

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

---

**Organik Atık Yönetimi ve Kompost Üretim Süreçlerinin  
İncelenmesi**

---

**Sevim AVCI**

*Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı*

Ekim, 2024

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZ ONAYI

Organik Atık Yönetimi ve Kompost Üretim Süreçlerinin  
İncelenmesi

Sevim AVCI

Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı

Bu Yüksek Lisans Tezi 16/10/2024 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından Değerlendirilmiş ve Oy Birliği / Oy Çokluğu ile Kabul Edilmiştir.

Jüri : Prof. Dr. Fuat BUDAK (Danışman) .....

: Doç. Dr. Fatma Elçin ERKURT .....

: Doç. Dr. Rozelin AYDIN .....

Bu Tez Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalında Hazırlanmıştır.  
Tez No:

Prof.Dr. Sadık DİNÇER  
Enstitü Müdürü

**Not:** Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

## İÇİNDEKİLER

ÖZ .....	I
ABSTRACT .....	II
TEŞEKKÜR .....	III
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	IV
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	V
RESİMLER DİZİNİ .....	VI
SİMGELER VE KISALTMALAR .....	VII
1. GİRİŞ .....	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR .....	3
2.1. Atık Yönetimi .....	4
2.2. Biyobozunur Atıklar ve Yönetimi .....	7
2.3. Kompost .....	9
2.3.1. Kompost Üretim Yöntemleri .....	16
3. MATERYAL VE METOT .....	19
3.1. Materyal .....	19
3.2. Metot .....	19
4. BULGULAR VE TARTIŞMA .....	21
4.1. Yüreğir Belediyesi Kompost Tesisi .....	21
4.2. Seyhan Belediyesi Kompost Tesisi .....	25
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER .....	35
5.1. Sonuçlar .....	35
5.2. Öneriler .....	36
KAYNAKLAR .....	39
ÖZGEÇMİŞ .....	41

---

## Organik Atık Yönetimi ve Kompost Üretim Süreçlerinin İncelenmesi

---

Sevim AVCI

*Danışman: Prof. Dr. Fuat BUDAK*

*Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı*

### ÖZ

Küresel anlamda ülkelerin en önemli sorunlarından biri de atık yönetimidir. Atıklar kendi içinde çeşitli türlere ayrılmıştır. Organik atıklar da bu türlerden bir tanesidir. Organik atıklar hacimli olduklarından ve çabuk bozunmaya uğradıklarından yönetilmesi zor bir atık türüdür. Bu atıkların iyi yönetilmemesi düzenli depolama sahalarının yükünü arttırdığından, bu sahaların kullanım ömrünü azaltmaktadır. Bu çalışmada Adana ilinde oluşan organik atık yönetim süreçleri ile kompost tesislerinin üretim yöntemleri araştırılmıştır. Adana ilinde bulunan Seyhan ve Yüreğir belediyelerine ait kompost tesislerinin üretim süreçleri ve üretim miktarları gibi veriler kıyaslanmıştır. Süreçlerde yaşanan problemler ve aksaklıklar her yönü ile ele alınarak değerlendirme yapılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Atık Yönetimi, Biyobozunur Atık, Düzenli Depolama, Kompost, Sürdürülebilirlik.

---

**Investigation of Organic Waste Management and Compost  
Production Processes**

---

Sevim AVCI

*Advisor: Prof. Dr. Fuat BUDAK*

*Department of Environmental Engineering*

**ABSTRACT**

One of the most significant issues facing countries globally is waste management. Waste can be divided into various types, and organic waste is one of these categories. Organic waste is difficult to manage due to its volume and rapid decomposition. Poor management of this type of waste increases the burden on landfills, thereby reducing their lifespan. This study investigates the organic waste management processes and compost production methods in Adana province. Data on the production processes and quantities from the compost facilities belonging to the Seyhan and Yüreğir municipalities in Adana were compared. Problems and disruptions encountered in the processes were evaluated in detail.

**Keywords:** Waste Management, Biodegradable Waste, Landfilling, Compost, Sustainability

## TEŞEKKÜR

Öncelikle tezimin her aşamasında bana yardımcı olan, özellikle de son süreçte beni cesaretlendiren, pes etmemem için büyük bir sabırla beni telkin eden, bilgi birikimi ve tecrübesiyle desteğini esirgemeyen danışman hocam Sayın Prof. Dr. Fuat BUDAK'a teşekkür ederim. Ayrıca desteklerini esirgemeyen bölüm hocalarımdan Doç. Dr. Fatma Elçin ERKURT'a, Arş. Gör. Dr. Emine Su TURAN'a teşekkür ederim.

Tez çalışmamın konusu itibarıyla sürekli iletişim halinde olduğum Seyhan ve Yüreğir Belediyeleri çalışanlarına, özellikle de her ihtiyaç duyduğumda büyük bir sabırla yardımcı olan Seyhan Belediyesi İklim Değişikliği ve Sıfır Atık Müdürü Dr. Zeki BOZKURT'a, ITC Invest Trading&Consulting AG düzenli depolama tesisi Adana Şubesi'nde görev yapan Çevre Mühendisi Dilara YALÇIN'a teşekkür ederim.

Ayrıca; her zaman yanımda olan, beni her konuda destekleyen sevgili aileme, eşim Süleyman AVCI'ya, çocuklarım Zümra Ece AVCI ve Çınar Adal AVCI'ya sonsuz teşekkür ederim.

## ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1. Kaynağında Ayrı Toplama Ekipmanları (Sıfır Atık Yönetmeliği, 2019) .....	9
Çizelge 2.4. Hızlı Kompostlaştırma İçin Önerilen Parametre Aralıkları (MNE proje).....	12
Çizelge 2.5. Kompostlaştırmada yer alan mikroorganizmaların genel özellikleri (Özkan, 2019) ..	15
Çizelge 2.6. Kompostlaştırma sistemleri (Katkat ve ark., 2018). .....	17
Çizelge 2.7. Kompostlaştırma sistemleri avantaj ve dezavantajları (Katkat ve ark., 2018).....	18
Çizelge 4.1. Yüreğir Belediyesi İş Akım Şeması.....	22
Çizelge 4.2. Yıllara Göre Toplanan Atık Miktarı .....	24
Çizelge 4.3. Seyhan Belediyesi İş Akım Şeması. ....	28
Çizelge 4.4. Seyhan Belediyesi Kompost Ücret Tarifesi .....	29
Çizelge 4.5. Düzenli depolama tesisine gönderilen atık miktarı.....	32
Çizelge 4.6. Yüreğir tesisi verim tablosu .....	32
Çizelge 4.7. Seyhan tesisi verim tablosu.....	32

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Atık yönetimi hiyerarşisi.....	6
Şekil 2.2. Atık Yönetimi (Kök, 2021).....	7
Şekil 2.3. Kompost oluşumu (Sülük, 2022) .....	10
Şekil 2.4. Kompost üretim süreci.....	11
Şekil 2.5. Yığın ve karıştırıcı sistemleri (Külcü ve Yıldız, 2005) .....	17



## RESİMLER DİZİNİ

Resim 4.1. Yüreğir Belediyesi Kompost Üretim Tesisi.....	21
Resim 4.2. Pazarlardan Atıkların Toplanması .....	23
Resim 4.3. Karıştırmalı Sıralı Yığın Yöntemi .....	24
Resim 4.4. Tesise ait görüntüler.....	25
Resim 4.5.Seyhan Belediyesi Kompost Üretim Tesisi .....	25
Resim 4.6. Yıllara Göre Kompost Üretim Tesisi Sahası.....	26
Resim 4.7. Seyhan Belediyesi Kompost Üretim Tesisi .....	26
Resim 4.8. Pazarlardan Atıkların Toplanması .....	27
Resim 4.9. Kompost Üretim Üniteleri .....	29
Resim 4.10. Kompost Üretim Tesisi .....	30
Resim 4.11. Makine ve ekipmanlar.....	30

## SİMGELER VE KISALTMALAR

- vb. : ve benzeri  
vd. : ve diğerleri  
C : Karbon  
N : Azot  
Kg : Kilogram  
T : Ton  
cm : Santimetre  
mm : Milimetre  
ark. : Arkadaşları  
TUİK : Türkiye İstatistik Kurumu



## 1. GİRİŞ

Dünyada olduğu gibi ülkemizde de atıklar her zaman sorun olmuştur. Atıklarla ilgili sorunları çözenin bilinen en basit yolu atıkların doğru yönetilmesidir. Atıkların yönetiminde kaynağında ayırmanın ve geri dönüşebilen atıkları sürece dahil etmenin önemi büyüktür. Atık miktarının bu şekilde azaltılması hem ülke ekonomisine katkı sağlayacak hem de düzenli depolama sahalarının yükünü azaltacaktır. Atıklar; üreticisi veya fiilen elinde bulunduran gerçek kişiler ya da tüzel kişiler tarafından çevreye bırakılan, atılan ya da atılması zorunlu olan, üreticileri tarafından uzaklaştırılmak istenen herhangi bir madde veya materyal olarak tanımlanır.

Dünya Bankası verilerine göre, dünya genelinde yılda 2,01 milyar ton evsel katı atık üretilmekte ve bu atıkların en az %33'ü çevresel olarak güvenli bir şekilde bertaraf edilememektedir. Kişi başına günlük atık miktarı ortalama 0,74 kg olup, bu oran ülkelerin gelişmişlik seviyesine bağlı olarak 0,11-4,54 kg arasında değişiklik göstermektedir. Gelir seviyesi yüksek olan ülkeler, dünya nüfusunun %16'sını oluşturmasına rağmen, küresel atığın yaklaşık %34'ünü üretmektedir. Tahminler 2050 yılına kadar küresel katı atık üretiminin 3,4 milyar tona ulaşacağını ve bu dönemde nüfus artışının iki katından fazla olacağını öngörmektedir (Eren ve Taşarsu, 2023).

TÜİK verilerinde yer alan bilgilere göre Türkiye'de 2022 yılında imalat sanayi işyerleri, maden işletmeleri, termik santraller, organize sanayi bölgeleri (OSB) ve hane halklarında 2022 yılında 29,4 milyon tonu tehlikeli olmak üzere toplam 109,2 milyon ton atık olduğu belirtilmiştir. Bu atıklardan 29.380.898 tonu tehlikeli atık, 79.856.334 tonu tehlikesiz atık olmuştur. Toplam 1391 belediyenin 1389'unda atık hizmeti verildiği tespit edilmiş, atık hizmeti verilen belediyelerde toplanan 30,3 milyon ton atığın %85,9'u atık işleme tesislerine ve %13,5'i belediye çöplüklerine gönderilirken, %0,6'sı ise açıkta yakılarak, gömülerek, dereye veya araziye dökülerek bertaraf edildiği belirtilmiştir. Belediyelerde toplanan kişi başı günlük ortalama atık miktarı 1,03 kg olarak hesaplanmıştır. Adana'da bulunan ITC Invest Trading&Consulting AG düzenli depolama tesisine 2022 yılında 646.134,640 ton, 2023 yılında 687.245,140 ton çöp girişi olmuştur. Bu çöplerin %60'ının organik içerikli olduğu veriler arasında yer almaktadır.

Atık genel bir tanım ya da tanımlama olduğundan kendi içerisinde çeşitli türlere ayrılmıştır; evsel katı atıklar, atık motor yağları, bitkisel atık yağlar, atık elektrikli ve elektronik eşyalar, atık pil ve akümülatörler, atık yağlar, ambalaj atıkları, atık sular, tıbbi atıklar, hafriyat toprağı inşaat ve yıkıntı atıkları, maden atıkları, biyobozunur atıklar vb. atıklardır. Bu atıkların geri dönüştürülmesi, geri kazanılması, enerji üretimi amacıyla geri kazanımı ekonomik fayda sağlamanın yanı sıra oluşan atıkların depolanma problemlerini de çözeceğinden sürece dahil edilmesi büyük önem arz etmektedir.

Bu çalışmada, İlimizde bulunan organik atık yönetimi ile kompost üretim yöntemlerinin ele alınması planlanmıştır. Park, bahçe, pazar yerleri ve sebze hallerinden oluşan biyobozunur atıkların düzenli depolama sahalarında depolanması sahanın yükünü artıracığı gibi, geri kazanılması toprak

iyileştirici bir madde olan kompost olarak kullanılarak ekonomiye katkı sağlayacaktır. Organik atıkların toplanmaması durumunda çeşitli çevresel problemler (koku, sinek, böcek vs.) oluşmasına neden olacaktır. Adana’da Seyhan ve Yüreğir Belediyelerine ait kompost üretim tesisleri çalışma kapsamında incelenmiştir. Bu tesislerin kompost üretim süreçleri, kompost üretiminde karşılaşılan problemleri, üretilen kompostun kalitesi ve ekonomik değeri gibi başlıklar incelenmiştir. Üretim yöntemleri aynı olan iki tesisin üretim süreçleri kıyaslanarak İlin genel atık potansiyeli de göz önüne alındığında mevcut kompost tesislerinin yeterli olup olmadığı değerlendirilmiştir. Tesislerde işletme sırasında karşılaşılan problemlere ve Adana’da oluşan organik atık yönetiminde karşılaşılan problemlere çözüm önerileri sunulmuştur.

Adana İlinde bulunan her iki kompost tesisinin Adana’nın organik atığının toplanıp kompost üretilmesinde yeterli olup olmadığı, İlin organik atık potansiyeli, kurulu tesislerin işletilmesi ile ilgili yeterli verim alınıp alınmadığı gibi hususların değerlendirilerek tesisin işletilmesi sırasında yaşanan problemler ve çözüm önerilerinin sunulması amaçlanmıştır. Her iki tesisinde karıştırmalı sıralı yığın tekniği ile kompost üretimi yaptığı ve çıktılarının değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

## 2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Dünyada insan nüfusunun artması ile birlikte tüketimde hızla artmıştır. Ayrıca insanların çalışma hayatının artması ve teknolojinin ilerlemesi vb. nedenlerle atık oluşumu da gün geçtikçe artmaktadır. Atık kavramı en basit haliyle tanımlanacak olursa, herhangi bir üretim ve/veya tüketim sonucunda ortaya çıkan ve üreticisi tarafından istenmeyen katı, sıvı veya gaz halindeki maddeler olarak tanımlanabilir. Başka bir tanım yapacak olursak atık, sahibine herhangi bir faydası bulunmayan ve uzaklaştırılmak istenen malzemelerdir. Daha geniş bir bakış açısıyla atık; üretim ve tüketim faaliyetleri sonucu ortaya çıkan, fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklere sahip olan ve doğal ortamların değiştirme potansiyeline sahip olan maddelerdir (Bilgili, 2020). Atığın ülkemizdeki mevzuatlarda yer alan tanımlamaları ise şöyledir: 11.08.1983 yılında yayımlanan 2872 sayılı Çevre Kanunun'da "Herhangi bir faaliyet sonucunda oluşan, çevreye atılan veya bırakılan her türlü maddeyi, ifade eder" şeklinde tanımlanmıştır. Ayrıca, 02.04.2015 tarih ve 29314 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan Atık Yönetimi Yönetmeliğine göre ise; "Atık; üreticisi veya fiilen elinde bulunduran gerçek veya tüzel kişi tarafından çevreye atılan veya bırakılan ya da atılması zorunlu olan herhangi bir madde veya materyali, ifade eder." şeklinde tanımlanmaktadır (Atık Yönetimi Yönetmeliği, 2015). Atık genel bir tanım ya da tanımlama olduğundan kendi içerisinde çeşitli türlere ayrılmıştır: evsel katı atıklar, atık motor yağları, bitkisel atık yağlar, atık elektrikli ve elektronik eşyalar, atık pil ve akümülatörler, atık yağlar, ambalaj atıkları, atık sular, tıbbi atıklar, hafriyat toprağı inşaat ve yıkıntı atıkları, maden atıkları, biyobozunur atıklar vb. (Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı).

Ülkemizde uygulanan mevzuatlarda daha detaylı bir şekilde atık sınıflandırılması da yapılmıştır. Atık Yönetimi Yönetmeliğinde atıklar madencilik sektörü atıkları, tarım, ormancılık, su ürünleri, gıda üretim atıkları, ahşap işleme, kağıt, karton ve mobilyacılık sektörü atıkları, tekstil, deri, kürk sektörü atıkları, kömür, petrol, doğal gaz işleme atıkları, organik ve inorganik kimyasal işlem atıkları, astar, boya, vernik, yapışkan, baskı mürekkeplerinin kullanımı sonucunda oluşan atıklar, fotoğrafçılık atıkları, ısıl işlem atıkları, metallerin kaplama işlemlerinden kaynaklanan atıklar, metallerin ve plastiklerin yüzey işlemlerinden kaynaklanan atıklar, yağ atıkları, sıvı yakıt atıkları, organik çözücüler, soğutucular ve itici gazlar, atık ambalajlar, emiciler, silme bezleri, filtre malzemeleri ve koruyucu giysi atıkları, inşaat ve yıkıntı atıkları, insan ve hayvan sağlığı ve/veya bu konulardaki araştırmalardan kaynaklanan atıklar, atık yönetimi tesislerinden, atıksu arıtma tesislerinden ve su hazırlama tesislerinden kaynaklanan atıklar, belediye atıkları şeklinde detaylı olarak sınıflandırılmıştır.(Atık Yönetimi Yönetmeliği, 2015).

Evsel atıklar, mutfak çöpleri, ambalaj atıkları, tekstil atıkları, hacimli atıklar, ofis çöpleri vb. atıklardır. Evsel atıkların toplanması yerel yönetimlere verildiğinden, belediye hizmeti ile toplanıp taşınan, düzenli depolama sahalarında bertaraf edilebilen, ayırma yolu ile geri kazanılabilen, kompost yapılabilen evsel ve endüstriyel kökenli atıklardır (Gündüzalp ve Güven, 2016). Tehlikeli

atıklar, atık yönetimi yönetmeliğine göre; patlayıcı, oksitleyici, yüksek oranda alevlenir, alevlenir, tahriş edici, zararlı, toksik, kanserojen, aşındırıcı (korozif), enfeksiyon yapıcı, üreme sistemine toksik, mutajenik, havayla, suyla veya bir asitle temas etmesi sonucu zehirli veya çok zehirli gazları serbest bırakan, hassaslaştırıcı, ekotoksik, bertarafı sonrasında herhangi bir yolla, yukarıda listelenen karakterlerden herhangi birine sahip başka bir madde (sızıntı suyu gibi) ortaya çıkabilecek atıklar şeklinde tanımlanan 15 tehlikeli özellikten bir veya birden fazlasını taşıyan atıklardır (Atık Yönetimi Yönetmeliği, 2015).

Biyobozunur atıklar mevzuata göre; park, bahçe ve evler ile lokantalar, satış noktaları, gıda üretim yerleri ve benzeri tesislerden kaynaklanan oksijenli veya oksijensiz ortamda bozunmaya uğrayabilen atıkları, ifade eder (Kompost Tebliği, 2015).

Tıbbi Atıklar, 25.01.2017 tarih ve 29959 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan Tıbbi Atıkların Kontrolü Yönetmeliğinde, enfeksiyon yapıcı atıklar, patolojik atıklar ve kesici-delici atıklar olarak tanımlanmıştır. Enfeksiyon yapıcı atıklar ise, enfeksiyon yapıcı etkenleri taşıdığı bilinen veya taşınması muhtemel olan; başta kan ve kan ürünleri olmak üzere her türlü vücut sıvısını, insan dokularını, organları, anatomik parçaları, otopsi materyalini, plasenta, fetus ve diğer patolojik materyaller ve bunun gibi materyaller ile kontamine olmuş eldivenleri, örtüleri, çarşafları, bandajları, flasteri, tamponları, eküvyon ve benzeri atıkları, karantina altındaki hastaların vücut çıkartılarını, bakteri ve virüs tutucu hava filtrelerini, enfeksiyon yapıcı ajanların laboratuvar kültürlerini ve kültür stoklarını, enfekte hayvanlara ve çıkartılarına temas etmiş her türlü malzemeyi, veterinerlik hizmetlerinden kaynaklanan atıkları ifade etmektedir. Tıbbi atık tanımında bahsi geçen patolojik atıklarda, cerrahi işlem, otopsi, anatomi veya patoloji çalışmaları sonucunda ortaya çıkan vücut parçalarını, uzuvları, dokuları, organları, vücut sıvılarını ve fetusu ifade ettiği, kesici-delici atıkların ise enjektör ve diğer tüm tıbbi işlemlerden kaynaklanan iğneleri, biyopsi iğneleri, serum seti iğnesi, cerrahi sütür iğneleri, lanset, kapiller tüp, bisturi, bıçak, intraket, kırık cam, ampul, lam-lamel, kırılmış cam tüp ve petri kapları gibi batma, delme, sıyrık ve yaralanmalara neden olabilecek atıklar olarak tanımlanmıştır (Tıbbi Atıkların Kontrolü Yönetmeliği, 2017).

İnşaat ve hafriyat atıkları, hafriyat toprağı, inşaat yapılmadan önce arazinin hazırlanması aşamasında yapılan kazı ve benzeri faaliyetler sonucunda oluşan toprağı; inşaat atıkları, bina, konut, köprü, yol ve benzeri alt ve üst yapıların yapımı esnasında ortaya çıkan atıkları; yıkıntı atıkları, konut, bina, yol, köprü ve benzeri alt ve üst yapıların tamirata, tadilatı, yenilenmesi, yıkımı sırasında veya doğal bir afet sonucunda ortaya çıkan atıkları ifade etmektedir (Hafriyat Toprağı, İnşaat ve Yıkıntı Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği, 2004).

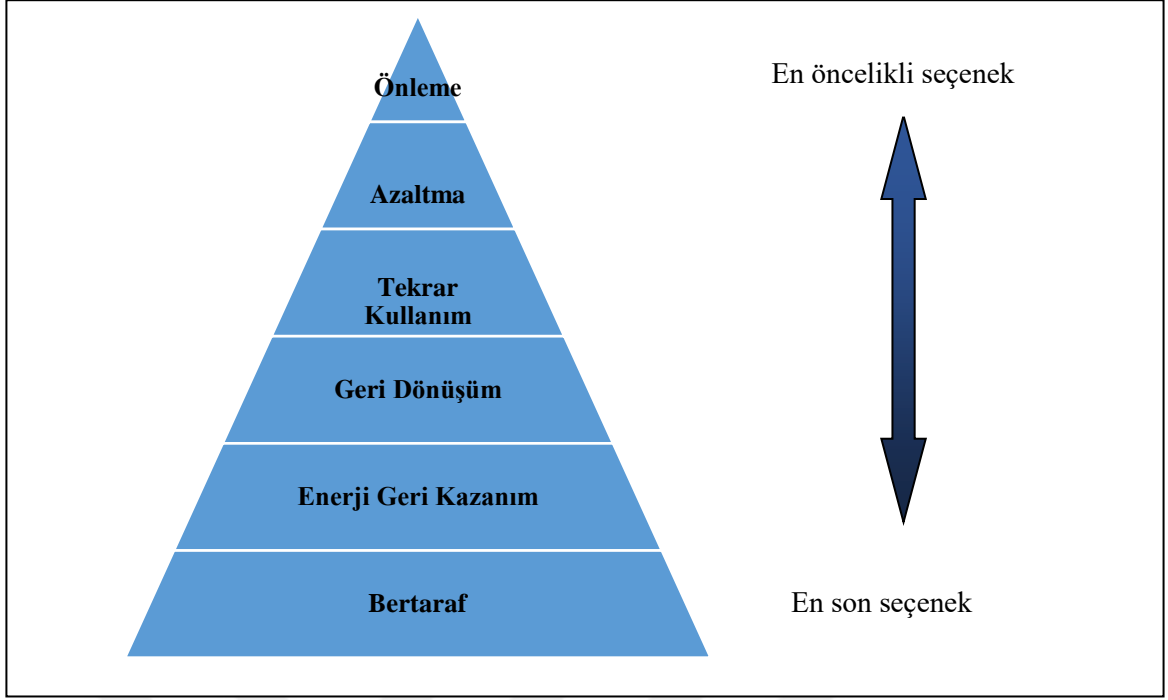
## **2.1. Atık Yönetimi**

Atığın oluşumunun en aza indirilmesi, kaynağında azaltılması, tekrar kullanılması, atık türlerine göre kaynağında ayrılması, biriktirilmesi, geçici depolanması, toplanması, taşınması, ara depolanması, geri dönüşümü, enerji geri kazanımı dâhil geri kazanılması, bertarafı, bertaraf işlemleri

sonrası izlenmesi, kontrolü ve denetimi faaliyetlerini kapsar. Yani atıkların oluşumundan bertarafına kadar çevre ve insan sağlığına zarar vermeden yönetiminin sağlanmasıdır atık yönetimi (Atık Yönetimi Yönetmeliği, 2015)

Atıkların kaynağında ayrı toplanması, atıkların oluştuğu yerlerde türlerine göre ayrılması işlemidir. Evlerde, ofislerde, okullarda, iş yerlerinde, fabrikalarda çeşitli atık türleri oluşmaktadır. Bu atıkların kaynağında ayrılması düzenli depolamaya giden atık miktarlarını azaltacağı gibi geri kazanım/geri dönüşüm ile ekonomiye katkı sağlayacaktır. Atıklar oluştuğu yerde türlerine göre uygun renklerdeki atık kutularında depolanmalıdır. Sonrasında atıklar taşımadan önce, mevzuata uygun şartlarda planlanmış, gerekli izinleri alınmış tehlikeli ve tehlikesiz atık depolama alanlarında depolanarak, tehlikesiz atıklar yılda bir kere tehlikeli atıklar en fazla altı ayda bir olacak şekilde geri dönüşüm/geri kazanım amacıyla Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığında izin almış lisanslı araçlarla lisanslı tesislere gönderilmelidir. Atıkların oluştuğu yerden geçici depolama alanlarına taşınması sırasında dökülmeye, saçılmaya, bulaşmaya mahal vermeyecek şekilde özel üretilmiş kıyafetler, eldiven, maske, gözlük vs. kullanılarak taşınmasıdır.

Kaynağında ayrı toplanan atıkların geçici atık depolama alanı, geri kazanım/bertaraf tesisine gönderilinceye kadar bekletildiği özel alanlardır. Geçici atık depolama alanlarında atıklar kendi içinde tepkimeye girmeyecek şekilde geçici depolanır. Tıbbi atıklar hariç, tehlikeli atıkların geçici depolama alanında en fazla altı ay, tehlikesiz atıkların ise en fazla bir yıl geçici depolanabildiği belirtilmiştir (Atık Yönetimi Yönetmeliği, 2015). Geri Kazanımı/Geri Dönüşümü/Bertaraf için geçici depolama alanlarında depolanan atıklar Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığında çevre lisansı almış lisanslı araçlar ile lisanslı Geri Kazanım/Geri Dönüşüm/Bertaraf tesislerine gönderilmektedir.

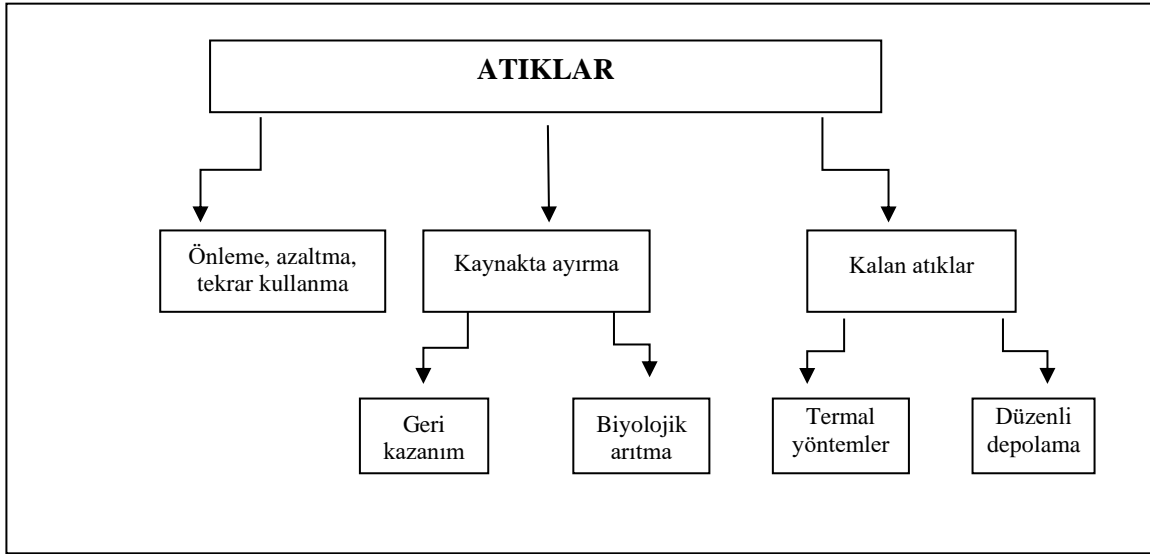


Şekil 2.1. Atık yönetimi hiyerarşisi

Atık yönetimi hiyerarşisine göre, atığın çevre ve canlılar için zararlı etkilerinin minimum seviyeye indirilmesinde atık oluşumunun önlenmesi öncelikli hedeftir. Eğer atığın oluşumu önlenemiyor ise kaynağında azaltılıp gereksiz tüketimin önüne geçilmesi gerekir. Atık oluşumu önlenemiyor ise, faaliyetler sonucu oluşan atığın tekrar kullanılması sağlanmalı. Bazen bir faaliyetten oluşan atık farklı bir endüstrinin hammaddesi olabilir, bu durumda öncelikli hedef oluşan atığın hammadde olarak fiziksel ve kimyasal sürece bağlı kalarak geri kazanım yöntemi ile sisteme dahil edilmesi, atığın tekrar kullanılması olmalıdır. Bu yöntemlerden hiçbiri atığa uygulanamıyor ise, herhangi bir fiziksel ve/veya kimyasal işlem uygulanmadan geri dönüştürülmesi sağlanmalıdır. Oluşan atık yukarıda bahsedilen yöntemlerden herhangi birine uygun değilse, oksijensiz ortamda çürütme yöntemi veya enerji geri kazanımı amacıyla yakmada kullanılmalıdır. Ancak atık bahsi geçen yöntemlerden hiçbirine dahil edilemiyor ise yani sisteme geri kazandırılması mümkün değil ise, herhangi bir şekilde geri dönüştürülemeyen atığın yok edilmesi veya depolama sahalarında depolanarak bertaraf edilmesi gerekmektedir. (Sarı Çetin, 2020).

Atık hiyerarşisi önleme, azaltma, tekrar kullanım geri dönüşüm, enerji geri kazanımı ve bertaraf gibi basamaklardan oluşmaktadır. Atığın yönetiminde öncelikli olarak atığın oluşumunun önlenmesi, azaltılması, tekrar kullanımı esas amaçtır. Böylelikle doğal kaynakların korunması, enerjiden tasarruf ve milli gelire katkı sağlanmış olur. Oluşan herhangi bir atık hiçbir şekilde önlenemiyor, azaltılmıyor ve tekrar kullanılmıyor ise geri dönüşüm ve enerji kazanım yöntemleri ile hem uzaklaştırılmış hem de ekonomiye katkı sağlamış olur. Atık hiyerarşisinde yer alan 5 seçenekte oluşan yöntem atık için uygulanamıyor ise atık uygun yöntemlerle bertaraf edilmelidir. Şekil 2.2.'de görüldüğü üzere atık yönetimi genel anlamda; atıkların kaynağında güvenli bir

şekilde depolanmasına ve geri kazanılmasına kadar geniş bir alanda yapılan düzenlemeler ile üretilen çözümler ve mekanizmanın işleyişinin kontrol edilmesi sürecidir.



Şekil 2.2. Atık Yönetimi (Kök, 2021)

## 2.2. Biyobozunur Atıklar ve Yönetimi

Günümüzde ekonomik ve çevresel açılardan incelenen atıklar katı atıklar, tehlikeli atıklar, ambalaj atıkları, tıbbi atıklar, özel atıklar gibi çeşitli şekillerde sınıflandırılmıştır. Bu atık çeşitleri arasında hacimli atıkların yönetimi oldukça dikkat çekmektedir. Gelişen teknoloji ve nüfusun hızla artması, üretim ve tüketim faaliyetlerini de artırması ile birlikte atık miktarının ve atık çeşitliliğinin de artmasına neden olmaktadır. Bu nedenlerde birçok çevresel sorunları beraberinde getirmektedir. Ürünlerin tüketilmesi sonrasında başlayan süreçte bu atıkların toplanması, taşınması, depolanması, bertarafı yani kısacası atık yönetimi çok önemlidir. Katı atıklar genellikle hacimli atıklar olduklarından taşınması ve depolanması en zor olan atık çeşitlerinden biri arasında yerini almaktadır. Bu yüzden katı atıklar toplandıktan sonra türlerine göre ayrılarak atık hiyerarşisindeki yöntemlerden en uygun olanı seçilerek kullanılmalıdır. Katı atıkların içerisinde bulunan en önemli ve hacim olarak en fazla yer kaplayan atık türü biyobozunur atıklardır. Biyobozunur atıklar; park, bahçe ve evler ile lokantalar, satış noktaları, gıda üretim yerleri vb. tesislerden kaynaklanan oksijenli veya oksijensiz ortamda bozunmaya uğrayabilen atıkları ifade eder. Bu atıklar uygun koşullarda değerlendirilerek yeni bir ürün olan komposta veya biyogaz tesislerinde enerjiye dönüştürülmektedir. Kompost, organik esaslı atıkların oksijenli veya oksijensiz ortamda ayrıştırılması suretiyle üretilen ürünü ifade eder. 05.03.2015 tarih ve 29286 sayılı kompost tebliğinde, işletmelerin faaliyetlerinden ve/veya tüketiminden kaynaklanan ek-1 atık listesinde yer alan biyobozunur atıkların kompost tesislerinde işlenmesi, oluşan ürünün özellikleri ve kullanımına ilişkin teknik esasları belirlemektedir (Kompost Tebliği, 2015).

Kompost tebliğine göre; et, balık, avcılık, ormancılıktan kaynaklanan hayvan ve bitki dokusu atıkları, hayvan dışkısı, idrar ve tezek atıkları, ormancılık atıkları, alkollü ve alkolsüz içeceklerin hammaddelerinin yıkanmasından, temizlenmesinden ve mekanik olarak sıkılmasından kaynaklanan atıklar, alkol damıtılmasından kaynaklanan atıklar, ağaç kabuğu, mantar ve odun atıkları, yağ, mum gibi doğal ürünlerden oluşan organik atıklar, ağaç kağıt ve kartonun hamur haline getirilmesi sırasında mekanik olarak ayrılan ıskarta atıkları, kağıt ve kartondan atıkları, tekstil sanayinden kaynaklanan atıklar, belediye atıklarının anaerobik arıtımından kaynaklanan posalar, hayvansal ve bitkisel atıkların anaerobik arıtımından kaynaklanan atıklar, biyolojik olarak bozunabilir mutfak ve kantin atıkları yenilebilir sıvı ve katı yağlar, biyolojik olarak bozunabilir atıklar, belediye atıkları, pazarlardan kaynaklanan atıklar, bahçe ve park atıkları vb. atıklardır.

Kentsel alanların önemli bir bölümünde, vatandaşların günlük veya haftalık taze meyve ve sebze alışverişini yapabildikleri pazaryerleri önemli bir biyobozunur atık kaynağıdır. Pazar yerlerinde, gün içinde satış sırasında dökülen, düşen, satışa uygun olmayan veya gün sonunda satılmayan gıda ürünleri, taşıma maliyetleri göz önünde bulundurularak tezgah sahipleri tarafından atık olarak bırakılmaktadır. Pazaryerleri; tek noktada, topluca ve başka atıklarla karışmadan biyobozunur atık elde edilebilecek yerlerdendir (Şenaydın, 2023). Tek noktada, topluca ve başka atıklarla karışmadan atık elde edilecek bir diğer biyobozunur atık oluşumu fazla olan yer ise sebze-meyve halleridir.

Atıkların oluşumundan ve yönetilmesinden sorumlu gerçek ve tüzel kişiler, kurum ve kuruluşlar, atık yönetiminin her aşamasında atıkların insan ve çevre sağlığına zarar vermesini önleyecek tedbirleri almakla yükümlüdür. Belediye atıklarının yönetimi; toplanması, taşınması ve bertaraf yükümlülüğü, ilgili mevzuatlarda tanımlanan kurum ve kuruluşlar tarafından yerine getirilmesi sağlanır. Atıkların kaynağında ayrı toplanması, taşınması, geçici depolanması ve işlenmesi sırasında hava, su, toprak, bitki, hayvan ve insan sağlığı için risk yaratmayacak, doğal çevrenin olumsuz etkilenmesini önleyecek, gürültü, titreşim ve koku yoluyla herhangi bir olumsuzluğa neden olmayacak ve böylece insan ve çevre sağlığına zarar vermeyecek yöntemlerin kullanılması esastır. Biyobozunur atıklar, maddi değeri bulunan geri dönüşebilen veya geri kazanılabilen atıklarla karıştırılmadan oluşan atıkların türüne göre belirlenerek ikili, üçlü, dörtlü vb. toplama sistemi kurulur ve kaynağında ayrı toplanır (AYY, 2015).

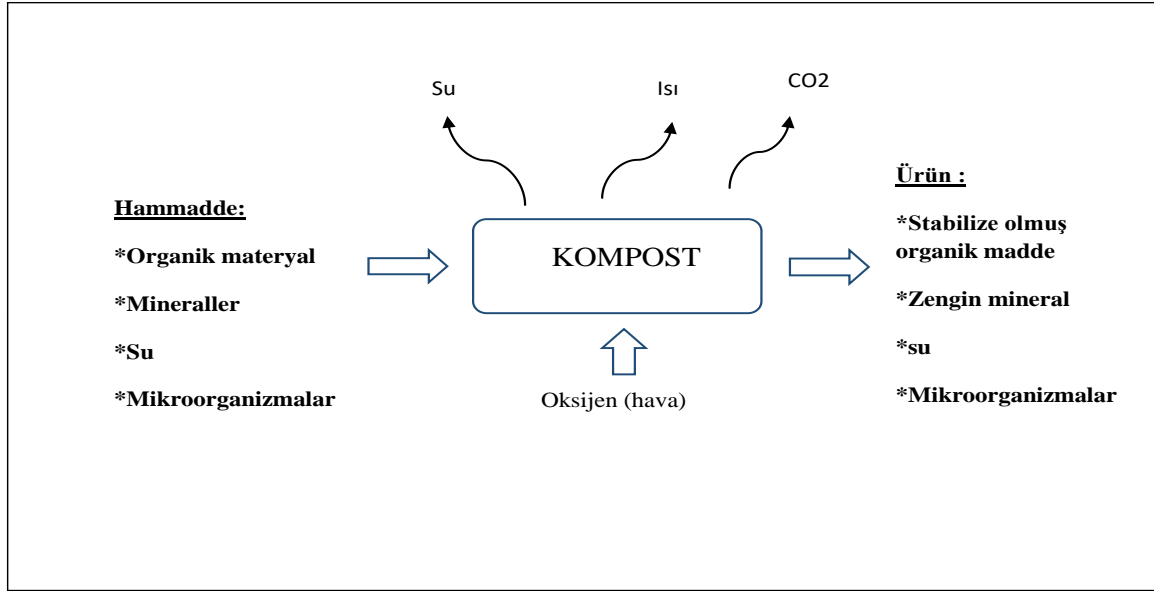
Çizelge 2.1. Kaynağında Ayrı Toplama Ekipmanları (Sıfır Atık Yönetmeliği, 2019)

TOPLAMA SİSTEMİNE İLİŞKİN AÇIKLAYICI ÖRNEKLER	
Toplama ekipmanı görseli	Atılabilecek atık türleri
 <p>MAVİ</p> <p>KAĞIT / KARTON, CAM, PLASTİK, METAL</p> <p><i>Not: Malzeme türlerine göre kağıt atıklar <u>mavi</u>, plastik atıklar <u>sarı</u>, cam atıklar <u>yeşil</u>, metal atıklar <u>açık gri</u> toplama kutularında biriktirilir.</i></p>	<p>Atık kağıtlar, Karton kutular, Gazeteler, dergiler, kitaplar Plastik atıklar (şişeler, kutular) Metal atıklar (çelik gıda kutuları), Cam meşrubat ve gıda şişeleri, Cam kavanozlar vb., biriktirilir.</p>
 <p>KOYU GRİ</p> <p>DİĞER ATIKLAR</p>	<p>Karışık belediye atıkları, Süprüntü atıkları, Islak mendiller, Seramik ve porselen gibi mutfak ve aksesuar eşya atıkları vb., biriktirilir.</p>
 <p>KAHVERENGİ</p> <p>BİYO BOZUNUR ATIKLAR</p> <p><i>Not: Bu atıklar çay ocakları, kafe, restoran, yemek hazırlama veya yemek servisinin yapıldığı biyobozunur atığın yoğun olduğu yerlerde ayrı toplanır.</i></p>	<p>Meyve/sebze atıkları Çay ve kahve posaları, Yiyecek atıkları, Park ve bahçelerden kaynaklı yeşil ve kahverengi atıklar, yaprak, çiçek, çimen vb. atıklar biriktirilir.</p>

### 2.3. Kompost

Kompost, bitkisel ve hayvansal kökenli organik atıkların aerobik şartlarda, aerobik mikroorganizmaların etkisi ile organik yan ürünlere dönüştürüldüğü biyolojik bir süreçtir. pH, iletkenlik, sıcaklık, nem, oksijen, organik maddenin boyutu ve C/N oranı gibi birçok parametre kompost üretim prosesinin hızını etkileyen en önemli faktörlerdendir (Sülük, 2022). Kompost üretimi esnasında biyobozunur madde kararlı hale dönüştürülürken, mikroorganizmalar organik

hammadde içerisinde bulunan oksijeni tüketirler (Şekil 2.3.). Kompostlaşmanın aktif olarak devam ettiği sırada yüksek miktarda ısı, karbondioksit (CO<sub>2</sub>) ve su buharı açığa çıkar. Bu karbondioksit ve su kayıpları organik hammaddenin yani biyobozunur atık miktarının ağırlığının yaklaşık yarısına eşittir. Yani kompostlaştırma işlemi hammaddeyi bir ürüne dönüştürürken hem ağırlığını hem de hacmini azaltmış olur (MNE proje).

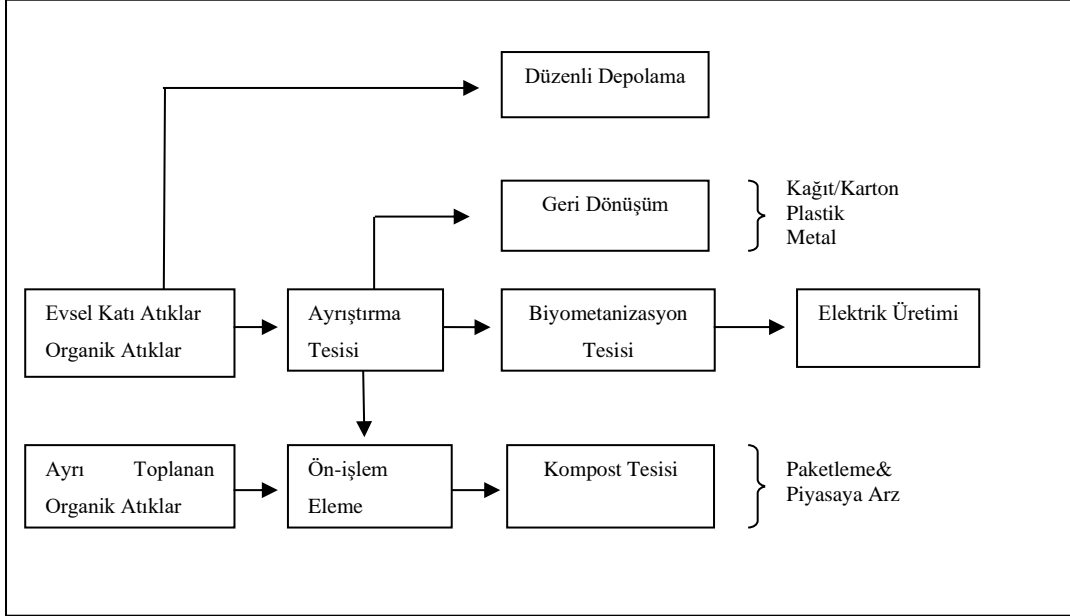


Şekil 2.3. Kompost oluşumu (Sülük, 2022)

Katı atıklar içindeki organik maddelerin en iyi değerlendirilme şekli, atıkların kompostlaştırılması işlemidir. Kompostlaştırma süreci, aerobik veya anaerobik koşullarda hacim azaltma, stabilizasyon ve patojen giderme için uygulanan katı atık dönüştürme ve uzaklaştırma teknolojisidir. Kompostlaştırma sürecinde, organik maddeler karbondioksit ve suya ayrışırken, genellikle humik maddelerden stabil ürünler ortaya çıkar. Bu süreçte, biyolojik oksidasyon sayesinde sıcaklık, yalnızca termofilik mikroorganizmaların yaşayabileceği ve patojen organizmalar ile yabancı otların tohumlarını öldürebilecek seviyelere yükselir. Bunun için sıcaklığın yeterli bir süre termofilik seviyede kalması gerekmektedir. Sonraki mikrobiyal aktivitelerle, organik atıklardan toprağı zenginleştiren kompost elde edilir (Sezer, K., 2008.)

Kompostlaştırma için uygun olan atıklar; evsel nitelikli organik katı atıklar, yeni biçilmiş ot ve çim, kuru yaprak ve otlar, saman, odun talaşı, karton paketler, peçeteler, gazeteler, kaplanmamış el ilanları ve broşürler, anaerobik arıtma/fermenter çıktısı, yün veya pamuktan kumaş parçaları, bahçe kırpıntıları, sebze ve meyve kabukları, ahır gübresi ve altlıklar, sap saman artıkları, ekme kalıntıları, çay posası ve atıkları, kahve tortuları, yumurta kabukları, oda ve bahçe çiçekleri olarak örneklendirilebilir.

Kompostlaştırma için uygun olmayan atıklar; süt ve süt içeren ürünlerden yapılmış yiyecekler (yoğurt, peynir vb.), katı yağlar (bitkisel, hayvansal), sıvı yağlar (fıstık ezmesi ve mayonez dahil), evcil hayvanların dışkısı, balık artıkları, hastalıklı bitkiler, kemikler, kömür ve yanmış kömür kalıntıları, sentetik kumaş kalıntıları, plastik atıklar, metaller vb. atıklardır.



Şekil 2.4. Kompost üretim süreci.

Mikroorganizmaların büyümesi ve gelişmesi için uygun ortam sağlanarak bu uygun ortamın sürekliliği devam ettirildiğinde kompostlaştırma işlemi hızlı bir şekilde gerçekleşir. Kompostlaştırma için en önemli şartlar; mikrobiyal aktivite ve büyüme için gereken besin maddelerini sağlamak amacıyla, organik maddelerin karıştırılması ve bu karışımın uygun karbon ve azot (C:N) oranını da içermesi gerekmektedir. Aerobik mikroorganizmalar için yeterli oksijen miktarı, havalandırmayı engellemeden biyolojik aktiviteyi destekleyen yeterli nem içeriği, kuvvetli mikrobiyal aktiviteyi destekleyen termofilik (optimum 45°C) sıcaklıklardır. Kompostlaştırma işlemi, çeşitli koşullarda ve birçok farklı madde ile gerçekleştirilebilir. Kompostlaştırma hızı ve nihai kompostun kalitesi, kullanılan ham maddelerin seçimine ve karışımına bağlıdır. Kompostlaştırmaya etki eden parametreler; sıcaklık, nem, pH, oksijen/havalandırma, besin maddeleri (C:N oranı), yapı, porozite, kıvam/partikül boyutu ve süredir.

Çizelge 2.2. Hızlı Kompostlaştırma İçin Önerilen Parametre Aralıkları (MNE proje)

Parametre	Makul Aralık <sup>a</sup>	Tavsiye Edilen Aralık
Karbon Azot Oranı (C:N)	20:1-40:1	25:1 – 30:1
Nem Muhtevası	%40 - %65 <sup>b</sup>	%50-60
Oksijen Konsantrasyonu	>%5	>>%5
Partikül Boyutu (cm çap)	0,32-1,27	Değişir <sup>b</sup>
pH	5,5-9,0	6,5-8,0
Sıcaklık (°C)	43-65	54-60

a Bu değerler hızlı kompostlama için geçerlidir. Bu aralıklar dışındaki değerlerde kullanılabilir.  
b Kullanılan madde, yığın boyutu ve/veya hava koşullarına bağlı olarak değişir.

Kompostlaştırma işlemi mevsim koşullarına ve kullanılan teknolojiye bağlı olarak değişkenlik göstermekle birlikte, atığın en az altı hafta boyunca fermante edilmesi gereken bir süreçtir. Bu sürecin etkili bir şekilde yönetilmesi için yığın sıcaklığının günlük, nem içeriğinin ise haftalık olarak izlenmesi ve bununla ilgili bir kayıt sisteminin oluşturulması faydalı olacaktır (Kompost Tebliği, 2015). Kompostlaştırma sürecini etkileyen başlıca faktörler arasında sıcaklık, karbon-azot oranı (C:N), pH düzeyi, nem içeriği, havalandırma ve karıştırma, mikroorganizmalar, hammaddenin boyutu ve hava boşlukları yer alır.

Sıcaklık, kompostlaştırma sürecini etkileyen en önemli unsurlardan biridir. Kompost ortamındaki sıcaklık artışı, kompost matrisinde gerçekleşen metabolik ısı üretimi ve bu ısının muhafaza edilmesi ile ilişkilidir. Sıcaklık, kompost ekosisteminin temel özelliğidir ve kompostlama süresince daha yüksek düzeyde ayrışmayı destekler. Mikroorganizmalar, organik maddeleri tüketirken ısı üretirler. Ortamdaki ısının yükselmesi mikroorganizmaların yüksek aktivitesini gösterirken aynı zamanda patojen mikropları öldürmede de etkilidir. Patojen bakterilerin sadece ısı ile değil, aynı zamanda mikroorganizmaların ürettiği metabolik bileşiklerle de öldüğü tespit edilmiştir. Her mikroorganizma kendisine uygun sıcaklıkta yaşamını sürdürür. Kompostlaşan materyalde sıcaklık arttıkça ölen mikroorganizmaların yerini yeni koşullara adapte olan türler alır, bu da daha hızlı bir ayrışmaya yol açar. Ancak 55°C'nin üzerindeki sıcaklıklarda kompostlaştırma verimi ve hızı önemli ölçüde azalır. Belirli bir süre devam eden yüksek sıcaklık, hastalığa neden olan mikropların ve virüslerin oluşmasını engelleyerek, kaliteli bir kompost oluşmasını sağlar. Kompost materyalinin kendini çürütme özelliğinden dolayı mikrobiyal aktivitenin ürettiği ısı, kompostun sıcaklığını 70°C'nin üzerine yükseltebilir. Bu sıcaklıkta birçok mikroorganizma zarar görerek canlılığını yitirebilir ve işlem durabilir. Böyle bir durumda mikroorganizmaların sayısı eski haline gelene kadar kompostlama başlamaz. Böyle durumları önlemek için kompostlaştırma işlemi devam ederken sıcaklık sürekli izlenmelidir. Genel olarak, patojenlerin yok edilerek kompostun daha iyi kalitede olabilmesi için 3 gün süreyle 55°C'den büyük sıcaklıklarda 70°C'nin altında kalması gerekir. Kompostlaştırma yapılırken yüksek sıcaklıklar hastalığa sebep olan organizmaları yok ettiği için,

kompostun yüksek sıcaklıklarda oluşması halk sağlığı açısından önemlidir. Ancak kompostlaştırmanın yüksek sıcaklıklarda olmasından kompost verimini arttırdığı anlamı çıkarılamaz. Yüksek reaksiyon hızları için çok yüksek sıcaklıklara ihtiyaç duyulmamaktadır. Kompost materyalindeki sıcaklık 75°C veya 85°C'ye yükselirse, yüksek sıcaklık yüzünden reaksiyon hızı muhtemelen düşecektir. Böyle bir durumda en önemli şey sıcaklığı azaltmaktır. Sıcaklığı azaltmak için ise, kompost materyalinin havalandırılmasını sağlamak için sık sık kompost kütlesi karıştırılmalıdır. Kompost kütlesindeki maksimum çözünme için sıcaklığın etkisini ortaya koymak amacıyla yapılan çalışmalarda optimum sıcaklık 40°C ile 50°C arasında bulunmuştur (Ekinci, Tosun ve Varol, 2021). Kompostlama işleminde mikroorganizmaların yaşayabilecekleri sıcaklıklar 4 gruba ayrılmıştır; Soğukta yaşayabilen mikroorganizmalar (-30, -4°C), Mezofilik ortam mikroorganizmaları (10-45°C), termofilik ortam mikroorganizmaları (50-75°C), sıcak bölgede yaşayabilen mikroorganizmalardır (80°C) (Topçu, 2006).

Mikroorganizmalar enerjiye olan ihtiyaçları için karbona (C), çoğalabilmek için de azota (N) ihtiyaç duyarlar. Karbon, enerji ihtiyacının karşılanması yanı sıra mikroorganizmaların gelişmesi ve büyümesi için de gereklidir. Azot ise, mikroorganizmaların protein sentezlemesi için kullanılır. Kompostun besin dengesini C/N oranı belirler. Bir azota karşılık gelen karbon miktarına C/N oranı denir. Karbon/azot oranı, kompostlaştırma sürecini etkileyen en önemli faktörlerden biridir. İyi yönetilen sistemlerde C/N oranı azalır. En verimli kompost üretimi için C/N oranının başlangıçta 20-30 aralığında olması gerekmektedir de, bu oran en fazla 50 olarak belirlenmiştir. Kompostun C/N oranı yükseldiğinde, topraktaki azotu bünyesine kattığı için topraktaki azot değerleri düşer. C/N oranı düştüğünde ise, azot fazlalığı olduğundan amonyak gazı oluşur ve yine toprağın azot miktarı düşer. Bu sebeple kompost kullanılırken C/N oranı kontrol edilerek kullanılmalıdır. Mikroorganizmalar temel olarak karbon (C), azot (N), oksijen (O), hidrojen (H), fosfor (F), sülfür (S) olmak üzere altı bileşenden oluşur. Bu elementler tüm organik atıkların bünyesinde yer almaktadırlar. Atıkları ayrıştıran, kompostlaştırmayı sağlayan mikroorganizmalar bu elementlere ihtiyaç duyarlar. Eğer kompost yığınlarındaki karbon miktarı fazla olursa biyolojik aktivite azalır (Kenar ve Karakuzulu, 2020).

Her mikroorganizma türünün aktivite ve büyüme gösterdiği belirli sıcaklık aralıkları olduğu gibi uygun pH aralığı da vardır. pH'ın 6,5-8 arasında olması istenir, ancak işlemin doğal süreci içerisinde gerçekleşmesi daha geniş bir aralıkta çalışmayı mümkün kılmaktadır. Kompostlaştırma işlemi pH 4,5-5 arasında etkin bir şekilde gerçekleşmektedir.

Mikroorganizmaların aktivitesi açısından nem de oldukça önemli olmakla birlikte kompostlaştırma sürecinin temelidir. Besin maddesinin çürütülmesi için su içerisinde çözünmesi gerekmektedir. Organik madde içinde bulunan nem içeriği %15'in altına düştüğünde biyolojik aktivite tamamen durmaktadır, yani mikroorganizmalar tarafından enerji kaynağı olarak kullanılan organik maddeler çözünmüş durumda olmadığından kompostun verimi de düşmektedir. Kompost materyalinin nem içeriğinin kompostlaştırma sırasında %40-65 gibi dar bir aralıkta tutulması

gerekmektedir. Boşlukların tamamen su ile dolması durumunda ise oksijen transferi büyük ölçüde azalmakta ve aerobik kompost oluşturmada, sabit karıştırıcının olmadığı durumlarda imkansız hale gelmektedir. Nem içeriği genelde kompostlaştırma süreci ilerledikçe düştüğü için başlangıçtaki nem içeriğinin %40'dan büyük olması önemlidir. Birçok kompost karışımında kuru maddelerin nem içeriğini %50-60'a yükseltmek için nemli maddelerle karıştırılmakta veya yaprak gibi kuru maddeler ve doğrudan su eklenmektedir. Kompostlaştırma sürecinde, nem içeriğinin %40-65 arasında olması tavsiye edilmektedir. Nem içeriğinin kabul edilebilir üst sınırı da hammaddenin porozitesine ve emiciliğine bağlıdır. Fazla gözenekli maddeler sıkıştırılmış (yoğun) maddelere göre daha nemli olmaktadır. Kompostlaştırmanın daha hızlı olması için emiciliği yüksek malzemelerin karışımlarının nem içeriği %40'dan fazla olmalıdır. Bir görüşe göre kompostun oluşması için optimum nem içeriğinin % 50-60 (maksimum % 70) olduğu ifade edilmektedir. Başka bir görüşte ise başlangıçta nem içeriğinin %45, %60 ve %75 olan belediye atıkları ile yapılan kapalı kompost sistemlerinde, optimum bozunma %60 nem içeriği ile gerçekleştirilmiştir. Kompostlaştırma süresince nem miktarının değişimi genelde sıcaklık ile havalandırma hızına bağlıdır (Erdener, 2010). Başarılı bir kompostlaştırma işleminde oksijenin varlığı ana unsurlarından biridir. Organik atıkların ayrıştırılmasında aerobik mikroorganizmalar için oksijen gereklidir. Mikroorganizmalar büyümeleri ve gelişmeleri için gereken enerjiyi karbonu okside ederek sağlarlar. Bu işlemin sonunda, oksijeni (O<sub>2</sub>) tüketip karbondioksit (CO<sub>2</sub>) üretirler. Kompostlaştırmanın ilk günlerinde organik maddelerin kolay çözünebilir kısımları çabuk tüketilir, bu nedenle de oksijen veya havalandırma ihtiyacı ile ısı üretimi en fazla ilk aşamalarda olur ve işlem ilerledikçe bu ihtiyaç azalır. Kompost yığınlarında, karıştırma işleminden hemen sonra yığının iç kısımlarındaki oksijen tükenmektedir. Böyle bir durumdaki yığınlar karıştırıldığında kompost materyalinde kötü kokular açığa çıkar. Statik yığınlarda ise fanlar kapatıldıktan sonraki 20 dakika içinde oksijen seviyeleri çok düşer. Bu sebeple havalandırılmalı statik yığın kompostlamada fanlar sıcaklık ve zamana göre ayarlanır. Fanları açıp kapama periyodunun yaklaşık 15 dakika aralıklarla olması önerilmiştir. Aerobik mikroorganizmalar %5 oksijene kadar yaşamlarını sürdürebilirler, ancak en uygun oksijen konsantrasyonunun %10'dan daha büyük olması istenir ve bu değer %14-17 olarak önerilmiştir. Eğer hava kaynağı veya oksijen sınırlıysa kompostlaştırma işlemi durmaz ancak yavaş gerçekleşir. Aerobik koşullarda kompostlaştırmanın devam edebilmesi için kompostlaştırma sırasında oksijen konsantrasyonu en az %5 olmalıdır. Bu konsantrasyon, mikroorganizmanın yaşamını riske etmeden kompostlaştırmanın devam edebileceği sınır değerdir (Ekinci, Tosun ve Varol, 2021).

Kompostlaştırma, karışık organik atıklarda doğal olarak bulunan, uygun koşullar altında kendiliğinden çoğalabilen mikroorganizmalar tarafından gerçekleştirilir. Başlangıçta çoğunluğunu bakterilerin oluşturduğu mikroorganizmaların çoğalması sırasında ısı, karbondioksit (CO<sub>2</sub>) ve su buharı açığa çıkar. Kompostlaştırmanın ilk aşamasında mezofilik bakterilerle beraber aktinomisetler, maya ve diğer mantarlar; karbonhidrat, yağ ve proteinleri ayrıştırırlar. Protozoaların besin kaynağı bakteri ve mantarlardır. Sıcaklık 40-50°C'ye ulaştığında kompostlamayı başlatan organizmaların

tamamı ölür ve bunların yerini ısı üretebilen, 70°C sıcaklığa kadar dayanan termofilik bakteriler alır. Kompostun 60-70°C sıcaklığa ulaştığı esnada birkaç spor bakteri dışında bütün patojenik organizmalar birkaç saat içinde ölürlür. Termofilik bakteriler kendine yetecek kadar besini tükettiklerinde ısı üretmeyi durdururlar ve kompost soğumaya başlar. Soğuyan kompostta genellikle aktinomisetlerden ve mantarlardan oluşan yeni bir grup organizma geriye kalan besinlerle beslenir ve çoğalır.

Kompostlaştırmada baskın organizmaların cinsi atığın boyutuna, su içeriğine, oksijen teminine, sıcaklık çıkışına ve indirgenme derecesine bağlıdır. Bakteriler farklı çevresel şartlarda, farklı sıcaklıklarda ve nem durumlarında yaşayabilirler. Buna karşın mantarlar 20°C-30°C arasında daha hızlı çoğalırlar. Mantarlar; pigment, vitamin, antibiyotik ve benzeri bileşikler indirgeyip sentezlerler. Aktinomisetler ise 30-40°C arasında daha iyi çoğalma ve yaşama eğilimi gösterirler. Bunlar da fenol, selüloz, yağ ve lignini indirgerler. Bakteri ve mantar ile beslenen protozoalar 40°C üzerindeki sıcaklıklarda yaşamlarını yitirirler (Ekinci, Tosun ve Varol, 2021).

Çizelge 2.3. Kompostlaştırmada yer alan mikroorganizmaların genel özellikleri (Özkan, 2019).

<b>Bakteriler</b>	<b>Mantarlar</b>	<b>Aktinomisetler</b>
Miktar ve faaliyet açısından baskındırlar,	Olgunlaşma aşamasında etkindirler,	Kompostun son aşamasında etkindirler,
Yüksek pH ortamlarına uyum sağlar	Ayrışmaya dirençli maddeler üzerinde çoğalırlar,	Lignin ve selüloz üzerinde çoğalırlar,
Hızlı büyürler,	Geniş pH aralığında yaşarlar,	Nötr koşullar ile hafif bazik koşullarda aktiftirler,
Yüksek nem içeriğine kolay uyum sağlarlar,	Düşük nem ortamında yaşarlar.	Toprağa benzer koku salarlar
Aerobik ve anaerobik ortamlarda yaşayabilirler.		

Kompostlaştırma için genellikle uygun hammadde boyutu 6 ile 75 mm aralığında olmalıdır. Kompostlaştırmanın başlaması ve devam edebilmesi için partiküller arasında serbest hava boşluğu bulunması önemlidir. Bozunmanın devam etmesi için gerekli oksijenin ortamda yeteri kadar dağılmış olması gerekir. Reaksiyon sonrasında açığa çıkan gazların ayrılabilmesi için hammaddenin danecik boyutu ile aralarındaki boşluğun iyi ayarlanması gereklidir. Aksi halde oksijenin yetersiz olması durumunda oksijensiz ortam oluşur, bu da kompostlaştırma işlemi yavaşlatır, istenmeyen gazlar ve kokular ortaya çıkar, ürün kalitesi düşer. Genellikle partiküller arası boşluğun %35 - %50 arasında olması uygun kabul edilir. Boşluk seviyelerinin daha yüksek olması durumunda kompostun içeriğindeki ısı kaybı artar ve sıcaklık düşer. Daha düşük boşluk olması durumunda ise anaerobik şartlar oluşmaya başlar (Özkan, 2019)

Kompostlaştırma aşamaları sırasıyla; ayırma, parçalama (öğütme), karıştırma ve depolama şeklindedir. Kompostlaştırılmayan katı atıkların proses başlangıcında ayrılması gerekmektedir. Bu ayrıştırma aynı zamanda cam, plastik, karton ve metal gibi maddi değeri olan atıkların geri kazanımını sağlamaktadır. Ayırma işleminden sonra evsel veya hayvansal organik atıkların kompostlaştırılmasını kolaylaştırmak için parçalama işlemi gerçekleştirilir. Bu aşama sonunda homojen bir karışım elde edilmektedir. Karıştırma işlemi ise, mikroorganizmaların gerekli oksijene ulaşabilmesi için yapılır. Yığının içinde biriken amonyak gazının dışarıya salınmasını da sağlar. Son olarak kompostlaştırılması sağlanan organik atıklar trommel elekten elenerek, kapalı bir alanda satışa sunulması için depolanır (Dudu ve Nazilli, 2018).

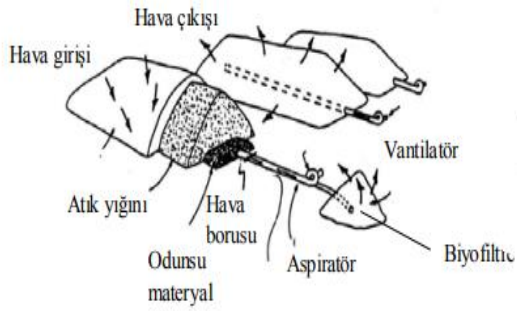
Toprak iyileştirici olarak değerlendirilen kompostun faydaları, iklim değişikliğinden kaynaklanan kuraklık bölgelerinde toprağın su tutma kapasitesini arttıracığından toprağın kuraklık sebebiyle çölleşmesinin önüne geçerek fayda sağlayacaktır. Suni gübreler yerine tarımda kullanılan kompost toprağın verimliliğini arttıracaktır. Bitkilerin büyümesini ve gelişmesini hızlandırır, daha ekonomiktir ve kullanımı kolaydır. Bunların yanı sıra doğal malzemelerden oluştuğu için serildiği topraklarda üretilen ürünlerde yapay tat oluşmasını önlemektedir (Kenar ve Karakuzulu, 2020). Toprağın havalanmasını sağlar, su tutma kapasitesini artırır, topraktaki iz elementlerin eksikliğini giderir, topraktaki mikroorganizmaların faaliyetlerini kolaylaştırır (Topçu, 2006), zemin boşluklarının hacmini artırır, zemin havalandırmasını kolaylaştırır, zor işlenen toprakların kolay işlenmesine yardımcı olur, toprağa uygulanan besin maddelerinin daha iyi kullanılmasını sağlar, toprağa bol miktarda bakteri verir, toprak zeminde besin maddelerinin artışı sağlar, humus üretimine katkıda bulunur ve erozyonu engeller (Dudu ve Nazilli, 2018).

### **2.3.1. Kompost Üretim Yöntemleri**

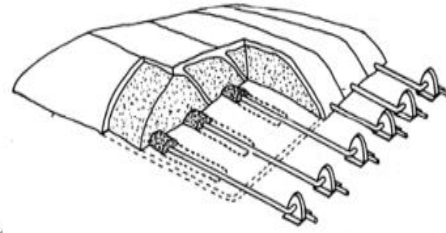
Kompostlaştırma teknolojileri açık ve kapalı sistemler olarak ikiye ayrılır. Açık sistemlerde kompostlaştırma uzun yığınlar halinde yapılmaktadır. Kompostlaştırma işlemi süresince aerobik mikroorganizmaların ihtiyacı olan oksijen, statik sistemlerde fanlar yardımıyla hava verilerek, karıştırmalı yığın sistemlerde ise yığınlar karıştırıcılarla belirli aralıklarla karıştırılarak sağlanır. Kapalı sistemlerde kompostlaştırma ortam şartlarından izole edilmiş materyallerin içerisinde gerçekleştirilmektedir.

Çizelge 2.4. Kompostlaştırma sistemleri (Katkat ve ark., 2018).

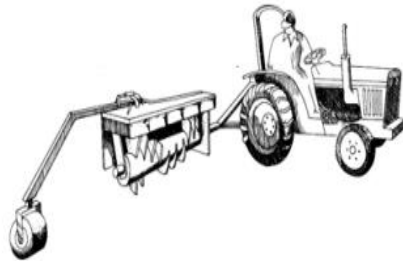
Uygulamada Yaygın Olarak Kullanılan Kompostlaştırma Sistemleri	
Açık (yığın tipi) sistemler	Kapalı sistemler
Karıştırmalı sıralı yığın	Konteyner sistemleri
Statik yığın (Doğal havalandırma)	Tünel tipi sistemler
Statik yığın (Zorlamalı havalandırma)	Dönen tambur tipi



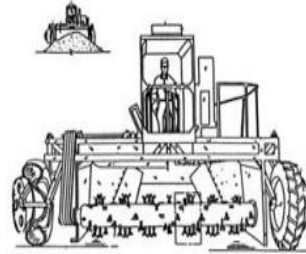
Şekil 1 a) Statik yığın sistemi



b) Birleştirilmiş statik yığın sistemi



a



b

Şekil 2 a) Traktörden hareket alan yığın karıştırıcısı b) Kendi yürür yığın karıştırıcısı

Şekil 2.5. Yığın ve karıştırıcı sistemleri (Külcü ve Yıldız, 2005)

Çizelge 2.5. Kompostlaştırma sistemleri avantaj ve dezavantajları (Katkat ve ark., 2018).

YÖNTEM	AVANTAJ	DEZAVANTAJ
<b>Açık sistemler</b>	-Ülkemizde kompost üretiminde çoğunlukla karıştırmalı sistemler kullanılmaktadır.	
<b>Karıştırmalı sıralı yığın</b>	-Yatırım maliyetinin düşük olması	-Proses başarısı düşüktür. -Kompostlaştırma süresi uzundur. -Proses sıcaklığı düşüktür.
<b>Statik yığın (Doğal havalandırma)</b>	-Havalandırma için herhangi bir mekanizasyona ihtiyaç duyulmaz. -Kompostlaştırma işleminde oluşan ısı ile yığınların kendiliğinden havalanması sağlanır.	-Karıştırmalı yığına göre daha fazla teknik bilgi gerekmektedir. -Yığınlarda kompaksiyon sorununu ortaya çıkabilmektedir. -İşlem kontrol ve komuta düzenlerinin yurtdışından ithal edilmesi. -Yatırım maliyeti yüksektir.
<b>Statik yığın (Zorlamalı havalandırma)</b>	-Mikroorganizmalar için gerekli olan oksijen desteğinin sürekli sağlanması. -Sistemin otomasyona açık olması.	-Havalandırma için mekanizma gereklidir. -Karıştırmalı yığına göre daha fazla teknik bilgi gerekmektedir. -Yığınlarda kompaksiyon sorununu ortaya çıkabilmektedir. -İşlem kontrol ve komuta düzenlerinin yurtdışından ithal edilmesi. - Yatırım maliyeti yüksektir.
<b>Kapalı sistemler</b>	-Kapalı sistemlerin işlem başarısı ve pastörizasyon etkisi yüksektir. -Kapalı sistemler, arıtma çamurları ve koku kontrolünün önemli olduğu kentsel atıkların kompostlaştırılmasında avantajlıdır. -Kapalı sistemler mantar kompostu üretiminde tercih edilmektedir.	
<b>Konteynır sistemleri</b>	-Karıştırmaya ihtiyaç duyulmaz. -Modüler yapısı ve taşınabilir olması önemli bir avantaj sağlar. -İklim koşullarından etkilenmez.	-Kapalı sistemlerin yatırım ve işletme maliyetleri yüksektir.
<b>Tünel tipi sistemler</b>	-İklim koşullarından etkilenmez. -Gelişmiş bir havalandırma kontrol sistemine sahiptirler.	-Kapalı sistemlerin yatırım ve işletme maliyetleri yüksektir.
<b>Dönen tambur tipi sistemler</b>	-Kompostlamada aktif aşamayı 24 saate kadar düşürmektedir. -İklim koşullarından etkilenmez.	-Yatırım maliyeti yüksektir.

### **3. MATERYAL VE METOT**

#### **3.1. Materyal**

Çalışmanın ana materyali; Adana İli Merkez İlçelerinden Seyhan Belediyesi ve Yüreğir Belediyesine ait kompost üretim tesislerinde çeşitli zamanlarda yapılan saha ziyaretleri sırasında gözlem, inceleme, araştırma ile çalışan ve yöneticilerle yapılan yüz yüze görüşmeler sonucunda elde edilen işletme verileri, Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı internet sitesinde yer alan sıfır atık iyi uygulama örnekleri verilerinden oluşturmaktadır. Bunun yanı sıra internet ortamında yer alan çeşitli kurum ve kuruluşların veri tabanları, literatür taraması sonucu elde edilen bilimsel makale, tez, kitap vb. kaynaklardan elde edilen verilerden yararlanılmıştır.

#### **3.2. Metot**

Bu çalışma Belediyelerde yapılan yüz yüze görüşmelerde temin edilen nicel veriler ile verilerin toplanmasında ve analizinde sayısal veriler yerine daha çok sözcükler ile ifadelere odaklanan bir araştırma yöntemi (Gülcan, 2021) olarak tanımlanan nitel araştırma yöntemi kullanılarak hazırlanmıştır. Nitel araştırma yönteminde, çalışmada ulaşılmak istenen amaca yönelik literatür bilgileri taraması sonucunda soruların anlaşılabilir olmasına özen gösterilerek açık uçlu sorular ile mülakat tekniğinden yararlanılmıştır.

Çalışmaya başlamadan önce Adana'da bulunan kompost üretim tesislerinin tespiti yapılmıştır. Seyhan ve Yüreğir Belediyelerine ait birer adet kompost üretim tesisi olduğu belirlenmiştir. Daha sonra hazırlanan açık uçlu sorular ışığında Belediyelerin Kompost tesisini işleten ve yöneten odak noktası personeli belirlenerek bu personel ile yüz yüze görüşmeler ve tesis saha ziyaretleri gerçekleştirilmiştir. Bu tesislere yapılan tesis ziyaretleri ve kompost tesisinden sorumlu odak noktası personeli ile yapılan görüşmeler sonucunda ihtiyaç duyulan veriler toplanmıştır.



## 4. BULGULAR VE TARTIŞMA

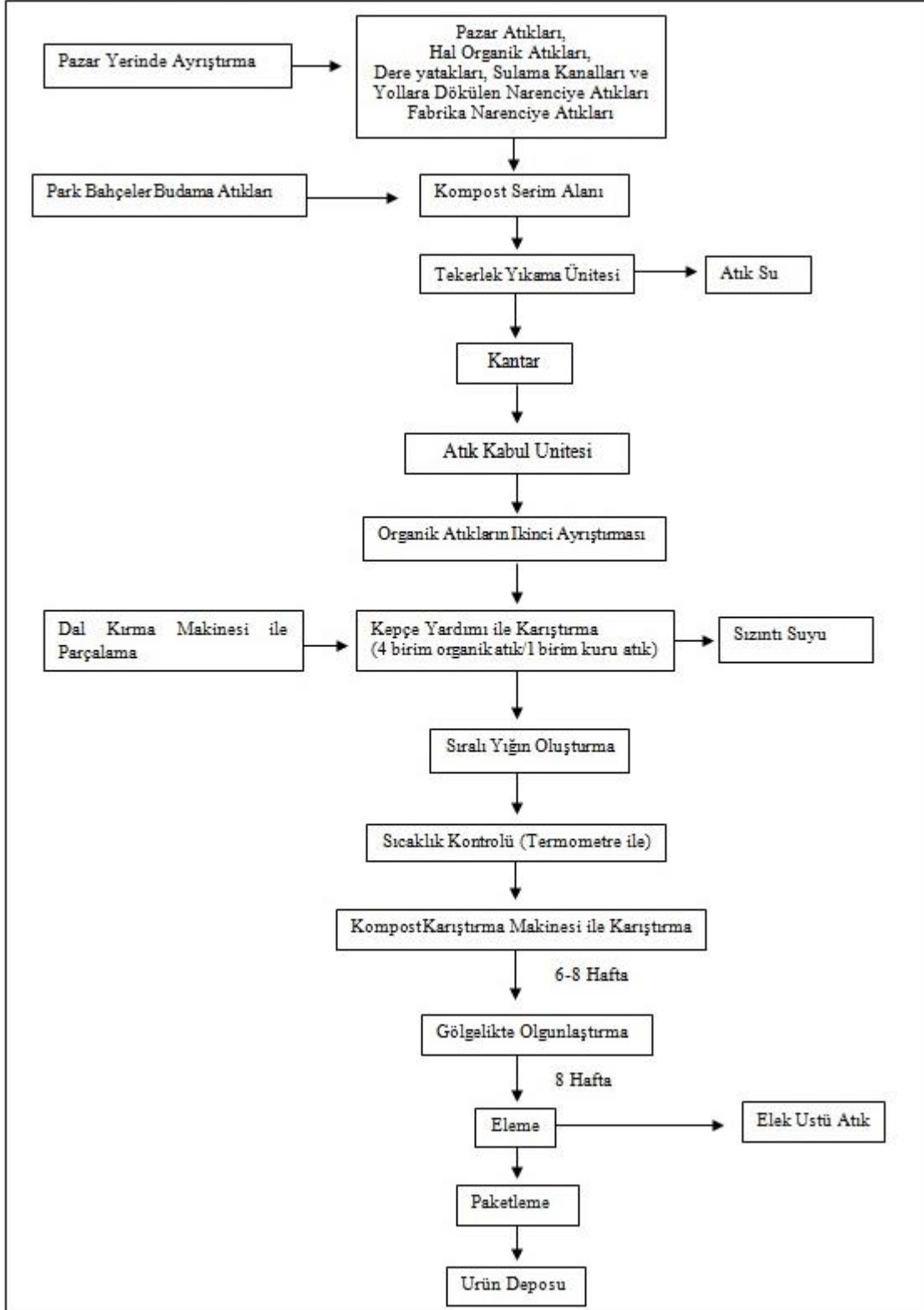
### 4.1. Yüreğir Belediyesi Kompost Tesisi



Resim 4.1. Yüreğir Belediyesi Kompost Üretim Tesisi

Yüreğir ilçesine ait kompost üretim tesisi 13.09.2021 tarihinde kurulmuştur. Tesis 6000 m<sup>2</sup> alan üzerine kurulmuştur. 2022 yılı içerisinde ilçede oluşan çöp miktarının ortalama 1.348.318 kg olduğu belirtilmiştir. 2023 yılında ise ilimizde yaşanan deprem ve seçim çalışmaları sebebiyle tesisin 6 ay faaliyet göstermediği belirtilmiştir. Ayrıca organik atık miktarının tesiste mevcut durumda kantar olmadığından rakamsal olarak bilgilerinin belirli periyotlarda tutulmadığı belirtilmiş olup, yaklaşık miktarının ise 13.500 ton olduğu belirtilmiştir. İlçede 32 adet semt pazarı bulunmaktadır. Sanayi tesisleri özellikle narenciye işletmelerinden ve belediyenin park ve bahçeler müdürlüğünden oluşan peyzaj atıkları ilçenin organik atık potansiyelini belirlemektedir.

Çizelge 4.1. Yüreğir Belediyesi İş Akım Şeması.



İlçede bulunan 32 adet semt pazarı, sanayi tesislerinin organik atıkları özellikle narenciye işletmelerinden alınan atıklar, Adana Şehir Hastanesi organik atıkları ve Belediyenin Park ve Bahçeler Müdürlüğünden oluşan peyzaj atıkları toplanarak kompost tesisine getirilmektedir. Belediyenin Temizlik İşleri Müdürlüğüne ait 3 kişilik ekip ile pazar yerlerinden organik atıkların içerisinde bulunan hacimli atıklar (poşet, kasa, kağıt vb.) elle ayrıştırılıp organik atıklar iş makineleri ile kamyonete yüklenerek kompost tesisine götürülmektedir.



Resim 4.2. Pazarlardan Atıkların Toplanması

Tesiste proses kaynaklı atık oluşmamaktadır. Kompost üretiminde kullanılmayan maddelerin ayrıştırılması çok önemli olduğu, oluşacak nihai kompostun kalitesini direkt etkilediği, kalitesiz kompost oluşmasının yanı sıra zehirli bir kompost da oluşabilme ihtimali bulunduğu belirtilmiştir. Sebze meyve halleri, pazar yerleri vb. alanlardan toplanıp kompost tesisine getirilen biyobozunur atıkların içerisinde elle ayrıştırılan diğer atıklar (kağıt, karton, plastik su şişeleri, poşetler, pet/karton bardaklar, ipler vb.) kompost tesisinde çalışan işçiler tarafından dikkatli bir şekilde elle ayrıştırılmaktadır. Ayrılan atıklar türlerine göre lisanslı geri dönüşüm tesislerine veya düzenli depolama sahasına gönderilmektedir. Tesiste 1 işçi elle ayrıştırma ünitesinde, 1 işçi dal kırma ünitesinde olmak üzere toplam 2 işçi çalışmaktadır. İhtiyaç duyulması halinde işçi sayısının artırıldığı belirtilmiştir.

Kompost, karıştırmalı sıralı yığın tekniği kullanılarak üretilmektedir. Sıralı yığın kompostlamada, hammadde karışımı düzenli aralıklarla uzun yığınlar şeklinde oluşturulmaktadır. Kompost üretimi için en uygun oran olan 4 birim yeşil atık ve 1 birim kahverengi atık karıştırılarak yığımlara serim yapılmaktadır. Kompost tesisinde organik atıklardan kompost dışında herhangi bir yan ürün üretilmemektedir. Kompost üretimi için en uygun sıcaklığın 60°C olduğu belirtilmiş olup üretim bu sıcaklık değeri korunarak yapılmaktadır. Adana'nın mevsim koşullarının kompost üretimi için uygun olduğu belirtilmiştir. Mevsim koşullarına göre aşırı yağışların olduğu dönemlerde

yığınların üzerinin sera örtüsü ile kapatıldığı, aşırı sıcak dönemlerde ise sulama ile yığınların nem oranının ayarlandığı belirtilmiştir. Kompost üretimi yığınlar oluşturulduktan sonra 8 hafta açık alanda, 8 hafta da gölgede ortalama 16 hafta içerisinde paketlemeye hazır hale gelmektedir. Kompost üretim sürecinde sıcaklık termometre ile takip edilerek kompostun bozulmaması için yığınlar karıştırılarak sıcaklık istenilen değerde tutulmaktadır. Adana’da kompost yığınları mevsim şartlarına göre yazın daha sık kışın daha az karıştırılmaktadır.



Resim 4.3. Karıştırmalı Sıralı Yığın Yöntemi

Tesisin kuruluşundan itibaren yaklaşık 13.500 ton atık toplanmış ve ortalama 4.500 ton kompost üretilmiş, 3500 ton kompost kullanıldığı belirtilmiştir.

Çizelge 4.2. Yıllara Göre Toplanan Atık Miktarı

Yıl	Miktar (Ton)
2021	1500
2022	8000
2023 (ilk 6 ay)	4000

Üretilen kompost, tarla bitkilerinde verim analizinin yapılması ile ilgili çalışmalarda kullanılması için yapılan protokole istinaden Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü ile ücretsiz paylaşılmıştır. Çiftçilere, vatandaşlara verilmiş ve fuarlarda tanıtım amacıyla ücretsiz dağıtılmış, ayrıca belediyenin peyzaj alanlarında kullanılmıştır.

Kompost üretim tesislerinin işletilmesi sırasında bazı problemlerin yaşandığı belirtilmiştir. Tesiste sızıntı suları ile ilgili dönemsel problemler yaşandığı, kompost üretim sürecinde sıcaklık takibinin iyi yapılmadığı durumlarda oluşan ürünün kalitesinde problem yaşandığı ve kokuşmaya

neden olabileceği belirtilmiştir. Ayrıca ekonomik krizden dolayı ürün tedarikinde problemler yaşandığı da işletme problemlerinden bir diğeri olarak belirtilmiştir.

Tesiste 2021 yılında kurulum sırasında bir dernek tarafından hibe edilen eleme ve dal kırma makinesi ile kompost karıştırma makinesi, dal kırma makinesi ve kepçe bulunmaktadır. Hibe edilen makine ve ekipman dışında belediyeye ait makine ekipman ile belediye personeli çalıştığından oluşan kompostun da satışı yapılmadığından tesise ait ekonomik veri bulunmamaktadır.



Resim 4.4. Tesise ait görüntüler

#### 4.2. Seyhan Belediyesi Kompost Tesisi



Resim 4.5. Seyhan Belediyesi Kompost Üretim Tesisi

Tesis ilk olarak 2020 yılında aktarmalı yığın (kafes) yöntemi ile kompost üretimine başlamıştır. 2021 yılı Kasım ayında deneme üretimine başlanmış, 2022 Haziran ayından itibaren de beton zemin üzerinde karıştırmalı sıralı yığın yöntemi ile kompost üretimi yapılmaya başlanmıştır. Tesisin bulunduğu alanın 3800 m<sup>2</sup> olduğu, Temmuz 2022 itibariyle 8000 m<sup>2</sup> olarak genişletilmiş,

toplamda 60 metre uzunluğunda 3 metre genişliğinde 10 adet sıralı yığınlar oluşturulmuştur. Tesiste 2 işçi, 1 ziraat teknikeri toplam 3 personel çalışmakta olup, genel koordinasyon ise belediye bünyesinde çalışan çevre mühendisi tarafından sağlanmaktadır.



Resim 4.6. Yıllara Göre Kompost Üretim Tesisi Sahası



Resim 4.7. Seyhan Belediyesi Kompost Üretim Tesisi

Tesise kabul edilen organik atıklar pazar yerlerinden, sebze-meyve halinden ve kahve satışı yapan mağazalardan toplanmaktadır. Budama atıkları Seyhan Belediyesi Park ve Bahçeler Müdürlüğünden, talaş gibi odun kırıntıları ise Büyükşehir Belediyesinden temin edilmektedir. Organik atıklar pazar yerlerinden Belediyenin Temizlik İşleri Müdürlüğüne ait ekipler tarafından iş makineleri ile toplanarak belediyeye ait araçlar ile kompost tesisine taşınmaktadır. Atık kahveler ise kahve satışı yapılan anlaşmalı kafeslerden haftanın üç günü belediyeye ait araçlarla kompost tesisine taşınmaktadır.

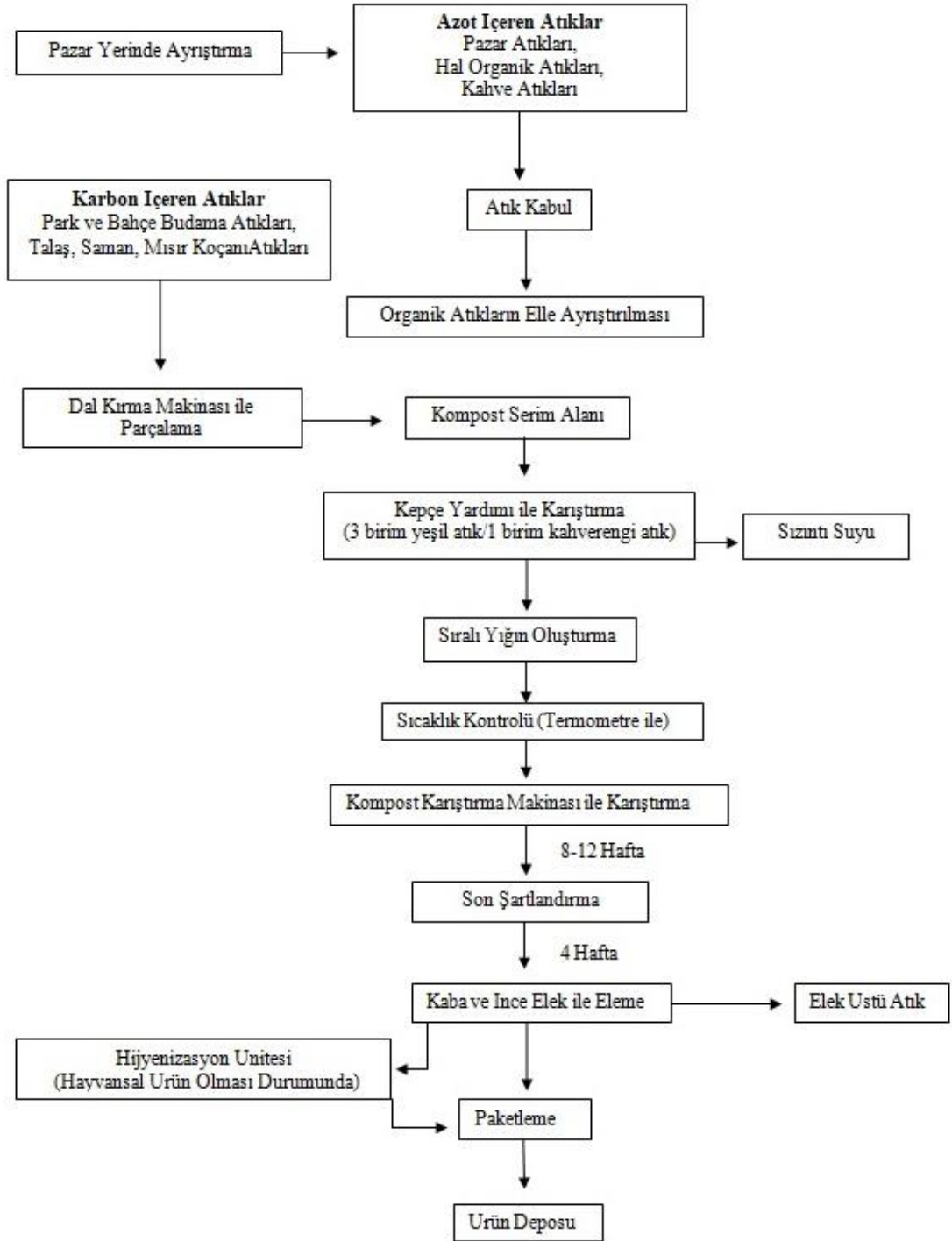


Resim 4.8. Pazarlardan Atıkların Toplanması

Pazar yerlerinden ve sebze-meyve halinden tesise getirilen organik atıklar tesise ulaştıktan sonra tesiste görevli personel tarafından elle ayrıştırılma işlemi yapılmaktadır. Tesise gelen atıkların elle ayrıştırılma işleminde genellikle ambalaj atığı oluşmaktadır. Oluşan tehlikeli ve tehlikesiz atıklar Seyhan Belediyesine ait atık getirme merkezine gönderilmektedir. Sonrasında atık getirme merkezinden lisanslı geri dönüşüm tesislerine veya düzenli depolama sahasına gönderilmektedir.

Kompost üretiminde  $\frac{3}{4}$  yeşil atık (azot),  $\frac{1}{4}$  kahverengi atık (karbon) olacak şekilde karıştırılarak yığınlar yapıldığı belirtilmiştir. Karıştırmalı sıralı yığın tekniği kullanılarak kompost üretilmektedir. Sıralı yığın kompostlamada, hammadde karışımı düzenli aralıklarla uzun yığınlar şeklinde oluşturulmaktadır. Ayrıştırmadan kalan maddelerin tamamen temizlenmesi için kompost oluştuktan sonra 4 cm'lik kaba elekten ve 4 mm'lik ince elekten geçirilmektedir.

Çizelge 4.3. Seyhan Belediyesi İş Akım Şeması.



Kompost, karıştırmalı sıralı yığın tekniği kullanılarak üretilmektedir. Sıralı yığın kompostlamada, hammadde karışımı düzenli aralıklarla uzun yığınlar şeklinde oluşturulmaktadır. Kompost üretimi için en uygun oran olan 3 birim yeşil atık ve 1 birim kahverengi atık karıştırılarak yığınlara serim yapılmaktadır. Kompost tesisinde organik atıklardan kompost dışında herhangi bir yan ürün üretilmemektedir. Kompost üretiminde sıcaklık 60-65°C seviyelerinde tutuluyor sıcaklığın 65°C'nin üzerine çıkarılmamasına dikkat ediliyor. Adana'nın mevsim koşullarının kompost üretimi için uygun olduğu belirtilmiştir. Tesis 2021 Kasım ayında ilk kurulduğunda yığın alanlarının zemini

toprak olarak tasarlanmıştı buda iş makinelerinin çalışmasını zorlaştırıyordu, bu durumda aşırı yağışların olduğu dönemlerde yığınların üzerinin sera örtüsü ile kapatıldığı, aşırı sıcak dönemlerde ise sulama ile yığınların nem oranının ayarlandığı belirtilmiştir. Kompost retimi yığınlar oluşturulduktan sonra mevsim şartlarına göre yazın yaklaşık 8 haftada kişin yaklaşık 12-14 haftada paketlemeye hazır hale gelmektedir. Kompost retim sürecinde sıcaklık termometre ile takip edilerek kompostun bozulmaması için yığınlar karıştırılarak ve karbon/azot/su dengesi sağlanarak sıcaklık istenilen değerde tutulmaktadır. Adana'da kompost yığınları mevsim şartlarına göre yazın daha sık kişin daha az karıştırılmaktadır. 2022 yılı haziran ayı ile 2024 yılı haziran ayı arasında toplanan 1.538 ton organik atıktan 342.832 ton kompost oluştuğu belirtilmiştir.

Üretilen kompostun park ve bahçelerde, muhtarlık hizmetleri aracılığı ile iftilere, Belediyenin kırsal hizmetler müdürlüğüne, evre günü etkinlikleri kapsamında okullara ve deprem bölgelerine dağıtımı yapılmaktadır. Bunlar dışında Belediye tarafından satışı da yapılmaktadır. Fiyat tarifeleri ise Belediye tarafından belirlenmektedir.

Çizelge 4.4. Seyhan Belediyesi Kompost cret Tarifesi

<b>Kompost cret Tarifesi</b>	
1000 Kg'a kadar fiyatı (1000 kg dâhil)	4,00 TL/Kg
1000 kg üzerindeki her kg fiyatı	3,00 TL/Kg

Ayrıca tesiste hijyenizasyon nitesi de bulunmaktadır. Kompost retiminde hayvansal ürünler (gübre, işkembe vb.) kullanılacaksa bu ünitede 1 saat 70°C sıcaklığa tabi tutulmaktadır. Ancak tesiste hayvansal ürünler kullanılmadığından hijyenizasyon ünitesinin kullanılmadığı belirtilmiştir.



Resim 4.9. Kompost retim niteleri



Resim 4.10. Kompost Üretim Tesisi

Tesiste dal kırma makinesi, karıştırma makinesi, paketleme, eleme, hijyenezasyon üniteleri bulunmaktadır. Karıştırma makinesi 2021 yılında 94.000 TL'ye temin edilmiştir.2022 yılında paketleme, eleme, hijyenezasyon ünitesi 343.000 TL'ye temin edilmiştir. Kompost tesisinin kurulu olduğu alan ise ihale yolu ile temin edilmiştir.



Resim 4.11. Makine ve ekipmanlar

Türkiye'de 2015 yılında yayımlanan Atık Yönetimi Yönetmeliği atıkların yönetilmesi konusunda yol gösterici olmuştur. Bu yönetmelikle birlikte geri dönüşüm, ayırma ve atıkların bertarafıyla alakalı somut adımlar atılmıştır. Ancak, atıkların geri kazanımı ve çevre kirliliğinin önlenmesi konusunda ekonomik teşviklerin yetersiz olması, atıkların ayrı toplanması, depolama sahasına giden biyobozunur atıkların azaltılması ve kontrolü konusunda Türkiye'de hala yeterli düzeyde ilerleme olmamıştır. Ekonomik gelişmişlik, şehirleşme, yaşam tarzı atık oluşumunu etkileyen faktörler arasındadır. Ekonomik gelişmişlik oluşan atık tipini de etkilemektedir. Düşük

gelir düzeyinde; kağıt ve plastik (ambalaj atıkları ) %13'lerde iken, gelişmiş yüksek gelir düzeyinde olan ülkelerde ise bu değer çok daha yüksek, organik atıklar ise daha düşük değerlerdedir. Bunun nedeni de, dışarıdan hazır tüketilen yiyeceklerin daha fazla tüketilmesidir. Biyobozunur atık miktarı düşük gelir grubunda daha fazladır. En az atığın üretildiği atık yönetimi sistemi, en ekonomik ve en yüksek verimi alabileceğimiz sistemdir. Atık miktarını azaltmak için, atık üretimini azaltacak tekniklerin uygulanması ve atıkların geri kazanımının sağlanması şart olmuştur (Kök, 2021).

Türkiye'de evlerden ve iş yerlerinden kaynaklanan atık karakterizasyonu incelendiğinde, biyobozunur nitelikli organik atıkların diğer atıklara kıyasla daha yüksek bir oranla %55,54 ile ilk sırada yer almaktadır (UAYEP, 2023). TUİK verilerine göre Türkiye'de 2022 yılı içinde 30.283.756 ton atık olduğu göz önünde bulundurulursa, biyobozunur nitelikli organik atıkların yaklaşık 17 milyon ton olduğu tahmin edilebilir (TUİK, 2022).

Türkiye genelinde oluşan biyobozunur atıkların miktarı göz önüne alındığında bu atıkların verimli bir şekilde yönetilmesi oldukça önemlidir. Türkiye'de çöpler genellikle karışık toplanmaktadır. Ülkemizde atıkların ayrı toplanması her ne kadar atık mevzuatlarında yer almış ise de evlerde ve iş yerlerinde özellikle belediyeler tarafından toplanan atıklar karışık toplanmaktadır. Sıfır atık yönetmeliği yayımlandıktan sonra kamu kurum ve kuruluşları ile büyük ölçekli iş yerleri kaynağında ayrı toplama sistemine geçmiş olsalar da hanelerden atıkların ayrı toplanması konusu hala geliştirilememiştir. Ancak ülkemizde son yıllarda yeterli miktarda olmasa da Bakanlıklardan alınan teşvikler ve çevreye olan duyarlılığın artması ile başlatılan projeler kapsamında kompost makineleri alınmakta veya kompost üretim tesisleri kurulmaktadır. Yerel yönetimler tarafından kurulan kompost üretim tesisleri, biyobozunur atıkları sebze-meyve hali, pazar yerleri ile park ve bahçe atıkları toplayarak kompost üretim tesislerine taşınmaktadır. Bu atıkların toplanmaması çevre ve insan sağlığını tehdit edecek şekilde koku, sinek, böcek vb. zararlı etkilerin oluşumuna neden olmaktadır. Önceki yıllarda bu atıklar vahşi depolama sahaları veya düzenli depolama sahalarında depolanarak ekonomiye hiçbir katkı sağlamadığı gibi bu sahalarının da yükünü artırmaktaydı. Ancak son yıllarda belediyelerin bu konuda yaptıkları çalışmalar hem çevre ve insan sağlığı açısından, hem de ekonomik yönden katkılar sağlamaktadır.

2022 yılı TUİK verilerine göre Türkiye'de 11 adet kompost tesisi olduğu, 120.096 ton atığın bu tesislerde işlenerek geri kazanıldığı belirtilmiştir. Bu çalışmada Adana'da bulunan iki kompost tesisi verileri değerlendirilmiştir.

Seyhan İlçesinde oluşan ve aktarma istasyonundan ITC Invest Trading&Consulting AG düzenli depolama tesisi Adana Şubesi'ne gönderilen çöp miktarları çizelgede verilmiştir. Bu çöplerin yaklaşık %60'ının organik atık olduğu belirtilmiştir. Tesiste ayrıştırılan organik atıklar biyometanizasyon tesisinde biyogaza dönüştürülmektedir.

Çizelge 4.5. Düzenli depolama tesisine gönderilen atık miktarı

Yıl	Çöp Miktarları (Ton)	Organik Atık Miktarı(Ton)
2021	268.604	161.162,4
2022	248.090	148.854
2023	268.145	160.887

Seyhan ve Yüreğir ilçelerinde hal ve pazar yerlerinden oluşan atıklar ile park ve bahçelerden oluşan peyzaj atıkları kompost üretiminde kullanılmaktadır. Buda düzenli depolama sahasına giden çöp miktarının azaltılması ve toprak iyileştirici olan kompostun ürün olarak değerlendirilmesi için önemli bir uygulamadır. Kompost üretiminin maddi geri dönüşleri dışında sosyal yönden, çevre ve insan sağlığını koruması ve tarımsal faaliyetlerde olumlu yönde etkilerinin olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.6. Yüreğir tesisi verim tablosu

Yüreğir Belediyesi Toplanan Organik Atık		Üretilen Kompost	Verim
Yıl	Miktar (Kg)	Miktar (Kg)	
2021	1.500.000	4.500.000	% 33
2022	8.000.000		
2023 (ilk 6 ay)	4.000.000		
Toplam	13.500.000		

Çizelge 4.7. Seyhan tesisi verim tablosu

Seyhan Belediyesi Toplanan Organik Atık		Üretilen Kompost	Verim
Yıl	Miktar (Kg)	Miktar (Kg)	
Mart 2022-31.05.2024 tarihleri arası toplam	1.538.000	342.830	% 22

Her iki tesisin verileri kıyaslandığında aynı yöntem ile kompost üretimi yapmalarına rağmen tesis verimlerinin farklılık gösterdiği görülmüştür. Tesislerin bu şekilde verimlerinin farklı olmasının sebeplerinden birinin tesislerin kayıtlarının düzenli tutulmaması, kütle denge sisteminin henüz oturtulmamış olmasından kaynaklandığı kanaatine varılmıştır. Bunun sebebi ise; bu tip tesislerin yerel yönetimler tarafından öncelikli konular arasında yer almamasından kaynaklanmaktadır. Oluşan kompostun bir ürün olarak belediye bütçesine getirisinin olmaması bu tesislerin değer kaybına neden olmaktadır. Ancak getirinin olmamasının nedenleri arasında bilinçlendirme, reklam, pazarlama gibi faaliyetlerin olmamasından, ayrıca suni gübre üreticilerinin sosyal baskılarından olduğu düşünülmektedir.

Tüm bunların yanı sıra kompost üretim sürecinde birçok problem yaşanmaktadır. Kompost üretim sürecinde organik atıkların toplanması ve taşınması ile ilgili problemlerin yaşandığı gerek işçi

ihtiyacı gerekse de artan yakıt fiyatları ve işçi giderleri, düzenli bir lojistik ağının oluşturulmaması olarak sıralanabilir. Bunun dışında oluşan ürünün pazarlaması ile ilgili sıkıntılar yaşanmaktadır. Gelir-gider dengesi açısından belediyeler için gelir getiren kârlı bir faaliyet olmamasıdır. Ancak kârlılığın gelir getirme dışında sosyal faydasının da olduğu belediye için kâr hanesine yazılabileceği göz ardı edilmemelidir. Bunların dışında en önemli problem ise halkın çevreye yeteri kadar duyarlı ve bilinçli olmaması, konu hakkında bilgi sahibi olmamasıdır. Yeterli bilinçlendirme çalışmaları, pazarlama ve reklam yapılmaması en önemli problemler arasında yer almaktadır.

### **1. İşletme Sorunları**

Kompost tesisi işletilmesinde tesise getirilecek atıkların taşınması ile ilgili lojistik problemler bulunmaktadır. Tesis işletme yönünden karmaşık bir proses değildir, kurulu makine ekipman ile işletmesi kolay bir tesistir. Ancak bu tesislerde yaşanan en büyük problem ilde oluşan organik atığın toplanarak uygun taşıma yöntemleri ile kompost tesislerine ulaştırılmasıdır. Çoğu zaman iş makinesi, kamyon, komyonet vb. taşıma ekipmanlarının tesisi işleten belediyelerde yeterli sayıda olmaması organik atıkların toplanmasını zorlaştırdığından ilin tamamında organik atıklar toplanamamaktadır.

Diğer bir problem ise, tesise getirilen organik atıklarda koku ve sızıntı suyu olarak tespit edilmiştir. Tesise getirilen atıklar elle ayrıştırma yapılarak içerisinde bulunan yabancı atıklardan ayrıştırıldıktan sonra sıralı yığınlar oluşturulmalıdır. Bu aşamada yeşil yapraklı biyobozunur atıkların hızlı bir şekilde alana serilmesi gerekmektedir. Alana serilen kompost yığınlarından oluşan sızıntı suları uygun şartlarda depolanmalı kokuşma ve etrafa yayılmanın önüne geçilmelidir. Bunun için gerekli önlemler alınmaz ise çevre ve insan sağlığı açısından risk oluşacak ve çevrede bulunanlar tarafından şikayet konusu olacaktır.

### **2. Finansal Sorunlar**

Belediyeler ile yapılan görüşmeler sonucunda finansal sorunları birçok başlık altında irdeleyebiliriz. Bu tip tesislere yatırım maliyetinin yüksek olmamasına rağmen yerel yönetimlerin öncelikli konusu olmadığından tesisin kurulum maliyeti için kaynak aktarılmak istenmiyor. Yerel yönetimlerde yaşanan seçim kaygısı, göze daha görünür yatırımlara kaynak aktarmayı akılcı kılsa da uzun vadede çevreye yapılan yatırımların daha dikkat çekici olacağı kaanatindeyim. Kompost ile ilgili tanıtım ve reklam çalışmalarının yeteri kadar yapılmaması, kompostun maddi getirisinin olmaması, sadece sosyal faydasının olması yerel yönetimlerin ilgisini çekmediğinden ilimizde ve ülkemizde olması gereken yeri henüz alamamıştır. Ayrıca halkın yeteri kadar bilinçli olmaması, kompostun ne amaçla yapıldığının ve faydalarının bilinmemesi bu yatırımların neden yapılmadığının vatandaş tarafından sorgulanmaması da bu konuyu öncelikli yatırımlar arasına sokmamaktadır.

Organik atıkların toplanması sırasında yaşanan finansal sorunlardan bir diğeri de atıkların toplanarak tesise ulaşması esnasında taşıma araçlarının yakıt maliyeti, personel maliyeti de finansal

sorunlar arasında yer almaktadır. Bahsi geçen tüm maliyetler göz önüne alındığında kompost üretim maliyetinin kompostun satışından elde edilen gelir ile orantılı olmaması, üretilen kompostun çoğu zaman halka, çiftçilere ücretsiz verildiği, belediyelerin kendi alanlarında peyzaj çalışmalarında kullanıldığı, fuarlarda ücretsiz tanıtım amaçlı dağıtıldığı, gelir ve gider dengesi olmadığından belediyeler için öncelikli yerel yönetim faaliyetleri arasında yer almamaktadır.

### **3. Yönetimsel Sorunlar**

Çevre, Şehircik ve İklim Değişikliği Bakanlığı mevzuatı kapsamında yer alan kompost tesisleri 2021 yılında İllerin Valileri Başkanlığında kompost tesislerinin kurulması talimatı ile organik atık yönetimi bir ivme kazanmıştır. Ancak ilimizi de kapsayan ülkemizin belirli bölgelerinde yaşanan 06.02.2023 deprem felaketinin ardından kompost üretim tesisi faaliyetleri sekteye uğramıştır. Bunu takip eden 31.03.2024 yerel seçimleri ve sonrasında yaşanan değişiklikler ile ülkemizde yaşanan ekonomik krizin de etkisiyle bu tesislerin faaliyetleri öncelikli konu olmaktan çıkarılmıştır. Seyhan Belediyesinde kompost üretimi devam etse de Yüreğir belediyesinde mevzuat ve yönetim kaynaklı aksaklıkların da etkisi ile tesisin aktif olarak kullanılmadığı, atık temin edildikçe kullanıldığı ifade edilmiştir. Yüreğir Belediyesi kompost tesisinin bu şekilde devam etmesi durumunda atıl duruma geleceği öngörülmektedir.

## 5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

### 5.1. Sonuçlar

Bu çalışmada Adana ilinde bulunan her iki kompost tesisinin Adana'nın organik atığının toplanıp kompost üretilmesinde yeterli olup olmadığı, ilin organik atık potansiyeli, kurulu tesislerin işletilmesi ile ilgili yeterli verim alınıp alınmadığı gibi hususların değerlendirilerek tesisin işletilmesi sırasında yaşanan problemler ve çözüm önerilerinin sunulması amaçlanmıştır. Her iki tesisinde sıralı yığın kompost tekniği ile kompost üretimi yaptığı ve çıktılarının değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

Her iki tesiste de yapılan görüşmeler ve saha ziyaretleri sonucunda biyobozunur atıkların yönetiminin ve kompostun ürün olarak değerinin bu denli önemli olduğu bilinmesine rağmen yerel yönetimler tarafından gerekli önemin verilmediği görülmüştür. İlimizde yaşanan deprem felaketi ile yerel seçim süreci kompost tesislerinin işletilmesini ikinci plana attığından düzenli ve yeterli kompost üretimi yapılamadığı tespit edilmiştir. Ayrıca Yüreğir Belediyesi ile yapılan görüşmelerde ülkede yaşanan ekonomik kriz sebebiyle sebze-meyve fiyatlarında yaşanan artışlar pazar yerlerinde oluşan biyobozunur atığın miktarını azalttığı ürün tedariginde dönem dönem problemlerin yaşandığı belirtilmiştir.

Yaşanan bu problemlere rağmen; ITC Invest Trading&Consulting AG-Adana Şubesi'nden alınan çöp miktarları ve içerisinde bulunan organik atık miktarının yaklaşık %60 olduğu verilerinden yola çıkarsak ayrıca da bu çöplerin sadece hanelerden ve iş yerlerinden toplandığı düşünülecek olursa ilde oluşan biyobozunur atık potansiyelinin göz ardı edilemeyecek kadar fazla miktarda olduğu görülmüştür.

ITC Invest Trading&Consulting AG düzenli depolama tesisi Adana Şubesine 2022 yılında 646.134,640 ton, 2023 yılında 687.245,140 ton çöp girişi olmuştur. Bu çöplerin %60'ının organik içerikli olduğu tespit edilmiştir. Bu durumda ilde yaklaşık 350-400 bin ton organik atık oluştuğunu düşünürsek kompost tesisleri tarafından toplanan yıllık yaklaşık 10-15 bin ton atığın il genelinde oluşan atık kapasitesine göre toplanan organik atık miktarının oldukça düşük olduğu görülmüştür.

Biyobozunur atık yönetiminde yaşanan en büyük problemin atıkların toplanması konusunda olduğu, müstakil evlerden oluşan budama atıkları, çiftçilerin faaliyetlerinden kaynaklanan tarımsal atıklar, seracılık faaliyetleri sonucu oluşan atıklar gibi biyobozunur atıkların toplanmadığı, sadece pazar yerleri, sebze-meyve hali, büyük narenciye tesisleri, anlaşmalı kahve satış yerleri vb. yerlerle sınırlı olduğu görülmüştür.

Bunların dışında çevrenin korunmasına yönelik faaliyetlerin gerek yatırım maliyetinin yüksek olması, gerekse de halkın bu konularda bilinçli ve duyarlı olmamasından kaynaklı yerel yönetimler tarafından öncelikli konular arasında olmadığı görülmüştür.

Atık yönetiminin iyi yapılmaması çevre ve insan sağlığını olumsuz yönde etkilemesinin yanı sıra tarım arazilerinde ilimizde büyük problem olan Akdeniz Sineği'nin üremesine ve çoğalmasına neden olan organik atıkların toplanması, Akdeniz Sineği ile mücadelede etkili olacağı gibi, katı atık

düzenli depolama sahalarının ömrünü uzatacak ve verimsiz topraklarda kompost toprak iyileştirici olarak kullanıldığında toprağın kalitesini önemli ölçüde arttıracaktır.

Kompost üretiminde süreçler gözden geçirildiğinde genel bir değerlendirme yapılacak olursa; bu işte en büyük problemlerin hammadde temini, lojistik ve pazarlama olduğu söylenebilir. Kompost üretiminde azot içerikli atıklara daha fazla ihtiyaç duyulduğundan karbon içerikli atıkların temini bir nebze daha kolay olsa da azot içerikli atıkların temininde sıkıntılar yaşanmaktadır.

## 5.2. Öneriler

- Şehirlerde evlerden ve işyerlerinden oluşan biyobozunur atıkların ise kahverengi poşetlerde toplanarak çöp kamyonlarının iki bölmeli yapılması veya biyobozunur atık toplama günlerinin oluşturulması,
- Halkın ve çiftçilerin kolay ulaşabileceği yerlerde biyobozunur atık toplama alanlarının oluşturulması veya belirli günlerde, bağ ve bahçe budamalarının yapıldığı dönemlerde haftanın belirli günlerinde biyobozunur atıkların toplanması için şehirde ve köylerde toplama sisteminin oluşturulması,
- Yöneticilerin ve halkın bilinçlendirilmesi ve duyarlılığının artırılması yönünde çalışmalar yapılması,
- Kompostun tanıtılması ve satışının artırılması için reklam ve pazarlama çalışmalarının yapılması,
- Kompostun belediyelere gelir kaynağı oluşturabilmesi için suni gübrelere alternatif olarak tanıtılması ve analiz sonuçlarının vatandaşa sunulması,
- Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı ve Tarım ve Orman Bakanlığı iş birliği ile ziraat odaları, muhtarlıklar aracılığıyla çiftçilere kompostun tanıtılarak suni gübreye alternatif olarak kullanılabileceği hakkında bilinçlendirme çalışmalarının yapılması,
- Tarım Kredi Kooperatifleri gibi çiftçilerin kolay ulaşabileceği yerlerde kompostun satılması,
- Kompost tesisleri kuran ve işleten kurum ve kuruluşlar ile tarımsal faaliyetlerinde kompost kullanan üreticilere kompostun üretimini ve kullanımını artırmak amacıyla devlet teşviklerinin verilmesi, yönünde çalışmalar yapılabilir.
- Organik atıkların toplanması için ev ve iş yerlerinde organik atık kutusu uygulaması getirilerek kaynağında ayrı toplanmalı, farklı renkte çöp poşetleri ile çöpten ayrı toplanarak organik atıklar kompost tesisine gönderilmelidir.
- Kırsalda oluşan organik atıklar için köylerde devlet tarafından belirlenen bir alanda toplanarak mahalle ve köy muhtarları tarafından belirlenen program çerçevesinde toplama günleri oluşturulmalıdır.

- Özellikle gelişmemiş ülkelerde tüketim sonucu oluşan atıkların çöp depolama sahalarında çöp dağları oluşturduğu düşünülürse çöpün içerisinde bulunan %60 oranındaki organik atığın ayrıştırılması hem çöp dağlarının önüne geçecek hem de günümüzde giderek artan organik tarım faaliyetlerinde suni gübrelere iyi bir alternatif olacaktır.
- Belediyelerin kompost tesisi kurması mevzuatlarla zorunlu kılınmalı. Kompost tesisini kendi kuramayan belediyelerin kiralama veya yap işlet devret gibi yöntemlerle tesisleri kurdurtması ve işletilmesini sağlaması zorunlu kılınmalıdır.
- Kompost organik içerikli doğal gübre olduğundan uzun vade de toprağın kalitesini artırdığı topraktaki canlı yaşamı için sürdürülebilir bir ürün olduğundan kompost tesisi işletenler için ve kompost kullananlar için teşvik ve desteklerin artırılması sağlanmalıdır.
- Toprağa hızlı etki eden ancak topraktaki canlı yaşamını tehdit eden suni gübrelerin uzun vadede oluşturacağı zararlar ile ilgili toprak sahipleri bilinçlendirme çalışmaları yapılmalıdır.
- Suni gübrelerin zararlı organizmaları öldürmesinin yanı sıra yararlı organizmaları öldürdüğü, sucul ortamda canlı yaşamına büyük zarar verdiği bilinmeli bunun en gözle görülür örneğinin balık ölümleri olduğu ilkokuldan itibaren ders kitaplarına işlenerek bilinçlendirme çalışmalarının yapılması gerekmektedir.



## KAYNAKLAR

Atık Yönetimi Yönetmeliği, 2015. Resmi Gazete. Sayı: 29314, Yayın Tarihi: 02.04.2015.

Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı

<https://cygm.csb.gov.tr/yonetmelikler-i-440> [Son erişim tarihi: 27.02.2024].

İstanbul Üniversitesi Atık Yönetimi Vize Ders Notları

[https://cdn.istanbul.edu.tr/FileHandler2.ashx?f=atik-yonetimi-ders-notlari-\(vize\).pdf](https://cdn.istanbul.edu.tr/FileHandler2.ashx?f=atik-yonetimi-ders-notlari-(vize).pdf)

[Son erişim tarihi: 05.03.2024].

Nevşehir Üniversitesi Sıfır Atık Yönetimi Koordinatörlüğü

<https://sifiratik.nevsehir.edu.tr/tr/atik->

[yonetimi#:~:text=At%C4%B1klar%C4%B1n%20E2%80%9CAt%C4%B1k%20Hiyerar%C5%9Fisine%20E2%80%9D%20g%C3%B6re%20kayna%C4%9F%C4%B1nda,basamak%20Enerji%20Kazan%C4%B1m%C4%B1%20ve%20Bertaraft%C4%B1r.](https://sifiratik.nevsehir.edu.tr/tr/atik-yonetimi#:~:text=At%C4%B1klar%C4%B1n%20E2%80%9CAt%C4%B1k%20Hiyerar%C5%9Fisine%20E2%80%9D%20g%C3%B6re%20kayna%C4%9F%C4%B1nda,basamak%20Enerji%20Kazan%C4%B1m%C4%B1%20ve%20Bertaraft%C4%B1r.)

[Son erişim tarihi: 05.03.2024].

<https://www.sifiratik.gov.tr/content/files/uploads/9/hexagon%20ekay%20sunum%2031102018.pdf>

[Son erişim tarihi: 01.06.2024].

Bilgili, M. Y. (2020). Katı atık yönetiminde kullanılan bazı kavramlar ve açıklamaları. *Avrasya Terim Dergisi*, 8(2), 88-97.

Çetin, A. S. (2020). Atık Yönetimi. *Pearson Journal*, 5(7), 93-99.

Çevre Kanunu, 1983. Resmi Gazete. Sayı: 18132, Yayın Tarihi: 11/8/1983.

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı (2017). Ulusal Atık Yönetimi ve Eylem Planı 2023.

Dudu, Ü. & Nazilli, E. (2018). Organik Katı Atıkların Aerobik Şartlarda Biyoteknolojik Yöntemlerle Kompostlaştırılması. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 11(2), 47-50.

Ekinci, K., Tosun, İ., & Varol, N., 2021. Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Kompost El Kitabı. Yalova, 50s.

Erdener, U., 2010. *Farklı karıştırma uygulamalarının kompost üzerine etkisi*. Master's thesis, Namık Kemal Üniversitesi.

Eren, Z. ve Taşarsu, N. (2023). Katı Atıkların Geri Dönüşümü İçin Depozito İade Sisteminin Önemi: Kızılcahamam Pilot Uygulaması Örneği, *Çevre, İklim ve Sürdürülebilirlik*, 24(2) 65–74.

Gülcan, C., 2021. Nitel Bir Veri Toplama Aracı: Odak (Focus) Grup Tekniğinin Uygulanışı Ve Geçerliliği Üzerine Bir Çalışma. *Mersin Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 4(2), 94-109.

Gündüzalp, A. A., & Güven, S. (2016). Atık, çeşitleri, atık yönetimi, geri dönüşüm ve tüketici: Çankaya belediyesi ve semt tüketicileri örneği. *Hacettepe Üniversitesi Sosyolojik Araştırmalar E-Dergisi*, 9(1), 1-19.

Hayvan Gübresinden ve Biyo-Atıklardan Kompost Üretimi, Mne proje.

[https://www.mneproje.com/public/website/news/hayvan-gubresinden-ve-atiklardan-kompost-uretimi\\_20211018105247.pdf](https://www.mneproje.com/public/website/news/hayvan-gubresinden-ve-atiklardan-kompost-uretimi_20211018105247.pdf)

[Son erişim tarihi: 13.05.2024].

- Hafriyat Toprağı, İnşaat Ve Yıkıntı Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği, 2004. Resmi Gazete. Sayı: 25406, Yayın Tarihi: 18.03.2004.
- Katkat, A. V. ve ark., Organomineral Gübre Çalıştayı Bildiriler, 2018. İstanbul, 243s.
- Kenar, F. ve Karakuzulu, Z., Serdivan'ın (Sakarya) Kompost Gübre Potansiyeli, 2020. Ankara, 160s.
- Kompost Tebliği, 2015. Resmi Gazete. Sayı: 29286, Yayın Tarihi: 05.03.2015.
- Kök, F. (2021). Organik atıkların yönetimi, geri dönüşümü ve uygulamaları. *Ulusal Çevre Bilimleri Araştırma Dergisi*, 4(2), 99-108.
- Külcü, R. ve Yıldız, O., Kompostlaştırma Tesislerinde Farklı Metanizasyon Uygulamalarının Yatırım ve Üretim Maliyetlerine Etkilerinin Belirlenmesi. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi* 2005, 1 (3), 189-196.
- Özkan, A., 2019. Bioreaktör, Windrow Ve Kapalı Statik Yığın Kompostlaştırma Yöntemlerinin Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi.
- Sıfır Atık Yönetmeliği, 2019. Resmi Gazete. Sayı: 30829, Yayın Tarihi: 12.07.2019.
- Sülük, K., 2022. Sabit C/N Oranında Farklı Materyallerden Kompost Ve Solucan Kompost Çayı Üretimi, Üretilen Kompost Çaylarının Zenginleştirilmesi Ve Etkilerinin Belirlenmesi: Elma İşleme Atıkları Örneği. Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta, 125 s.
- Şenaydın, O., & Atıcı, T. (2023). Türkiye’de Belediyelere Bağlı Hal, Pazaryeri, Kesimhane Ve Mezbaaha Atıklarına İlişkin Değerlendirme. *Sosyal ve Beşeri Bilimler Dergisi*, 15(2), 124-139.
- Sezer, K., 2008. Karışık kentsel atık kompost tesisi ünitelerinde atık profilinin incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi.
- <https://sifiratik.gov.tr/kutuphane/sifir-atik-iyi-uygulama-ornekleri#5997>
- [Son erişim tarihi: 21.07.2024].
- Tıbbi Atıkların Kontrolü Yönetmeliği, 2017. Resmi Gazete. Sayı: 29959, Yayın Tarihi: 25.01.2017.
- Türkiye İstatistik Kurumu (2023). Atık İstatistikleri 2022 Bülteni, yayımlanma tarihi 14.11.2023, sayı: 49570.

## ÖZGEÇMİŞ

Sevim AVCI, ilk ve orta öğretimi Seyhan Lütfiye Kısacık İlköğretim Okulu'nda, lise öğrenimini Seyhan Borsa Lisesinde tamamladı. 2006 yılında yerleştiği Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Bahçe Meslek Yüksek Okulu Kimya Bölümünden 2008 yılında mezun oldu. 2010 yılında yerleştiği Elazığ Fırat Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü'nden 2015 yılında mezun oldu. 2021 yılında yüksek lisans öğrenimine başladı. 2009 yılında Çevre ve Orman Bakanlığı Taşra Teşkilatına atandı ve halen Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği İl Müdürlüğünde görev yapmaya devam etmektedir.

