstrisi malzemelerinden oluşur ve genellikle atıl mineral malzemelerdir. Birçok Avrupa ülkesinde madencilik ve taş ocaklarından kaynaklanan atıklar çevre veya atık yönetimi mevzuatına tabi değildir. Avrupa ülkelerinde, madencilik ve taş ocakçılığı endüstrilerinden kaynaklanan atıklarda büyük farklılıklar görülmektedir. Örneğin, Almanya 68 milyon ton/yıl, İspanya 70 milyon ton/yıl, Fransa 75 milyon ton/yıl üretirken, Norveç sadece 9 milyon ton/yıl ve Hollanda, Avusturya ve Portekiz yılda 1 milyon tondan daha az atık üretmektedir (Eurostat 1996).

2.5. Enerji Santrali Atıkları

1990'larda Avrupa Birliği Ülkelerinde kömürle çalışan elektrik üretim santrallerinden yıllık üretilen kömür külünün yaklaşık 50 milyon ton olduğu tahmin ediliyordu (Avrupa Çevre Ajansı 2003). Ancak bu durum son yıllarda kömür yerine doğalgaz ve yenilenebilir enerji kullanımı tercihleri sayesinde değişmiştir. Santral külü, orijinal kömürün yaklaşık %15'ine denk gelen kömürdeki külden üretilir. Kömür, elektrik santralinde kullanılmadan önce küçük bir tane boyutuna kadar toz haline getirilir. Fırın odasından çıkan kül iri

tanelidir ve "kaba cürüflu klinker" olarak adlandırılır, baca gazı temizleme sisteminde yakalanan ince taneli malzeme "toz haline getirilmiş yakıt külü" olarak adlandırılır. Kömürle çalışan elektrik santrali külünün %70'inden fazlası inşaat sektöründe beton karışımı bileşeni olarak, karışımli çimentoda, yol yapımında yapısal dolgu olarak, hafif agrega olarak ve ayrıca bir bileşen olarak kullanılmak üzere geri dönüştürülür. Geri kalan kısım, genellikle elektrik santralinin yakınında, çöplüktedir. İnce taneli, toz haline getirilmiş yakıt külü, çözelti halinde çöken lagünlere pompalanır veya su ile şartlandırılır ve ardından toprağa doldurulur. Bu durum zaman içerisinde toprağın yapısında ciddi bozulmaların oluşmasına sebep olur.

KAYNAKLAR

- Commission Decision. 2000, 2000/532/EC Commission Decision of 3 May 2000, Official Journal of the European Communities, L226/1, 6.9.2000, Brussels, Belgium.
- Council Directive 1999/31/EC. 1999. Landfill of Waste. Official Journal of the European Communities, L182, Brussels, Belgium. European Commission, 1999.
- Council Directive 75/440/EEC. 1975. Quality required of surface water intended for the abstraction of drinking water in the Member States. Official Journal of the European Communities, L194, Brussels, Belgium.
- Council Directive 75/442/EEC. 1975. Waste Framework Directive. Official Journal of the European Communities, L194, Brussels, Belgium.
- Dagnall S.P. 1993. Poultry Litter as a Fuel in the UK: A Review. Energy Technology Support Unit, Harwell, Oxfordshire.
- EEA (European Environment Agency), 2005. Effectiveness of Packaging Waste Management Systems in Selected Countries: An EEA Pilot Study. European Environmental Agency, Luxembourg.
- EEA (European Environmental Agency), 2007. Recent trends in municipal waste incineration with energy recovery, 2000 2005. EEA. <http://dataservice.eea.europa.eu/atlas/viewdata/viewpub.asp?id=2871>
- Environment Agency, Copenhagen.
- European Commission. 2003. Waste Generated and Treated in Europe, European Commission. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg.
- European Commission. 2008. Treatment of waste by waste category, hazardousness and waste management operations, European Commission, Brussels, Belgium.
- European Environment Agency. 2003. Europe's Environment: The Third Assessment. European
- European Environment Agency. 2010. The European environment – state and outlook.

- Eurostat Year Book. 1996. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg.
- Freeman H.M. 1998. Standard Handbook of Hazardous Waste Treatment and Disposal. McGraw-Hill, New York.
- Gervais C. 2002. An overview of European Waste and Resource Management Policy. Forum for the Future, London.
- Kim B.J. and Qi S. 1995. Water Environment Research, 67, 560–570.
- LaGrega M.D., Buckingham P.L. and Evans G. J. 1994. Hazardous Waste Management. McGraw-Hill Inc., New York.
- Laurence D. 1999. Waste Regulation Law. Butterworths, London.
- National Household Waste Analysis Project – phase 2 volume 1. 1994. Report on composition and weight data Report No. CWM 082/94. Wastes Technical Division, Department of the Environment, HMSO, London.
- National Household Waste Analysis Project – phase 2 volume 3. 1995. Chemical analysis data. Report No. CWM/087/94. Wastes Technical Division. Department of the Environment, HMSO, London.
- OECD. 2004. Addressing the Economics of Waste. Organisation of Economic Cooperation and Development.
- Pescod M.B. (Ed.) 1991–93. Urban Solid Waste Mangement. World Health Organization, Copenhagen, Denmark.
- Rhyner C.R. and Green B.D. 1998. Waste Management and Research, 6, 329–338.
- Warmer Bulletin 49. 1996. Journal of the World Resource Foundation, High Street, Tonbridge, Kent, UK, May.
- Warmer Bulletin 50. 1996. Household Hazardous Waste. Journal of the World Resource Foundation, Tonbridge, Kent.
- White P.R., Franke M. and Hindle P. 1995. Integrated Solid Waste Management. Blackie Academic and Professional, London.
- Woodside G. 1993. Hazardous Materials and Hazardous Waste Mangement: a Technical Guide, Wiley Interscience, New York.

BÖLÜM 2

TIBBİ ATIK ve YÖNETİMİ

Necmettin AKTEPE¹

Ayşe BARAN²

¹ Mardin Artuklu Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Hemşirelik Bölümü
Artuklu / Mardin. necmettinaktepe@gmail.com ORCID ID: 0000-0003-2192-9049

² Mardin Artuklu Üniversitesi, Lisansüstü Eğitimler Enstitüsü, Biyoloji
AnabilimDalı, Artuklu / Mardin. ayse.gorgec43@gmail.com Orcid ID: 0000-0002-
2317-0489

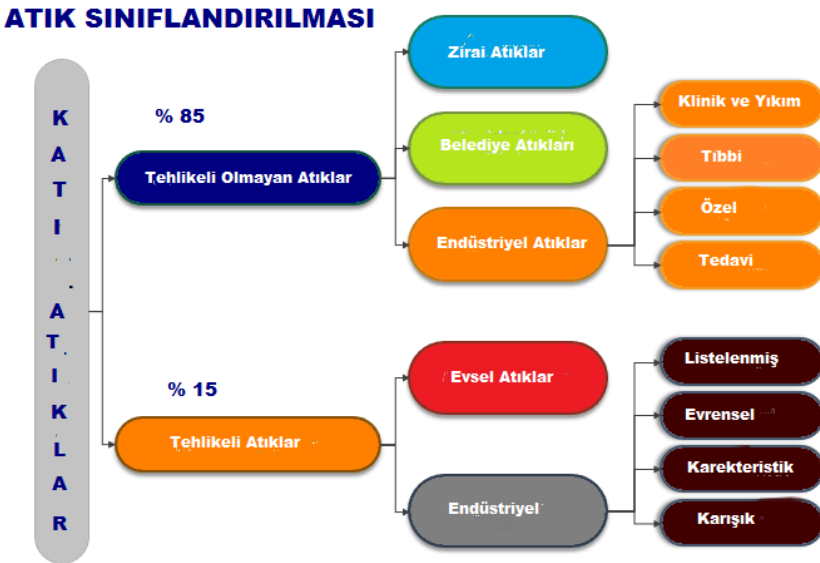
Sağlık sisteminde üretilen atıkların bertaraf edilmemesi ve arıtılmaması, patojenlerin ve toksik kirleticilerin çevreye salınması yoluyla dolaylı olarak sağlığa zararlı olabilmektedir. Tıbbi atıklar miktar olarak az olmalarına rağmen, yüksek oranda risk taşımakta ve bundan dolayı da önem arz etmektedirler. Bu atıklar içerisinde çok miktarda tehlikeli maddeler bulundurabilmekte bu açıdan da sağlık personeli, hastalar, toplum sağlığı ve çevre açısından büyük bir tehlike oluşturabilmektedir. Tıbbi atıkların Dünya Sağlık Örgütü (WHO) **“insanların veya hayvanların teşhis, tedavi veya bağışıklanması sırasında oluşan atık”** olarak tanımlamaktadır. Uygun şekilde işlenmeyen ve bertaraf edilmeyen tıbbi atıklar, sağlık personeli için yüksek bir enfeksiyon veya yaralanma riskinin yanı sıra, mikroorganizmaların sağlık tesislerinden çevreye yayılması yoluyla genel halk sağlığı için de risk teşkil etmektedir (Windfeld and Brooks 2015). Gelişen dünyada tıbbi atık üretimi, her geçen gün daha fazla sayıda insanın modern tıbbi bakım almasına imkan tanıyan tıbbi hizmetlere erişimin artması nedeniyle hızla artmaktadır. Çok kullanımlı tıbbi cihazlardan daha güvenli tek kullanımlık tıbbi cihazlara doğru olan eğilim, gelişmekte olan ülkelerde tıbbi atık üretimine daha fazla katkıda bulunmaktadır. Gelişmiş dünyada, hızla yaşlanan bir nüfus, artan tıbbi sistem kullanımının ana itici unsurudur ve bu artan tıbbi sistem kullanımı, tıbbi atık üretimini de hızla artırmaktadır (Mbongwe et al. 2008) . Atıklar, insanların ve diğer canlıların hayatta kalmasını ve insan varlığı için gerekli olan diğer tüm doğal kaynakları tehdit etmektedir. Netice itibari ile son birkaç on yıldan beri halkın atık yönetimi ve atık üretimiyle ilişkili kirlilik sorunları konusundaki endişeler büyük ilgi

toplamakta ve çevre kirliliğini en aza indirmek için uygun atık arıtma seçeneklerini değerlendirmek için çok sayıda araştırma tesisi yapılmakta ve kaynakların geri kazanımını en üst düzeye çıkarmak için çalışılmaktadır (Hossain et al. 2011) .

Son yıllarda, sağlık tesislerinden (yani hastaneler, klinikler, patoloji laboratuvarları, eczaneler ve diğer desteklenen sağlık hizmetlerinden) kaynaklanan katı atıklarla ilgili endişe tüm dünyada artmaktadır. Bunun nedeni, esas olarak hastanelerden ve kliniklerden, Sağlık kuruluşlarından kaynaklanan atıkların bulaşıcı doğası nedeniyle hastalıkları yayabilmesi ve/veya klinik katı atıkların yanlış yönetimi yoluyla yaralanmalara neden olabilmesi ihtimalinden dolayı potansiyel olarak tehlikeli olabilmeleridir.

Sağlık kuruluşlarında üretilen atıkların net bir tanımı yoktur. Şu anda sağlık tesislerinden kaynaklanan atıkları tanımlamak için kullanılan birkaç terim bulunmaktadır. Yapılan çalışmalarda, 'Klinik atık', 'Sağlık atıkları', 'Bulaşıcı atık' ve 'Tıbbi/Hastane atıkları' terimleriyle tipik olarak karşılaşılır, benzer anlamlara sahip olabilirler veya birbirlerinin alt kümeleri olabilirler (Bendjoudi et al. 2009). Bugün dünya genelinde atıkların terk edilmemesi ve depolama sahalarına bırakılmaması gereken bir kaynak olduğu konusunda artan bir farkındalık oluşmaya başlamıştır. Araştırmalar, atık işleme ve geri dönüşüm teknikleri ve prosedürleri ile ilgili çalışmalar hızla artmaktadır Yine de, geri dönüştürülemeyecek ve ön işleme tabi tutulmadan yeniden kullanılamayacak kadar tehlikeli kabul edilen belirli atık türleri bulunmaktadır. Bulaşıcı sağlık atıkları bu tür atıklardan biridir. Dünya

Sağlık Örgütü'ne (WHO) göre, sağlık tesislerinde üretilen atıkların yaklaşık %75 ila %90'ı tehlikesiz olarak kabul edilmektedir; geri kalan %10-25 ise göz ardı edilemez (Ali et al. 2017). Tıbbi kuruluş atıkları genel itibariyle ilaç atıkları, bulaşıcı atıklar, patolojik atıklar, radyoaktif atıklar, kimyasal atıklar ve kesici delici atıklar türünden olabilmektedir (Hossain et al. 2011). (Şekil 1)



Şekil 1: Atıkların Sınıflandırılması

Klinik dışı atık, insan sağlığına veya çevreye herhangi bir risk oluşturmayan atık olarak tanımlanmaktadır. Klinik olmayan atık örnekleri arasında karton, ofis kâğıdı, yemek artıkları, kutular vb. gibi ambalaj malzemeleri bulunur. Klinik atık, Kontrollü Atık Düzenlemeleri şu şekilde tanımlanır:

- (a) Tamamen veya kısmen insan veya hayvan dokusu, kan veya diğer vücut sıvıları, salgılar, ilaçlar veya diğer farmasötik ürünler, swablar veya sargılar veya şırıngalar, iğneler veya diğer keskin aletlerden oluşan ve güvenli hale getirilmediği takdirde kişiler için tehlikeli olabilecek atıklar onunla temasa geçiyor.
- (b) Tıbbi, hemşirelik, dişçilik, veterinerlik, eczacılık veya benzeri uygulama, araştırma, tedavi, bakım, öğretim veya araştırmadan veya transfüzyondan kan toplanmasından kaynaklanan, kendisiyle temas eden herhangi bir kişide enfeksiyona neden olabilecek atıklar (Hossain et al. 2011).

Tıbbi atıklarda özellikle endişe verici olan, atık uygun şekilde ele alınmazsa ve bertaraf edilmezse, atıkları işleyenler ve genel halk için enfeksiyon riskinin bulunmasıdır. Yanlış biyomedikal atık yönetiminin ardından, Dünya Sağlık Örgütü 2000 yılında kontamine şırıngaların 21 milyon hepatit B (HBV) enfeksiyonu (tüm yeni enfeksiyonların %32'si), 2 milyon hepatit C (HCV) enfeksiyonu (tüm yeni enfeksiyonların %40'ı) oluşturduğunu tahmin etmiştir. enfeksiyonlar) ve 2,60,000 HIV enfeksiyonu (tüm yeni enfeksiyonların %5'i) (Bendjoudi et al. 2009; Snr et al. 2021). (Şekil 2)



Şekil 2: Sağlık Kuruluşları Atıkları şeması (Hossain et al. 2011)

Tıbbi Atıkların Riskleri

Tıbbi atıklar hem sağlık için hem de sosyal zararları içermektedir. Çevre sağlığına ciddi tehditler oluşturur ve nihai olarak bertaraf edilmeden önce özel muamele ve yönetim gerektirir. Ancak, bu kritik konuyla ilgili araştırmalar yeterli değildir ve planlama yapabilmek için ciddi bir bilgi eksikliği vardır. Bu tıbbi atık çalışmamın amacı Sağlık Kuruluşları tarafından üretilen atık türleri ve miktarı ile birlikte atıkların ele alınması (örneğin toplama, depolama, taşıma ve bertaraf) uygulamasını belli bir düzene koymayı amaçlamaktadır. Öncelikle sağlık kuruluşlarındaki atıkların oluşturabileceği risklere şöyle topluca bir göz atalım.

- a) **Keskin uçlu veya kesici aletler:** Yaralanmalara sebep olabilmektedir.

- b)** Bazı ilaç veya kimyasal atıkların yakılarak imhası sonucunda ortama salınan özellikle antibiyotik ve sitotoksik ilaçların cıva veya dioksinler gibi toksik maddelere maruz kalınması.
- c)** Dezenfeksiyon, sterilizasyon veya atık arıtma esnasında ortaya çıkabilecek yanıklar.
- d)** Tıbbi atıkların yakılması esnasında bazı partiküllerin atmosfere karışarak hava kirliliği oluşturması.
- e)** Tıbbi atıkların fırınlarında yakılması anında oluşabilecek termal yanıklar.
- f)** Radyasyon yanıkları. (Organization 2017; Oweis et al. 2005)

Böyle riskli tıbbi atıkların bertaraf edilmesi ve iyi yönetilebilmesi için stratejinin formüle edilmesi ve bunlara ulaşılması için planlama, ulusal, bölgesel ve yerel düzeyde sağlık hizmetleri atık yönetiminin iyileştirilmesi önemlidir. Planlama, gerekli önlemlerin dikkatli bir şekilde uygulanmasını kolaylaştıracak bir stratejinin tanımlanmasını ve belirlenen önceliklere göre kaynakların uygun şekilde tahsis edilmesini gerektirir. Bu, yetkililerin, sağlık çalışanlarının ve halkın motivasyonu ve ihtiyaç duyulabilecek başka eylemlerin tanımlanması önemlidir.

Atık yönetimi için uluslararası tavsiyeler 1992'deki Birleşmiş Milletler Çevre ve Kalkınma Konferansı (UNCED), atık yönetimi için bir dizi önlem öneren Gündem 21'in kabul edilmesine yol açtı. Önerileri şu şekilde özetlenebiliriz:

Atık üretimini önleyin ve en aza indiriniz!

Mümkün olduğu ölçüde atıkları yeniden kullanın veya geri dönüştürünüz!

Atıkları güvenli ve çevreye duyarlı yöntemlerle tedavi ediniz!

Son kalıntıları, kapalı ve özenle tasarlanmış sahalarda kara yoluyla bertaraf ediniz! (Organization 2017).

Sağlık Hizmetlerinden Kaynaklanan Atıkların Güvenli Yönetimi

Sağlık hizmetleri, sağlık sorunlarını azaltma ve insan sağlığına yönelik potansiyel riskleri ortadan kaldırmayı sürdürürken, kaçınılmaz olarak, kendisi de sağlığa zararlı olabilecek atıklar üretmektedir. Sağlık faaliyetleri sırasında üretilen atıklar, diğer atık türlerinden daha yüksek enfeksiyon ve yaralanma potansiyeli taşımaktadır. Nerede ve nasıl üretilirse üretilsin, taşınması için güvenli ve güvenilir yöntemler bu nedenle çok önem arz etmektedir. Sağlık hizmeti atıklarının yetersiz ve uygun olmayan şekilde işlenmesi, ciddi halk sağlığı sonuçlarına ve çevre üzerinde önemli bir etkiye sahip olabilmektedir. Sağlık hizmeti atıklarının sağlam yönetimi bu nedenle çevre sağlığının korunmasının çok önemli bir bileşenini oluşturmaktadır.

Sağlık Hizmetleri Atık Üretimi

Yapılan çalışmalar sağlık hizmeti atıklarının oluşumunun yalnızca ülkeden ülkeye değil, aynı zamanda ülke içinde de ve hatta milli gelir

düzelelerine ve kaynak boyutlarına göre farklılık göstermektedir. (Tablo 1 ve 2). Atık üretimi, yerleşik atık yönetim yöntemleri, sağlık kuruluşu türü, hastane uzmanlıkları, sağlık hizmetlerinde kullanılan yeniden kullanılabilir maddelerin oranı ve günlük bakım bazında tedavi edilen hastaların oranı gibi çok sayıda faktöre bağlıdır. Bu nedenle, bu verilerin yalnızca örnek olarak görülmesi ve bireysel bir sağlık kuruluşu içinde atık yönetimi için bir temel olarak kullanılmaması önerilir. Sınırlı bir anket bile, muhtemelen yerel atık üretimi hakkında diğer ülkelerden veya kuruluş türlerinden gelen verilere dayalı herhangi bir tahminden daha güvenilir veri sağlayacaktır.

Tablo 1: Milli gelir seviyelerine göre sağlık atık üretimi

Milli gelir düzeyi		Yıllık atık üretimi (kg/nüfus başı)
Yüksek Gelirli Ülkeler	Tüm sağlık bakım atıkları	1.1–12.0
	Tehlikeli sağlık atıkları	0.4–5.5
Orta Gelirli Ülkeler	Tüm sağlık bakım atıkları	0.8–6.0
	Tehlikeli sağlık atıkları	0.3–0.4
Düşük Gelirli Ülkeler	Tüm sağlık bakım atıkları	0.5–3.0

(Halbwachs 1994)

Tablo 2: Kaynak boyutuna göre sağlık hizmeti atık üretimi

Kaynak	Günlük atık üretim (kg/yatak)
Üniversite Hastaneleri	4.1–8.7
Genel Hastaneler	2.1–4.2
Bölge Hastaneleri	0.5–1.8
Birinci Basamak Sağlık Merkezleri	0.05–0.2

(Economopoulos and Organization 1993)

Sağlık Hizmetleri Atık Yönetiminin Temel İlkeleri

Atık yönetimi hiyerarşisi (Şekil 3), potansiyel olarak tehlikeli maddeleri ve bulaşıcı atıkları yönetme ve kontrol etme ihtiyacıyla ilişkili içsel çevre ve sağlık riskleri göz önüne alındığında önemlidir. Hiyerarşi, aşağıdaki kavramlar üzerine inşa edilerek uygulanmalıdır. (Şekil 3)



Şekil 3: Atık yönetim hiyerarşisi

Önleme: Daha az malzeme ve daha az tehlikeli ürünler kullanılmalı, veya daha fazla biyolojik olarak parçalanabilen malzeme kullanılmalı..

Minimizasyon: Sağlık ihtiyaçlarının değerlendirilerek yalnızca ihtiyaç

duyulan temin edilmeli; sağlık ürünleri ve ekipman satın alınırken ambalajın miktarını ve kalitesini göz önünde bulundurulmalı.

Yeniden kullanıma hazırlanma: (elektrikli ekipman gibi) veya kullanılmayan sağlık ekipmanının tamamını kontrol edilip, bakımını yapıp, temizlenmeli, onarılmalı.

Geri dönüşüm: mümkün olduğunda atıkları yeni bir maddeye veya ürüne dönüştürebilmek.

Geri kazanım: Öncelikle atıktan enerji üretmek veya bulaşıcı atıkları imha ve güvenli hale getirmek için arıtarak geri kazanılmalı.

Bertaraf: Çöp sahasına atılmalı ve/veya enerji geri kazanımı olmuyorsa yakılmalı.

(O'Doherty et al. 2007)

Atık Yönetiminde En İyi Uygulamalar:

A) Tıbbi atık oluşumunu önleme:

- Öncelikli korunma:
- Tehlikeyi ortadan kaldırmak: örneğin daha az toksik madde kullanarak, cıvayı ortadan kaldırarak veya kendinden kilitli enjeksiyon ekipmanı kullanarak.
- Toplu ve teknik önlem: örneğin iğneli kapların kullanılması, havalandırma.
- Örgütsel önleme: ilgili herkese görev ve sorumlulukların atanması, yönetim (ayırma, paketleme, etiketleme, depolama, taşıma), en iyi uygulamalar (kapakları şırıngalara geri takmaktan kaçınmak gibi), eğitim gibi.
- Bireysel korunma: kişisel koruyucu ekipman, aşılama, el yıkama.
- İkincil önleme:
- Kaza durumunda alınacak önlemler (kazara kana maruz kalma, dökülmeler)

B) Minimizasyon, azaltma ve kaçınma;

Bir miktar atık atığın oluşumu ne yazık ki kaçınılmazdır. Bir atık akışının tamamen ortadan kaldırılamadığı durumlarda, mümkün olduğunca en aza indirilmelidir. Sağlık hizmetlerinde atık akışlarını ortadan kaldırmak veya en aza indirmek için en etkili önlemlerin çoğu, tedarik zincirinin üretim, tedarik ve ithalat aşamalarında uygulanabilir. Bunlar şunları içerir: ürün ambalajının azaltılması; nakliye israfını azaltmak ve daha az malzeme kullanmak veya daha kolay bir şekilde

elden çıkarmak için sağlık bakım ürünlerinin tasarımını değiştirmek (Jang et al. 2006).

C) Yeniden kullanma:

Tek kullanımlık ekipmanların kullanımı Hepatit ve HIV bulaşıcı hastalıkların cerrahi aletlerin yeniden kullanılmasıyla yayılma potansiyeline ilişkin artan endişelerden kaynaklanmıştır. Tıbbi cihazların maliyetleri, yeniden kullanılmayan ekipmanın üretim, nakliye, depolama, kullanım ve imha maliyetlerini içermektedir. Eğer mümkünse tıbbi cihazlarda sterilize edilerek yeniden kullanılabilir olacak olanlar tercih edilmelidir (Laustsen 2007).

D) Geri dönüşüm:

Tıbbi atıkların, özellikle de kullanımı biten PVC ürünlerinin geri dönüşümü, farmasötik ürünlerin üretiminde ham madde olarak geri dönüşümde değerlendirilmelidir. Ayrıca, PVC plastik ürünlerin neredeyse tüm kullanımları için mevcut olan daha güvenli alternatifleri değerlendirilmeleri çaba gösterilmelidir. Tıbbi plastik ambalajlar ve IV solüsyon torbaları gibi enfekte olmayan tıbbi plastiklerin geri dönüşümünü artırmak için mevcut tıbbi atık değerlendirilmelidir (Jang et al. 2006) .

E) Enerji Geri dönüşümü:

Tıbbi atıklar genel olarak bir kirletici ve hastalık bulaştırıcı ve azaltılması gereken nesnelere değerlendirilmektedirler. Atıkları azaltmanın ötesinde, sürdürülebilir kalkınma, geri dönüşümünü veya daha da iyisi,

onu bir enerji kaynağı olarak değerlendirmeyi düşünmelidir. Atık, bileşenlerindeki kimyasal bağlarda depolanan önemli miktarda enerji içerir; yeniden kullanılabilir bir forma dönüştürülmesi, temiz enerji sağlamak ve atık küresel sorununun çözümüne katkıda bulunmak için bir araç sağlayabilir (Arcuri et al. 2013).

F) Bertaraf:

Tıbbi atıklar için önerilen en yaygın bertaraf, tıbbi atıkların bileşimi nedeniyle ortaya çıkabilecek çevresel sorunlar nedeniyle yakmadır. Bazen de biyomedikal atık durumunda buhar sterilizasyonunu tercih etmektedir. Bunun yanında otoklavlama, buharla sterilizasyon ve kimyasal nötralizasyon gibi yakmaya alternatifler sunabilmektedir. Mikrodalga ise, şu anda yakmaya ekonomik olarak rekabetçi bir alternatif olarak kabul edilmektedir.

KAYNAKLAR

- Ali M, Wang W, Chaudhry N, Geng Y (2017) Hospital waste management in developing countries: A mini review. *Waste Manag Res* 35(6):581-592 doi:10.1177/0734242x17691344
- Arcuri C, Luciani F, Piva P, et al. (2013) Medical waste to energy: experimental study. *Oral Implantol (Rome)* 6(4):83-8
- Bendjoudi Z, Taleb F, Abdelmalek F, Addou A (2009) Healthcare waste management in Algeria and Mostaganem department. *Waste management* 29(4):1383-1387
- Economopoulos AP, Organization WH (1993) Assessment of sources of air, water, and land pollution: a guide to rapid source inventory techniques and their use in formulating environmental control strategies. World Health Organization
- Halbwachs H Solid waste disposal in district health facilities. In: *World health forum* 1994; 15 (4): 363-367, 1994.
- Hossain MS, Santhanam A, Nik Norulaini NA, Omar AKM (2011) Clinical solid waste management practices and its impact on human health and environment – A review. *Waste Management* 31(4):754-766 doi:<https://doi.org/10.1016/j.wasman.2010.11.008>
- Jang Y-C, Lee C, Yoon O-S, Kim H (2006) Medical waste management in Korea. *Journal of environmental management* 80(2):107-115
- Laustsen G (2007) Reduce–recycle–reuse: guidelines for promoting perioperative waste management. *AORN journal* 85(4):717-728
- Mbongwe B, Mmereki BT, Magashula A (2008) Healthcare waste management: current practices in selected healthcare facilities, Botswana. *Waste management* 28(1):226-233
- O'Doherty J, Mayor K, Tol RS (2007) Irish sustainable development model (ISus) literature review, data availability and model design.
- Organization WH (2017) Safe management of wastes from health-care activities: a summary. World Health Organization

- Oweis R, Al-Widyan M, Al-Limoon O (2005) Medical waste management in Jordan: A study at the King Hussein Medical Center. *Waste Management* 25(6):622-625 doi:<https://doi.org/10.1016/j.wasman.2005.03.011>
- Snr EG, Snr MG, Snr DH, Churko C, Snr ZG (2021) Health-care Waste Management and Risk Factors Among Health Professionals in Public Health Facilities of South Omo Zone, South West Ethiopia, 2018. *Journal of healthcare leadership* 13:119
- Windfeld ES, Brooks MS-L (2015) Medical waste management – A review. *Journal of Environmental Management* 163:98-108 doi:<https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2015.08.013>

BÖLÜM 3

TIBBİ ATIK ve ÇEŞİTLERİ

Necmettin AKTEPE¹

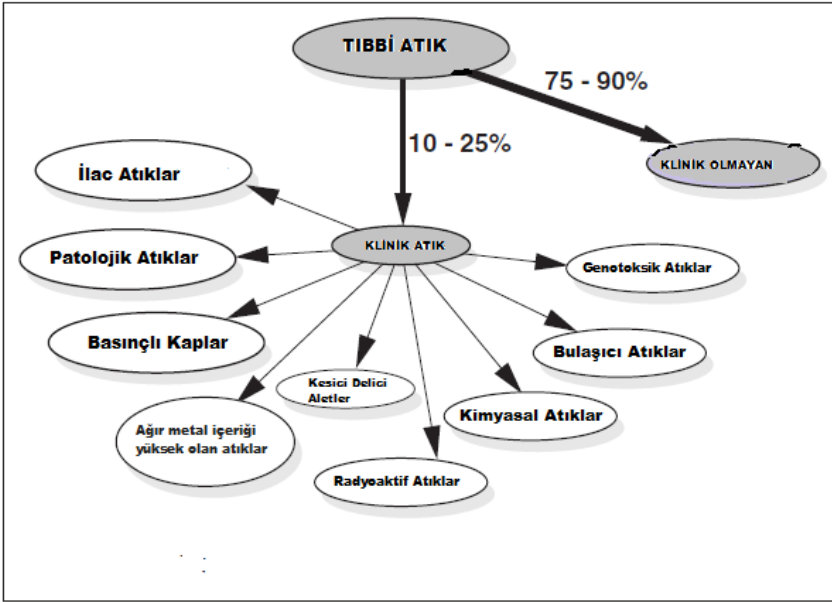
¹ Mardin Artuklu Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Hemşirelik Bölümü
Artuklu / Mardin. necmettinaktepe@gmail.com ORCID ID: 0000-0003-2192-9049

Tıbbi atık, sağlık kuruluşları, araştırma tesisleri ve laboratuvarlar tarafından üretilen sağlık hizmetlerinin bir yan ürünü olarak ortaya çıkan atıklardır. Ayrıca, teşhis, ilaç uygulaması sırasında vücutla temas edebilecek her türlü materyal herhangi bir tedavi türü veya evde yapılan sağlık hizmetleri (diyaliz, insülin enjeksiyonları vb.) sırasında arta kalan ürünler gibi “küçük” veya “dağılmış” kaynaklardan kaynaklanan atıkları da içermektedir. Genel olarak tıbbi atığ; “kan, vücut sıvıları veya diğer potansiyel olarak bulaşıcı materyallerle bulaşmış ve arta kalan sağlık hizmeti kalıntılarıdır” diye tanımlayabiliriz (Organization 2019). Tıbbi atıklar, bulaşıcı ajanlara sahip olabileceği, çevre ve insan sağlığı üzerinde güvenli olmayan etkilere neden olabileceği için tehlikeli olarak kabul edilmektedir. Bu açıdan tıbbi atıklar, yapısı itibariyle insanlar ve çevre üzerinde istenmeyen etkilere neden olabileceği gibi bulaşıcı ve tehlikeli hastalıklara da sebep olabilirler (Kenny and Priyadarshini 2021).

Sanayileşme ve endüstrileşme ile birlikte tıbbi hizmetlere talep çoğalmakta, artan kronik hastalık insidansı nedeniyle daha fazla talep artmaktadır. Bu gelişen endüstri aynı zamanda her zamankinden daha fazla atık oluşumuna sebep olmakta ve bu nedenle bu atıkların işlenmesi ve bertaraf edilmesine daha çok ihtiyaç duyulmaktadır. Ayrıca nüfusun hızla yaşlanmasıyla birlikte, birinci basamak ve uzman bakım hizmetleri gelişmekte, kronik hastalıklar artmakta, dolayısıyla ilaç kullanımı çoğalmakta, hastane başvurularına talep yükselmekte ve böylece tıbbi hizmetler ve atıkları da hızla çoğalmaktadır. Yaş arttıkça kronik bir hastalığa yakalanma olasılığı da artmaktadır. Bir tek kronik

hastalığa sahip olmak, aynı zamanda, bir kişinin daha karmaşık kronik hastalık yönetimine yol açan çok sayıda ilişkili komorbiditeden muzdarip olma olasılığını da artırmaktadır. Bu da artan kronik hastalık salgını, sağlık çalışanlarının imha uygulamalarının kullanıldığı cihaz ve atıkların çoğalması anlamına gelmektedir. Tıbbi atıklar sadece hastalar ve sağlık çalışanları için değil, aynı zamanda halk sağlığı ve çevre için de ciddi tehditler oluşturmaktadır. Bunların yanında, cıva, klorlu plastikler ve çözücüler gibi toksik kirleticiler ve belediye atıklarında bulunabilen bir dizi toksik madde bulunabileceğinden önemli bir endişe kaynağı oluşturabilmektedir (Al-Khatib et al. 2020). Tıbbi atıklar hijyenik açıdan tehlikeli olan bulaşıcı atıkları ve patojenik ajanlar içerir ve bu nedenle aynı zamanda toksik yapıları nedeniyle, insanın hayatta kalması için gerekli olan doğal kaynakları tehdit edebilir. Bu nedenle tıbbi atıklara maruz kalan tüm bireyler ve özellikle sağlık çalışanları (örneğin, doktorlar, hemşireler, laboratuvar teknisyenleri ve atık işleyicileri) potansiyel olarak risk altındadır.

Her ülke tıbbi atıklarını biraz farklı şekilde adlandırır ve sınıflandırır, ancak çoğu zaman terimler birbirinin yerine kullanılabilir. Dünya Sağlık Örgütü'nün tercih ettiği Tıbbi atık sınıflandırılmasını şöyle sıralayabiliriz (Organization 2019). Şekil 1 ve Tablo 1



Şekil 1: Tıbbi atıkların sınıflandırılması.

Sağlık hizmeti atıklarının başlıca kaynaklarını genel hatlar itibariyle şöyle sıralayabiliriz:

- hastaneler ve diğer sağlık tesisleri
- laboratuvarlar ve araştırma merkezleri
- morg ve otopsi merkezleri
- hayvan araştırma ve test laboratuvarları
- kan bankaları ve toplama hizmetleri
- yaşlılar için huzurevleri

Yüksek gelirli ülkeler, günde hastane yatağı başına ortalama 0,5 kg'a kadar tehlikeli atık üretmekte; düşük gelirli ülkeler ise ortalama 0,2 kg

üretmektedir. Bununla birlikte, düşük gelirli ülkelerde sağlık hizmetleri atıkları genellikle tehlikeli veya tehlikesiz atıklar olarak ayrılmamakta ve bu da gerçek tehlikeli atık miktarını çok daha yüksek hale getirmektedir (Leonard 2004).

Tıbbi Atıklar ve Çeşitleri

- 1 - Bulaşıcı atık
- 2 - Patolojik atık
- 3 - Kesici delici aletler
- 4 - İlaç atıkları
- 5 - Genotoksik atık
- 6 - Kimyasal atık
- 7 - Ağır metal içeriği yüksek olan atıklar
- 8 - Basınçlı kaplar
- 9 - Radyoaktif atık (Organization 2019).

Tablo 1: Tıbbi Atıkların Sınıflandırılması

Atık Sınıfları	Açıklama ve Örnekleri
Bulaşıcı atıklar	İçeriğinde bulaşıcı patojenlerin olma ihtimali yüksek atıklar Örneğin. laboratuvar kültürleri; izolasyon koşullarından kaynaklanan atıklar; enfekte hastalarla temas etmiş dokular (sürüntüler), çeşitli malzemeler veya ekipman; dışkı
Patolojik Atıklar	İnsan doku veya sıvıları Örneğin. vücut doku numuneleri; kan ve diğer vücut sıvıları; fetüsler
Kesici Delici Aletler	Kesici ve delici aletler, maddeler Örneğin. iğneler; infüzyon setleri; neşter; bıçaklar; kırık cam malzemeler
İlaç atıklar	İlaç içeren atıklar Örneğin. son kullanma tarihi geçmiş veya artık ihtiyaç duyulmayan ilaçlar; ilaç içeren veya ilaçlarla kontamine (şişeler, kutular)
Genotoksik atıklar	Genotoksik özelliklere sahip maddeler içeren atıklar Örneğin. sitostatik ilaçlar içeren atıklar (genellikle kanser tedavisinde kullanılır); genotoksik kimyasallar.
Kimyasal atıklar	Kimyasal maddeler içeren atıklar Örneğin. laboratuvar reaktifleri; film banyosu kimyasalları; süresi dolmuş veya artık ihtiyaç duyulmayan dezenfektanlar; çözücüler.
Ağır metal içeriği yüksek atıklar	Piller; kırık termometreler; Tansiyon aleti göstergeleri; vb.
Basınçlı kaplar	Gaz silindirleri; gaz kartuşları; aerosol kutuları
Radyoaktif atıklar	Radyoaktif maddeler içeren atıklar Örneğin. radyoterapi veya laboratuvar araştırmalarında kullanılmamış sıvılar; kontamine cam eşyalar, paketler veya emici kağıt; kapatılmamış radyonüklidlerle tedavi edilen veya test edilen hastaların idrar ve dışkıları; nükleer işaretli kaynaklar.

(Organization 2019).

1 - Bulaşıcı atık:

Yeterli sayıya ulaştıklarında konakta hastalık yapan bakteri, virüs, mantar, protozoa ve parazit gibi ajanlar bulaşıcı atık sınıfını oluşturmaktadır.

Bulaşıcı atıkları şu şekilde kategorize etmek mümkündür;

- a) **Kan:** Kaplardaki atık insan kanı ve kan ürünleri veya pıhtılaşmış ve damlayan insan kanı veya kan ürünlerini içeren katı atıktır. İnsan kan ürünleri serum, plazma ve diğer kan bileşenlerini içerir.
- b) **Laboratuvar atıkları:** Bir laboratuvardan üretilen ve insanlara bulaşıcı olan atık kültürleri ve ajan stokları anlamına gelir; kültürleri veya insanlara bulaşan ajan stoklarını aşılama, aktarmak veya başka bir şekilde manipüle etmek için kullanılan ıskarta kontamine maddeler; insanlara bulaşan biyolojik ajanların üretiminden kaynaklanan atıklar; ve insanlara bulaşıcı olan atılmış canlı veya zayıflatılmış aşılarda (Askarian et al. 2010). Yüksek derecede bulaşıcı ajanların kültürleri ve stokları, otopsiyelerden kaynaklanan atıklar, hayvan bedenleri ve bulaşmış, enfekte olmuş veya bu ajanlarla temas halinde olan diğer atık maddeleri yüksek derecede bulaşıcı atık olarak adlandırılır.

2- Patolojik: Ameliyat veya otopsi sırasında çıkarılan insan dokuları ve vücut parçaları içermektedir.

a) **Vücut sıvıları:** Çeşitli özel kapları içine alınmış beyin omurilik sıvısı, eklem sıvısı, plevra sıvısı, periton sıvısı, amniyotik sıvı ve perikardiyal sıvılardır.

b) **Araştırma laboratuvar hayvan atıkları:** Deney hayvanı araştırma laboratuvarlarda biyolojik ürünlerin üretimi veya farmasötiklerin test edilmesi gibi çeşitli bilimsel amaçlarla bulaşıcı olan ajanların bilerek verilen ve kasıtlı olarak maruz bırakılan hayvanlardan elde edilen karkaslar, vücut parçaları ve kan gibi atıklar bu kapsamdadır.

3- Kesici delici aletler: Kesici delici aletler, “deriyi kesebilen veya delebilen herhangi bir nesne” olarak tanımlanabilir.İğneler, neşterler, neşter bıçakları, pipetler ve insan veya hayvan hasta bakımı, kan bankaları, laboratuvarlar, morglar, araştırma tesisleri ve endüstriyel operasyonlardan elde edilen diğer öğeler dahil olmak üzere enfeksiyöz ajanların deri altına inokulasyonunu indükleyebilen atılan öğeler, enfeksiyöz ajanlar, atılmış cam veya sert plastik şişeler bu grupta yer almaktadır (Askarian et al. 2010). Bir iğne bir can alabilir.

4- İlaç atıkları: Reçete edilmiş ancak, son kullanma tarihi geçmiş, istenmeyen veya üretimi durdurulan dağıtılmış ilaçları veya ilaç bulaşıklarını içermektedir. İlaçlar kullanıldıklarında içerdikleri kimyasal bileşiklerin sadece bir kısmı metabolize olmakta diğer kısım ise boşaltım sistemiyle atılmaktadır. Bu atıklar toprak veya sulu ortamlara geçerek kirletebilmektedir. İlaç kimyasalları nispeten düşük konsantrasyonlarda bile hedef organa etki edip aktivite gösterecek

şekilde tasarlanmışlardır. Bunun için bu maddeler çok düşük yoğunlukta bile çevreyi kirletmeleri ve ekolojik dengenin bozulması ve insan sağlığı üzerinde ciddi etkisi olabileceğine dair endişeler bulunmaktadır. (Kadam et al. 2016).

5 - Genotoksik Atık: Hücre nükleer sistem DNA'sı üzerinde mutasyon yapıcı, kansere sebep olabilen veya insan veya hayvan fetüsünde düşüğe neden olabilecek şekilde ilaç ve kimyasal maddeleri, bunun yanında kanserli dokuyu tedavi etmek amacıyla kullanılan sitotoksik (antineoplastik, antikanserojen) ürünleri ve radyoaktif malzemeyi içeren atıklar ile bu tür ajanlarla tedavi gören hastaların dışkı ve idrar gibi vücut çıkartıları genotoksik atıklar sınıfındadır. Bu kategorideki başlıca maddeler olan sitotoksik (veya antineoplastik) ilaçlar, belirli canlı hücrelerin büyümesini öldürme veya durdurma yeteneğine sahiptir ve kanser kemoterapisinde kullanılmaktadır. Çeşitli neoplastik durumların tedavisinde önemli bir rol oynamakta, ancak aynı zamanda organ transplantasyonunda ve çeşitli hastalıkların immünolojik temelli tedavisinde immünosupresif ajanlar olarak daha geniş uygulama bulunmaktadır. Sitotoksik ilaçlar en sık onkoloji ve radyoterapi üniteleri gibi ana rolü kanser tedavisi olan uzmanlaşmış bölümlerde kullanılmaktadır; ancak diğer hastane bölümlerinde kullanımları artmakta ve hastane ortamı dışında da kullanılabilirler (Organization 2019).

Özellikle anti-kanser ilaçlar, hastanelerde kontrollü olarak ve evde ayaktan hastalara kullanımı gittikçe artmaktadır. Kanser önleyici ilaçların ana çevresel kaynağı, kemoterapötik hastalardan idrar ve dışkı

şeklinde atılımdan gelmektedir. Ayakta tedaviye doğru devam eden bir hareket ve hastane atık sularının çoğu zaman belediye kanalizasyon sistemine bulaşa yol açması önemli bir sorun haline gelmektedir. Hastaneler gibi çeşitli sağlık kuruluşları tarafından üretilen atık suların, çeşitli toksik kimyasallar ve farmasötikler nedeniyle, çevresel etkilere ve hatta su ekosistemlerindeki organizmalar üzerinde ölümcül etkilere neden olabilecek toksik özelliklere sahip olduğunun farkına varılmaya başlandı (Toolaram et al. 2014). Bu bileşiklerin çoğu, normal atık su arıtmasına direnmekte ve yüzey sularına karışmaktadır. Sudaki organizmaların yanı sıra, insanlar kontamine yüzey sularından üretilen içme suyu yoluyla da maruz kalabilmektedirler. Gerçekten de, atık sularda bulunan bazı maddeler genotoksiktir ve belirli kanserlere potansiyel katkı sağladığından şüphelenilmektedir (Sharma et al. 2013). Bu bileşiklerin su ortamında mevcudiyeti hakkında bazı bilgiler vardır ancak çevreye karıştıklarında insanlar ve vahşi yaşam üzerindeki etkileri hakkında oldukça sınırlı bilgi bulunmaktadır.

6- Kimyasal Atık: Kimyasal atık, insanların sağlığına ve çevreye ciddi zararları olan, ekolojik dengeyi bozan ve çevre yapısını bozacak riskler içeren atıklar olarak tanımlanmıştır. Tehlikeli kimyasallar çevremizde radyoaktif madde, organik kimyasallar ve ağır metaller olarak hem doğal hem de diğer sentetik şekillerde bulunabilmektedir. Bu kimyasallar insan sağlığına zararlıdır ve hatta hayati tehlike oluşturabilmektedir. Bu kimyasalların çevrede işlenmesi dikkatli olmayı gerektirmektedir (Christophe and Choudhury 2017) . Yaşam kalitemizi iyileştirmek için birçok kimyasal kullanılmaktadır ve

bunların çoğu çevreye veya insan sağlığına zararlı değildir. Ancak bazı kimyasallar belirli miktarlarda zarar verme potansiyeline sahiptir. Kimyasal atıkların bir kısmı uzun seneler doğada çözünemezler ve doğaya karışmasıyla da ciddi tahribatlara yol açanlar ve dönüşü olmayan zararlara neden olabilmektedirler. Tehlikeli kimyasal atıklar olarak nitelendiren tıbbi atıklar, kozmetik atıklar, piller, sıvı yakıt atıkların doğayla birleşimi ve bilinçsiz tüketimin sonucunda ortaya çıkan atık olarak nitelendirilmesiyle çevreye ciddi ve geri dönüşü neredeyse imkânsız etkiler bırakmaktadır (VanLoon and Duffy 2017). Yapısı itibariyle kimyasal atıklar yalnızca çevreye değil, laboratuvar çalışanlarına, öğrencilere ve laboratuvar tesislerinin çevresinde yaşayan canlılara da risk oluşturması nedeniyle uygun şekilde bertaraf edilmesi son derece önem arz etmektedir. Çevrede bulunan tehlikeli kimyasallar insan vücudundaki dokulara duyarlıdır ve rahatsızlıklara, vücut fonksiyonlarının kaybına, hastalıklara ve bazen de ölüme neden olabilmektedir. Havadaki, sudaki, gıdadaki ve diğer materyallerdeki kimyasal maddeler bu maruziyetlere neden olabilirler. Solunan veya yutulan kimyasalların hacmi kirleticilerin öldürücülüğünü belirlemektedir (Cabezas et al. 1999).

7 - Ağır metal içeriği yüksek olan atıklar: Ağır metaller, yüksek atom ağırlığına ve sudan en az 5 kat daha fazla yoğunluğa sahip doğal olarak oluşan elementlerdir. Ağırlıkları ve toksisiteleri birbiriyle ilişkili olduğu varsayımıyla, ağır metaller ayrıca arsenik gibi düşük seviyede maruziyette toksisiteyi indükleyebilen metaloidleri de içermektedir. Piller, cıva atıkları (kırık termometreler veya manometreler, floresan

veya kompakt floresan ışık tüpleri) bu sınıfta bulunmaktadır. Çoklu endüstriyel, evsel, tarımsal, tıbbi ve teknolojik uygulamaları, çevrede geniş dağılımlarına yol açmıştır; insan sağlığı ve çevre üzerindeki potansiyel etkilerine ilişkin endişeleri artırmaktadır. Toksisiteleri doz, maruz kalma yolu ve kimyasal türlerin yanı sıra maruz kalan bireylerin yaşı, cinsiyeti, genetiği ve beslenme durumu gibi çeşitli faktörlere bağlıdır. Yüksek derecede toksisiteleri nedeniyle arsenik, kadmiyum, krom, kurşun ve cıva, halk sağlığı açısından önem taşıyan öncelikli metaller arasında yer almaktadır. Bu metalik elementler, düşük maruziyet seviyelerinde bile çoklu organ hasarını indüklediği bilinen sistemik toksik maddeler olarak kabul edilmektedir (Tchounwou et al. 2012).

8 - Basınçlı kaplar: Sağlık hizmetlerinde birçok gaz çeşidi basınçlı kaplar içinde de kullanılmaktadır. Bunların çoğu aerosol şeklinde bir kullanımlıktır ve boşaldığında bir daha kullanılmazlar ve de kalıntı içerebilmektedirler. İster inert ister potansiyel olarak zararlı olsun, basınçlı kaplardaki gazlar her zaman dikkatle kullanılmalıdır; kaplar yakılırsa veya kazayla delinirse patlayabilir. Gaz silindirleri, aerosol kutuları bu gruptandır (Organization 2019). Kompakt, taşınabilir dağıtım sistemleri, çözücüler, sabitleyiciler, boyalar, böcek ilaçları, köpükler ve kimyasallardan krem şanti ve işlenmiş peynire kadar birçok şeyde uygulanmaktadır ve bunlar aynı zamanda sağlığa zararlı tıbbi atık cinsindedir. Bir aerosol kutusunu atmaya karar verdiğinizde, bu, yasal düzenlemeye tabi atık haline gelir. Bu atık için geçerli olan

düzenlemeler, kutu içeriği, itici gaz, işletmelerin büyüklüğü gibi bir dizi faktöre bağlı olarak farklılık göstermektedir (Shareefdeen 2012).

Sağlıkta en çok kullanılan basınçlı gazlar:

- a - Anestetik gazlar:** Büyük ölçüde eter ve kloroformun yerini almış olan nitröz oksit, uçucu halojenli hidrokarbonlar (halotan, izofluran ve enfluran gibi).
- b - Etilen oksid:** Ameliyathane ve diğer bazı tıbbi cihazların sterilizasyonunda kullanılmaktadırlar.
- c - Oksijen:** Hastalar için inhalasyonda kullanılmaktadır.
- d –Basınçlı hava:** Bazı laboratuvar çalışmaları, inhalasyon tedavisi ve çevresel kontrol sistemlerinde kullanılmaktadır (Organization 2019).

9- Radyoaktif Atıklar: Tıbbi radyoaktif atık, nükleer tıp, radyasyon onkolojisi ve Pozitron Emisyon Tomografi (PET) tarafından üretilen atıkları içerir. Bu atık, Nükleer Tıp prosedürlerinden üretilen kontamine materyalleri ve şırıngaları, Radyasyon Onkolojisindeki implantlardan elde edilen kullanılmamış radyoaktif tohumların yanı sıra kalibrasyon amacıyla kullanılan ve artık kullanışlı olmayan mühürlü kaynakları içermektedir. Radyoaktif maddeler içeren atıklar: laboratuvarlarda veya nükleer tıpta kullanılan radyonüklidler, tedavi edilen hastaların idrar veya dışkıları içermektedir. Radyonüklidler sürekli olarak enerjinin serbest kaldığı ve genellikle yeni nüklidlerin oluşumuyla sonuçlanan kendiliğinden parçalanmaya ("radyoaktif bozunma") uğramaktadırlar.

Bunlar hücre içi materyalin iyonlaşmasına neden olur; radyoaktif maddeler bu nedenle genotoksiktir (Tondel and Lindahl 2019).

Hastaneler, teşhis ve tedavi amaçlı uygulamalar için giderek artan bir şekilde radyoaktif izotopları kullanmaktadır. Hastane radyoaktif atıklarının büyük kısmı Nükleer Tıp bölümünde üretilmektedir. Radyoaktif atıkların çoğu sıvıdır, daha az miktarda katı ve minimum gaz halindedir. Eser miktarda radyoaktivite içeren katı atık, şırınga, iğne, pamuklu çubuk, şişe, kontamine eldiven ve emici malzemeler şeklindedir. I^{-131} gibi yüksek doz radyoizotop uygulanan hastaların kıyafetleri ve eşyaları katı radyoaktif atık malzemeyi oluşturmaktadır. Kullanılmayan radyoaktif materyalin ve onunla kontamine olan nesnelerin güvenli bir şekilde imha edilmesi, hastane atık yönetiminin genel stratejisinin hayati bir bileşenidir. Radyoaktif atıkların güvenli bir şekilde bertaraf edilmesinin temel amacı, halka, radyasyon çalışanlarına ve çevreye maruz kalınan radyasyonun öngörülen güvenli sınırları aşmamasını sağlamaktır (Khan et al. 2010).

KAYNAKLAR

- Al-Khatib IA, Khalaf A-S, Al-Sari MI, Anayah F (2020) Medical waste management at three hospitals in Jenin district, Palestine. *Environmental monitoring and assessment* 192(1):1-15
- Askarian M, Heidarpour P, Assadian O (2010) A total quality management approach to healthcare waste management in Namazi Hospital, Iran. *Waste management* 30(11):2321-2326
- Cabezas H, Bare JC, Mallick SK (1999) Pollution prevention with chemical process simulators: the generalized waste reduction (WAR) algorithm—full version. *Computers & Chemical Engineering* 23(4-5):623-634
- Christophe A, Choudhury K (2017) Management of Hazardous Chemicals during natural Disasters. *Crisis and Emergency Management: Theory and Practice*:373
- Kadam A, Patil S, Patil S, Tumkur A (2016) Pharmaceutical waste management an overview. *Indian journal of pharmacy practice* 9(1):3
- Kenny C, Priyadarshini A Review of Current Healthcare Waste Management Methods and Their Effect on Global Health. In: *Healthcare, 2021. vol 9. Multidisciplinary Digital Publishing Institute, p 284*
- Khan S, Syed A, Ahmad R, Rather TA, Ajaz M, Jan F (2010) Radioactive waste management in a hospital. *Int J Health Sci (Qassim)* 4(1):39-46
- Leonard L Health care waste in southern Africa: a civil society perspective. In: *Johannesburg, South Africa: In Proceedings of the International Health Care Waste Management Conference and Exhibition, 2004.*
- Organization WH (2019) Definition and characterization of health-care waste. Re
- Shareefdeen ZM (2012) Medical waste management and control. *Journal of Environmental Protection* 3(12):1625

- Sharma P, Kumar M, Mathur N, Singh A, Bhatnagar P, Sogani M (2013) Health care industries: potential generators of genotoxic waste. *Environ Sci Pollut Res Int* 20(8):5160-7 doi:10.1007/s11356-013-1500-9
- Tchounwou PB, Yedjou CG, Patlolla AK, Sutton DJ (2012) Heavy metal toxicity and the environment. *Molecular, clinical and environmental toxicology*:133-164
- Tondel M, Lindahl L (2019) Intergenerational Ethical Issues and Communication Related to High-Level Nuclear Waste Repositories. *Curr Environ Health Rep* 6(4):338-343 doi:10.1007/s40572-019-00257-1
- Toolaram AP, Kümmerer K, Schneider M (2014) Environmental risk assessment of anti-cancer drugs and their transformation products: A focus on their genotoxicity characterization-state of knowledge and short comings. *Mutation Research/Reviews in Mutation Research* 760:18-35 doi:https://doi.org/10.1016/j.mrrev.2014.02.001
- VanLoon GW, Duffy SJ (2017) *Environmental chemistry: a global perspective*. Oxford university press

BÖLÜM 4

SÜT ENDÜSTRİSİ ATIKLARI

Abdulkerim HATİPOĞLU¹

¹ Mardin Artuklu Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Mardin abdulkerimhatipoglu@artuklu.edu.tr Orcid ID: 0000-0002-1487-1953

GİRİŞ

Süt, yenidoğanların büyümesi ve gelişmesi için gerekli olan bir besin kaynağıdır. Diğer bir ifadeyle süt, ilk altı aylık beslenme döneminde yenidoğanlar için tam gıda olarak kabul edilmektedir (Irmak, 2016). Ayrıca yüksek besin değeri nedeniyle yetişkinlerin diyetinde de şiddetle tavsiye edilmektedir. Süt, başlıca su, proteinler, lipidler, karbonhidratlar, vitaminler ve minerallerden oluşmaktadır (De Jesus ve ark., 2015).

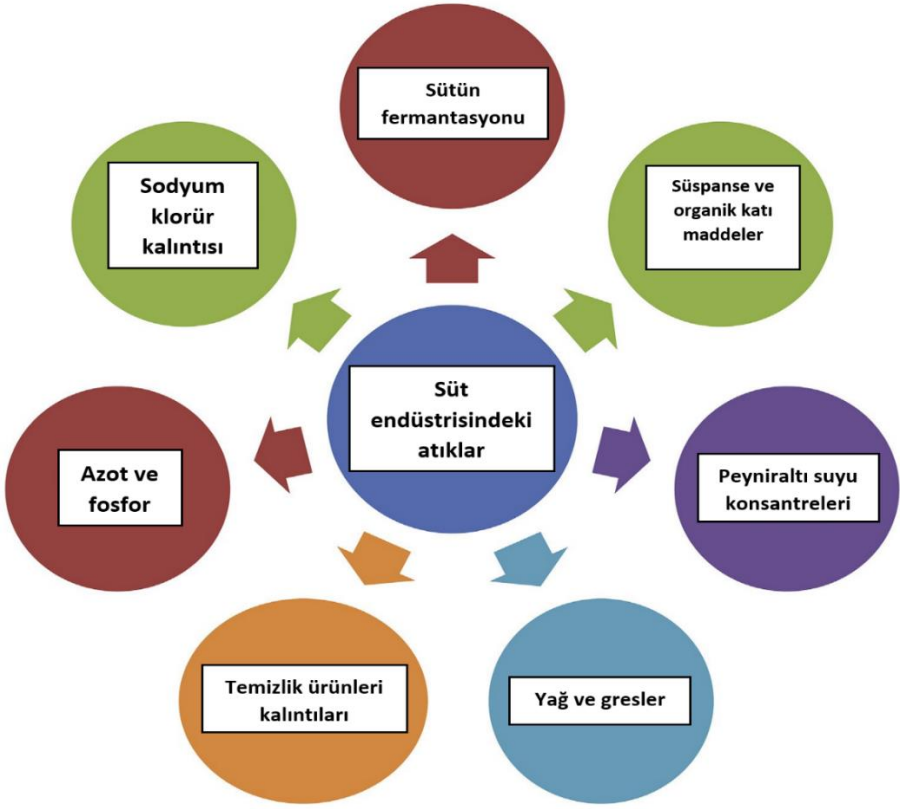
Özellikle inek, koyun ve keçi sütü ile bu sütlerden elde edilen peynir, tereyağı ve yoğurt gibi ürünler yaygın bir şekilde tüketilmektedir. Bahse konu ürünlerin büyük bölümü fabrikalarda üretilmektedir (Anonim, 2018; Ataseven, 2020). Ancak süt ürünlerinin üretim süreci, önemli miktarda kimyasal olarak değişime uğramış, yüksek biyolojik oksijen ihtiyacı (BOİ) ve yüksek kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) ile karakterize organik madde içeren sıvı atıkla sonuçlanmaktadır (László ve ark., 2007). Ayrıca bu süreç, yüksek organik yük (örneğin, yağ asitleri ve laktoz), pH'da (4.2- 9.4) önemli değişiklikler ve artan süspanse katı madde içeriği (0.4-2 g/l) ile karakterize edilmektedir. Süt endüstrisi tarafından işlenmiş sütün litresi başına yaklaşık 6-10 L atık su üretilmektedir. Yüksek organik madde içeren atık su hacminin çoğu, üretim sırasında taşıma hatları, ekipmanlar ve tankların temizlenmesinden kaynaklanmaktadır (Arvanitoyannis ve Giakoundis, 2006; László ve ark., 2007; Ahmad ve ark., 2019). Her yıl dünya çapında yaklaşık 4-11 milyon ton süt atığı çevreye salınmaktadır. Çevreye salınan atık sularda proteinler, tuz, yağlı maddeler, laktoz ve

temizlik işlemleri sırasında kullanılan kimyasalların kalıntıları bulunmaktadır. Bu durum, çevrenin tahrip olmasına yol açmakta ve insanlar için ciddi sağlık sorunlarına neden olmaktadır. Ayrıca doğrudan çevreye verilen ham atık suları çözünmüş oksijenin tükenmesine de neden olmaktadır. Çünkü yağ ve gres, su yüzeyinde oksijen transferini engelleyen bir film oluşturduğu için suda yaşayan hayvan ve bitkilerin yaşam koşullarını zorlaştırmaktadır (Arvanitoyannis ve Giakoundis, 2006; Ahmad ve ark., 2019).

Bu bölümde süt endüstrisi atıklarının bileşimi ve karakteristiği ile bu atıkların değerlendirilmesi hususları ele alınmıştır.

SÜT ENDÜSTRİSİ ATIKLARININ BİLEŞİMİ VE KARAKTERİSTİĞİ

Süt endüstrisinden kaynaklanan atıklar (çamur ve atık su), yüksek miktarda organik madde, yağ ve gres ile yağ asitleri ve azotlu bileşikleri içermektedir (Porwal ve ark., 2015). Süt endüstrisi atık suyunda, yıkama için kullanılan deterjan ve dezenfektanların yanı sıra kazein, inorganik tuzlar ve laktoz gibi çok miktarda süt bileşeni bulunmaktadır (Şekil 1) (Ahmad ve ark., 2019). Söz konusu atık sular yüksek BOİ, KOİ ve pH değeri ile ayırt edilmektedir (Tablo 1).



Şekil 1. Süt endüstrisindeki atık sulara yaygın olarak sunulan parametreler (Ahmad ve ark., 2019)

Tablo 1. Süt endüstrisi atık sularının özellikleri (Raghunath ve ark., 2016)

Atık Tipi	KOİ (mg/L)	BOİ (mg/L)	pH	TÇK (mg/L)	TK (mg/L)
Süt ve süt ürünleri fabrikası	10251.2	4840.6	8.34	5802.6	-
Mandıra atıkları	1900-2700	1200-1800	7.2-8.8	500-740	900-1350
Mandıra atık suyu	2500-3000	1300-1600	7.2-7.5	72 000-80 000	8000-10 000
Peyniraltı suyu	71 526	20 000	4.1	22 050	56 782
Preslenmiş peynir altı suyu	80 000-90 000	120 000-135 000	6	8000-11 000	1
Süt endüstrisi yıkama suyu	2500-3300	-	6.4-7.1	630-730	1300-1400
Süt endüstrisi atık suyu	2100	1040	7-8	1200	2500

BOİ: biyolojik oksijen ihtiyacı, KOİ: kimyasal oksijen ihtiyacı, TÇK: Toplam çözünür katı madde, TK: Toplam katı madde

Süt ürünleri için BOİ ve KOİ önemli parametrelerdir. İşlenmemiş sıvılardaki BOİ miktarı 0.8-2.5 kg/ ton süt kadardır. KOİ seviyesi ise normalde BOİ seviyesinin 1.5 katıdır. Toplam süspanse katı madde miktarı ise litre başına 100-1000 miligram arasında değişmektedir. Başlıca BOİ kaynakları krema, tereyağı, peynir ve peynir altı suyu üretimindeki atık sulardır. Bazı süt bileşenlerinin atık yükü eşdeğerleri şunlardır (Jaganmai ve Jinka, 2017):

1 kg laktoz = 1.13 kg KOİ

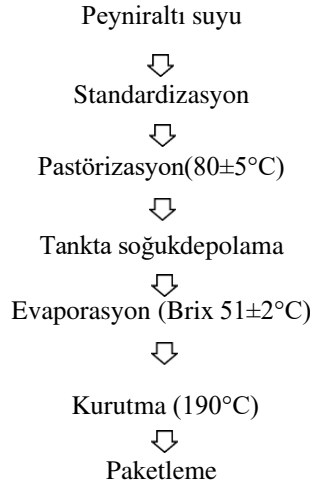
1 kg süt yağı = yaklaşık 3 kg KOİ

1 kg protein = 1.36 kg KOİ

SÜT ENDÜSTRİSİ ATIKLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

1. Süt Endüstrisi Atıklarının Besin Olarak Değerlendirilmesi

Ultrafiltrasyon ve mikrofiltrasyon gibi membran teknikleri ile diğer teknolojiler sayesinde peyniraltı suyu ve yayıkaltından çeşitli ürünler elde edilmektedir. Peyniraltı suyu içecekleri, yayıkaltı içecekleri, peyniraltı suyu protein konsantreleri, peyniraltı suyu protein izolatları, peyniraltı suyu tozu (Şekil 2), laktik asit, asetik asit, sitrik asit, amonyum laktat, yayıkaltı tozu (Şekil 3), laktoz, lor, laktoz oranı düşük peyniraltı suyu, demineralize peyniraltı suyu ve hidrolize peyniraltı suyu ticari olarak üretilmektedir (Yerlikaya ve ark., 2010; Yıldırım ve Güzeler, 2013).

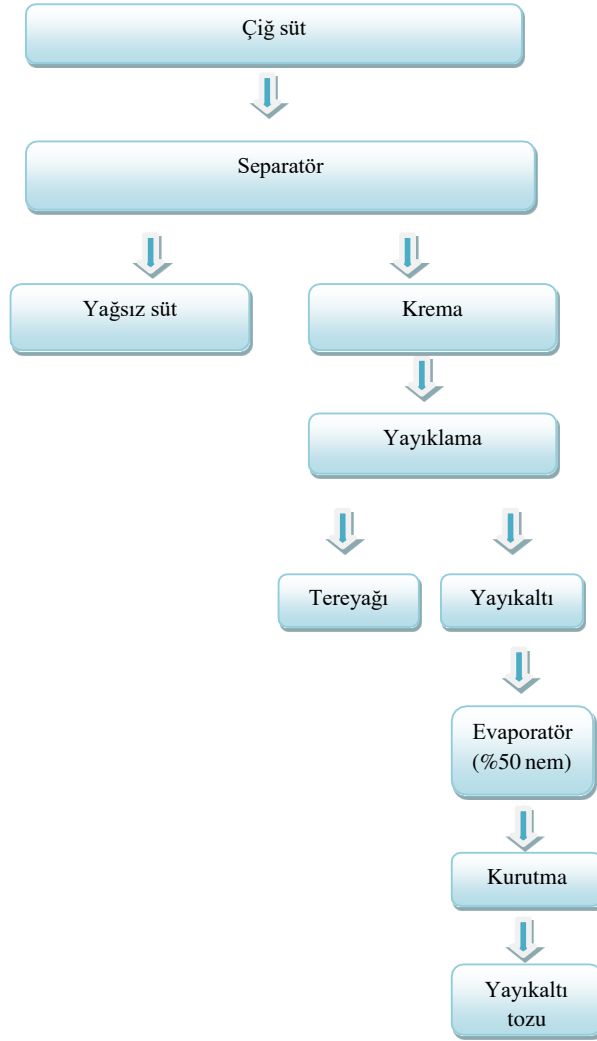


Şekil 2. Peyniraltı suyu tozu üretim akış şeması (Yıldırım ve Güzeler, 2013)

Peynir üretimi sırasında çok fazla miktarda peyniraltı suyu ortaya çıkmaktadır. Peyniraltı suyu, yüksek organik madde içerdiğinden BOİ ve KOİ düzeyleri sırasıyla 30-50 g/L ve 60-80 g/L' dir. Peyniraltı suyu, laktoz (%4.5-5.0 a/h), çözümlü proteinler (%0.6-0.8 a/h), lipidler (%0.4-0.5 a/h) ve mineral tuzları (% 8-10 kurutulmuş ekstrakt) gibi bir dizi önemli besini bünyesinde barındırmaktadır. Bu nedenle, atık olmasından ziyade bir çok değerli süt ürününün kaynağı olarak kullanılabilir. Örneğin peyniraltı suyu, laktoz, protein, mineral ve vitaminlerin üretimi için ucuz bir hammaddedir. Laktoz ya doğrudan fermente edilebilmekte ya da glikoz ve galaktoz üretmek için hidrolize edilebilmektedir. Laktoz, mineraller ve vitaminler diyabetik gıdalar ile hipertansif hastalar için diyetetik gıda maddelerinde etkin bir şekilde kullanılmaktadırlar. Proteinler ise yüksek besin değeri ve çok yönlü fonksiyonel özelliklere sahip oldukları için gıda ve farmasötik ürünlerde yaygın olarak kullanılmaktadırlar. Ayrıca bebek

mamalarında, hazır çorbalarda, unlu mamullerde, şekerlemelerde, et ürünlerinde, hayvan beslenmesinde, tıpta, kozmetik sektöründe ve bazı tarımsal uygulamalarda da bu atıklardan faydalanılabilmektedir. Bu nedenle, peyniraltı suyunun ana organik maddeleri olan laktoz ve proteinin geri kazanılması, peynir altı suyunun BOİ ve KOİ yüklemesini azaltmaya yardımcı olabilecek ve peynir altı suyunun atılmasından kaynaklanan çevre kirliliği sorununun çözülmesine yardımcı olabilecektir (Jayaprakasha ve Yoon, 2005; Ostojic ve ark. 2005; Arvanitoyannis ve Kassaveti, 2008; Yıldırım ve Güzeler, 2013; Das ve ark., 2015).

Peyniraltı suyu kadar olmasa da yayıkaltı suyu da önemli bir süt endüstrisi atığıdır. Yayıkaltından üretilen başlıca ürün yayıkaltı tozudur. Yayıkaltı tozu, biyokimyasal olarak olgunlaşmış kremanın yayıklanması, elde edilen sıvı yayıkaltının (ayranın) suyunun uzaklaştırılması (nem oranı maksimum %5) ve yağ oranının azaltılması (minimum %4.5) ile elde edilmektedir (Şekil 3). Genellikle sprey kurutucular ile yayıkaltı tozu üretilmektedir (Yıldırım ve Güzeler, 2013).



Şekil 3. Yayıkaltı tozu üretim akış şeması (Doğan, 2020)

2. Biyolojik Arıtma

Biyolojik arıtma, organik maddeleri süt atıklarından uzaklaştırmak için en umut verici yöntem olarak görülmektedir (Carvalho ve ark., 2013). En çok tercih edilen bu yöntemde, aktif çamur, damlatma filtreleri, anaerobik filtreler, havalandırılmalı lagünler, sıralı kesikli reaktör, yukarı

akışlı anaerobik çamur battaniyesi gibi prosesler uygulanmaktadır (Yonar, 2018).

Biyolojik arıtma, oksijen ihtiyacına göre aerobik ve anaerobik yöntemler olmak üzere iki gruba ayrılabilir. Aerobik yöntem, mandıra atık su arıtma tesislerinin çoğunda kullanılmaktadır. Ancak düşük su tampon kapasitesi ve yüksek laktöz seviyesinden kaynaklanan hızlı asitleşme ve filamentli büyüme nedeniyle verimi düşüktür. Aerobik biyolojik arıtma, oksijence zengin ortamda büyüyen ve organik bileşikleri karbon dioksit, su ve hücre sel maddelere oksitleyen mikroorganizmalara bağlıdır. Ayrıca aerobik arıtma, kokuyu gidermek için etkili bir yöntemdir. Aerobik arıtma fazla enerji tüketir ve daha yüksek işletme ve bakım maliyetlerine sahiptir. Anaerobik arıtma ise, aerobik arıtmaya göre daha yüksek maliyet etkinliğine sahiptir (Britz ve ark., 2006; Arvanitoyannis ve Kassaveti, 2008). Başlıca anaerobik arıtma teknikleri, anaerobik çürütme, yukarı akışlı anaerobik filtre, membran anaerobik reaktör sistemi, yukarı akışlı anaerobik çamur battaniyesi, tamamen karıştırmalı tank reaktörü, anaerobik temas prosesi, sabit yataklı çürütücüler, genişletilmiş yataklı çürütücüler ve akışkan yataklı çürütücülerdir (Goli ve ark., 2019).

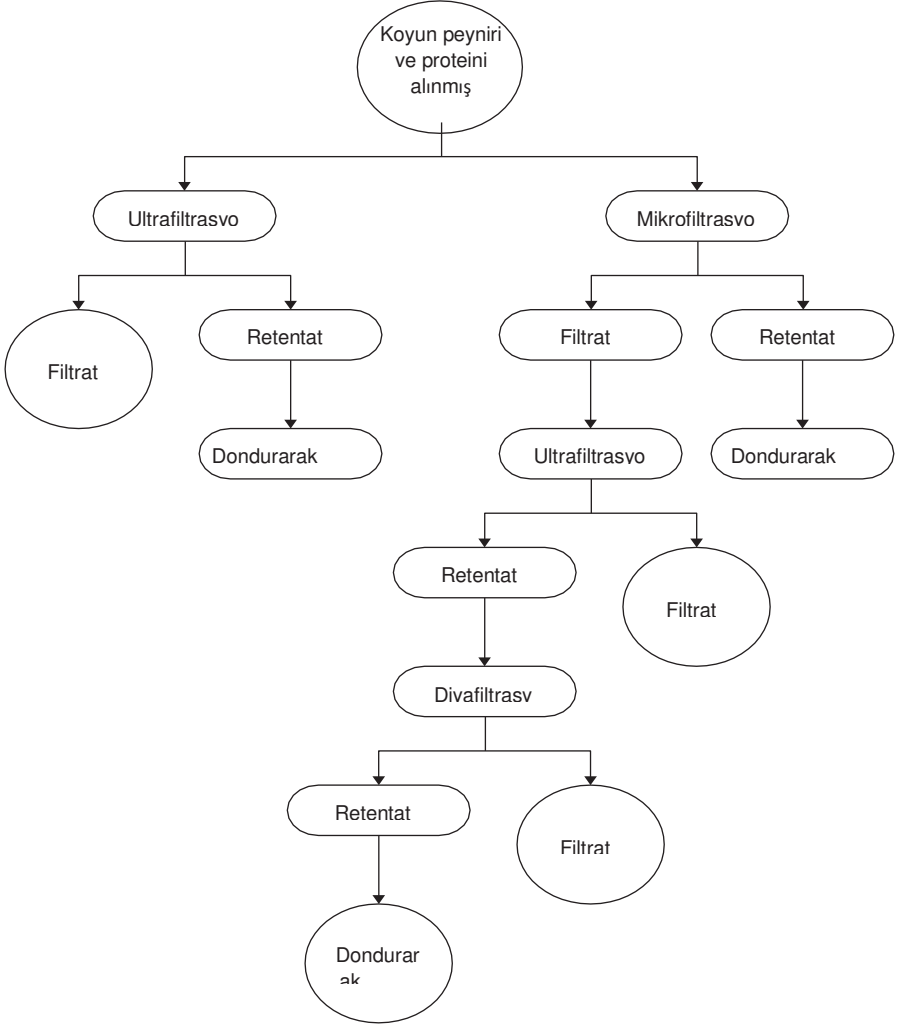
3 Fizikokimyasal Arıtma

Süt atık sularındaki protein ve süt yağı kolloidlerinin yok edilmesi ve azaltılması fiziko-kimyasal işlemlerle sağlanabilmektedir. En önemli fiziko-kimyasal arıtma işlemi pıhtılaştırma (koagülasyon-flokülasyon) (Ahmad ve ark., 2019). Koagülasyon-flokülasyon arıtmanın prensibi, süspansiyon durumundaki maddeler ile kolloidleri

kararsızlaştıran, katı parçacıkların daha kolay uzaklaştırılması için daha fazla topaklaşmasına neden olan süt atık sularına elektrolitlerin uygulanmasıdır (Wang ve Serventi, 2019). Pıhtılaştırıcı ilavesi, atık sudaki partiküllerin kararsızlaşmasına, ardından partikül ve flok oluşumunun çarpışmasına neden olarak flotasyon veya sedimantasyon ile sonuçlanmaktadır. Süt atık sularında doğal pıhtılaşma, spesifik laktik asit bakterileri kullanılarak sağlanabilmektedir. Bu bakteriler laktozu fermente ederek atık sudaki süt proteininin denatürasyonuna neden olan laktik aside dönüştürmektedirler (Ahmad ve ark., 2019).

4. Membran Biyoreaktör

Membran biyoreaktör, membran filtrasyonuna dayalı biyolojik arıtmadır. Membran biyoreaktördeki uzaklaştırma işlemi yerçekiminden ziyade filtrasyona dayalı olduğundan, geleneksel biyolojik arıtma ile karşılaştırıldığında BOİ, KOİ ve süspanse durumdaki maddelerin uzaklaştırılmasında daha yüksek verimliliğe sahiptir. Membran biyoreaktör, filtrasyon, gaz difüzyonu ve ekstraktif membranlar olmak üzere üç tipe ayrılabilir (Ng ve Kim, 2007). Membran biyoreaktör iki bölümden oluşmaktadır: biyolojik süspanse büyüme reaktörü ve membran. Mikrofiltrasyon ve ultrafiltrasyon, atıksu arıtımında yaygın olarak kullanılan iki filtreleme türüdür (Şekil 4) ve membran biyoreaktörün çalışması prensibi, aktif çamurunkine benzemektedir. Membran biyoreaktör arıtmanın avantajları, daha küçük boyutlu ekipman, süspanse durumdaki maddelerin %100 uzaklaştırılabilmesi ve yüksek verimliliğidir. Ancak bu yöntemin işletme ve bakım maliyetleri yüksektir (Llop ve ark., 2009).



Şekil 4. Küçükbaş peynir yan ürünlerinin geleneksel ultrafiltrasyon ve termokalsik çöktürme-mikrofiltrasyon proses şeması (Arvanitoyannis ve Kassaveti, 2008)

5. Biyoteknoloji Uygulamaları

Süt endüstrisi atıklarının değerlendirilmesindeki başlıca biyoteknoloji uygulamaları, biyoplastik (biyofilm), biyogübre, biyoyakıt, biyomas, tek hücreli proteinler, organik asitler, biyoaktif peptitler, polisakkaritler

ve biyosürefektanların üretilmesidir (Ahmad ve ark., 2019). Süt endüstrisi atıklarına uygulanan biyoteknolojik yöntemler Tablo 2’ de gösterilmiştir.

Petrokimya bazlı plastik kullanımının ortaya çıkardığı problemler, alternatif çevre dostu biyoplastik kaynakları bulma arayışına yol açmıştır. Kazein, zein, peynir altı suyu ve soya proteini gibi biyopolimerlerin, geleneksel petrokimya bazlı plastikler için biyolojik olarak parçalanabilen bir plastik ikamesi olarak biyoplastik filmler oluşturma potansiyeline sahip olduğu bilinmektedir (Parris ve Coffin, 1997, Razzaq ve ark., 2016). Birçok biyopolimer plastik, herhangi bir ek toksik madde veya çevreye zararlı kalıntı üretmeden parçalanabilmekte ve biyolojik olarak bozunabilmektedir (Zhao ve ark., 2008).

Tablo 2. Süt endüstrisi atıklarında kullanılan biyoteknolojik yöntemler (Ahmad ve ark., 2019)

Ürün	Atık	Proses	Ürün
Gıda Ürünleri	Peyniraltı suyu ve permeat	Laktozu fermente eden mikroorganizmalarla fermentasyon	Peyniraltı suyu kaynaklı ürünler
Biyomas	Peyniraltı suyu	<i>Geotrichum candidum</i> ile peynir altı suyu ve yağ pres suyu karışımının işlenmesi	Biyomas
	Atık su	<i>Acutodesmus dimorphus</i> ile dört gün boyunca işleme	Biyomas; biyodizel ve biyoetanole daha fazla dönüşüm
Biyoplastikler	Peyniraltı suyu	<i>Ralstonia eutropha</i> DSM545, <i>Pseudomonas hidrojenovora</i> veya diğer türlerle işleme	Biyoplastik (polihidroksialkanoatlar, PHA)
	Süt endüstrisi atığı	<i>Bacillus megaterium</i> SRKP-3 veya <i>Brevibacterium casei</i> SRKP2 ile işleme	Biyoplastik (polihidroksibutiratlar, PHB)

Biyogübreler	Mandıra çamuru	<i>Rhizobium</i> için büyüme ortamı olarak kullanım	Süt çamurunun substrat olarak kullanılmasıyla daha düşük maliyetli biyogübreler
Biyoyakıtlar	Peyniraltı suyu	<i>Kluyveromyces fragilis</i> ile fermentasyon	Biyoyakıt (Etanol)
	Peyniraltı suyu tozu	<i>Kluyveromyces fragilis</i> ile fermentasyon	Biyoyakıt (Etanol)
	Peyniraltı suyu	<i>Candida inconspicua</i> W16 ile fermentasyon	Biyoyakıt (Etanol)
	Peyniraltı suyu	<i>Clostridium acetobutylicum</i> DSM 792 ile işleme	Biyobütanol
	Atık su	<i>Chlorella pyrenoidosa</i> ile işleme	Biyomas ve biyoyakıtlar
Biyoenjeri	Atık su	mikroalg <i>Acutodesmus dimorphus</i> ile işleme	Biyoyakıt (biyodizel ve bioetanol)
	Yağlı atık (flotasyon ile oluşan)	Anaerobik biyodegradasyon	Biyometan(enerji)
Organik asitler	Mandıra atığı	Asidojenik fermentasyon ve anaerobik çürütme	Biyoenjeri (H ₂ ve CH ₄ üretimi)
	Peyniraltı suyu	<i>Aspergillus niger</i> ATCC9642 ile işleme	Sitrik asit
	Peyniraltı suyu	<i>Actinobacillus succinogenes</i> 130Z ile işleme	Süksinik asit
	Tatlı peyniraltı suyu	<i>Propionibacterium shermanii</i> ile işleme	Propiyonik asit
	Yogurt üretim atığı	<i>Lactobacillus casei</i> ATCC393 ile fermentasyon	Laktik asit
Biyoaktif peptitler	Peyniraltı suyu	<i>Maclura pomifera</i> ile lateks kullanımı	Biyoaktif peptitler
Enzimler	Atık su	<i>A. niger</i> , <i>Pseudomonas sp</i> , <i>Streptomyces sp</i>	Lipaz
Biyosürefektanlar	Atık su	<i>Candida bombicola</i> ATCC 22214 ile işleme	Biyosürefektanlar
Tek hücre proteini	Peyniraltı suyu	Laktozu fermente eden mikroorganizmalar, özellikle mayalar ile işleme	Tek hücre protein
Polisakkaritler	Peyniraltı suyu permeatı (hidrolize laktöz)	<i>Xanthomonas campestris</i> ile işleme	Xanthan gum
	Proteini alınmış peyniraltı suyu	<i>Streptococcus thermophilus</i> SY ile işleme	Eksopolisakkaritler

Süt işletmelerinin temizliği sırasında üretilen atık su, oldukça zengin bir kazein hammadde kaynağıdır (Watkins ve Nash, 2010). Bu atıklardan kazein üretmek için çözünmüş hava yüzdürme (ÇHY) işlemi uygulanmaktadır. ÇHY işlemi sırasında, atık sudaki süspanse partikülleri toplamak için bir nitrojen kabarcıkları akışı kullanılmaktadır. Süspansiyon halindeki partiküller, protein açısından zenginleştirilmek üzere daha fazla işlenen, daha sonra kurutulan ve bir toz olarak depolanan bir çamur (ÇHY-kazein) olarak hasat edilmektedir. Elde edilen toz, proteinler, lipidler, mineraller, şekerler ve külden oluşmaktadır (Ryder ve ark., 2019).

Süt endüstrisi atıklarından biyogaz üretilmesi durumunda, atıkların organik madde miktarını ölçmek ve biyogaz üretim potansiyelini tahmin etmek için özellikle KOİ değeri dikkate alınmaktadır. Süt endüstrisi atık suyunun KOİ'si diğer atık sulara nazaran yüksek olduğundan biyogaz üretimi için iyi bir hammadde olarak değerlendirilebilir (Çetinkaya, 2018).

SONUÇ

Süt endüstrisi atıkları, yüksek miktarda organik madde, BOİ ve KOİ düzeyine sahip olduğundan, uygun bir şekilde işlenmeyip doğrudan nehirlere, göllere, denizlere veya toprağa bırakıldığında ciddi çevre sorunlarına neden olabilmektedir. Bu atıklar, hem insan sağlığını olumsuz etkilemekte hem de suda yaşayan canlılar için büyük problem teşkil etmektedirler.

Süt endüstrisi atıklarının arıtılması ve geri kazanılması için birçok yöntem geliştirilmiştir. Örneğin, süt tesislerinden çıkan biyoatık yüksek enerji potansiyeline sahip olduğundan, biyogaz-metan üretimi için iyi bir substrat olarak değerlendirilmektedir. Ayrıca mevcut arıtma sistemleri sayesinde bu atıklar, ekonomik açıdan değerli olan gıda, yakıt, ilaç, plastik vb. olarak kullanılmaktadır.

Dünyanın içinde bulunduğu çevresel sorunlar da dikkate alındığında, süt endüstrisi atık yönetiminin daha etkin ve yaygın bir şekilde yapılmasının önemli olduğu düşünülmektedir. Bu atık yönetim sistemlerinin sürdürülebilir olması için kamu otoriteleri de kendi rollerini daha güçlü bir şekilde ortaya koymalıdır.

KAYNAKÇA

- Ahmad, T., Aadil, R.M., Ahmed, H., Rahman, U., Soares, B.C.V., Souza, S.L.Q., Pimentel, T.C., Scudino, H., Guimarães, J.T., Esmerino, E.A., Freitas, M.Q., Almada, R.B., Vendramel, S.M.R., Silva, M.C., Cruz, A.G. (2019). Treatment and utilization of dairy industrial waste: A review. *Trends in Food Science & Technology*, 88, 361-372. doi: 10.1016/j.tifs.2019.04.003
- Anonim (2018). Süt Sektör Politika Belgesi 2018-2022. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü, 95s.
- Arvanitoyannis, I.S., Giakoundis, A. (2006). Current Strategies for Dairy Waste Management: A Review, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 46, 379-390, doi: 10.1080/10408390591000695
- Arvanitoyannis, I.S., Kassaveti A. (2008). Dairy Waste Management: Treatment Methods and Potential Uses of Treated Waste: Waste Management for the Food Industries (Editor, I.S. Arvanitoyannis). Academic Press, Elsevier, UK, pp. 801-860.
- Ataseven, Z. Y. (2020). Durum ve Tahmin, Süt ve Süt Ürünleri. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü Yayınları, No: 321. Ankara, 39s. Erişim adresi: <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tepe/Belgeler/PDF%20Durum-Tahmin%20Raporlar%C4%B1/2020%20Durum-Tahmin%20Raporlar%C4%B1/S%C3%BCt%20ve%20S%C3%BCt%20%C3%9Cr%C3%BCnleri%20Durum%20Tahmin%20Raporu%202020-321%20TEPGE.pdf> (Erişim tarihi: 07.07.2021).
- Britz, T. J., van Schalkwyk, C., Hung, Y. T. (2006). Treatment of dairy processing wastewaters. *Waste Treatment in the Food Processing Industry*, 1-28.
- Carvalho, F., Prazeres, A. R., Rivas, J. (2013). Cheese whey wastewater: Characterization and treatment. *Science of the Total Environment*, 445-446, 385-396. Doi: 10.1016/j.scitotenv.2012.12.038
- Çetinkaya, A. Y. (2018). Süt endüstrisi atıksuyunun biyometanizasyon potansiyelinin incelenmesi. *Politeknik Dergisi*, 21(2): 457-460. doi: 10.2339/politeknik.403974

- Das, B., Sarkar, S., Sarkar, A., Bhattacharjee, S., Bhattacharjee, C. (2016). Recovery of whey proteins and lactose from dairy waste: A step towards green waste management. *Process Safety and Environmental Protection*, 101, 27-33. doi: 10.1016/j.psep.2015.05.006
- De Jesus, C., Elba Ruth, V., Daniel, S., & Sharma, A. (2015). Biotechnological Alternatives for the Utilization of Dairy Industry Waste Products. *Advances in Bioscience and Biotechnology*, 6, 223-235. doi: 10.4236/abb.2015.63022
- Doğan, E. (2020). Dondurma Üretiminde Yayılcaltı Tozunun Kullanım Olanakları. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 64s.
- Goli, A., Shamiri, A., Khosroyar, S., Talaiekhosani, A., Sanaye, R., Azizi, K. (2019). A review on different aerobic and anaerobic treatment methods in dairy industry wastewater. *Journal of Environmental Treatment Techniques*, 6(1), 113-141.
- Irmak, N. (2016). Anne sütünün önemi ve ilk 6 ay sadece anne sütü vermeyi etkileyen unsurlar. *Jour Turk Fam Phy*, 7(2), 27-31. doi: 10.15511/tjtfp.16.02627
- Jaganmai, G., Jinka, R. (2017). Production of lipases from dairy industry wastes and its applications. *International Journal of Current Microbiological and Applied Sciences*, 5, 67-73.
- Jayaprakasha, H. M., Yoon, Y.C. (2005). Production of functional whey protein concentrate by monitoring the process of ultrafiltration. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.*, 18, 433-438. doi: 10.5713/ajas.2005.433
- Kozłowski, K., Pietrzykowski, M., Czekala, W., Dach, J., Kowalczyk-Juško, A., Józwiakowski, K., Brzoski, M. (2019). Energetic and economic analysis of biogas plant with using the dairy industry waste. *Energy*, 183, 1023-1031. doi: 10.1016/j.energy.2019.06.179
- László, Z., Kertész, S., Mlinkovics, E., Hodúr, C. (2007) Dairy Waste Water Treatment by Combining Ozonation and Nanofiltration. *Separation Science and Technology*, 42,7, 1627-1637, doi: 10.1080/01496390701290508
- Llop, A., Pocurull, E., Borrull, F. (2009). Evaluation of the removal of pollutants from petrochemical wastewater using a membrane bioreactor treatment plant. *Water Air Soil Pollut.*, 197, 349-359. doi: 10.1007/s11270-008-9816-7

- Ng, A. N. L., Kim, A. S. (2007). A mini-review of modeling studies on membrane bioreactor (MBR) treatment for municipal wastewaters. *Desalination*, 212(1-3), 261-281. doi: 10.1016/j.desal.2006.10.013
- Ostojić, S., Pavlović, M., Živić, M., Filipović, Z., Gorjanović, S., Hranisavljević, S., Dojčinović, M. (2005). Processing of whey from dairy industry waste. *Environmental Chemistry Letters*, 3(1), 29-32. doi:10.1007/s10311-005-0108-9
- Parris, N., Coffin, D. R. (1997). Composition Factors Affecting the Water Vapor Permeability and Tensile Properties of Hydrophilic Zein Films. *J Agric Food Chem*, 45(5), 1596:1599. doi: 10.1021/jf960809o
- Porwal, H. J., Mane, A. V., Velhal, S. G. (2015). Biodegradation of dairy effluent by using microbial isolates obtained from activated sludge. *Water Resources and Industry*, 9, 1-15. doi: 10.1016/j.wri.2014.11.002
- Razzaq, H. A., Pezzuto, M., Santagata, G., Silvestre, C., Cimmino, S., Larsen, N., Duraccio, D. (2016). Barley β -Glucan-Protein Based Bioplastic Film with Enhanced Physicochemical Properties for Packaging. *Food Hydrocolloids*, 58, 276-283. doi: 10.1016/j.foodhyd.2016.03.003
- Ryder, K., Ali, M. A., Billakanti, J., Carne, A. (2019). Evaluation of Dairy Co-product Containing Composite Solutions for the Formation of Bioplastic Films. *Journal of Polymers and the Environment*. doi: 10.1007/s10924-019-01635-4
- Wang, Y., Serventi, L. (2019). Sustainability of dairy and soy processing: A review on wastewater recycling. *Journal of Cleaner Production*, 237, 117821. doi: 10.1016/j.jclepro.2019.117821
- Watkins M., Nash D. (2010). Dairy Factory Wastewaters, Their Use on Land and Possible Environmental Impacts – A Mini Review. *The Open Agriculture Journal*, 4, 1-9. doi: 10.2174/1874331501004010001
- Yıldırım, Ç., Güzeler, N. (2013). Peyniraltı Suyu ve Yayıkaltının Toz Olarak Değerlendirilmesi. *Ç.Ü.Z.F. Dergisi*, 28 (2): 11-20.
- Yonar, T., Sivrioğlu, Ö., Özengin, N. (2018). Physico-chemical treatment of dairy industry wastewaters: A review. *Technological Approaches for Novel Applications in Dairy Processing*, Nurcan Koca, IntechOpen, doi:

10.5772/intechopen.77110 Available from: <https://www.intechopen.com/books/technological-approaches-for-novel-applications-in-dairy-processing/physico-chemical-treatment-of-dairy-industry-wastewaters-a-review>
(Access date: 07.07.2021).

Zhao, R., Torley, P., Halley, P.J. (2008). Emerging biodegradable materials: starch- and protein-based bio-nanocomposites. *J Mater Sci*, 43, 3058-3071. doi: 10.1007/s10853-007-2434-8

BÖLÜM 5

GIDA ATIKLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Abdulkerim HATİPOĞLU¹

¹ Mardin Artuklu Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, abdulkerimhatipoglu@artuklu.edu.tr Orcid ID: 0000-0002-1487-1953

GİRİŞ

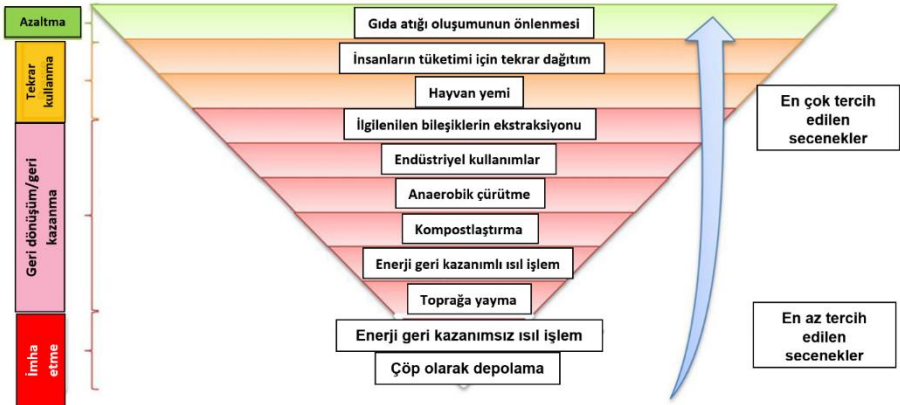
Küresel gıda atığının 931 milyon ton olduğu tahmin edilmektedir. Diğer bir ifadeyle, dünyada üretilen gıdaların %17'si tüketilemeden çöpe gitmektedir. Gıda atığının büyük bölümü hanelerde, geri kalanı da perakende sektörü ve hizmet (konaklama) sektöründe ortaya çıkmaktadır (UN, 2021). Diğer taraftan, gıdaların endüstriyel olarak işlenmesi ve taşınması sırasında da bu atıklar oluşabilmektedir.

Gıda atığı (GA), çevre kirliliğine neden olan, halk sağlığı ve ülke ekonomilerini olumsuz etkileyen bir sürdürülebilirlik sorunudur (Martin-Rios ve ark., 2018; Filimonau ve ark., 2019). FAO (2014)'ye göre, GA atmosfere yılda yaklaşık 3.5 milyar ton CO₂ biriktirerek sera gazı emisyonlarına katkıda bulunmaktadır. Çünkü belediye katı atıklarının bir bileşeni olan GA, geleneksel olarak yakılmakta veya açık alana boşaltılarak depolanmaktadır (Cerda ve ark., 2017). Yüksek nem içeriğine sahip GA'nın yakılması, çevre için zararlı olan dioksinlerin açığa çıkmasına neden olmaktadır. Ayrıca, yakma, yakılan substrattan besinlerin ve değerli kimyasal bileşiklerin geri kazanılmasını engellediği için substratın ekonomik değerini azaltmaktadır (Paritosh ve ark., 2017). GA'nın düzenli olarak depolanması da bazı sorunlara yol açmaktadır. Depolanan gıda atıklarındaki organik materyalin ayrışması sonucu, aromatik bileşikler, halojenli bileşikler, fenoller, pestisitler, ağır metaller ve amonyum gibi toksik elementler üretilmektedir. Bu parçalanma ürünleri halk sağlığını (kanserojen etkiler, akut toksisite ve genotoksisite açısından) tehdit etmektedir. GA, bugün Japonya ve Güney Kore gibi ülkeler dışında, Dünyanın birçok

ülkesinde hala açık alanlara boşaltılarak depolanmaktadır (Ab Muttalib ve ark., 2016; Cerda ve ark., 2017).

Bugüne kadar GA'dan, enzimler, organik asitler, gliserol, biyoplastikler, biyopolimerler, nanopartiküller, lifler, metan, hidrojen, biyodizel ve etanol gibi ürünler elde edilmiştir (Capson-Tojo ve ark., 2016). GA'dan çevre dostu bozunur ambalaj malzemeleri de üretilmektedir. Bu bağlamda, portakal kabuğu, soya proteini, karboksimetilselüloz, mısır nişastası, nar kabuğu, kaju kabuğu nişastası, limon kabuğu ve patates kabuğu, üzerinde çalışma yapılan atıklardan bazılarıdır (Karakuş ve Ayhan, 2019). Diğer taraftan, su ürünleri atıklarından yenilenebilir film, silaj, balık unu, balık yemi, jelatin, sos, kitin-kitosan ve peptit elde edilmektedir (Gündüz ve ark., 2018).

GA biyolojik olarak parçalanabildiği için (Paritosh ve ark., 2017) genellikle kompost ve biyoyakıt üretiminde değerlendirilmektedir (Şekil 1). Ayrıca hayvan beslenmesinde de yemlerin bileşimine dahil edilmektedir (Salihoglu ve ark., 2017). Böylelikle hem çevre kirliliği azaltılmakta hem de bu atıklar ekonomiye kazandırılmaktadır. Kompost üretimi genellikle aerobik koşullarda gerçekleştirilmesine karşın, biyoyakıt (biyogaz) üretimi anaerobik koşullarda gerçekleştirilebilmektedir. Bu nedenle ikinci yöntem anaerobik çürütme olarak isimlendirilmektedir (Cerda ve ark., 2017).



Şekil 1. Tüketim fazlası gıdalar ve gıda atıkları için atık hiyerarşisi (Garcia-Garcia ve ark., 2016)

Bu çalışmada GA' nın değerlendirilmesi sırasında uygulanan kompostlaştırma ve anaerobik çürütme hususları ele alınmıştır.

KOMPOSTLAŞTIRMA

GA yüksek nem içeriğine, yüksek organik-kül oranına ve gevşek bir fiziksel yapıya sahip olduğundan, kompostlaştırma ideal bir bertaraf yöntemi olarak görünmektedir (Chang ve Hsu, 2008). Kompostlaştırma, katı organik atıkların hacmini ve kütlesini azaltırken, stabilize, güvenli ve besin öğeleri açısından zenginleştirilmiş toprak (humus benzeri) değişikliği üreten biyokimyasal bir süreçtir (Adhikari ve ark., 2009; Li ve ark., 2013).

GA'nın kompostlaştırılması özetle şöyledir;

Gelen atıklar parçalanmakta, karıştırılmakta ve havalandırılmaktadır. Ardından ön olgunlaştırma için minimum 60 °C sıcaklıkta 14-21 gün bekletilmektedir. Atıklar daha sonra 56 günlük olgunlaşma aşaması için

yığınlar da depolanmaktadır. Olgunlaşan malzeme depodan çıkarılmakta, elenmekte ve kompost olarak paketlenmektedir. Kullanılan kompost kullanım verimlerinin, N için %20, P için %100 ve K için %100 olduğu belirtilmektedir (Salemdeeb ve ark., 2016).

Kompostlaştırma aerobik koşullarda yapılabildiği gibi anaerobik olarak da yapılabilmektedir. Tablo 1’ de aerobik ve anaerobik kompostlaştırmanın özellikleri gösterilmiştir. Buna göre, aerobik kompostlaştırma işlemi daha kısa sürmesine karşın, bu işlem sırasında besin değeri korunamaz. Aerobik kompostlaştırmanın fitotoksosite riski ise anaerobik olandan daha düşüktür (Tablo 1). Ayrıca C/N oranınının 30-40 ve nem içeriğininin %50-65 olması durumunda, aerobik kompostlaştırma sürecinin daha verimli gerçekleştiği bildirilmiştir (Chang ve Chen, 2010). Aerobik ve anerobik kompost yöntemlerindeki komposta dönüşüm oranları sırasıyla %42 ve %33’ tür. Aerobik kompostlaştırmada öncelikli hedef hacim azaltılması iken, anaerobik kompostlaştırmada ise öncelikli hedef enerji üretimidir (Uygun, 2012).

1. Gıda Atıklarının Kompostlaştırılmaları Sırasında Çevresel Parametrelerin Rolü

GA kompostlaştırma süreçlerini kontrol eden ana faktörler, sıcaklık, nem içeriği, pH seviyesi, havalandırma oranı, C/N oranı, partikül boyutu ve besin içeriğidir. Bu faktörler ayrışma süreci ile birlikte sürekli olarak değişebilirler ve nihai ürünleri önemli ölçüde etkilemektedirler. Özellikle termofilik dönemdeki sıcaklık değişiklikleri, patojenleri büyük ölçüde azaltmaktadır.

Tablo 1. Aerobik ve anaerobik kompostlaştırmanın özellikleri (Ab Muttalib ve ark., 2016).

Özellik	Aerobik	Anaerobik
Oksijen	İşlem oksijen varlığında gerçekleşmektedir.	Süreç, oksijen beslemesinin olmadığı veya sınırlı olduğu durumlarda gerçekleşmektedir.
Mikroorganizma kullanılması	Aerobik mikroorganizma organik maddeyi parçalamaktadır. Karbondioksit, amonyak, su, ısı ve humus ile kararlı yapıda olan organik son ürün üretmektedir.	Anaerobik mikroorganizmalar hakimdir. Metan, organik asitler, hidrojen sülfür ve diğer maddeler dahil ara bileşiklerin artışı sağlanmaktadır.
Risk	Küçük fitotoksosite riski	Güçlü kokuları ve bazı fitotoksik etkileri vardır.
Sıcaklık	Üretilen ısı organik maddenin parçalanmasını hızlandırmaktadır.	Düşük sıcaklık süreci
Süresi	İşlem süresi kısadır. Bu süre kullanılan mekanizmaya bağlıdır (en fazla 4 ay)	Aerobik kompostlaştırmadan daha uzun (6-8 ay)
Besin değeri	Kompostlaştırma işlemi sırasında besin öğeleri kaybolmaktadır.	Kompostlaştırma işlemi sırasında besin öğeleri korunmaktadır.

pH seviyesi mikrobiyal büyüme ve amonyak emisyonu ile ilişkilidir. Nem içeriği hammaddelerin fiziksel ve kimyasal özelliklerini büyük ölçüde etkilemektedir. C/N oranı mikrobiyal çoğalma için önemlidir. Havalandırma mikrobiyal çoğalma ve gaz emisyonu üzerinde büyük bir etkiye sahiptir. Kompost olgunluğunu sağlamak için bu parametreler yeterli bir şekilde kontrol edilmelidir (Li ve ark., 2013).

Kompostlama işleminden elde edilen ürün, bitki büyümesi için potasyum, nitrat, magnezyum, kalsiyum, sodyum ve klorür gibi besinleri içeren biyo-gübre olarak doğrudan toprağa uygulanabilmektedir (Ab Muttalib ve ark., 2016). Elde edilen kompostlar, turba ikame maddesi olarak veya turba ile birlikte de kullanılabilirler (Farrell ve Jones, 2010).

2. Kompostun Çevreye ve Tarıma Faydaları

- Yeraltı suyu kalitesini korumaktadır.
- Tarım alanlarından gelen kokuları en aza indirmektedir.
- Organik maddeleri düzenli depolama alanlarından komposta yönlendirerek çöp sahalarında metan üretimini ve sızıntı suyu oluşumunu önlemektedir.
- Böcek ilacı ve gübre ihtiyacını önemli ölçüde azaltmaktadır.
- Ağır metalleri bağlayıp, su kaynaklarına geçmelerini, bitkiler tarafından emilmelerini veya insanlar tarafından biyolojik olarak kullanılabilir olmalarını önlemektedir.
- Kompostlanmış gübre ham gübrelere göre daha hafiftir (ton başına ham gübrenin yaklaşık 1/4 ağırlığındadır.)

- Organik madde, humus ve katyon değişim kapasitesini artırarak zayıf toprakları yenilemektedir.
- Bazı bitki hastalıkları ile parazitleri baskılamakta ve yabancı ot tohumlarını öldürmektedir.
- Bazı mahsullerde verimi, boyutu ve kök uzunluğunu artırmaktadır.
- Su ihtiyacını azaltmaktadır.
- Kumlu toprakların besin içeriği ile su tutma kapasitesini artırmaktadır.
- Killi topraklara suyun sızmasını kolaylaştırmaktadır.
- Kimyasal gübre kullanımıyla sayıları azalmış olan topraktaki mikroorganizmaları tekrar eski haline getirmektedir.
- Topraktaki solucan popülasyonunu artırmaktadır.
- Uzun vadeli kararlı bir organik madde kaynağıdır.
- Toprağın pH seviyelerini tamponlamaktadır (Risse, 2009).

ANAEROBİK ÇÜRÜTME

Anaerobik çürütme, oksijen yokluğunda biyogaz üretmek için organik maddeyi ayrıştıran çok aşamalı biyolojik bir süreçtir (Kangle ve ark., 2010). Bahse konu çürütme öncesinde GA parçalanmakta, elenmekte ve bir çürütme tankına gönderilmektedir. Tankta işlenecek olan atık, %25-40 kuru madde içeriğine sahiptir ve 50-55 °C' deki bir sıcaklıkta çürütülmektedir (Salemdeeb ve ark., 2016).

GA, nispeten yüksek miktarda toplam kuru madde içeriğine sahiptir. Kuru maddenin yaklaşık %90'ı uçucu maddelerden oluşmaktadır.

Bahse konu kuru maddenin büyük çoğunluğu kolayca parçalanabilen karbonhidratlardır (selüloz ve lignin vb. oranı düşük). Diğer iki ana bileşen proteinler (%15-25) ve lipitlerdir (%13-30). Proteinler yüksek bir azot içeriğine sahiptir ve GA diğer substratlarla karşılaştırıldığında nispeten düşük bir C/N oranına sahiptir. GA'nın diğer önemli özellikleri, içinde bulunan makro elementlerin (yani potasyum, sodyum, fosfor, kalsiyum veya magnezyum) yüksek konsantrasyonları ve nispeten az miktarda eser element (yani demir, selenyum, nikel veya molibden) içermesidir. Tüm bu özellikler, GA'yı anaerobik çürütme için uygun bir substrat yapmaktadır (Capson-Tojo ve ark., 2016).

Anaerobik çürütme, GA'nın geri dönüşümünü ele alırken biyoyakıt (çoğu zaman biyogaz) üretmeyi hedeflediği için, ülkelerin enerji ihtiyaçlarına ihmal edilemeyecek ölçüde katkı sağlayabilecektir (Paritosh ve ark., 2017). Anaerobik çürütme, GA'yı verimli bir şekilde ayrıştırarak farklı katma değerli bileşikler (metan, hidrojen veya uçucu yağ asitleri) üreten, düşük maliyetli bir teknolojidir (Capson-Tojo ve ark., 2016).

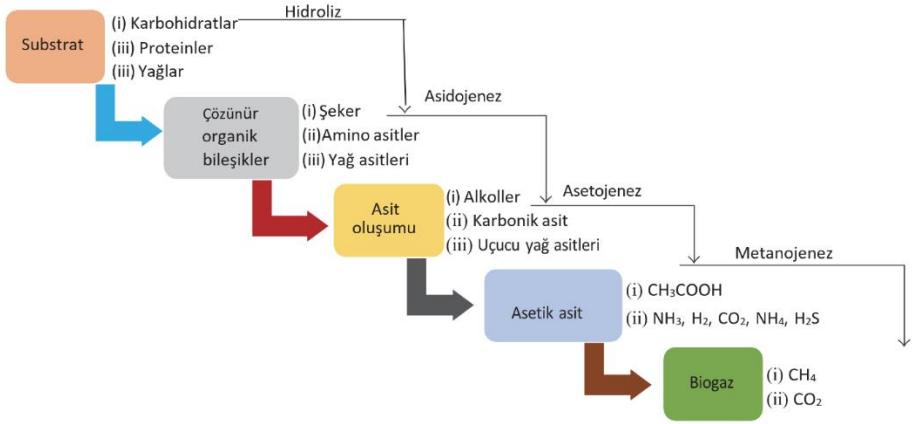
GA, aşağıdaki süreçlerle biyoyakıtlara (enerjiye) dönüştürülebilmektedir:

- Biyodizel üretmek için sıvı ve katı yağların transesterifikasyonu,
- Biyoetanol veya biyobütanol üretmek için karbonhidratların fermantasyonu,
- Biyogaz (metanca zengin gaz) üretmek için anaerobik çürütme,
- Hidrojen üretmek için karanlık fermantasyon,

- Piroliz ve gazlaştırma,
- Hidrotermal karbonizasyon,
- Yakma (Giroto ve ark., 2015).

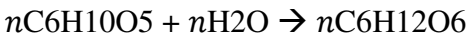
Anaerobik çürütme genel olarak dört aşamadan oluşmaktadır: a) enzimatik hidroliz, b) asidojeniz, c) asetojeniz ve d) metanojeniz.

Şekil 2, anaerobik çürütme aşamalarını göstermektedir.



Şekil 2: Anaerobik çürütme aşamaları (Paritosh v ark., 2017)

1. Enzimatik hidroliz: İlk aşamada mikroorganizmalar tarafından hücre zarlarına taşınamayan büyük polimer molekülleri, fakültatif veya zorunlu anaerobik hidrolitik bakterilerin salgıladığı hidrolazlar tarafından parçalanmaktadır. Hidroliz, polimerleri oligomer veya monomerik birimlere ayırmaktadır. Örneğin, nişasta hidroliz ile birlikte oligosakkaritlere ve glikoz moleküllerine, proteinler peptitlere ve amino asitlere, lipitler ise gliserol ve yağ asitlerine parçalanmaktadır.

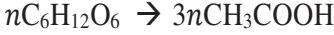


2. Asidojenez: İkinci aşamada, hidrolitik ürünlerin, karbondioksit, amonyak ve hidrojen ile birlikte asetat, propiyonat, bütirat, izobütirat ve valerat gibi uçucu yağ asitlerine fermente edildiği asidojenez gerçekleşmektedir. Asitleştirme sırasında, fakültatif anaerobik bakteriler, metanojenez için anaerobik ortam sağlayan oksijen ve karbonu kullanmaktadır. Birinci aşamada üretilen monomerler, ikinci aşamadaki bakteriler için (organik asitlere dönüşecek) substratlar haline gelmektedir.

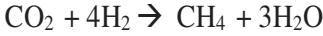
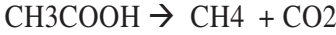
Doğrudan metan üretimi için asetat, hidrojen ve karbon dioksit kullanılabilir. Bununla birlikte, asetojenik bakterilerin daha fazla asetat ve hidrojen oluşturmaları için propiyonat, butirat, valerat ve izobütirat eklenmektedir.

3. Asetojenez: *Syntrophomonas* ve *Syntrophobacter* cinslerine ait asetojenik bakteriler, önceki fazdan elde edilen ürünleri asetatlara ve hidrojene dönüştürmektedir. Elektron kaynağı olarak kullanılan hidrojen sayesinde karbon dioksit indirgenmekte ve bu şekilde az sayıda asetat molekülü üretilmektedir. Asetatlar sonraki aşamada metanojenler tarafından kullanılacaktır. Bununla birlikte, işlem sırasında açığa çıkan hidrojen, mikroorganizmalar üzerinde inhibe edici etki yapmaktadır. Bu nedenle, anaerobik çürütücülerdeki asetojenik bakteriler, hidrojeni metan oluşumu için kullanan (yani hidrojeni uzaklaştıran) hidrojenotrofik metanojenlerle sintrofik ilişki içinde yaşamaktadırlar.

Ayrıca asetojeniz, biyogaz üretiminin verimliliğini gösteren aşamadır. Çünkü asetat azaldığında metanın %70'i ortaya çıkmaktadır. İşlem sırasında eş zamanlı olarak %11 oranında hidrojen de oluşmaktadır.



4. Metanojeniz: Son aşama, Archaea'ya ait metanojenler tarafından gerçekleştirilmektedir. Metan, ya asetik asidin fermantasyonu ya da karbondioksitin indirgenmesi ile üretilebilmektedir. Bu nedenle, önceki fazın ürünleri, yani asetik asit, hidrojen ve karbondioksit, metan oluşumu için bir öncü görevi görmektedir. Bu süreçte üretilen metanın sadece %30'u, metanojenlerin ortaya çıkardığı karbondioksitin indirgenmesi ile gerçekleşmektedir.



Metan, iki tür metanojen tarafından iki ayrı şekilde üretilebilmektedir: a) asetik asitten metan üreten asetoklastik metanojenler ve b) karbon dioksiti azaltmak için hidrojen kullanan hidrojenotrofik metanojenler (Paritosh ve ark., 2017).

Diğer biyoenerji üretim teknolojileri ile karşılaştırıldığında, anaerobik çürütme yüksek nem içeriğine ve safsızlığa sahip olan atıkların işlenmesi için en uygun yöntemdir. Ayrıca bu teknik hem büyük hem de küçük ölçekli çürütücülerde ve tüm jeolojik konumlarda yürütülebilmektedir (Xu ve ark., 2018).

Tablo 3, anaerobik çürütmede aktif olan mikroorganizma cinslerini ve organik maddelerin bozunmasında bu mikroorganizmaların iş birliğini özetlemektedir.

Tablo 2. Organik maddelerin bozunmasında mikroorganizmaların işbirliği (Paritosh ve ark., 2017)

Reaksiyon Tipi	Mikroorganizma	Aktif Cinsler	Ürün
Fermantasyon	Hidrolitik bakteriler	<i>Bacteroides</i> , <i>Lactobacillus</i> , <i>Propionibacterium</i> , <i>Sphingomonas</i> , <i>Sporobacterium</i> , <i>Megasphaera</i> , <i>Bifidobacterium</i>	Basit şekerler, peptitler, yağ asitleri
Asidojenez	Sintropik bakteriler	<i>Ruminococcus</i> , <i>Paenibacillus</i> , <i>Clostridium</i>	Uçucu yağ asitleri
Asetojenez	Asetojenik bakteriler	<i>Desulfovibrio</i> , <i>Aminobacterium</i> , <i>Acidaminococcus</i>	CH ₃ COOH
Metanojenez	Metanojenler (Archaea)	<i>Methanosaeta</i> , <i>Methanolobus</i> , <i>Methanococcoides</i> , <i>Methanohalophilus</i> , <i>Methanosalsus</i> , <i>Methanohalobium</i> , <i>Halomethanococcus</i> , <i>Methanolacinia</i> , <i>Methanogenium</i> , <i>Methanoculleus</i>	CH ₄

SONUÇ

GA, besin öğeleri açısından zengin bir kaynak olması nedeniyle gelecekte sürdürülebilir bir enerji kaynağı olarak değerlendirilmektedir. GA' nın kompostlaştırılması, çevrenin korunması ve toprağın iyileştirilmesi açısından yeterli potansiyele sahip uygun bir atık yönetim sistemidir. Diğer taraftan, anaerobik çürütme ile GA'dan yüksek oranda biyogaz üretilmektedir.

Son yıllarda çevresel faktörlerin etkisiyle, küresel ısınma ve iklim değişikliğinin sonuçları tüm dünyada daha yoğun bir şekilde hissedilmeye başlanmıştır. Bu nedenle, GA'nın çevre dostu yöntemlerle değerlendirilerek enerji ve/veya bitki besin kaynağı olarak geri kazandırılması büyük önem arz etmektedir. Çevreye zarar veren diğer unsurların azaltılmasının yanında, GA'nın uygun yöntemlerle değerlendirilmesi sonucu, gelecek nesillere daha temiz ve yaşanılabilir bir dünya miras olarak bırakılabilecektir.

KAYNAKÇA

- Ab Muttalib, S.A., Syed Ismail, S.N., Praveena, S.M. (2016). Application of Effective Microorganism (EM) in Food Waste Composting: A review. *Asia Pacific Environmental and Occupational Health Journal*, 2(1), 37-47.
- Adhikari, B. K., Barrington, S., Martinez, J., King, S. (2009). *Effectiveness of three bulking agents for food waste composting*. *Waste Management*, 29(1), 197–203. doi: 10.1016/j.wasman.2008.04.001
- Capson-Tojo, G., Rouez, M., Crest, M., Steyer, J.-P., Delgenès, J.-P., Escudié, R. (2016). Food waste valorization via anaerobic processes: a review. *Reviews in Environmental Science and Bio/Technology*, 15(3), 499–547. doi:10.1007/s11157-016-9405-y
- Cerda, A., Artola, A., Font, X., Barrena, R., Gea, T., Sánchez, A. (2017). Composting of food wastes: Status and challenges. *Bioresource Technology*, 248, 57–67. doi: 10.1016/j.biortech.2017.06.133
- Chang, J. I., Chen, Y. J. (2010). Effects of bulking agents on food waste composting. *Bioresource Technology*, 101(15), 5917–5924. doi: 10.1016/j.biortech.2010.02.042
- Chang, J. I., Hsu, T.-E. (2008). *Effects of compositions on food waste composting*. *Bioresource Technology*, 99(17), 8068–8074. doi: 10.1016/j.biortech.2008.03.043
- FAO (2014). Food wastage footprint: Full-cost accounting. Final Report <http://www.fao.org/3/i3991e/i3991e.pdf> (Erişim tarihi: 7 Mart 2021).
- Farrell, M., Jones, D. L. (2010). Food waste composting: Its use as a peat replacement. *Waste Management*, 30(8-9), 1495–1501. doi: 10.1016/j.wasman.2010.01.032
- Filimonau, V., De Coteau, D. A. (2019). *Food waste management in hospitality operations: A critical review*. *Tourism Management*, 71, 234–245. doi: 10.1016/j.tourman.2018.10.009
- Garcia-Garcia, G., Woolley, E., Rahimifard, S., Colwill, J., White, R., Needham, L. (2016). *A Methodology for Sustainable Management of Food Waste*. *Waste and Biomass Valorization*, 8(6), 2209–2227. doi:10.1007/s12649-016-9720-0

- Giroto, F., Alibardi, L., Cossu, R. (2015). *Food waste generation and industrial uses: A review*. *Waste Management*, 45, 32–41. doi: 10.1016/j.wasman.2015.06.008
- Gündüz, H., Öztürk, F., Hamzaçebi, S., Akpınar, M.D., (2018). Su Ürünleri İşleme Atıklarının Değerlendirilmesi. *Aquat Sci Eng*, 33(1): 1-5. doi: 10.18864/ASE201801
- Kangle, K.M., Kore, S.V., Kore, V.S., Kulkarni G.S. (2010). Recent Trends in Anaerobic Codigestion: A Review. *Universal J Environ Res Technol*, 2:210-219.
- Karakuş, E., Ayhan, Z., (2019). Gıda Atıklarından Çevre Dostu Biyobozunur Ambalaj Malzemesi Üretimi. *GIDA*, (2019) 44 (6): 1008-1019. doi: 10.15237/gida.GD19102
- Li, Z., Lu, H., Ren, L., He, L. (2013). *Experimental and modeling approaches for food waste composting: A review*. *Chemosphere*, 93(7), 1247-257. doi: 10.1016/j.chemosphere.2013.06.064
- Martin-Rios, C., Demen-Meier, C., Gössling, S., Cornuz, C. (2018). *Food waste management innovations in the foodservice industry*. *Waste Management*, 79, 196–206. doi: 10.1016/j.wasman.2018.07.033
- Paritosh, K., Kushwaha, S. K., Yadav, M., Pareek, N., Chawade, A., Vivekanand, V. (2017). *Food Waste to Energy: An Overview of Sustainable Approaches for Food Waste Management and Nutrient Recycling*. *BioMed Research International*, 2017, 1–19. doi:10.1155/2017/2370927
- Risse, M. (2009). Food Waste Composting: Institutional and Industrial Applications. [https://extension.uga.edu/publications/detail.html?number=B1189&title=Food %20Waste%20Composting:%20Institutional%20and%20Industrial%20Appli cation](https://extension.uga.edu/publications/detail.html?number=B1189&title=Food%20Waste%20Composting:%20Institutional%20and%20Industrial%20Application) (Erişim tarihi: 25 Mayıs 2021).
- Salemdeeb, R., zu Ermgassen, E. K. H. J., Kim, M. H., Balmford, A., Al-Tabbaa, A. (2016). Environmental and health impacts of using food waste as animal feed: a comparative analysis of food waste management options. *Journal of Cleaner Production*, 140, 871–880. doi: 10.1016/j.jclepro.2016.05.049

- Salihoglu, G., Salihoglu, N. K., Ucaroglu, S., Banar, M. (2018). Food loss and waste management in Turkey. *Bioresource Technology*, 248, 88–99. doi: 10.1016/j.biortech.2017.06.083
- UN (2021). UNEP Food Waste Index Report 2021. <https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/35280/FoodWaste.pdf> (Erişim tarihi: 5 Mart 2021).
- Uygun, S. (2012). Ülkemizde Kompost Üretimi Yapan Bazı Tesislerdeki Mekanizasyon Uygulamalarının Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 102s.
- Xu, F., Li, Y., Ge, X., Yang, L., Li, Y. (2018). Anaerobic digestion of food waste – Challenges and opportunities. *Bioresource Technology*, 247, 1047-1058. doi: 10.1016/j.biortech.2017.09.020

BÖLÜM 6
KATI ATIKLARIN SU KİRLİLİĞİNE ETKİSİ
Nilgün ONURSAL¹

¹ Siirt Üniversitesi Eğitim Fakültesi Temel Eğitim Bölümü, SİİRT
Mail: nilgun.onursal@gmail.com Orcid ID: 0000-0002-2460-6475

GİRİŞ

Dünyadaki hızlı nüfus artışı ile endüstrileşme çevre kirliliği sorunlarını da hızla arttırmakta ve sorunu devasa boyutlara getirmektedir. Su kirliliği bugün karşılaşılan en önemli çevre kirliliklerinden birini teşkil etmektedir. Bu nedenle su kirliliğinin azaltılması ve su kaynaklarının da iyi korunması oldukça elzemdir. Suyu kirleten kaynaklar, bunların yayılmasını sağlayan mekanizmalar ile etkilerinin çok iyi irdelenmesi gerekmektedir. Sanayii tarafından yapılan deşarjlar, tarımsal ilaçlar, evsel atık sular ile gübreler hem yeraltı sularına hem de yerüstü sularına karışma şeklinde kirlenmelere sebebiyet vermektedirler. Ayrıca Su kirliliği, organik, inorganik ve radyoaktif maddelerin su kaynaklarına ulaşması neticesinde de ortaya çıkmakta ve suyun kalitesini bozmaktadır. Suda mevcut olan kirlilikler üç grupta ele alınabilmekteler. Bunlar; fiziksel, kimyasal ve biyolojik kirliliklerdir. Bunların içerisinde yer alan kimyasal kirliliğe neden olan kaynaklardan birisi de ağır metal olarak adlandırılan, periyodik cetvelde geçiş elementleri olarak bilinen ve atom numarası 20'den fazla olan elementlerdir. Bunlar Hg (civa), Zn (çinko), Pb (kurşun), Cu (bakır), As (arsenik), Sn (kalay), Co (kobalt), Cd (kadmiyum), Mn (mangan), Ni (nikel) şeklinde yazılabilir. Bu elementler birçok yolla akarsu, göl ve denizlere ulaşır su kirliliğini oluşturmaktadırlar. Bunların çoğu su ürünlerinde birikerek toksik etkiye neden olmaktadır. Çok düşük konsantrasyonlar da dahi birçok canlı organizmayı olumsuz etkileyerek sağlıklı bir şekilde büyüme ve gelişmelerine engel olmakta ve besin

zincirinin diğer üyelerine taşınmaktadır. Bu etki özellikle sanayiinin geliştiği bölgelerde daha fazla hissedilmektedir. [1]

Ülkemizde endüstriyel faaliyet alanları daha çok Marmara, Ege ve Akdeniz bölgeleri ile sınırlı kalmakta, fakat tarımsal faaliyetler birçok bölgeyi kapsadığı için kontrolü çok daha güçleşmektedir. Özellikle yeraltı ve yerüstü sularını kirleten tarım ilaçları, hayvansal atıklar ve gübreler doğrudan toprağa salınmakta ve su aracılığı ile toprağın yüzeyine yakın birçok bölgeye taşınmaktadır. Taşınmaya bağlı kirlilik oranı gittikçe artmakta ve besin zinciri yoluyla tüm canlıların (insan, hayvan, bitki) sağlığını ve gelişimini tehlikeye atmaktadır. [2]

Günümüzde belediyelerin aktif görevlerinden biri çevre kirliliğinin önlenmesinde yetkin ve etkin olmalarıdır. Kentlerde yönetim unsuru açısından ön saflarda yer alan yerel yönetimler, kentleri korumaya bağlı olarak çevre kirliliğini de asgari seviyelere çekmeye çalışmaktadırlar. Katı atıkların toplanıp bertaraf edilmesine kadar geçen süreçte yetkili olan yerel yönetimlerin bir kısmı katı atığı yok edilmesi gereken madde olarak gördüklerinden geri dönüşüm konusunda yetersiz kalmışlardır. Ancak son yıllarda yapılan araştırmalar bize katı atıkların yok edilmeden ziyade geri dönüşümü ile ülke ekonomisine katkı sağlayan kaynak olarak değerlendirilmektedir. Bu bağlamda katı atıkların bertarafı ile geri dönüşümü yasal, ekonomik ve çevresel açıdan önemli bir hal almıştır. [3]

Kentsel Atık Türleri

Kentsel atık türleri iki çeşittir. Katı atıklar ve atık çamurlar. Kentsel atıkların en büyük nedeni çok hızlı olan kentleşme ve nüfus artışıdır. Ayrıca son yıllarda neredeyse tüm maddelerin ambalajlı veya pet şeklinde olması atık miktarını artırma nedenlerinden biridir.



5 Temmuz 2021 Pazartesi E-Gazete Cumhuriyet TV

(Türkiye'de plastik atık ithalatı ile ilgili yeni gelişme: Yasaklandı)

Gün geçtikçe devasa boyutlara ulaşan evsel atıklar, ticari ve endüstriyel işlevler neticesinde, tarım ve madencilığe dayalı çalışmalarla su drenaj tesislerinde ortaya çıkan atıklardır. Bunlar için önlem alınmadığı takdirde bunlar hava, su ve toprak aracılığı ile doğada birçok alana yayılabilecektir. [4]

Son zamanlarda çevreye karşı olan duyarlılık sık sık gündeme getirilerek çevre kirliliği konusunda bir farkındalık oluşturulmaya çalışılmaktadır. Geri dönüşüm ve kompostlaştırma gibi yöntemler kullanılarak çevre kirliliği azaltılmaya çalışılmaktadır. Ayrıca bu atıklar düzenli depolama ve yakılma şeklinde de bertaraf edilmektedirler. Yakma işlemi zehirli gazları saldığı için tercih edilmemesi gereken bir yöntemdir. Kompostlaştırma ise atık değerlendirme yöntemleri içerisinde son dönemde en popüler olanıdır. Kompostlaştırma da temel hedef metal, cam ve diğer inorganik maddeler ayrıştırıldıktan sonra geriye kalan maddelerin biyokimyasal yöntemlerle oksitlenerek bir çeşit humus elde etmektir. Bu humus toprağın organik maddeye olan ihtiyacını gidermek amacı ile kullanılmaktadır.

Bu çalışmada Mardin İlinde ki su ve toprak kirliliği ile katı atık miktarının (2015-2017) arasındaki yıllara göre dağılımı, toplanması ve bertarafı analiz edilmiştir. İl çevre durum raporu verilerine göre; 2015 yılında yüzey ve yeraltı sularında tarımsal faaliyetlerden kaynaklı nitrat kirliliği ile ilgili analiz sonuçlarının araştırıldığı belge de “Bu konu ile ilgili olarak 18.03.2016 tarih ve 1298 sayılı yazı ile DSİ 10. Bölge Müdürlüğüne yazı yazılmasına rağmen herhangi bir bilgiye ulaşılammıştır.” Şeklinde beyanat bulunmaktadır. Mardin ilinde çok gelişmiş endüstriyel faaliyetler bulunmamakla birlikte Organize Sanayi Bölgesi Müdürlüğüne bağlı endüstriyel atık su arıtma tesisi mevcuttur. Bu tesiste günlük 1200 ton atık olduğu fiziksel, kimyasal ve biyolojik arıtma yapıldığı bilgisi mevcuttur. İlde 2015 verilerine göre atık su arıtma tesisi bulunmadığı ÇED raporunda belirtilmiştir. [3]

Toprak Kirliliği

Mardin ilinde toprak kirliliği konusunda 2015 yılına kadar yeterli çalışma yapılmamıştır. Sadece, 21 Temmuz 2012 tarihinde Mardin ili Midyat ilçesine 18 kilometre uzaklıkta bulunan

Şenköy ile Söğütlü beldeleri arasından geçen (Kerkük – Yumurtalık) petrol boru hattında

meydana gelen patlama (sabotaj) sonucunda ham petrol belirli bir bölgeye yayılmış ve kirliliğe neden

olmuştur. [5] [6]

Tarımsal Faaliyetler Dolayı Oluşan Toprak Kirliliği

Mardin’de tarımsal İlaç kullanılarak tarım yapılan toplam Alan yaklaşık olarak 398.772 (ha) dır. Bitki besin maddesi olarak, azot, fosfor ve potas olarak bilinen kimyasallar kullanılmaktadır. Bunların dışında mantarları, zararlı ve yabancı otları ve genel tarım zararlılarını önlemek amacıyla nematosid, İnsektisid, herbisit, fungusit gibi çeşitli kimyasallar kullanılmaktadır.

EVSEL ATIK

Mardin ‘de Zeytinli köyü civarında Katı Atık Düzenli Depolama Tesisi mevcuttur. Bu tesis yaklaşık 773.026 kişi ve 1 yılda 175 atık miktarına göre tasarlanmış. Ancak bazı ilçelerin tesise olan mesafesi uzak olduğundan ve bu belediyelerdeki araç ile ekipmanların yetersiz oluşundan dolayı vahşi depolamaya devam edilmektedir.

Mardin İli 2015 Yılı İçin İl/İlçe Belediyelerince Toplanan ve Yerel Yönetimlerce (Büyükşehir Belediyesi/ Belediye/ Birliklerce Yönetilen Belediye Atığı Miktarı ve Toplanma, Taşınma ve Bertaraf Yöntemleri

Büyükşehir/İl/İlçe Belediye Adı	Nüfus	Toplanan Ortalama Katı Atık Miktarı (ton/gün)		Kişi Başına Üretilen Ortalama Katı Atık Miktarı (kg/gün)		Mardin Katı atık düzenli depolama tesisi	
		Yaz	Kış	Yaz	Kış	Düzenli depolama	Düzensiz depolama
Artuklu	156.660	14005.4	21335.32	89.4	136.2	Var	Yok
Kızıltepe	237.694	29017.08	29148.86	122	122.6	Var	Yok
Yeşilli	16.252	1418.9	1030.76	87	63.4	Var	Yok
Nusaybin	113.594	3206.88	Taşınmadı	28	-	Yok	Var
Derik	62.175	1428.28	Taşınmadı	23	-	Yok	Var
Ömerli	14.485	Vahşi depolama	Vahşi depolama	-	-	Yok	Var
Savur	28.127	Vahşi depolama	Vahşi depolama	-	-	Yok	Var
Dargeçit	27.722	Vahşi depolama	Vahşi depolama	-	-	Yok	Var
Mazıdağı	33.930	Vahşi depolama	Vahşi depolama	-	-	Yok	Var
Midyat	105.591	Vahşi depolama	Vahşi depolama	-	-	Yok	Var

Mardin İli 2016 Yılı İçin İl/İlçe Belediyelerince Toplanan ve Yerel Yönetimlerce (Büyükşehir Belediyesi/ Belediye/ Birliklerce Yönetilen Belediye Atığı Miktarı ve Toplanma, Taşınma ve Bertaraf Yöntemleri

Büyükşehir /İl/İlçe Belediye Adı	Nüfus	Toplanan Ortalama Katı Atık Miktarı (ton/gün)		Kişi Başına Üretilen Ortalama Katı Atık Miktarı (kg/gün)		Mardin Katı atık düzenli depolama tesisi	
		Yaz	Kış	Yaz	Kış	Düzenli depolama	Düzensiz depolama
Artuklu	163.725	17973.45	15935.32	110	100	Var	Yok
Kızıltepe	241.781	28864.40	20258.28	120	80	Var	Yok
Yeşilli	15858	1313.14	1354.00	80	80	Var	Yok
Derik	113.594	Bilgi Yok	Bilgi Yok	Bilgi Yok	Bilgi Yok	Yok	Var
Nusaybin	62.175	Bilgi Yok	Bilgi Yok	Bilgi Yok	Bilgi Yok	Yok	Var
Ömerli	14.485	Bilgi Yok	Bilgi yok	Bilgi Yok	Bilgi Yok	Bilgi Yok	Bilgi Yok
Savur	28.127	Bilgi Yok	Bilgi Yok	Bilgi Yok	Bilgi Yok	Bilgi Yok	Bilgi Yok
Dargeçit	27.722	Bilgi Yok	Bilgi Yok	Bilgi Yok	Bilgi Yok	Bilgi Yok	Bilgi Yok
Mazıdağı	33.930	Bilgi Yok	Bilgi Yok	Bilgi Yok	Bilgi Yok	Bilgi Yok	Bilgi Yok
Midyat	105.591	Bilgi Yok	Bilgi Yok	Bilgi Yok	Bilgi Yok	Bilgi Yok	Bilgi Yok

Mardin İli 2017 Yılı İçin İl/İlçe Belediyelerince Toplanan ve Yerel Yönetimlerce (Büyükşehir Belediyesi/ Belediye/ Birliklerce Yönetilen Belediye Atığı Miktarı ve Toplanma, Taşınma ve Bertaraf Yöntemleri

Büyükşehir/İl/İlçe Belediye Adı	Nüfus	Toplanan Ortalama Katı Atık Miktarı (ton/gün)		Kişi Başına Üretilen Ortalama Katı Atık Miktarı (kg/gün)		Mardin Katı atık düzenli depolama tesisi	
		Yaz	Kış	Yaz	Kış	Düzenli depolama	Düzensiz depolama
Artuklu	156.660	90.00	100.00	110	100	Var	Yok
Kızıltepe	237.694	154.00	198.00	120	80	Var	Yok
Yeşilli	16.252	9.00	12.00	80	80	Var	Yok
Mazıdağı	33.594	Bilgi Yok	Bilgi Yok	Bilgi Yok	Bilgi Yok	Yok	Var
Derik	62.175	Bilgi Yok	Bilgi Yok	Bilgi Yok	Bilgi Yok	Yok	Var
Nusaybin	113.485	45.00	56.00	Bilgi Yok	Bilgi Yok	Yok	Yok
Savur	28.127	Bilgi Yok	Bilgi Yok	Bilgi Yok	Bilgi Yok	Yok	Var
Midyat	105.952	Bilgi Yok	Bilgi Yok	Bilgi Yok	Bilgi Yok	Yok	Var
Dargeçit	27.722	Bilgi Yok	Bilgi Yok	Bilgi Yok	Bilgi Yok	Yok	Var
Ömerli	14.485	Bilgi Yok	Bilgi Yok	Bilgi Yok	Bilgi Yok	Yok	var

Sonuç ve Değerlendirme

Mardin ili yaşanabilir sit alanı olduğu için bazı konularda doğal olarak sorun yaşanmaktadır. Bunlardan biri, artan nüfusla beraber evsel atıklar da artmaktadır. Ancak çok dar sokaklara çöp araçlarının giremeyişi ve bu sokaklara müdahale şansının da olmayışı yerel yönetim açısından problemdir. Buralar da çözüm olarak çöp konteynerları ve belediye tarafından belirlenen biriktirme alanlarında ön toplama işlemi gerçekleştirilmektedir. Bu arada sızan sızıntı suları da çevreye salınmaktadır. Evsel atıkları toplamak için yeterince ekipman ve araçlara sahip olmadıkları raporda belirtilmiştir. Mardin’ de kanalizasyon tam olarak çözüme ulaşmamıştır. Bazı ilçelerde ve il merkezinin bazı bölgelerinde kanalizasyon sorunu mevcuttur. İlde faaliyet gösteren atık su arıtma tesisi 2017 yılı itibarı ile faaliyete geçmemiştir. Bu nedenle atık sular konusunda ciddi sorunlar yaşanmaktadır. Katı atık düzenli depolama tesisi bazı bölgelere uzak olduğundan bu yerlerde vahşi depolama gerçekleşmektedir.

2016 Yılı ÇED raporuna göre hala ilde belediyeye ait atık su arıtma tesisi mevcut değildir. İnşaat aşamasında olduğu beyan edilmiştir.2017 ÇED raporunda ise evsel atıkların bazı ilçelerce yerleşim yerlerine yakın ve özellikle yol kenarlarına boşaltıldığı, bu nedenle toprağı, yeraltı ve yerüstü sularını zaman zaman yakılarak ta havayı kirlettiği aşıkardır.

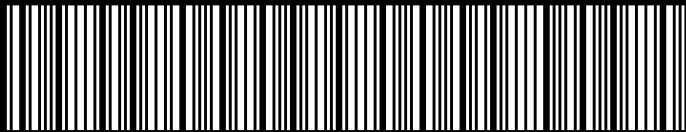
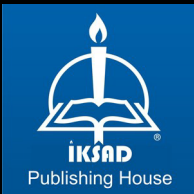
İlde ki evsel atıklar kaynağında ayrıştırılmadan ve geri dönüştürülmeden hep beraber toplanarak depolanmaktadır. Sadece atık

yağlar ile tehlikeli atıklar lisanslı tesislerce toplanıp bertarafı sağlanmaktadır.

Bu durum bütünüyle ele alındığında evsel atıklardan sızan sızıntı suları yerüstü ve yağmur, kar aracılığı ile yeraltı sularına ulaşmakta bunları kullanan canlıların dan besin zinciri yoluyla tüm tükettiğimiz gıdalara geçmektedir. Özellikle bu sulara ağır metaller ulaşmışsa sorun çok daha vahim bir hal almaktadır.

KAYNAKÇA

- [1] Y. AKTOP ve T. ÇAĞATAY, «Ağır Metallerin Balıklarda Birikimi Ve Etkileri, *Menba Kastamonu Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*, cilt 6, no. 1, pp. 34-44, 2020.
- [2] T. ÖZDEMİR, *Nitratın Çeşitli Topraklardaki Adsorpsiyon Ve Taşınımının İncelenmesi*, Elazığ: Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2006.
- [3] N. Onursal, «Analysis of the Yearly Distribution of Solid Waste Potential in Siir District,» %1 içinde *2ND INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ENVIRONMENT AND MORALITY (ISEM)*, Adıyaman, 2014.
- [4] N. K. O. D. Onursal, «The analysis of solid waste and effluent water management in Diyarbakir and Batman districts,» *Natural Science and Discovery*, cilt 1, no. 3 pp. 80-84, 2015.
- [5] Ç. v. Ş. bakanlığı, «İl Çevre Durum Raporları,» Çevre ve Şehircilik bakanlığı/Çevresel Etki Değerlendirmesi, İzin ve Denetim Genel Müdürlüğü, Ankara, 2016.
- [6] Ç. v. Ş. bakanlığı, «İl Çevre Durum Raporları,» Çevre ve Şehircilik bakanlığı/Çevresel Etki Değerlendirmesi, İzin ve Denetim Genel Müdürlüğü, Ankara, 2017.
- [7] H. C. A. Z. [., M. D. GÖKPUR, «KAHRAMANMARAŞ İLİ DULKADİROĞI BÖLGESİ KATI ATIK BİLEŞENLERİNİN ARAŞTIRILMASI».
- [8] Ç. v. Ş. Bakanlığı, «İl Çevre Durum Raporları,» Çevre ve Şehircilik Bakanlığı/Çevresel Etki Değerlendirmesi, İzin ve Denetim Genel Müdürlüğü, Ankara, 2015.
- [9] N. K. A. R. S. A. Onursal, «Mardin İlindeki Katı Atık Potansiyellerinin Yıllık Dağılımlarının İncelenmesi,» %1 içinde *International Symposium on Environment and Morality (ÇEKUD)*, Alanya, 2016.



ISBN: 978-625-7562-35-5