

T.C.  
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK İÇİN EĞİTİM ALANINDAKİ SIFIR ATIK  
YÖNETİMİ ÖRNEĞİ: SAKARYA ÜNİVERSİTESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Ceren CABBAR

Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı

HAZİRAN 2024



T.C.  
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK İÇİN EĞİTİM ALANINDAKİ SIFIR ATIK  
YÖNETİMİ ÖRNEĞİ: SAKARYA ÜNİVERSİTESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Ceren CABBAR

Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Doç.Dr. Aliye Suna ERSES YAY

HAZİRAN 2024



Ceren CABBAR tarafından hazırlanan “SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK İÇİN EĞİTİM ALANINDAKİ SIFIR ATIK YÖNETİMİ ÖRNEĞİ: SAKARYA ÜNİVERSİTESİ” adlı tez çalışması 07.06.2024 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği/oy çokluğu ile Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans teziolarak kabul edilmiştir.

### Tez Jürisi

**Jüri Başkanı :** **Prof.Dr. Nurtaç ÖZ** .....

Sakarya Üniversitesi

**Jüri Üyesi :** **Doç.Dr. Aliye Suna ERSES YAY** .....

Sakarya Üniversitesi

**Jüri Üyesi :** **Doç.Dr.Ömer Hulusi Dede** .....

Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi



## **ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ**

Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Lisansüstü Eğitim-Öğretim Yönetmeliğine ve Yükseköğretim Kurumları Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesine uygun olarak hazırlamış olduğum “SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK İÇİN EĞİTİM ALANINDAKİ SIFIR ATIK YÖNETİMİ ÖRNEĞİ: SAKARYA ÜNİVERSİTESİ” başlıklı tezin bana ait, özgün bir çalışma olduğunu; çalışmamın tüm aşamalarında yukarıda belirtilen yönetmelik ve yönergeye uygun davrandığımı, tezin içerdiği yenilik ve sonuçları başka bir yerden almadığımı, tezde kullandığım eserleri usulüne göre kaynak olarak gösterdiğimi, bu tezi başka bir bilim kuruluna akademik amaç ve unvan almak amacıyla vermediğimi ve 20.04.2016 tarihli Resmi Gazete’de yayımlanan Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin 9/2 ve 22/2 maddeleri gereğince Sakarya Üniversitesi’nin abonesi olduğu intihal yazılım programı kullanılarak Enstitü tarafından belirlenmiş ölçütlere uygun rapor alındığını, çalışmamla ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun ortaya çıkması halinde doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi beyan ederim.

(...../...../20.....).

(imza)

Ceren CABBAR





*Aileme,*



## TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim boyunca değerli bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım, her konuda bilgi ve desteğini almaktan çekinmediğim, araştırmanın planlanmasından yazılmasına kadar tüm aşamalarında yardımlarını esirgemeyen, teşvik eden, aynı titizlikte beni yönlendiren değerli danışman hocam Doç.Dr Aliye Suna ERSES YAY' a ve bu süreçte beni hep destekleyen aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Ceren CABBAR



## İÇİNDEKİLER

### Sayfa

|                                                                              |      |
|------------------------------------------------------------------------------|------|
| ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ .....                            | v    |
| TEŞEKKÜR .....                                                               | ix   |
| İÇİNDEKİLER .....                                                            | xi   |
| KISALTMALAR .....                                                            | xiii |
| TABLO LİSTESİ .....                                                          | xv   |
| ŞEKİL LİSTESİ .....                                                          | xvii |
| ÖZET .....                                                                   | xix  |
| SUMMARY .....                                                                | xxi  |
| 1. GİRİŞ .....                                                               | 1    |
| 2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI .....                                               | 3    |
| 2.1. Atık ve Atık Yönetimi .....                                             | 3    |
| 2.2. Atık Yönetimi Hiyerarşisi .....                                         | 4    |
| 2.3. Atık Yönetimi Mevzuatı .....                                            | 5    |
| 2.4. Türkiye’de Sürdürülebilir Entegre Atık Yönetimi .....                   | 6    |
| 2.5. Atıkların Doğada Kaybolma Süreleri .....                                | 6    |
| 2.6. Atık Yönetiminde Sıfır Atık Yaklaşımı .....                             | 7    |
| 2.6.1. Sıfır atık felsefesi .....                                            | 7    |
| 2.6.2. Sıfır atık yönetim sistemi .....                                      | 7    |
| 2.7. Sürdürülebilir Sıfır Atık Yönetimi .....                                | 13   |
| 2.8. Sıfır Atığın Önemi .....                                                | 14   |
| 2.9. Sıfır Atık Uygulamasındaki Kazanımlar .....                             | 14   |
| 2.10. Eğitim Kurumlarında Atık Yönetimi ile İlgili Yapılmış Çalışmalar ..... | 15   |
| 2.11. Üniversitelerin Atık Yönetimi Açısından Durum Değerlendirmesi .....    | 19   |
| 2.12. Yaşam Döngüsü Analizi .....                                            | 20   |
| 2.12.1. Yaşam döngüsü değerlendirmesinin tarihçesi .....                     | 21   |
| 2.12.2. Yaşam döngüsü analizi (YDA) ‘nin aşamaları .....                     | 22   |
| 2.12.3. YDD üzerinde çalışan kuruluşlar .....                                | 24   |
| 2.12.4. YDA ile ilgili literatürde yer alan çalışmalar .....                 | 25   |
| 3. MATERYAL VE YÖNTEM .....                                                  | 33   |
| 3.1. Çalışılan Yer Bilgisi .....                                             | 33   |
| 3.1.1. Sakarya üniversitesi genel tanıtım .....                              | 33   |
| 3.2. SAU Kampüste Sıfır Atık Sistemi Kurulması .....                         | 34   |
| 3.3. Yaşam Döngüsü Analizi .....                                             | 35   |
| 3.4. Farkındalık Anketi .....                                                | 36   |
| 4. BULGULAR .....                                                            | 39   |
| 4.1. Sakarya Üniversitesi Atık Yönetimi .....                                | 39   |
| 4.2. Sakarya Üniversitesi’nin Sıfır Atık Uygunluk Kriterleri .....           | 39   |
| 4.3. Atık Komisyonunun Gerçekleştirdiği Çalışmalar .....                     | 40   |
| 4.4. Sakarya Üniversitesi Katı Atık Yönetimi Akış Şeması .....               | 40   |
| 4.5. Katı Atıkların ve Miktarlarının Belirlenmesi .....                      | 41   |
| 4.5.1. 2020-2021 Yıllarındaki sakarya üniversitesi atık miktarları .....     | 42   |

|                                                                  |           |
|------------------------------------------------------------------|-----------|
| 4.5.2. 2022 Yılındaki Sakarya Üniversitesi Atık Miktarları ..... | 42        |
| 4.6. Üniversitedeki Atık Ayırıştırma Kutularının Analizleri..... | 43        |
| 4.7. Anket Çalışması Verileri (2021-2022) .....                  | 45        |
| 4.7.1. Kişisel bilgiler .....                                    | 45        |
| 4.7.2. Sıfır atık bilgi ölçeği.....                              | 47        |
| 4.7.3. Bilgi ölçeği ek sorular .....                             | 48        |
| 4.7.4. Sıfır atık bilinç ve davranış ölçeği.....                 | 50        |
| 4.8. Güncel Anket Bilgileri (2023-2024) .....                    | 52        |
| 4.9. Güncel Anket Verilerinin İncelenmesi .....                  | 53        |
| 4.10. Yaşam Döngüsü Analizi Sonuçları .....                      | 55        |
| <b>5. SONUÇ .....</b>                                            | <b>59</b> |
| <b>KAYNAKÇA .....</b>                                            | <b>63</b> |
| <b>ÖZGEÇMİŞ .....</b>                                            | <b>67</b> |



## **KISALTMALAR**

|               |                                                                                            |
|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>PET:</b>   | : Polietilentereftalat                                                                     |
| <b>PP:</b>    | :Polipropilen                                                                              |
| <b>PVC:</b>   | :Polivinil klorür                                                                          |
| <b>SETAC:</b> | :Çevresel Toksikoloji ve Kimya Birliği (Society of Environmental Toxicology and Chemistry) |
| <b>TSE:</b>   | :Türk Standartları Enstitüsü                                                               |
| <b>USEPA:</b> | :Amerika Birleşik Devletleri Çevresel Koruma Ajansı                                        |
| <b>UNEP:</b>  | :Birleşmiş Milletler Çevre Programı                                                        |
| <b>WHO:</b>   | :Dünya Sağlık Örgütü (World Health Organisation)                                           |



## TABLO LİSTESİ

### Sayfa

|                                                                             |    |
|-----------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tablo 2.1.</b> Ön şartlar listesi .....                                  | 9  |
| <b>Tablo 2.2</b> Üniversitelerde yapılan çalışmalar .....                   | 18 |
| <b>Tablo 4.1.</b> Sakarya Üni.'nin Sıfır Atık Uygunluk Kriterleri .....     | 39 |
| <b>Tablo 4.2.</b> 2020-2021 Yıllarındaki Türlerine Göre Atık Dağılımı ..... | 42 |
| <b>Tablo 4.3.</b> 2022 Yılındaki Türlerine Göre Atık Dağılımı .....         | 43 |
| <b>Tablo 4.4.</b> Üniversite Atık Toplama Ünite Dağılımı .....              | 44 |
| <b>Tablo 4.5.</b> Kişisel sıfır atık yönetimi anket maddeleri .....         | 52 |
| <b>Tablo 4.6</b> Saü sıfır atık uygulama değerlendirme maddeleri .....      | 52 |
| <b>Tablo 4.7.</b> Sıfır atık bilgi belirleme soruları .....                 | 53 |
| <b>Tablo 4.8.</b> Yaşam Döngüsü Analizi Sonuçları .....                     | 56 |



## ŞEKİL LİSTESİ

### Sayfa

|                                                                               |    |
|-------------------------------------------------------------------------------|----|
| Şekil 2.1. Atık yönetimi hiyerarşisi .....                                    | 4  |
| Şekil 2.2. Atık Yönetimi Mevzuat Listesi .....                                | 5  |
| Şekil 2.3. Atıkların doğada kaybolma süreleri .....                           | 6  |
| Şekil 2.4. Sıfır atık yönetim sistemi (Sıfır Atık Yönetmeliği-Ek-2).....      | 8  |
| Şekil 2.5. Toplama Modeli (Sıfır Atık Yönetmeliği Ek-3).....                  | 8  |
| Şekil 2.6. Tehlikesiz atık türleri .....                                      | 10 |
| Şekil 2.7. Tehlikeli atık türleri .....                                       | 10 |
| Şekil 2.8. Atık Türleri ve Renkleri.....                                      | 11 |
| Şekil 2.9. Atık türlerinin renk skalasına göre kaynakta ayrı toplanması ..... | 11 |
| Şekil 2.10. Atık geçici depolama alanı .....                                  | 12 |
| Şekil 2.11. Atık grupları ve açıklamaları .....                               | 16 |
| Şekil 2.12. Bazı Devlet Üniversiteleri Tarafından Yapılan Çalışmalar.....     | 19 |
| Şekil 2.13. Bazı Vakıf Üniversitelerinde Yapılan Çalışmalar .....             | 20 |
| Şekil 2.14 YDA Aşamaları .....                                                | 22 |
| Şekil 3.1. Sakarya Üniversitesi Yerleşim Planı .....                          | 33 |
| Şekil 3.2. Sayılarla Sakarya Üniversitesi .....                               | 34 |
| Şekil 3.3. Cinsiyete Göre Dağılım Grafiği .....                               | 34 |
| Şekil 3.4 Sistem Sınırı .....                                                 | 36 |
| Şekil 4.1. Katı Atık Yönetimi Şeması.....                                     | 41 |
| Şekil 4.2. 3 bölmeli atık kutusu örneği .....                                 | 44 |
| Şekil 4.3. İç mekân atık kutusu örneği.....                                   | 45 |
| Şekil 4.4. Ortalama gelir düzeyi .....                                        | 46 |
| Şekil 4.5. Annelerin eğitim durumu.....                                       | 46 |
| Şekil 4.6. Babaların eğitim durumu .....                                      | 46 |
| Şekil 4.7. Ailelerde gönüllülük esaslı hizmet aktivitesi.....                 | 47 |
| Şekil 4.8. Öğrencilerin görsel olarak konuya hakimiyeti .....                 | 49 |
| Şekil 4.9.Öğrencilerin çoğu atık kutuları renk skalası hakkında bilgi.....    | 49 |
| Şekil 4.10. Öğrencilerin geri dönüşüme ayırdığı malzemeler .....              | 49 |
| Şekil 4.11. Geri dönüşüm kutuları farkındalığı .....                          | 50 |
| Şekil 4.12. kişisel sıfır atık yönetimi-45 kişi .....                         | 53 |
| Şekil 4.13. Sıfır atık uygulamasının değerlendirilmesi-45 kişi .....          | 54 |
| Şekil 4.14. Sıfır Atık Bilgi Belirleme-45 kişi .....                          | 54 |
| Şekil 4.15. Kişisel sıfır atık yönetimi-114 kişi .....                        | 55 |
| Şekil 4.16. Sıfır atık uygulama değerlendirmesi-114 kişi .....                | 55 |
| Şekil 4.17. Sıfır atık bilgi belirleme-114 .....                              | 55 |
| Şekil 4.18. Yaşam döngüsü analiz grafiği .....                                | 57 |



## **SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK İÇİN EĞİTİM ALANINDAKİ SIFIR ATIK YÖNETİMİ ÖRNEĞİ: SAKARYA ÜNİVERSİTESİ**

### **ÖZET**

Artan nüfus ve değişen dünya standartlarının bir sonucu olarak, yaşamsal alanlarda bir daralma ve kullanım sıklığından dolayı kaynaklarımızın tükenmesi söz konusudur. Kaynaklarımızı yönetmekte hala zorluk çekerken, gelecek nesillere sürdürülebilir bir yaşam bırakmak mümkün görünmüyor. Daha yaşanabilir bir dünya ile neslimizin devamında kaynaklarla sorun yaşamamak için "Sıfır Atık" konusuna daha fazla önem vermeliyiz.

Bu amaçla yapılan çalışmada, çeşitli faktörler göz önüne alınarak Sıfır Atık yönetiminin kurulması ve Yaşam Döngüsü Analizinin yapılması incelenmiştir. Bunun için üniversitedeki oluşan atıklar ve miktarları incelenip, karakterizasyon çalışması yapılmıştır. Ek olarak, sıfır atık alanında bilinci, bilgiyi ve davranışı ölçmek adına anket çalışması yapılmıştır.

Üniversitemizdeki merkez kantinde çıkan atıkların miktarlarının büyükten küçüğe doğru sıralanışı cam, plastik, kağıt şeklinde olmuştur. Atığın %26 sının cam, %19 u plastik, %16 sının kağıt olduğunu incelenmiştir. Yemekhane atıklarının %89 unun yemek artıklarından ve %8 inin plastik su şişelerinden, ayran kaplarından ve ekmek poşetinden kaynaklandığı görülmüştür. Ayrıca çıkan anket sonuçları üzerine; üniversitemizde var olan geri dönüşüm kutularının yaklaşık %62 oranında öğrenciler tarafından farkındalık sağlandığı görülmektedir. Fakat öğrencilerin yaklaşık %14 kadarı, bu kutuların bilincinde değildir. Bu bilgilere dayanarak üniversitemizdeki öğrencilerin, akademisyenlerin ve çalışanların sıfır atık konusunda daha fazla eğitim ve bilgilendirme çalışmaları yapılmalıdır. Üniversitemizde öğrencilere farkındalık sağlamak adına eğitim alınan dersliklerin her katına ergonomik ve dikkat çeken geri dönüşüm kutuları tedarik edilmelidir.

Tez çalışmasında yaşam döngüsüne de yer verilmiş olup, kullanılan program Simapro 9.5.0.2 versiyonudur. Analiz hesaplama ve etki değerlendirilmesi parametreleri değerlendirmek için, CML-IA yöntemi kullanılmıştır.

Ayrıca çalışmada; Abiyotik tükenme, Abiyotik tükenmesi (fosil yakıtlar), Küresel ısınma (GWP100a), Ozon tabakasının incilmesi (ODP), İnsan toksisitesi, Tatlı su ekotoksu, Deniz sularında ekotoksiste, Karasal ekotoksiste, Fotokimyasal oksidasyon, Asitleşme, Ötrofikasyon etki kategorilerine göre inceleme yapılmıştır.

Çalışmada üniversite atıklarını, tehlikeli-ambalaj-diğer olarak 3 gruba ayırdık. Ambalaj atıkları Simapro tabanından aldığımız geri dönüşüm tesisine, tehlikeli atıkları yakma tesisine, diğer atıkları da düzenli depolamaya gönderildi. Bu atıklar aynı zamanda taşıma işlemine de tabii oldu. Taşırken yakma tesisi için gidiş dönüş 70 km, Ambalaj atıkları için gidiş dönüş 20 km, diğer atıklar için gidiş dönüş 30 km mesafe kat edildi. Dolayısıyla analiz çalışmasında hem taşıma hem atık türlerine göre 3 ayrı tesis kriter alındı. CLM-IA metodu ile yapılan bu analizde, ilk olarak tesisin etkisi ikinci olarak taşımanın etkisi görülmüştür.

Tez çalışmasında yer verilen yaşam döngüsü analizi-değerlendirilmesi sonuçlarına bakıldığı takdirde; tesislerdeki yakma, düzenli depolama ve geri dönüşüm işlemleri nedeniyle önemli çevresel etkiler gözlemlenmektedir. Özellikle yakma tesislerinde SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub>, CO ve dioksin gibi zararlı gazların salınımı hem insan sağlığına hem de deniz ekosistemine ciddi zararlar vermektedir. Ayrıca, bu tesislerin abiyotik kaynakların tükenmesine ve fosil kaynakların tükenmesine de etkisi bulunmaktadır. Yakma tesisleri, küresel ısınma, ozon tabakasının incilmesi ve insan toksisitesi gibi çevresel sorunlar açısından en büyük etkilere sahip olan tesislerdir.

Bunun yanında, yakma, düzenli depolama ve geri dönüşüm tesislerinin elektrik ve su kullanımı da abiyotik tükenme ve ozon tabakasının incelmeye yol açmaktadır. Ayrıca, atık taşıma işlemleri de benzer çevresel etkilere neden olmaktadır. Özellikle taşıma araçlarının kullandığı fosil yakıtlar nedeniyle karbondioksit salınımı artmakta ve bu da çevreye zarar vermektedir.

Küresel ısınma üzerindeki etkiler, düzenli depolamadan kaynaklanan metan emisyonları ile daha belirgindir. Yakma işlemi sonucu ortaya çıkan karbondioksit, düzenli depolama ve geri dönüşümdeki elektrik kullanımı ile metan gazı ve biyogaz oluşumu da küresel ısınmayı artıran faktörler arasında yer almaktadır. Bu etkiler, atık taşımanın sebep olduğu karbondioksit salınımından çok daha yüksek bir küresel ısınma potansiyeline sahiptir.

Etkiler sayısal olarak değerlendirildiğinde; yakmanın etkisi %0,834 oranında, ambalaj atıklarının etkisi %12,3, düzenli depolamanın etkisi %95,4'tir.

Yakmanın etkisinin bu kadar az olmasının sebebi; kampüste oluşan Tehlikeli kimyasallar, Lab. Kimyasallarının diğer tüm atıkların sadece %1 'ini oluşturmasından kaynaklıdır.

## **ZERO WASTE MANAGEMENT EXAMPLE IN EDUCATION FOR SUSTAINABILITY: SAKARYA UNIVERSITY**

### **SUMMARY**

As a result of the increasing population and changing world standards, there is a shrinkage in vital areas and a depletion of our resources due to the frequency of use. While we still have difficulty managing our resources, it does not seem possible to leave a sustainable life to future generations. With a more livable world, we should give more importance to the "Zero Waste" issue in order not to have problems with resources in the continuation of our generation.

In this study, the establishment of Zero Waste management and Life Cycle Analysis were examined by considering various factors. For this, the wastes generated at the university and their amounts were examined and a characterization study was conducted. In addition, a survey was conducted to measure awareness, knowledge and behavior in the field of zero waste.

The order of the amount of wastes from the central canteen in our university from large to small has been in the form of glass, plastic, and paper. It was observed that 26% of the waste was glass, 19% plastic and 16% paper. It was observed that 89% of the dining hall wastes originated from meal residues and 8% from plastic water bottles, ayran pots and bread bags. In addition, upon the results of the survey; It is observed that approximately 62% of the recycling bins available at our university raise awareness by students. But about 14% of students are not aware of these boxes. Based on this information, more education and information activities should be carried out for students, academicians and employees at our university on zero waste. In order to raise awareness for students at our university, ergonomic and attractive recycling boxes should be supplied to each floor of the classrooms where they are trained.

Alternative actions suggested to be taken within the university;

- Trainings for awareness should be increased,
- Visual perception in individuals should be focused on and waste separation application studies should be supported
- University waste days and sustainability events should be organized
- Activities and lesson planning that can be applied both theoretically and practically and that will attract attention in individuals should be made

If the steps specified in the articles are implemented, the existing positive awareness will gain additional momentum in a positive direction. Thanks to this momentum, the existing toxic effect in the ecosystem will decrease and individuals will take a step towards leaving a more livable world for the next generations.

The thesis includes a life cycle analysis, utilizing the Simapro 9.5.0.2 software version. To evaluate the analysis calculations and impact assessment parameters, the CML-IA method was employed.

Furthermore, the study investigates various impact categories, including Abiotic Depletion, Abiotic Depletion (fossil fuels), Global Warming (GWP100a), Ozone Depletion Potential (ODP), Human Toxicity, Freshwater Ecotoxicity, Marine Ecotoxicity, Terrestrial Ecotoxicity, Photochemical Oxidation, Acidification, and Eutrophication.

In the study, university waste was categorized into three groups: hazardous, packaging, and other waste. Packaging waste was sent to a recycling facility based on Simapro data, hazardous waste was directed to an incineration plant, and other waste was sent to a landfill. These wastes were also subjected to transportation processes.

During transportation, the round-trip distances were 70 km for the incineration plant, 20 km for the packaging waste, and 30 km for the other waste. Therefore, the analysis considered three separate facility criteria based on both transportation and waste types. In this analysis, conducted using the CML-IA method, the impact of the facility was assessed first, followed by the impact of transportation.

In the thesis, the life cycle analysis results indicate significant environmental impacts due to incineration, landfill, and recycling processes in the facilities. Particularly in incineration plants, the emissions of harmful gases such as SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub>, CO, and dioxins pose severe risks to both human health and marine ecosystems. Furthermore, these plants contribute to the depletion of abiotic resources and fossil fuels. Incineration plants have the most significant impacts in terms of environmental issues, including global warming, ozone layer depletion, and human toxicity.

Additionally, the electricity and water consumption of incineration, landfill, and recycling facilities contribute to abiotic depletion and ozone layer thinning. Waste transportation also leads to similar environmental impacts. The use of fossil fuels by transportation vehicles results in increased carbon dioxide emissions, further harming the environment.

The effects on global warming are most prominent in landfill processes due to methane emissions. The carbon dioxide produced by incineration, along with methane gas and biogas formation during landfill and recycling, further exacerbate global warming. These impacts have a much higher global warming potential than the carbon dioxide emissions caused by waste transportation.

When evaluated numerically, the impact of incineration is 0.834%, the impact of packaging waste is 12.3%, and the impact of landfilling is 95.4%. The relatively low impact of incineration is due to hazardous chemicals and laboratory chemicals on campus constituting only 1% of all waste.

Zero waste management is also important emotionally, because it allows us to act with the desire to leave a more livable world for future generations.

Reducing waste, recycling and using natural resources efficiently is a reflection of our desire to provide future generations with a cleaner environment, a healthier life and a more sustainable future. This thought can be a great source of emotional meaning and motivation.

At the same time, zero waste management creates a sense of solidarity and unity in society. People who adopt this approach come together and support each other in line with their common goals. Serving such a common purpose within a community strengthens people's social bonds and gives them the feeling of power that comes from acting together.

As a result of the study and survey, it is seen that in order to become a university where zero waste management is adopted and implemented; administrative staff, students and other units must act together. Because zero waste management encourages people to use natural resources economically and sustainably, while at the same time creating a sense of personal responsibility. However, actions such as minimizing waste, recycling and reuse require personal effort and discipline. In this process, every step taken to protect the environment and reduce waste will increase the feeling of change in individuals and also trigger a sense of success.





## 1. GİRİŞ

Atık üretimi insanlığın başlangıcından bu yana var olan bir olgudur. Atık, çeşitli faaliyetler sonucunda üretilen ve tüketilen, insan veya çevre sağlığına zarar veren, alıcı çevreye doğrudan veya dolaylı olarak zarar veren her türlü malzeme olarak tanımlanabilir.

Son yıllardaki nüfus artışı ve çeşitli iklimsel olaylar nedeniyle doğal kaynaklar hızla tükenmeye başlamıştır. İhtiyaçların sonsuz olması ve buna karşın doğal kaynakların ise kısıtlı olması göz önüne alındığı takdirde, kaynak kullanımında verimlilik ve atıklardan ekonomik yarar sağlamak öncelikli bir vazife olmalıdır. Bu da demektir ki, atık yönetimine olan ihtiyacımız, yaşamdaki devamlılık adına öncelikli sırada yer almaktadır.

Dikkatli ve özenli bir şekilde planlama yapıldığında, kampüslerde oluşan atıkların karakterizasyon çalışmaları nispeten diğer çalışmalara göre daha az maliyetlidir ve idari destek, öğrenciler, fakülte ve personel arasındaki iş birliği ile daha da kolaylaşmaktadır. Üniversite kampüslerinde oluşan atıkların çok yüksek geri dönüşüm potansiyeli olduğu geçmiş dönemlerde yapılmış çeşitli çalışmalarla ispatlanmıştır.

Atık yönetimi birçok gelişmiş ülkede oldukça aktif bir rol oynasa da ekonomik açıdan gelişmekte olan ülkelerde bu konu önemli bir konu olmaya devam etmektedir. Türkiye, çevre koruma ve sürdürülebilirlik konusunda devam eden çok sayıda çalışma nedeniyle "Sıfır Atık Projeleri"ni uygulamaya başladı. Başarılı atık yönetimi için kamu ve özel sektör arasındaki ortaklıklar şarttır. Bu çalışmada; çevre yönetimi bağlamında önem kazanan atık yönetimi, sürdürülebilirlik ve sıfır atık konularına değinilerek Sakarya Üniversitesi'nde atık yönetimine ilişkin araştırmalar ve kararlar incelenmiştir.

Araştırma kapsamında Sakarya Üniversitesi öğrencilerinin sıfır atık yönetimine ilişkin görüşlerini araştırmak amacıyla anket uygulandı. Elde edilen veriler genel değerlendirmeler, kız ve erkek öğrenciler, çevre mühendisliği ve diğer alanlardaki öğrenciler gibi seçenekler arasındaki farklılıklara göre değerlendirilmiştir.



## 2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

### 2.1. Atık ve Atık Yönetimi

Gün geçtikçe dünya nüfusundaki orantısız artış sonucunda, tüketim yüzdesinde ve yeni oluşan atık miktarında artış gözlemlenmiştir. Bu artış, kişi ve kurumları çeşitli bertaraf yöntemlerini ortaya çıkarmaya/geliştirmeye yöneltmiş ve çözüm bulmak için farklı kullanım alanları geliştirmiştir. Bertaraf yöntemlerinin geliştirilmesine özen gösterilmesinin yanı sıra mevcut kaynakların korunması ve sürdürülebilirliğe olumlu katkı sağlanması daha da önemli hale gelmiştir.

Atık kavramı ilk olarak kanunumuzda 1983 yılında çıkarılan 2872 sayılı Çevre Kanunu'nda "faaliyetler sonucu çevreye atılan veya çevreye salınan tehlikeli maddeler" olarak tanımlanmıştır. Genel olarak atık, "üretim süreçleri, ürün tüketimi veya diğer insan faaliyetleri sonucu üretilen, artık ihtiyaç duyulmayan ve imha edilmesi gereken her türlü malzeme" olarak tanımlanabilir.

Atık malzemeler doğası ve bileşenlerine göre ayrıma tabii olur. Bu belirleyici faktörler, kabul edilebilir en iyi atık yönetimi uygulamasına ilişkin kararı güçlü bir şekilde etkiler. Atıklar, mevzuatlar ve düzenlemelerde şu şekilde anılır: "Çevreye atılan, bırakılan veya imalatçısı veya fiili sahibi gerçek veya tüzel kişi tarafından bertaraf edilmesi gereken madde veya malzeme" olarak tanımlanmaktadır.

Atık yönetiminin amacı, atık yönetim sistemi kapsamında üretilen atıkların bertaraf edilmesinin çevre ve ekonomi üzerindeki olumsuz etkisini en aza indirmektir. Bu hedefe ulaşmanın en hızlı yolu ürettiğimiz atık miktarını azaltmaktır.

Atık Yönetimi kapsam maddeleri aşağıdaki gibi sıralanmaktadır:

- Minimizasyon
- Kaynağında Ayrı Toplanması
- Ara Depolanması
- Gerekli olduğu durumda atıklar için aktarma merkezleri oluşturulması
- Atıkların taşınması, geri kazanılması
- Bertarafı

- Geri Kazanımı
- Bertaraf tesislerinin işletilmesi ile kapatma
- Kapatma sonrası bakım
- İzleme-kontrol süreçleri

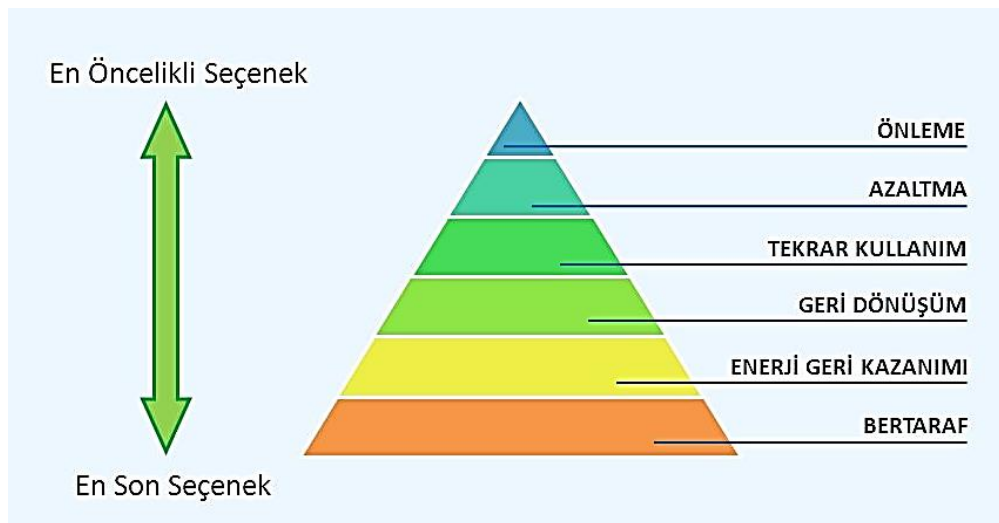
## 2.2. Atık Yönetimi Hiyerarşisi

Atık kaçınılmaz olarak oluştuğunda, çeşitli işlemlerden geçirilerek toplanmalı, enerji için kullanılmalı veya yeniden kullanılmak, geri dönüştürülmek veya ikincil hammadde olarak kullanılmak üzere bertaraf edilmelidir.

Atıklar kaynağında toplandığında, geçici olarak depolandığında, taşındığında ve ayrı ayrı işlendiğinde havaya, suya, toprağa, bitkilere, hayvanlara ve insanlara tehdit oluşturmaz; gürültü, titreşim veya koku nedeniyle rahatsızlık yaratmaz ve herhangi bir olumsuz etkisi yoktur.

Doğal çevreye zarar vermediğinden çevreye ve insan sağlığına herhangi bir zarar vermeyen yöntem ve prosedürler uygulanmalıdır. Ayrıca atıkların, çevresel ve ekonomik konulara etkisi dikkate alınmadan değersiz bir maddi yük veya atık olarak kabul edilmek yerine, yeniden değerlendirilerek ekonomiye kazandırılabilir çevresel ve ekonomik bir varlığa dönüştürülmesi gerekmektedir.<sup>25</sup>

Kaynağından nihai bertarafına kadar etkin atık yönetiminin sağlanması, ideal bir atık yönetimi hiyerarşisinin uygulanmasına bağlıdır. Bu atık yönetimi hiyerarşisi Şekil 2.1'de gösterilmektedir.



Şekil 2.1. Atık yönetimi hiyerarşisi

Atık yönetimi hiyerarşisinin birinci önceliği, atıkların üretim aşamasında önlenmesi ile atık miktarının ve tehlikesinin azaltılmasıdır. İkinci öncelik ise atıkların yeniden kullanımını, geri dönüşümünü, atık malzeme geri kazanımını veya geri dönüştürülemeyen atıkların ekonomiye kazandırılması için enerji geri kazanımını sağlamaktır. Alternatif olarak, eğer uygun toplama seçeneği yoksa atıklar nihai olarak bir atık arıtma tesisinde bertaraf edilmelidir. Son olarak doğaya zarar vermeden yakma veya güvenli depolama biçimleri tercih edilmektedir. <sup>28</sup>

### 2.3. Atık Yönetimi Mevzuatı

Ülkemizde tüm atık yönetimi politika ve yasaları Avrupa Birliği'ne uyum süreci dikkate alınarak oluşturulmuştur. 2872 sayılı Çevre Kanunu ile oluşturulan çevre yönetimi politikaları ve kanunları, her ülkenin şartlarına uygun olarak uluslararası düzeyde geliştirilmekte ve uygulanmaktadır.

| Mevzuat Adı                                                                   | Sayısı, Tarihi |
|-------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| Çevre Kanunu                                                                  | (2872, 1983)   |
| Büyükşehir Belediyesi Kanunu                                                  | (5216, 2004)   |
| Belediye Kanunu                                                               | (5393, 2005)   |
| Atık Yönetimi Yönetmeliği                                                     | (29314, 2015)  |
| Maden Atıkları Yönetmeliği                                                    | (29417, 2015)  |
| Atık Elektrikli ve Elektronik Eşyaların Kontrolü Yönetmeliği                  | (28300, 2012)  |
| Ambalaj Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği                                      | (30283, 2017)  |
| Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmelik                               | (27533, 2010)  |
| Atıkların Yakılmasına İlişkin Yönetmelik                                      | (27221, 2010)  |
| Ömrünü Tamamlamış Araçların Kontrolü Hakkında Yönetmelik                      | (27448, 2009)  |
| Poliklorlu Bifenil ve Poliklorlu Terfenillerin Kontrolü Hakkındaki Yönetmelik | (26739, 2007)  |
| Ömrünü Tamamlamış Lastiklerin Kontrolü Yönetmeliği                            | (26357, 2006)  |
| Tıbbi Atıkların Kontrolü Yönetmeliği                                          | (29959, 2017)  |
| Hafriyat Toprağı, İnşaat ve Yıkıntı Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği          | (25406, 2004)  |
| Bitkisel Atık Yağların Kontrolü Yönetmeliği                                   | (29378, 2015)  |
| Atık Pil ve Akümülatörlerin Kontrolü Yönetmeliği                              | (25569, 2004)  |
| Atık Getirme Merkezi Tebliği                                                  | (2014)         |
| Kompost Tebliği                                                               | (2015)         |
| Bazı Tehlikesiz Atıkların Geri Kazanımı Tebliği                               | (2011)         |
| Sıfır Atık Yönetmeliği                                                        | (30829, 2019)  |
| Atık Yağların Yönetimi Yönetmeliği                                            | (30985, 2019)  |
| Geri Kazanım Katılım Payına İlişkin Yönetmelik                                | (30995, 2019)  |

Şekil 2.2. Atık Yönetimi Mevzuat Listesi

## 2.4. Türkiye’de Sürdürülebilir Entegre Atık Yönetimi

Türkiye’de belediye atık yönetimine ilişkin mevzuat ve uygulama 1991 yılından bu yana AB ve uluslararası kuruluşlar tarafından yürütülmektedir. Ülkemizde hızlı ekonomik büyüme, kentleşme, nüfus artışı ve artan atık türleri ve miktarları. Her atık türü için ayrı yönetim sistemleri kurmak yerine, tüm atıkları kapsayan entegre bir atık yönetim sisteminin kurulmasına ihtiyaç duyulduğunu göstermektedir. Bu alanda yapılan çalışmalar doğrultusunda, 2019 yılındaki verilere göre, katı atık düzenli depolama tesislerinin sayısı 89’a ulaşmıştır. Bugüne kadar ülkemizde, Avrupa Birliği Çevre Müktesebatı’ na uyum sağlaması kapsamında pek çok plan hazırlanmıştır. Bunlar,

- Yüksek Maliyetli Çevre Yatırımlarının Planlaması (EHCIP)
- Ulusal Çevre Entegre Uyum Stratejisi
- Katı Atık Ana Planı
- Atık Yönetimi Eylem Planı
- Ulusal Geri Dönüşüm Strateji Belgesi ve Eylem Planı’dır.

## 2.5. Atıkların Doğada Kaybolma Süreleri

Doğaya terk edilen ürünlerin, kaybolma sürelerine aşağıdaki görselde yer verilmiştir.

| Atık Türü             | Kaybolma Süresi   |
|-----------------------|-------------------|
| Strafor (köpük)       | 5000-2 Milyon Yıl |
| Cam                   | 4000 Yıl          |
| Plastik               | 1000 Yıl          |
| Pet Şişe              | 400 Yıl           |
| Deterjan              | 400 Yıl           |
| Kaset                 | 100-1000Yıl       |
| Plastik Tabak         | 100-500Yıl        |
| Alüminyum             | 10-100Yıl         |
| Çakmak (mika)         | 50-100Yıl         |
| Sakız                 | 5Yıl              |
| Sigara İzmariti       | 1-2 Yıl           |
| Kibrit Çöpü           | 6 Ay              |
| Bez Parçası           | 6 Ay              |
| Gazete                | 3-12 Ay           |
| Kâğıt                 | 3 Ay              |
| Meyve-sebze artıkları | 3-6 Ay            |

**Şekil 2.3.** Atıkların doğada kaybolma süreleri

## **2.6. Atık Yönetiminde Sıfır Atık Yaklaşımı**

### **2.6.1. Sıfır atık felsefesi**

Sıfır Atık, israfın önlenmesini, atık oluşum kaynaklarının kök neden analizi ile atık oluşumunun önlenmesi ve/veya azaltılmasını, daha sürdürülebilir ürünlerin tercih edilmesini, kaynakların verimli kullanımının sağlanmasını, atığın oluşması durumunda kaynağında ayrı toplanarak geri kazanımının sağlanmasını kapsayan hedefi ifade etmektedir. “

Sıfır Atık terimi ilk olarak 1970'lerde Oakland, California'da kurulmuş bir şirket olan Zero Waste Systems Inc (ZWS) adına Kimyager Paul Palmer tarafından kullanılmıştır. 1970'lerde elektronik endüstrisinde ek malzeme olarak üretilen kimyasalların yeniden kullanımını sağlamak için şirket, laboratuvar çalışanlarına, bilim adamlarına ve işletmelere büyük miktarlarda ücretsiz, kullanılabilir kimyasallar sattı.

1973 yılında doğal kaynakların kimyasal maddelerden ve maddelerden korunması amacıyla “sıfır atık” terimi kullanılmaya başlandı. Ancak kavram 1990'ların sonlarında kamuoyunun dikkatini çekmeye başladı ve dünya çapında birçok kuruluş sıfır atık kavramını benimsedi, sıfır atık bertarafı için hedefler belirledi ve atık yönetim sistemleri kurdu. Avustralya'nın Canberra kentinde, 1995'ten 2010'a kadar kamu istişareleri, şehrin ilk 'sıfır atık projesi' yasa tasarısını, NoWaste'yi önermesi şeklindeki radikal fikir üzerinde odaklandı ve Canberra resmi olarak sıfır atık oldu. Dünyada bunu başaran ilk şehir oldu.

Ülkemizde ilk olarak 22.10.2018 tarihinde 29314 sayısı “Sıfır Atık Yönetim Taslağı” oluşturulmuştur. Daha sonra 12 Temmuz 2019 tarihinde 30829 sayılı “Sıfır Atık Yönetmeliği” oluşturulmuştur. Bu yönetmeliğin gayesi;

“Ham madde ve doğal kaynakların etkin yönetimi ile sürdürülebilir kalkınma ilkeleri doğrultusunda atık yönetimi süreçlerinde çevre ve insan sağlığının ve tüm kaynakların korunmasını hedefleyen sıfır atık yönetim sisteminin kurulmasına, yaygınlaştırılmasına, geliştirilmesine, izlenmesine, finansmanına, kayıt altına alınarak belgelendirilmesine ilişkin genel ilke ve esasların belirlenmesidir.”

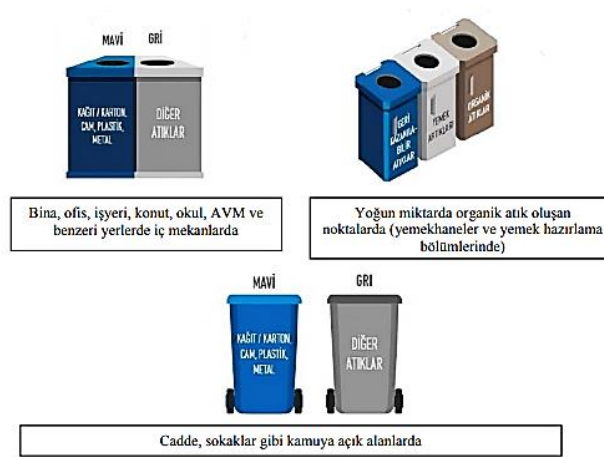
### **2.6.2. Sıfır atık yönetim sistemi**

Sıfır atık hedefleyerek, sıfır atık üretiminin ilk aşamasından başlayarak, tüm atıkları doğasına ve türüne göre kaynağında ayırıp toplayacak, çevre sertifikalı atık arıtmaya geçilecektir. Tüm süreci kapsayan bir sistemdir.



Şekil 2.4. Sıfır atık yönetim sistemi (Sıfır Atık Yönetmeliği-Ek-2)

Yönetmeliklere göre sıfır atık toplama sistemlerinde kullanılan torba ve mutfak eşyaları geri dönüştürülebilir atıklar için mavi, kompostlaştırılabilir atıklar için kahverengi, cam atıklar için yeşil ve diğer atıklar için gri renktedir. Yönetmelik Ek 3'te belirtilen tahsilat modeli aşağıdaki şekilde gösterilmektedir.



Şekil 2.5. Toplama Modeli (Sıfır Atık Yönetmeliği Ek-3)

Sıfır atık yönetim sistemlerine ilişkin genel ilkeler Yönetmeliğin "Genel ilkeler – Madde 5" bölümünde yer almaktadır. Uygulama planına göre. Yönetmelik Ek 7/A kapsamında binalar/kampüsler için sıfır atık sertifikası zorunluluğu mevcut olup, ön şartlar aşağıdaki gibidir:

**Tablo 2.1. Ön şartlar listesi**

|                                                                                                                                                            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Kağıt,karton,cam,metal,plastik ve kompozit atıkları diğer atıklardan ayrı olarak toplamak                                                               |
| 2. Kullanılmış pilleri kullanılmış bitkisel yağları, atık elektrikli ve elektronik ekipmanları ve diğer dönüştürülebilir atıkları ayırın ve toplayın       |
| 3. Tehlikeli atıkları ve tıbbi atıkları ayrı ayrı toplamak                                                                                                 |
| 4. Kahvehane, kafeterya ve kafeteryalar gibi kalabalık yerlerde organik atıklar ve yemek artıkları ayrı toplanacak                                         |
| 5. Toplama ekipmanı ile renk standartlarını uyum ve atık türüne özel tabela veya Metin bulunduğundan emin olun                                             |
| 6. Tüm depolama aygıtlarının doğru kapasite miktar ve özelliklere sahip olduğunu doğrulayın                                                                |
| 7. Birikmiş atıkların lisanslı atık arıtma tesislerine/belediye toplama sistemlerini teslim edilmek üzere oluşturulan geçici depolama alanlarında toplayın |
| 8. Sıfır atık yönetim sistemleri konusunda gerekli bilgilendirme eğitimlerini verin                                                                        |

Ekte ayrıca Sıfır Atık Yönetim Sistemi uygulanmaya başlanmadan önceki yılın verilerine göre hesaplanan değerlendirme kriterleri de yer alıyor. Bu kriterler şu başlıklar altında sıralanıyor:

- Atık Azaltımı/Önlenmesi
- Yeniden Kullanım
- Düzenli depolama/Yakmaya giden atık miktarında azalma
- Tedarik

Bu uygulamalar neticesinde hesaplanan puanlamalarda, 20-86 arası puanı olan bina ve yerleşkeler için sıfır atık belgesine ait seviyeleri belirlenecektir.

Verimli bir sıfır atık yönetimi için;

1. Atığın tanımlanması,
  2. Kaynağında ayrı toplama,
  3. Geçici atık depolama sahası kurulması,
  4. Atık sorumlusu belirlemek,
  5. Lisanslı firma araştırması,
  6. Atıkların geri kazanıma/bertaraf gönderilmesi,
  7. Kayıt tutulması,
  8. Personel eğitimi.
- **Atığın tanımlanması**

Atıkların gruplarına ayrılarak adlandırılması aşağıdaki grafiklerdeki gibidir:



Şekil 2.6. Tehlikesiz atık türleri



Şekil 2.7. Tehlikeli atık türleri

- **Kaynağında Ayırma**

Atık ayrımı yapılırken daha hızlı çözüm alınması adına renklerden fayda sağlama gibi alternatif bir yol ortaya çıkmıştır. Çünkü insanlardaki görüş algoritmasında renklerin etkili düzeyde öneme sahiptir. Standart değerlere ulaşılabilmesi adına atık toplama donanımları ve malzemelerinde renk skalası işlemi uygulanması aracılığıyla kaynakta toplama yöntemi ile etkin bir başarıya ulaştırılır.

| ATIK TÜRÜ                                                    | RENK               |
|--------------------------------------------------------------|--------------------|
| Kâğıt-karton atıkları için                                   | Mavi               |
| Cam atıklar için                                             | Yeşil              |
| Organik atıklar için                                         | Kahverengi         |
| Tıbbi atıklar için;<br>- Poşetlerde<br>- Kova-konteynerlerde | Kırmızı<br>Turuncu |
| Tekstil atıkları için                                        | Pembe              |
| İri hacimli atıklar için                                     | Lila               |
| Yemek artıkları için                                         | Beyaz              |
| Plastik atıklar için                                         | Sarı               |
| Metal atıklar için                                           | Gri                |
| Geri dönüşemeyen atıklar için                                | Siyah              |
| Tehlikeli atıklar ve elektronik atıklar için                 | Şeffaf             |
| Ahşap atıklar için                                           | Turuncu            |
| Ekmek artıkları için                                         | Mor                |

**Şekil 2.8. Atık Türleri ve Renkleri**



**Şekil 2.9. Atık türlerinin renk skalasına göre kaynaktan ayrı toplanması**

- Geçici Atık Depolama Sahası Kurulması**

Tesiste oluşan atıkların türüne göre geçici depolama yerleri kanun ve yönetmeliklere göre belirlenmektedir. Ayrı olarak toplanan atıklar ara depolama yerlerinde depolanır. Ara depolama alanına giren ve çıkan tüm atıkların kaydı tutulacaktır.



**Şekil 2.10.** Atık geçici depolama alanı

- **Lisanslı Firma Araştırılması**

Türkiye'de geri dönüştürülebilir tüm atıkların mevzuata uygun olarak bakanlık onaylı sertifikası olan geri dönüşüm tesislerine verilmesi gerekmektedir. Çevre Bakanlığı, lisanslı tüm tesislerin iletişim bilgilerini ve işleyebilecekleri atıklarını “<https://eizin.cevre.gov.tr/Rapor/BelgeArama.aspx>” adlı merkezi bir internet sitesinde sunmaktadır. İşleme tesisleri, her şehirde bulunamayacağından ötürü; Büyükşehir dışındaki şehirler için, yakın şehirlerde ve daha geniş alanlarda dahi arama yapılması önerilir.

- **Atıkların Geri Kazanım/ Bertarafa Gönderilmesi**

Geçici depo sahalarında oluşan atıklar, çeşidine göre değerlendirilmeye alınıp, geri dönüştürülebilir atıklar çevre sertifikalı geri dönüşüm tesisine, geri dönüşüme uygun olmayan atıklar ise çevre sertifikalı atık bertaraf tesisine gönderilmektedir. Atıkları taşıyan nakliye aracı firması ve taşıyan aracın ruhsatı kontrol edilmeli, ruhsat ve sürücü isim belgesi olan araçların plaka kontrolü- kimlik kontrolü yapılmalıdır.

Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından MOTAT' ın (Mobil Tehlikeli Atık Takip Sistemi) geliştirilmesi, tehlikeli atık akışlarını verimli bir şekilde izleyecek, tehlikeli atıkların uygunsuz taşınması, toplanması ve bertarafının önüne geçecek ve eksik tehlikeli atıkların tespiti mümkün hale gelecektir. Atık üreticilerinden gelen şikayetleri rapor edip derhal harekete geçilebilecektir.

- **Kayıt Alınması**

Uygulamanın etkinliğini değerlendirmek üzere oluşturulan izleme ekipleri, ilgili makamlar tarafından uygulamadaki tüm atıkların kayıtlarını tutarak raporlamak,

izlemek, önlemek ve revize etmek için uygulamayı değerlendirmelidir. Elde edilen veriler raporlanarak ve senelik rapor hazırlanarak giderilmesi gereken eksik noktalar ve düzeltilebilecek yanlar belirlenmeli ve ilgili önlemler alınmalıdır.

- **Eğitim-Bilinçlendirme**

Etkin ve kontrollü çalışma yürütebilmek için eğitimlerin doğru kitleye göre uygun biçimde yürütülmesi oldukça önemlidir. Hedef kitleler için uygulamalı eğitim ve bilgiler verilmektedir. Doğru kitle diye bahsedilen kısımda; bakım onarım uzmanları, temizlikçiler, depo personelleri ve diğer tüm çalışanlar olarak odak noktaları esastır.

## **2.7. Sürdürülebilir Sıfır Atık Yönetimi**

Katı atık kaynakları arasında; endüstriyel tesisler, pazarlar, eğitim kurumları, ibadet alanları, hastaneler ve insanların ikamet veya toplanmak için kullandığı çeşitli mekânlar sayılabilir. Uygulanabilir bir atık yönetimi stratejisi önermek için, atığın üretimine neden olan kaynağın kapsamlı bir şekilde incelenmesi, atığın özelliklerini ve geri dönüşüm potansiyelini anlamada yardımcı olacaktır. Daha önce çalışılmış birçok çalışma neticesinde, eğitim kurumları (üniversiteler dâhil), belediyelerin atık akışında önemli ölçüde katı atığa neden olmaktadır.<sup>30</sup>

Başta eğitim kurumları olmak üzere kurum ve kuruluşların etik ve ahlaki nedenlerden dolayı çevreye karşı sorumlu davranmaya kararlı oldukları ve çevre hareketinde öncü rol üstlenmeleri beklenmektedir. Üniversitelerden özellikle sorumlu atık yönetimi girişimlerini teşvik etmeleri beklenilmektedir. Çünkü üniversiteler toplumsal sistemleri geliştiren ve işleten insan kaynağını yetiştiren kurumlardır. Bu nedenle toplumumuzda bunu başarmaya yönelik sürdürülebilir plan ve projelerin uygulanması konusunda sorumluluk alınmalıdır. Gelişmiş ülkelerdeki yapılan araştırmalar, atık yönetimi konusunda hem üniversite hem de toplum boyutunda büyük ilerlemeler kaydetmiştir.

Yükseköğretim kurumlarında atık yönetimi, genellikle deneyimli yönetim personeli gerektiren karmaşık ve işlevsel açıdan multidisipliner bir faaliyettir. Ayrıca bu gibi kurumların hem üniversite içindeki hem de dışındaki insanlar arasında sürdürülebilirliği ve çevre bilincini teşvik etme konusunda etik bir sorumluluğu vardır.

## 2.8. Sıfır Atığın Önemi

Küresel ekonomi göz önüne alındığında, doğal kaynaklar ülkenin işleyişini ve yaşam kalitesini desteklemektedir. Bu kaynaklar, yakıtlar, mineraller ve metaller gibi hammaddelerin yanı sıra gıda, toprak, su, hava, biyokütle ve ekosistemleri içerir. Başarılı bir ivme gösteren ekonomi grafiği, ideal ve pozitif bir doğal kaynak ve hammadde akışına bağlıdır. 1900 yılına kıyasla son yıllarda kişi başına enerji tüketimi yaklaşık üç kat, hammadde kullanımı iki katına çıkmış ve dünya nüfusu beş kat artmıştır. Bu sayılar her geçen gün daha da artmaktadır. Yarının yetişkinleri olan çocuklarımıza, tüm canlılara sürdürülebilir bir dünya bırakabilmek adına, sıfır atık ilkelerini günlük yaşantımıza entegre edip, standardımız haline getirerek atıkların yönetilmesi ve atık yönetiminin sağlanmasına ihtiyaç bulunmaktadır.

## 2.9. Sıfır Atık Uygulamasındaki Kazanımlar

- ✓ 1 ton kullanım ömrü tamamlanmış kâğıt atığın geri dönüşümü sonucunda, 17 adet yetişmiş çam ağacı ve 85 metrekarelik ormanlık alan tahrip edilmeyecektir. Örneğin; Türkiye genelinde yılda 80 milyon çam ağacı ve 40000 hektar ormanlık arazi korunmuş olabilecektir. 12400 m<sup>3</sup> kadar sera gazı engellenir, 2,4 m<sup>3</sup> atık depolama alanından tasarruf sağlanır. 25.900 lt suyun harcanması, 4.410 lt petrol tüketilmesi, %35-50 oranında enerji harcanması önlenmiş olacaktır.
- ✓ 1 ton plastik ambalaj atığının geri dönüşümü sonucunda 14000 kwh enerji tasarrufu sağlanmış olur.
- ✓ 1 ton cam atığının geri dönüşümü sonucu 100 litre benzin tasarrufu sağlanmakta ayrıca kum, soda ve kireç kaynaklarımız korunmaktadır. Örneğin; Türkiye genelindeki cam atıkların geri dönüştürülmesinden yıllık 30 milyon litre benzin tasarruf edilebilecektir. Ayrıca atık camlar tekrar cam ürünlerine; plastikler elyaf ve dolgu malzemesi gibi birçok malzemeye dönüşebilmektedir. Kullanılmış atık camlar beton katkısı ve camasfalt olarak da kullanılmaktadır. Camasfalt %30 civarında geri dönüşmüş cam katılmaktadır.
- ✓ 1 cam şişe geri dönüşümü ile sağlanan enerji 100 Watt'lık bir ampulü 1 saat, bir bilgisayar 25 dakika, bir televizyonu 20 dakika, bir çamaşır makinesini 10 dakika çalıştırmak yeterli olmaktadır.”

- ✓ 15 ton elektronik atıktan ortalama 1 ton bakır elde edilmektedir. Bir bilgisayarda ortalama 7 kg civarında PVC’ de bulunan plastik bulunur. PVC en tehlikeli plastik türüdür. Ayrıca buzdolabı gövdesinden ütü, alüminyum içecek kutularından uçak gövdesi, monitör plastiğinden bank yapılabilir.”
- ✓ Geri dönüşümün uygulanması ile çöplere giden atık miktarında azalma sağlanarak, bu atıkların taşınması ve depolanması işlemleri için daha az miktarda alan ve enerji kullanılmış olur. Evsel atıkların yaklaşık yoğunluğu 0,6 kg/m<sup>3</sup> iken, ambalaj atıklarının yoğunluğunun yaklaşık 0,3 kg/m<sup>3</sup> olduğu görülmektedir. Evsel atıklar için bu azalma ağırlık olarak fazla olmamakla birlikte, hacimsel olarak bakıldığında oldukça önemli bir oran teşkil etmektedir. Yapılan toplama operasyonlarında evsel atıklar yaklaşık %75-80 oranında sıkıştırılabilirken, ambalaj atıklarında bu oranın yaklaşık %25 olduğu tespit edilmiştir. Ambalaj atıklarını geri kazanılması ile daha fazla evsel atık toplama araçlarında toplanabilmekte, bu durumda toplama ve taşıma maliyetlerini düşürmektedir. Depolama sahalarına daha az gideceğinden, çok yüksek maliyetlerle inşa edilen depolama alanları daha uzun sürelerle kullanılabilir.

## **2.10. Eğitim Kurumlarında Atık Yönetimi ile İlgili Yapılmış Çalışmalar**

Evsel ve belediye atık yönetimine ilişkin geniş bir literatür olmasına karşın, eğitim alanında çok az araştırma bulunmaktadır. Ancak dikkatli bir planlamayla kampüs atığı karakterizasyonu nispeten daha düşük ücretlendirmelerde olabilir ve öğrenciler, öğretim üyeleri ve idari birimler arasındaki ortak çalışma ile kolaylaştırılabilir. Araştırmalar üniversite kampüs atıklarının çok yüksek geri dönüşüm potansiyeline sahip olduğunu gösteriyor. Araştırmalar, bir üniversitenin atık akışının yüzde 55 ila 90'ının geri dönüştürülebileceğini gösteriyor.<sup>35</sup>

Farklı konut kompleksleri arasında cam, kompost malzemesi ve karton içeriği açısından atık akışının bileşiminde önemli mekânsal farklılıklar bulunmuştur. Analiz, öğrenci sakinlerinin yaş ve sınıfları, yemek planları, yurtlardaki mutfak mevcudiyeti farklılıklarının atık miktarı ve bileşimindeki değişkenlik üzerindeki etkilerini belirlemektir. Sahaya özel kontrollerin avantajı ise, kampüs konut atık akışlarındaki mekânsal farklılıkları yakalama yeteneğidir.<sup>17</sup>

| Kategori            | Tanımlama                                                          |
|---------------------|--------------------------------------------------------------------|
| E-Atık              | Elektrik kabloları, yazıcı kartuşu, telefon aksesuarları           |
| Cam                 | Tüm cam materyal                                                   |
| Deri                | Deriden yapılan ayakkabı ve çanta                                  |
| Metal               | Alüminyum kutu, teneke kutu, demir ve alüminyum olmayan malzemeler |
| Polietilen poşetler | Polietilen ambalaj çantaları, poşet, PP çanta, naylonlar           |
| Organik             | Gıda atığı, bahçe atığı (dallar, yapraklar, otlar)                 |
| Kağıt               | Defter, printer kağıdı, kitap, parlak kağıt                        |
| Plastik             | PET şişe, HDPE ve diğer plastikler                                 |
| Hijyenik atık       | Pedler, bebek bezi ve pamuk                                        |
| Tekstil             | Kumaş eşya                                                         |
| İnert madde         | Toprak ve kum                                                      |

**Şekil 2.11.** Atık grupları ve açıklamaları

2002 yılında Mbuligwe tarafından yürütülen bir araştırmada, bu sorunu Tanzanya'daki üç farklı üniversitede buldu: Dar es Salaam Üniversitesi, Arazi ve Mimarlık Üniversitesi (UCLAS) ve Su Kaynakları Araştırma Enstitüsü. Atık ölçümleri ve yerinde saha araştırmaları, öğretim üyesi ve öğrenci sayısındaki göz önünde bulundurularak belirlendi.<sup>20</sup>

Sakarya Üniversitesi'nin 2015 yılında gerçekleştirdiği bir diğer araştırmada ise Sakarya Üniversitesi yerleşkesindeki atıklarının yeniden değerlendirilmesi amacıyla atık geri dönüşüm tesisinin kurulması araştırıldı. Çalışmada kağıt ve plastik atıkların yerleşkeden toplanması, maliyeti ve kampüs içi geri dönüşüm tesislerinde bertaraf edilmesi araştırılmıştır. Kampüste az miktarda kağıdın atılması nedeniyle kağıt geri dönüşüm tesisi karlı değildi ancak plastik geri dönüşüm tesisinin karlı bir yatırım olduğu öngörüldü.<sup>37</sup>

Universiti Teknologi Malaysia'nın sürdürülebilirlik çabalarının bir parçası olarak bir "Yeşil Ofis" kurulması yoluyla kampüste atık minimizasyonunun kurumsallaştırılmasının karmaşıklığını vurguladı. Araştırmanın ilk kısmı “stratejik uygulamalar” yoluyla atık profillerinin iyileştirilmesine yönelik bilimsel bir yaklaşımla başladı.<sup>37</sup>

Bunun için aşağıda belirtilen iki hedef belirlenmiştir:

- Atık toplama tesislerinden kaynaklanan atık üretimini 2011 yılında kampüste kişi başına günlük 3,47 kg'dan, günlük 0,83 kg'a revize edilmesi
- Atık karakterizasyon sayılarına dayalı olarak kampüs sürdürülebilirlik çabalarının stratejik planlanması ve doğrulanması

2011 yılında yapılan bir ayrıştırma araştırmasına göre, bunların % 46'sının gübrelenebilir veya gıda atığı, %40,6'sının ise kuru atık veya geri dönüştürülebilir ürünler olduğu kaydedildi. "Yeşil Ofis", sürdürülebilir toplantılar, kâğıt tasarrufu, geri dönüşüm uygulamaları gibi eylemlerle kuru atıkların en aza indirilmesine ve durumsal ve sistemsel değişimin sağlanmasına yönelik uygulamaları kapsamaktadır. Toplam kâğıt tüketiminin ekonomik sürdürülebilirlik yönleri, 35.089 rulo veya 130.563 \$ (2009-2013) tutarında tasarrufla sonuçlandı. CO2 emisyonunda 6.047,58 kg azalma ve enerji tasarrufu ile çevresel sürdürülebilirlik açısından eşdeğer değer 4.414.196 GJ/t olarak hesaplandı. Çalışmanın ikinci bölümünde ağırlıklı olarak sosyal bilimsel yaklaşımlar üzerinde duruldu ve temeli katılımcı olan yaklaşımlar ile atık azaltma yönetimi ve kurumsallaşma süreçleri analiz edildi.

Meksika'daki Baja California Özerk Üniversitesi (UABC) kampüsünde yürütülen atık karakterizasyon çalışmasının sonuçlarını rapor etmektedir. Bu çalışmanın gayesi; kampüste toplama, azaltma ve geri dönüşüme yönelik bir atık yönetimi programının uygulanmasına yönelik temelleri atmaktır. Kampüs günde bir ton katı atık üretmekte olup ve bunların %65'inden fazlasının geri dönüştürülebilir veya potansiyel olarak geri dönüştürülebilir olduğu tespit edildi. Bu sonuçlar üniversite kampüslerinde bir sınıflandırma ve geri dönüşüm programının uygulanabilirliğini ortaya koydu. Çalışma aynı zamanda bölgesel bağlamda geri dönüştürülebilir malzeme pazarını da araştırdı ve geri dönüşüm şirketlerinin sayısına ve kabul edilen geri dönüştürülebilir malzeme oranına bakılırsa atıkların tamamının mevcut durumda geri dönüştürülebilir olduğunu gösterdi. Ek olarak, potansiyel olarak geri dönüştürülebilir atıkları ve atıkları kaynağında azaltmaya yönelik bazı stratejilere yer verildi. <sup>4</sup>

Bu çalışma kampüsteki katı atıkları üç ana aşamada araştırmıştır:

1. Günlük üretilen atık miktarının tahmin edilmesi
2. Katı atık numunesi alma ve numune karakterizasyonu
3. Yerleşkede oluşan atıkların miktarını ve türünü ölçmek ve analiz etmek

Smith ve arkadaşları tarafından hazırlanan 2010 tarihli raporlarında, Kuzey Britanya Kolombiya Üniversitesi'nin (UNBC) Prince George kampüsünde yürütülen atık karakterizasyonunun sonuçlarını içermektedir. Bu çalışmanın gayesi, kampüsün operasyonel alanlarında oluşan atıkların miktarını ve bileşimini belirlemek ve atıkların azaltılması, geri dönüşüm oranlarının artırılması ve atık yönetiminin genel olarak sürdürülebilirliği ve iyileştirilmesine yönelik stratejiler geliştirmek ve üniversite

yöneticilerine öneriler sunmaktır. 2007-2008 akademik yılı boyunca, Prince George kampüsünün haftada 1,2 ile 2,2 ton arasında atık ürettiği ve bu belirlenen miktarın %70'inden fazlasının atık azaltma, geri dönüşüm ve kompostlama faaliyetleri yoluyla yönlendirebilir olduğu belirlendi. Kağıt ve kağıt ürünleri, tek kullanımlık içecek kapları ve kompostlaştırılabilir organik malzemeler, hedeflenen atık azaltma ve geri dönüşüm çabaları için ilk üç malzeme türü haline geldi. Ayrıca kampüs sakinleri arasında uzun vadeli atık minimizasyon davranışlarını teşvik edebilecek çeşitli eğitim ve politika yaklaşımlarına ihtiyaç olduğu da kaydedildi. <sup>25</sup>

**Tablo 2.2 Üniversitelerde yapılan çalışmalar**

| Kategori            | Tema                                                                   | Kriter                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|---------------------|------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Eğitim              | Sürdürülebilirlik uygulaması                                           | 1. Atık yönetimine odaklanan sosyal yardım projeleri<br>2. Atık yönetimine odaklanan araştırma projeleri<br>3. Atık yönetimini müfredatlarında tartışan lisans dersleri<br>4. Atık yönetimini müfredatlarında tartışan yüksek lisans dersleri<br>5. Atık azaltma, yeniden kullanma ve geri dönüşüm girişimlerini teşvik eden reklam çalışmaları |
| Katılım             | Topluluk (Öğrenciler, Araştırmacılar Ve Fakülte Çalışanları)           | 6. Öğretim üyeleri ve personel için sürdürülebilir atık yönetimine odaklanan eğitim programları<br>7. Öğretim üyeleri ve personel tarafından katı atık yönetimi ile ilgili olarak teşvik edilen faaliyetler<br>8. Sürdürülebilir katı atık yönetimine odaklanan teknik eğitim, dersler, kurslar ve kültürel müdahaleler                         |
|                     | Tek kullanımlık ürünler                                                | 9. Kağıt ve karton atıklarını önleme çalışmaları<br>10. Plastik atık önleme çalışmaları                                                                                                                                                                                                                                                         |
|                     | Elektronikler                                                          | 11. Elektronik atık yeniden kullanımı için yapılan programlar<br>12. Elektronik atıkların uygun şekilde bertaraf edilmesi için yapılan programlar<br>13. Etkin lamba bertarafı<br>14. Etkin inşaat atıkları bertaraf                                                                                                                            |
| Operasyonel         | Sürdürülebilir binalar<br>Gıda<br>Kampüs Sağlık Hizmeti Atıkları<br>Su | 15. Kafeteryaların gıda atıklarını önleme programları<br>16. Organik atık kompostlama programları<br>17. Biyolojik Atık ve Sağlık Hizmetleri bertarafı<br>18. Su tüketimini azaltma çalışmaları<br>19. Kampüste üretilen atık suların arıtılması için belediye ve şirketler birliği<br>20. Gri su yeniden kullanımı                             |
|                     | Ulaştırma                                                              | 21. Otomobil parçalarının tekrar kullanımı<br>22. Yeterli yağ imhası<br>23. Yeterli Lastik Bertaraf                                                                                                                                                                                                                                             |
|                     | Atık                                                                   | 24. Atık Azaltma, Yeniden Kullanma ve Geri Dönüşüm Katılım Programları<br>25. Atık yönetimi karar alma sürecine topluluk katılım alanı<br>26. Atık yönetimi politikaları, planları ve programları                                                                                                                                               |
| Yönetim ve Politika | Sürdürülebilir Politika                                                | 27. Kısa, orta ve uzun vadeli hedeflerle sürdürülebilir planlama<br>28. Atık yönetimi komitesi                                                                                                                                                                                                                                                  |
|                     | Sürdürülebilir yönetim                                                 | 29. Atık yönetimi ve operasyonel veri raporlarının yayınlanması<br>30. Depolamada şeffaflık ve tehlikeli atıkların bertaraf edilmesi<br>31. Paydaşların atık yönetimi politikalarına katılımı Politikalar, Planlar ve Programlar hazırlama                                                                                                      |

## 2.11. Üniversitelerin Atık Yönetimi Açısından Durum Değerlendirmesi

Çevre ve sürdürülebilirlik alanında üniversiteler, araştırma ve değerlendirmesi hâlâ yeni ve gelişmeye devam etmektedir. Bunun örnekleri arasında Yeşil Lig, Çevresel ve Sosyal Sorumluluk Endeksi ve GreenMetric derecelendirmeleri yer almaktadır. Bunlardan Yeşil Ölçüm, küresel ölçekte bir ölçüm sisteminin ilk denemesidir.

| ÜNİVERSİTE                                    | ÜNİVERSİTEDE YAPILAN ÇALIŞMALAR                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ankara<br>Üniversitesi                        | Üniversite Sıfır atık projesine destek vermektedir. Üniversite'de <u>entegre</u> katı atık yönetimi sağlanmaktadır.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Boğaziçi<br>Üniversitesi                      | Üniversite Nisan 2018 itibarıyla Boğaziçi Üniversitesi Rektörlüğü tarafından uygulanmasına karar verilen ve Rektörlük koordinasyonu tarafından Sıfır atık projesi uygulanmaya başlanmıştır. Ayrıca üniversite Sıfır Atık Zirvesi" <u>nde</u> düzenlenen törende "Sıfır Atık-İyi Gelecek" ödülünü almıştır. Üniversite atık yönetimi kapsamında; atıklar geri kazanılabilir atıklar, elektronik atıklar, toner atıkları, tehlikeli atıklar, tıbbi atıklar, radyoaktif atıklar olmak üzere 5 grupta ayrıştırılmakta ve uygun şekilde geçici olarak depolanmaktadır. |
| Çanakkale<br>On sekiz<br>Mart<br>Üniversitesi | Üniversitede atık yönetimi Çevre Sorunları Araştırma ve Uygulama merkezi tarafından yürütülmektedir. Üniversite Sıfır Atık Projesine destek vermektedir. Bu kapsamda yapılan çalışmalar plastik, cam, kâğıt, metal, organik ve geri dönüşmeyen atıklar olarak ayrıştırılıp kaynağında toplanarak bertaraf edilmektedir. Ayrıca üniversitede kompost ve tarımsal atık yönetimi faaliyetleri de yürütülmektedir                                                                                                                                                     |
| İstanbul<br>Teknik<br>Üniversitesi            | İstanbul Teknik Üniversitesi (İTÜ) Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi (BAP) ve İstanbul Kalkınma Ajansı (İSTKA) tarafından desteklenen "İTÜ: Sürdürülebilir Enerji Üssü" isimli proje kapsamında İTÜ Ayazağa Yerleşkesine "Atıktan Enerji Üretim Tesisi" ve "Engelsiz Yeşil Ofis" kurulmaktadır.                                                                                                                                                                                                                                                                 |

Şekil 2.12. Bazı Devlet Üniversiteleri Tarafından Yapılan Çalışmalar

| ÜNİVERSİTE                 | ÜNİVERSİTEDE YAPILAN ÇALIŞMALAR                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Biruni Üniversitesi        | Üniversite’de Türkiye’nin ilk sertifikalı çöp toplama ekibi kurulmuştur. Biruni Üniversitesi ile Zeytinburnu Belediyesi Temizlik İşleri Müdürlüğü iş birliğiyle “Eğitimli Personel, Sağlıklı Çevre” projesini hayata geçirilmiştir. Cadde, Sokak ve mahallelerin daha temiz olmasını amaçlayan projede çöp toplama ekibi, sokak süpürge ekibi ve geri dönüşüm personeli, çevre ve atık bilinci hakkında 1 yıl boyunca Biruni Üniversitesi’nde uygulamalı ders alınmıştır. Atıkların toplanması, taşınması, kent temizliğinde personelin bilgi ve becerilerinin artırılması gibi eğitimlerden geçen temizlik personeli aynı zamanda iş sağlığı ve iş güvenliği hakkında da daha donanımlı hale getirilmesi amaçlanmıştır. |
| İzmir Ekonomi Üniversitesi | Üniversite sıfır atık projesine destek vermektedir. Ayrıca üniversite, dünyanın en çevreci üniversiteleri sıralamasında Türkiye’den katılan 4 yükseköğretim kurumu arasında ilk sırada yer aldı. Bu yıl dördüncüsü yayınlanan “UI Green Metric World University Sustainability Ranking, 2013” listesinde İzmir Ekonomi Üniversitesi 254.sırada yer almıştır.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| KTO Karatay Üniversitesi   | Üniversitede atık yönetimi faaliyetleri mevcuttur. Sıfır atık projesi de üniversite gündemine 2017 yılında alınmıştır. Bu kapsamda yapılan faaliyetler; KTO Karatay Üniversitesi Enerji Yönetimi Bölümü tarafından enerjide doğal kaynakların kullanılması ve atık oluşumunun en aza indirilmesine dikkat çekmek amacıyla “Sıfır Atık ve Enerji” paneli düzenlendi. Ayrıca KTO Karatay Üniversitesi Türkiye’de ilk defa çöplerden çıkan metan gazından elektrik üreten üniversitedir.                                                                                                                                                                                                                                    |

**Şekil 2.13. Bazı Vakıf Üniversitelerinde Yapılan Çalışmalar**

## 2.12. Yaşam Döngüsü Analizi

Yaşam Döngüsü Analizi (YDA); bir ürün sisteminin tüm yaşam döngüsü süreçlerinin, çevresel yönler açısından değerlendirilmesini kapsayan bir metodolojidir. Bazı durumlarda; “yaşam döngüsü değerlendirmesi”, “yaşam döngüsü yaklaşımı”, “beşikten mezara analizi” ve “Ekobalans” şeklinde de adlandırılmaktadır. Bu metodolojinin ana amacı, çevre yönetimi ve daha uzun dönemde sürdürülebilir kalkınmaya katkı sağlayabilmek için bir takım teknik ve araçlar sunmaktır

Yaşam Döngüsü Analizi (Life Cycle Analysis) ve Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi (Life Cycle Assessment), bir eylemin tüm çevresel boyutlarını; hammaddenin doğadan eldesinden, tüm atıklar tekrar doğaya dönene kadar değerlendiren bir sistemdir. Bu değerlendirme, ürünün islenmesinde olduğu kadar enerji dahil olmak üzere hammaddenin üretilmesi, kullanılması ve nihai bertarafı sırasında havaya, suya ve toprağa olan tüm etkileri içerir.

Günümüzde çevre ile ilgili konularda toplumsal ilginin artmasıyla beraber proje geliştirme ve uygulama esnasında verilen kararlar önemli bir hal almıştır. Teknolojinin gelişimine yönelik verilen doğru kararlar aşamasında göz önünde bulundurulması

gereken başlıklardan biri de çevredir. Çevresel Yaşam Döngüsü (ÇYD) ilk kez olarak 1990'larda net enerji analizleri ile ortaya çıkmıştır. Bunun yeterli olmaması üzerine daha sonraları su ve hava emisyonları da eklenmiştir

#### **2.12.1. Yaşam döngüsü değerlendirmesinin tarihçesi**

Yaşam Döngüsü Değerlendirmesinin tarihçesine bakıldığında, ürünlerin ve malzemelerin yaşam döngülerinin ele alınmasına ait ilk çalışmalar 1960'ların sonuna olmuştur. Bu çalışmalar daha çok enerjinin etkin kullanımı, hammaddenin tüketimi ve atıkların elden çıkarılması konuları üzerinde durulmuştur. Örneğin 1969 yılında bir içecek şirketinin yapmış olduğu bir YDD çalışmasında, farklı içecek kutuları karşılaştırılarak, hangisinin çevreye ve doğal kaynaklara daha az zarar verdiğinin bulunması amaçlamıştır. LCA metodolojisini geliştirme çabaları 1970'lerde Amerika Birleşik Devletleri'nde başladı.

Çok yakın geçmişte, Kuzey Amerika Çevresel Toksikoloji ve Kimya Derneği (SETAC) ve Amerika Birleşik Devletleri Çevresel Koruma Ajansı (USEPA), Yaşam döngüsü envanter analizi ve etkili değerlendirmesini idare etmek için, bir iskelet üzerindeki uzlaşma geliştirmek ve desteklemek için tasarlanmış çalışmalara ve diğer projelere destek olmuşlardır. Benzer çabalar Uluslararası Standartlar Organizasyonu ISO tarafından da üstlenilmiştir. Bu çabalar sonucunda, kapsamlı LCA iskeleti ve iyi 21 tanımlanmış envanter metodolojisinde ortaya konmuştur.

1970'lerde gerçekleşen petrol krizinden sonra YDD endüstride enerji akışını izlemek ve yakıtın yaşam döngüsünü analiz etmek için projelerde kullanılmıştır. 1972 yılında, İngiltere'de Ian Boustead cam, plastik, çelik ve alüminyumdan oluşan çeşitli içecek kutularının üretiminde kullanılan toplam enerjiyi hesap etmiştir. Katı atıklar ve geri dönüşüm konuları ise 1980'lerde önemli olmaya ve gelişmeye başlamıştır. 1988 yılında, katı atıkların dünya çapında bir konu olmasıyla YDD yöntemi yine çevresel problemlerin analizinde ortaya çıkan bir araç olmuştur. Hammaddeyi ve çevrenin gelişimini ilgilendiren tüm alanlarda YDD yöntemi yeniden geliştirilmiştir 1990 yılı ile birlikte YDD yönteminin standartları geliştirilmiştir.

İlk kez olarak 1990'larda net enerji analizleri ile ortaya çıkan, bunun yeterli olmaması üzerine daha sonraları su ve hava emisyonları da eklenen bu çalışmalar ile, 1990'da Kimya ve Çevresel Toksikoloji Birliği (SETAC, Society for Environment Toxicology and Chemistry), 1996'da da Uluslararası Standart Organizasyonu (ISO), YDD için bir



YDA'nın başlangıç aşaması olan amaç ve kapsam tanımlaması; ürün, proses veya faaliyetin belirlenmesi ve tanımlanmasıdır. Değerlendirmenin yapılacağı içerik oluşturulur ve sistem sınırları ile değerlendirme için gözden geçirilecek çevresel etkiler tespit edilir. YDA çalışmasının tamamına ait planların belirlenmesine katkı sağlayan ilk etap tercihlerinin yapıldığı bir aşamadır

Atık yönetimi için belirlenecek fonksiyonel birim hususunda aşağıdaki noktalar dikkate alınmalıdır;

- Çevresel etkilerin ve atık oluşumunun bağlantı halinde olması gereken zaman dilimi,
- Oluşan atık miktarı
- Atık kompozisyonu. Sistem sınırları içine giren atık kompozisyonu önemli ölçüde farklılık gösterirse, bertaraf alternatiflerinin karşılaştırması mümkün olmayacaktır

Envanter analizi aşamasında; ilgili hizmet veya ürünün eldesi için gerekli olan su, enerji, doğal kaynak, hammadde vb. elementler ile çevresel salınımlar (hava, su ve toprağa olan emisyonlar gibi) tanımlanır ve miktarsal belirlemeler yapılır. Bu aşamada genellikle elde edilen nihai sonuç, girdi ve çıktılarıyla beraber tüm faaliyetleri içeren bir akım şemasıdır.

Envanter analizi aşamasının kritik noktalarından birisi, varsa ikincil ürünlerin kullanımından kaynaklanan akışların belirlenmesidir. Bu noktada, envanter değerlendirilmelerinin yapılabilmesi için özellikle oluşturulmuş veri tabanları sıklıkla kullanılmaktadır. Böylece, bölgesel veya ulusal içerikle uyumlu olan verilerin elde edilemediği durumlarda objektif bir bakış açısı kazanılmış olur.

Etki analizi aşamasında; insan sağlığı üzerindeki potansiyel etkiler ile enerji, su ve malzeme kullanımından kaynaklanan ekolojik etkiler ve envanter analizinde tanımlanan çevresel salınımların değerlendirmesi yapılır. Bu aşamada; etki kategorileri, kategori indikatörleri ve karakterizasyon modellerinin seçimi yapılır.

YDA'daki yorumlama aşaması ISO tarafından şu şekilde tanımlanmaktadır;

“Envanter veya etki analizinden ya da her ikisinden elde edilen bulguların, vargı ve tavsiyelere ulaşabilmek amacıyla, tanımlanmış amaç ve kapsamla uyumlu olacak şekilde kombine edildiği Yaşam Döngüsü Analizi aşamasıdır.”

“Bir ‘yaşam döngüsü envanteri’ veya ‘yaşam döngüsü etki analizi’ için sonuçları analiz etmek ve raporlamak, vargılara ulaşmak, sınırları açıklamak ve tavsiyelerde bulunmak.”

Genel bir tanımlamayla ise yorumlama aşaması; tercih edilen ürün, proses veya hizmetin seçimi için envanter analizi ve etki değerlendirmesi sonuçlarının irdelenmesidir. Buna ek olarak; çalışmanın bütünlüğü, hassasiyeti ve tutarlılığını da bu aşamada doğrulamak mümkündür.

Basit bir veri değerlendirme işlemi olmayan yorumlama aşamasındaki kilit nokta, nihai sonuçlardaki güvenilirlik düzeyini belirlemek ve bunlarla doğru ve verimli bir biçimde ilişki kurmaktır.

### **2.12.3. YDD üzerinde çalışan kuruluşlar**

YDD'nin daha anlaşılabilir, etkin ve her geçen gün yapılan değişikliklere uyum sağlaması gerekmekte olup bunlar için bazı kuruluşların sürekli yaptıkları çalışmaları mevcuttur. Bu kuruluşlar aşağıda verilmiştir

- ***SETAC (Society of Environmental Toxicology and Chemistry)***

1970'li yıllarda çevresel konular ile ilgilenen çevre bilimciler, biyolog, kimyager, toksikologlar yanı sıra yöneticiler ve mühendisler ile disiplinler arası iletişimi sağlamak ve bu boşluğu doldurmak için çalışmalar yapılmış olup 1979 yılında Kuzey Amerika'da kurulmuştur. SETAC 1990 yılında kurulan Pensacola, Florida, ABD ve Brüksel ile 2003 yılında kurulan Belçika ofisi olmak üzere idari ofisleri mevcuttur.

Çevre sorunlarının çözümü, diğer profesyoneller ile bilgi alışverişi, fikir, doğal kaynaklar, araştırma ve geliştirme ve çevre eğitiminin yönetimi ve düzenlenmesi ile multidisipliner yaklaşım ile akademi, iş ve devlet arasında üçlü denge kurmak SETAC'ın kurucu ilkeleridir. Kâr amacı gütmeyen dünya çapında profesyonel bir kurum olan SETAC'ın amacı; sürdürülebilir çevre kalitesinin ve eko sistemin bütünlüğünü korumak, geliştirmek ve yönetmek için ilkelerin ve uygulamaların gelişmesini desteklemektir. 1990 yılında düzenlenen SETAC toplantısında YDD'nin 31 genel prensiplerinin ve kılavuzlarının geliştirilmesine başlanmıştır. Bu gelişme işlemi “SETAC Code of Practice” adı altında sonuçlanmıştır [SETAC,1993]. Bu, YDD'nin teknik çerçevesinin ilk defa uluslararası kabul gördüğü YDD'nin uyumlaştırılmasına doğru önemli bir

- **ISO (The International Organization for Standardization)**

ISO (International Organization for Standardization), Uluslararası Standartlar Örgütü, geniş bir yelpazedeki ürün ve etkinliklerin standartlaşmasını hedefleyen standartların belirlenmesi çalışmalarını yürütmek gayesiyle 1946'da Cenevre'de kurulan uluslararası özel bir organizasyondur. YDD, ISO'nun da çalışma konusu içinde yer almaktadır. ISO çalışmaları 1994 yılında başlamış ve YDD standartlarının ilk ve tam olarak serisinin oluşturulması bu çalışma ile hedeflenmiştir. Bunlardan 14000 serisi YDD ile ilişkili birçok standardı (14040 serisi) ve çevre yönetim sistemi üzerine olan 14001 standardını içermektedir. Teknolojik ihtiyaçlardan dolayı ISO standartları, her beş yılda bir gözden geçirilir ve gerekli değişiklikler yapılır

- **UNEP (United Nations Environment Development)**

YDD alanında önemli rol oynayan üçüncü uluslararası kuruluş, Merkezi Nairobi, Kenya'da olan Birleşmiş Milletler Çevre Programı (UNEP)'tir. UNEP'in ayrıca altı bölge ofisi ve çok sayıda ülke ofisi vardır. Bu örgütün Amacı, Birleşmiş Milletlerde çevre konusunun eşgüdümünü, çevrenin durumunun küresel düzeyde sürekli gözden geçirilmesini, çevre sorunları hakkında uluslararası toplumun dikkatinin çekilmesini ve uluslararası ve ulusal çevre politikasının ve hukukunun gelişiminin sağlanmasını amaçlamaktadır [UNEP, 2012]. UNEP, kısmen gelişmiş ülkelerdeki YDD uygulamaları üzerine çoğunlukla odaklanmaktadır. UNEP'in önemli bir katkısı 1996 yılında kullanıcıların YDD'yi kolay okuması için bir rehber olan "Life Cycle Assessment: What it is, and what to do about it" başlıklı yayınıdır UNEP ve SETAC şu anda daha büyük ve yeni bir görev olan Yaşam Döngüsü İnisiyatifi için iş birliği yapmaktadırlar. UNEP/SETAC Yaşam Döngüsü İnisiyatifinin amacı, ürün ve hizmetlerin tüm yaşam döngüsü 32 boyunca olanaklarının ve risklerinin değerlendirilmesi için gerekli pratik araçların geliştirilmesi ve yaygınlaştırılmasıdır.

#### **2.12.4. YDA ile ilgili literatürde yer alan çalışmalar**

Malzemelerin yeniden kullanım olasılıkları ve yüksek bir geri dönüşüm seviyesinde dayanıklı tüketim malzemelerinin fonksiyonel parçalarıyla ilgili olarak Schwarz (1999) tarafından yapılan bir çalışmada, uygulama sahası olarak buzdolabı üretimi seçilmiş, malzeme envanteri, üretim ve kullanım ile bağlantılı çevresel etkileri tanımlamak için SimaPro 4 yazılımı kullanılmıştır. Mevcut geri dönüşüm koşulları farklı tasarım ve maksimum geri dönüşüm senaryolarıyla karşılaştırılmıştır. Sonuçlara

göre, kompresör gibi fonksiyonel parçaların, metal levhalar gibi malzemelerin ve poliüretan köpüğün yeniden kullanımı ile yaklaşık %25 oranında çevresel gelişimin başarılabileceği belirlenmiştir.

Klima sistemlerinde hidrokloroflorokarbonlar (HCFC) yerine kullanılan basta hidroflorokarbonlar (HFC)'lar gibi soğutma gazlarının, atmosfere verilmeleri durumunda büyük ölçüde küresel ısınma potansiyeli oluşturdıkları bilinmektedir. Barnabe (1999) tarafından yapılan bu çalışmada da HFC'lerin kullanımını azaltmaya yönelik olarak, SimaPro yazılımı kullanılmış, iki ürünün (CAC ve RAC) LCA çalışması yapılmıştır.

Yoshida ve ark. (1999) tarafından yapılan bir çalışmada da yapım aşamasında olan yeni bir geri dönüşüm tesisinde gerçekleştirilecek olan geri dönüşüm senaryosunun çevresel performansı, konvansiyonel geri dönüşüm / bertaraf senaryoları ile karşılaştırılmıştır. Konvansiyonel senaryolar olarak, demir geri kazanımlı parçalama sistemi ve geri kazanımsız depolama seçilmiştir. Konvansiyonel sistemlerle karşılaştırıldığında, yeni geri dönüşüm tesisinin kullanılmasını öngören senaryonun, çevresel yükleri önemli derecede azalttığı sonucuna varılmıştır.

Zabaniotou ve Kassidi (2003) tarafından yapılan ayrı bir çalışmada ise, polistrenden ve geri dönüşümlü kâğıttan üretilen iki yumurta viyolü ambalajının karşılaştırılması amacıyla bir LCA uygulaması yapılmış, kütle ve enerji denklikleri kurulmuş, iki sistemin çevresel etkileri analiz edilmiştir. Bu çalışmada, Eco-Indicator 95 yöntemi kullanılarak sonuçlar karşılaştırılmış, geri dönüşümlü kâğıt ambalajların daha çok ağır metal ve kanserojen madde yaydığı, polistren ambalajın ise daha çok asidik potansiyele sahip olması nedeniyle, kış ve yaz aylarında sise yol açtığı belirlenmiştir.

Ross ve Evans (2003) depolama alanlarına giden atık miktarını ve aynı zamanda çevresel zararı da azaltmaya yönelik olarak, plastik bazlı ambalajlamanın yeniden kullanım veya geri dönüşüm stratejilerini, LCA yöntemini kullanarak incelemişlerdir. Kaynaklar ve çevresel etkiler, fosil yakıt tüketimi, sera gazı emisyonları, fotokimyasal oksidant belirtilerini içeren durumlar, her iki ambalaj maddesinin de ömrünü belirleyici etkenler olarak sınıflandırılmıştır. Sonuçlara göre, plastik bazlı ürünler için hem geri dönüşüm hem de yeniden kullanım stratejileri önemli çevresel yararlar sağlamaktadır.

Huang ve Ma (2004) tarafından yapılan çalışmada, ambalaj malzemelerinin çok boyutlu çevresel değerlendirmesi yapılmıştır. Bu çalışmada, çevresel etkileri, kalitatif ve kantitatif olarak değerlendirerek yeni bir yaklaşımda bulunulmuştur. Kantitatif bir yöntem olan LCA ve kalitatif bir yöntem olan Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) bu yeni yaklaşımı oluşturan metotlar olarak ele alınmış, bu iki metodun bulguları bir küme analizinde birleştirilmiştir.

Finnveden ve Ekvall (1998) tarafından kâğıt ambalaj malzemelerinin geri dönüşüm ve enerji geri kazanımlı insinerasyonunun, LCA'nin yararlarını belirtme açısından incelendiği bir çalışmada, LCA'nin tekrarlanabilirliği de değerlendirilmiş ve farklı gruplar tarafından yapılan LCA'lar arasında olabilecek farklılıkların nedenleri tartışılmıştır. Aynı zamanda kâğıt ambalaj malzemelerinin geri dönüşümüne karşılık, insinerasyonunun çevresel avantajları üzerine bir sonuca varmak için bir yaklaşımda bulunulmuştur.

Plastiklerin farklı toplama yöntemlerinin ekonomik uygunluğu ve çevresel etkileri, Quintavalla ve ark. (2004) tarafından LCA analizleri kullanılarak değerlendirilmiştir. Çalışmanın ilk kısmında, geri kazanım/geri dönüşüm, yakma ve depolamadan oluşan ve su anda geçerli olan bir senaryo ele alınmış; ikinci kısmında ise gerçek veriler kullanılarak plastiklerin toplama ve taşıma sistemlerinin, geri kazanım ve bertarafının LCA yöntemi kullanılarak bir değerlendirilmesi yapılmıştır. Olası alternatif senaryoların karşılaştırılmaları, Ekoindikatör 99 metoduyla yapılmıştır. Ele alınan proseslerde, PET geri dönüşümü – 0.00172 puan (Pt), PE geri dönüşümü –0.00259 Pt ve PVC VINYLOOP geri dönüşümü ise –0.000639 Pt ile önlenen en büyük hasarlar olmuştur. Insinerasyonda ise, toplam önlenen hasar-8.12E-5 Pt olarak verilmiştir. Yukarıda verilen değerlerin aksine, sahada bertarafın 7.78E-5 Pt değerinde bir hasara neden olduğu belirlenmiştir.

Camobreco ve ark. (1999) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada, modern bir evsel kati atık düzenli depolama alanının yaşam döngüsü envanteri yapılmıştır. 2 yıl süren bu çalışmada 100'den fazla düzenli depolama alanını temsil eden veriler kullanılmış ve ayrıca bir yazılım geliştirilmiştir.

Mendes ve ark. (2004) tarafından yapılan bir çalışmada ise, Brezilya'nın São Paulo kentinin evsel kati atıklarının insinerasyonunun ve düzenli depolanmasının çevresel etkileri, LCA kullanılarak karşılaştırılmıştır. Enerji geri kazanımlı insinerasyon ve

düzenli depolama beş ayrı senaryoda ele alınmıştır. İnsinerasyon senaryosu kendi içinde, kül arıtma sistemli, kül eritmeli ve külün yeniden kullanıldığı (tuğla yapımı) olmak üzere üç farklı senaryoya ayrılırken; düzenli depolama ise enerji geri kazanımlı ve enerji geri kazanımsız olmak üzere iki farklı senaryoya ayrılmıştır. Enerji tüketimi, kaynakların geri kazanılması, hava emisyonları ve atıksu, alternatiflerin etki potansiyelleri olarak analiz edilmiştir. Bu çalışma; artan enerji tüketimi nedeniyle külün tuğla üretiminde kullanıldığı insinerasyon senaryosunun, diğer senaryolar arasında en yüksek çevresel etkiye sahip olduğu; düzenli depolamanın insinerasyondan daha fazla çevresel etkiye sahip olduğu; enerji geri kazanımlı düzenli depolamanın diğerine göre daha az çevresel etkiye sahip olduğu sonucuna varılmıştır.

Ayalon ve ark. (2000) tarafından yapılan çalışmada, İsrail’de içecek ambalajlarının çok yönlü Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi uygulaması yapılmıştır. Ele alınan yaklaşım, ticari bir ürün LCA’si ile ürün zincirindeki tüm çevresel yükümlülüklerin dikey toplamını, kullanım ve bertaraf aktivitelerini, farklı ürünlerin ve geri dönüşüm, insinerasyon ve düzenli depolama gibi bertaraf senaryolarının yatay karşılaştırmasını birleştirmektedir. Bu çalışma, ambalaj alternatiflerini karşılaştırmanın en etkin ve açık yolunun, alternatifleri maliyet gibi bir temelde uygun olarak yerleştirmek olduğunu savunmaktadır. Çevresel varlıkların mali değerlerinin sınırlarını ve zorluklarını dikkate alarak yürütülen bu çalışmada her bir alternatifle ilgili çevresel yarar ve zararlar tahmin edilmiştir.

Aprili ve ark. (1999) tarafından yapılan bir çalışmada, LCA metodolojisi evsel katı atık için düzenli depolama alanına uygulanmıştır. HELP 3.07 ve LandGEM modelleri depolama alanının ilk 30 yılı boyunca 1 ton atık tarafından oluşturulan sızıntı suyu ve biyogaz miktarlarının tahmin edilmesinde kullanılmıştır. Daha sonra atık toplamadan başlayıp, arıtılmış sızıntı suyunun yüzeysel suya karışmasıyla biten yaşam döngüsüne dair envanter verisi belirlenmiş ve SimaPro 3.1 kullanılarak bir LCA sistemi oluşturulmuştur. Eco-indikatör değerlendirme metodundan elde edilen sonuçlardan toplam çevresel hasarın %30’unun taşımadan kaynaklandığı, küresel ısınma ve fotokimyasal smog gibi hasar kategorilerine biyogazın katılımının toplam hasarın %46’si, ağır metal ve ötrofikasyon gibi hasar kategorilerine sızıntı suyunun katılımının ise toplam hasarın %14’ü olduğu saptanmıştır.

Song ve Hyun (1999) tarafından yapılan bir çalışmada, PET için çeşitli atık yönetim senaryolarının LCA metodolojisi yardımıyla karşılaştırılması yapılmıştır. PET

şişelerin yaşam döngüsünde yer alan üretim ve atık senaryolarının tüm aşamalarında tüketilen enerji ve oluşan emisyonları dikkate almak üzere enerji ve kütle dengeleri kurulmuş ve daha sonra bu çeşitli atık senaryolarının gidiş yolunu göstermek üzere bir matematik model oluşturulmuştur. Şişelerin toplama modeli için, lineer olmayan fonksiyonel ilişki seçilmiş ve değerler modele uygulanmıştır. Bu geliştirilmiş modeli kullanarak, çeşitli atık yönetim alternatiflerinin çevresel yükleri değerlendirilmiştir.

Bu çalışmaların yanı sıra özel sektör açısından önem taşıyan, ürün geliştirmeye ilgili olarak da çeşitli uygulamalar vardır. Ürün geliştirmeye çevresel amaçların birleştirilmesine dair yürütülen projelerden bazı örnekler aşağıda verilmiştir:

- Ekolojik Ürün Projesi (İsveç): Ekolojik Ürün Projesi 1992 yılında İsveç'te İsveç Sanayi Federasyonu'nun bir girişimiyle başlatılmıştır. Projenin ana fikri, ürün geliştiricilerin, alıcıların ve diğer karar verici mekanizmaların, proseslerden ve ürünlerden kaynaklanan çevresel etkileri dikkate almalarına yardımcı olmak için LCA tabanlı bir hesaplama sistemi geliştirmektir. Daha sonra, şirket içi araç olarak kullanılabilecek bir bilgisayar tabanlı yazılım versiyonu olan Çevresel Öncelik Sistemi (EPS) ve çevreci ürün geliştirme eğitim paketleri de geliştirilmiştir (EEA 1997).
- NEP Projesi (İskandinavya): Çevresel ürün geliştirmeye yönelik olan bu proje İsveç, Norveç ve Finlandiya gibi kuzey ülkelerini içermekte ve öncelikle İsveç ve Norveç endüstrileri tarafından uygulanan, LCA veri tabanının genel yapısının geliştirilmesinden ve birçok vaka çalışmasından oluşan iki bölüm içermektedir. Bu projede, LCA, Kalite Fonksiyon Açılımı (QFD) ve Yaşam Döngüsü Maliyet Analizi (LCCA) gibi ürün geliştirme araçlarıyla birleştirilmiştir.
- Eko-Dizayn Programı (Hollanda): Bu Alman Eko-Dizayn programı, sekiz firmanın, gelişmiş bir ürüne ulaşma amacıyla çevresel bakış açılarını birleştirmeye çalıştıkları deneysel bir projedir. Projedeki ana fikirlerden birisi, şirket içinde çevresel açıdan uzmanlardan ve ürün geliştiricilerden oluşan bir takım oluşturmaktır. Bu projede, nicel LCA'yla birlikte daha kavramsal bir yaşam döngüsü yaklaşımı kullanılmıştır (EEA 1997).
- Eko-İndikatör Programı (Hollanda): Eko-İndikatör programı, tasarım amaçlı bir LCA prosedürünün oluşturulmasıyla sonuçlandırılmıştır. Programın ana fikri, her bir proses ve malzeme için beşikten mezara etkileri tanımlayan tek bir sayının olmasıdır. Her bir proses ve malzeme için tek sayının olması durumunda proses

ağacının oluşturulmasına, emisyon verilerinin toplanmasına ve ödenek kurallarının belirlenmesine gerek yoktur (EEA 1997).

- **Malzeme Teknolojisi Programı (Danimarka):** Danimarka Malzeme Teknolojisi Programı'nda, malzemelerin ve proseslerin gelişim sürecinde meydana gelen potansiyel yaşam döngüsü etkilerini açığa çıkarmak için bir yöntem geliştirilmiştir. Bu yöntem ve beraberindeki veri tabanı, küresel ve çevresel etkilere katılımın başlangıç hesaplamalarının yansısı, potansiyel sağlık ve ekolojik etkilerin ve atık yönetimi seçeneklerinin nicel olarak gösterimi için de kullanılabilir. Bu yöntem, yaşam döngüsündeki potansiyel sıcak noktaları belirlemekte ve mevcut teknolojilerle karşılaştırmalar için esaslar vermektedir.
- **EDIP Projesi (Danimarka):** Danimarka EDIP Projesi 1991'den 1996'ya kadar, Danimarka Teknik Üniversitesi Ürün Geliştirme Enstitüsü'yle ve diğer ilgili merkezlerle iş birliği içinde olan beş Danimarka şirketini kapsar. Bu projenin amacı, bu şirketlerdeki tasarım takımlarına, ürün geliştirmede çevresel kriterleri ele almayı destekleyen yöntemler ve araçlar sunmaktır. LCA yöntemine dayalı bu araçların ürün geliştiriciler ve çevre uzmanları arasında interaktif olarak kullanılması düşünülmüştür. Çevresel etkilerin değerlendirilmesi için detaylı kriterler ve yöntemler geniş kapsamlı olarak raporlanmış ve Danimarka Çevre Koruma Ajansı tarafından projeyi destekleyici bir veri tabanı oluşturulmuştur (EEA 1997).
- **Yaşam Döngüsü Tasarım Projesi (A.B.D.):** ABD Yaşam Döngüsü Tasarım Projesi, bir Yaşam Döngüsü Tasarım Kılavuzu (Life Cycle Design Guidance Manual) ile sonuçlanmıştır. Projenin çıkış noktası, bir tasarım prosesinin tüm yaşam döngüsüyle ilişkili çevre, performans, maliyet, yasal ve kültürel bakış açılarından oluşan beş kavramsal matrisi formüle edici bir yapı kurmaktır. Çeşitli tasarım gereksinimlerinin formüllendirilmesi, belirlenmesi ve ağırlıklandırılması, iyi organize edilmiş bir çevre yönetim sistemiyle birlikte, başarılı bir projenin kritik noktası olarak vurgulanmıştır. Projenin ikinci aşaması, sonuçları raporlanmış olan projelerin sunulmasıdır.
- **21. yy. 'da Endüstriyel Üretim Stratejileri (Almanya):** Bu Alman araştırma programının bir parçası olarak, tekrarlamalı bir LCA yöntemi geliştirilmiş ve ürün geliştirmede kullanılmıştır. Bu yöntemin amacı, ürün geliştirme aşamasında yararlı olabilecek sonuçlar üretmek ve LCA uygulayıcısı ve ürün tasarım ekibi arasında

bir iletişim kurmaktır. Projenin ıkış noktası, ana amaçlara yönelik nitel (ya da yarı nitel) bilgi tabanı oluşturmaktır (EEA 1997)





### 3. MATERİYAL VE YÖNTEM

#### 3.1. Çalışılan Yer Bilgisi

##### 3.1.1. Sakarya Üniversitesi genel tanıtım

Fakülte, 1970 Millî Eğitim Bakanlığı'na bağlı olarak öğretime açılan "Sakarya Mühendislik ve Mimarlık Yüksekokulu" olarak eğitim-öğretim alanında yolculuğuna başlamıştır. Okul, makine ve inşaat mühendisliği bölümlerine kayıtlı 160 öğrenciyle eğitime başlamış, ancak 1971 yılında 1418 sayılı kanunla "Sakarya Devlet Mühendislik ve Mimarlık Akademisi" adını almıştır.

2547 sayılı Kanuna dayanılarak 1982 tarih ve 41 sayılı Kararname ile Akademi, İstanbul Teknik Üniversitesi'ne bağlı "Sakarya Mühendislik Fakültesi" olarak yeniden düzenlenmiştir.



Şekil 3.1. Sakarya Üniversitesi Yerleşim Planı

| Sayılar ile SAU                |            |
|--------------------------------|------------|
| Toplam Öğrenci Sayısı          | 54293      |
| Lisans                         | 41904      |
| Personel                       |            |
| Akademik                       | 2294       |
| İdari                          | 319        |
| Akademik Birimler              |            |
| Enstitü                        | 6          |
| Fakülte                        | 14         |
| Yüksek Okul/ Araştırma Merkezi | 2/36       |
| Toplam Fiziki Alan             | 227 226 m2 |
| Araştırma Alanı (Lab vb.)      | 10 375 m2  |
| Eğitim Alanı (Derslik vb.)     | 119 671m2  |
| Sosyal Alan                    | 71 264 m2  |
| İdari Alan                     | 25 956 m2  |

Şekil 3.2. Sayılarla Sakarya Üniversitesi



Şekil 3.3. Cinsiyete Göre Dağılım Grafiği

### 3.2. SAU Kampüste Sıfır Atık Sistemi Kurulması

12 Temmuz 2019 tarihli ve 30829 sayılı Sıfır Atık Yönetmeliği'nde belirtildiği şekilde 2019 yılının ortalarından bu yana kampüs ve yerleşkelerde meydana gelen atıkların düzenli olarak ayrıştırılması zorunlu hale gelmiştir.

Bu zorunluluk ve gereklilik halinden ötürü, atıklar öncelikle kaynakta ayrıştırılıp daha sonra uygun bertarafı kadar geçici olarak depolanmalıdır.

Ayrıştırma çalışması, çıkan atıkların miktarını ve türünü belirlemek için en temel yöntemlerden biridir. Bu sayede atıkların geri dönüşümünde izlenilecek strateji hakkında planlama yapılmasını sağlamaktadır.

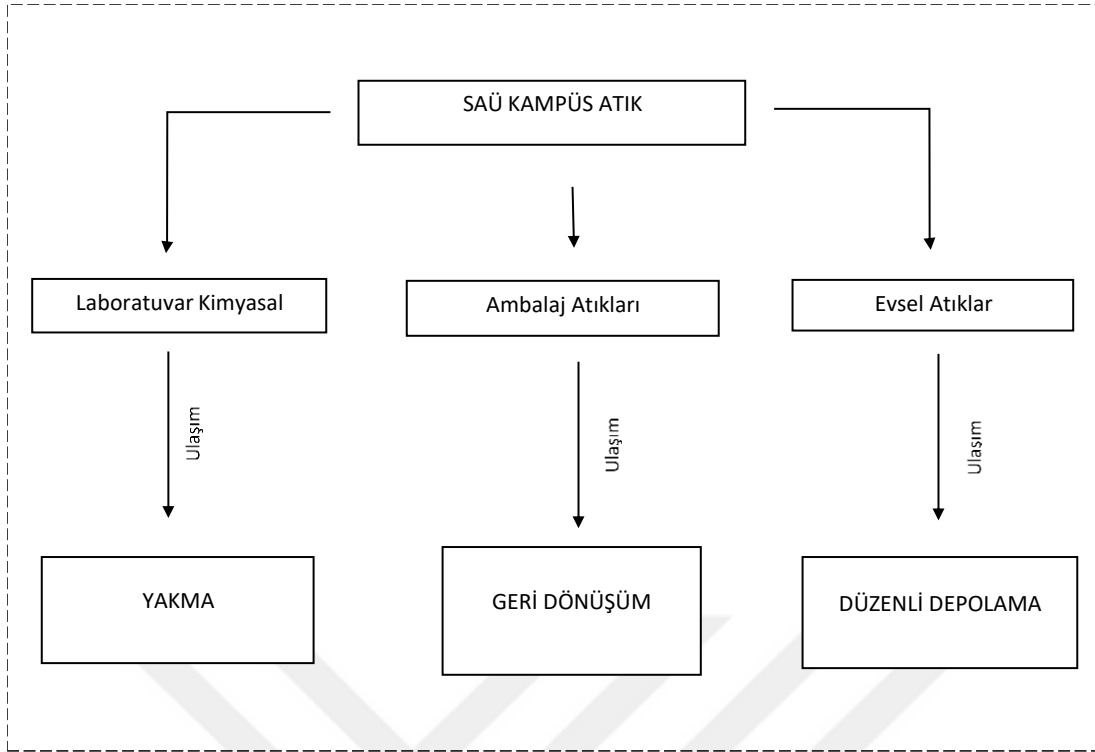
Atık ayrıştırma çalışmalarının içerisinde teknik olduğu kadar teorik olarak da bilgi sahibi olunmalıdır. Bu teorik bilgilerin verimliliği ise, personel ve öğrencilere atıklar ve sürdürülebilirlik hakkında daha çok eğitimler, uygulama çalışmaları yapmaktan geçmektedir.

Kurumun türü eğitim olmasından ötürü, çıkan atık çeşitliği de kapsamlı olmaktadır. Dolayısıyla, farklı fakülteler ve birimlerden çıkan atıkları teslim ederken, her birim için ayrı beyan hazırlanmalıdır.

### **3.3. Yaşam Döngüsü Analizi**

Çalışmanın asıl amacı üniversite gibi kurumlarda atık yönetiminin nasıl işlediği örnek gösterilerek, çevresel etkiler ve sürdürülebilirlik adına nasıl bir çözüm yolu izlenilebilir onu bulmaktır. Yaşam döngüsü analizi çalışması ISO 14040 metodolojisine uygun şekilde; hedef ve kapsam tanımı, envanter analizi, etki değerlendirmesi ve yorumlama basamaklarını içermektedir. Çalışmanın amacı Sakarya Üniversitesi'nde toplanan ambalaj atıkları, evsel atıklar ve laboratuvar kimyasallarının bertarafından kaynaklı çevresel etkilerin belirlenmesidir. Çalışmanın fonksiyonel birimi "1 kg toplanan kampüs atığının bertarafı" başına çevresel etki olarak belirlenmiştir. Çalışmanın sistem sınırları Şekil 3-4'de verilmiştir.

LCA analiz çalışmasında Simapro Release 9.5.0.2 sürümünden yararlanılmıştır. Atıkların taşınması için "Municipal waste collection service by 21 metric ton lorry {RoW}| market for municipal waste collection service by 21 metric ton lorry | APOS, U" ecoinvent veri tabanından seçilmiş olup, laboratuvar kimyasalları için yakma tesisi, ambalaj atıklarının için geri dönüşüm ve evsel atıklar için düzenli depolama tesisi sistemden seçilmiştir. Çevresel etkiler CML-IA hesaplama yöntemi ile hesaplanmış olup, yöntemin etki gruplarını küresel, bölgesel ve yerel etkileri gösteren 3 grupta toplayabiliriz. Bu etki gruplarının alt etki grupları ise abiyotik tükenme, abiyotik tükenme (fosil yakıtlar), küresel ısınma, ozon tabakası tahribatı, insan toksisitesi, tatlı su ekotoksitesite, deniz ekotoksitesite, karasal ekotoksitesite, fotokimyasal oksidasyon, asidifikasyon ve ötrofikasyondur.



**Şekil 3.4 Sistem Sınırı**

### 3.4. Farkındalık Anketi

Sakarya Üniversitesi bünyesinde Sıfır Atık kapsamında yapılan uygulamaların ve konu ile ilgili bilişsel boyutun ölçülmesi adına anket çalışması gerçekleştirilmiştir.

Anket çalışması;

- Kişisel Bilgiler
- Sıfır Atık Bilinci ve Davranışı
- Sıfır Atık Bilgisi

Olmak üzere üç aşamada gerçekleştirilmiştir.

Anket soruları içerisinde bazı sorular aşağıda sıralanmıştır:

Bilgi Ölçeği;

- Sıfır atık nedir duydunuz mu?
- Sıfır atık nedir biliyor musunuz?
- Sıfır atık kutularının renklerini biliyor musunuz?
- Geri dönüşüm konusunda bilinçli misiniz?
- Atıklarınızı evinizde/kaldığınız yerde ayırıyor musunuz?
- Sakarya üniversitesinde atıklarınızı ayırıyor musunuz?

- Sakarya üniversitesinde çevre bilinci ile ilgili eğitim veriliyor mu?

#### Bilinç ve Davranış Ölçeği;

- Sıfır atık uygulamasının önemli olduğunu düşünüyor musunuz?
- Atıkları kaynağında azaltmak ve geri dönüşüm oranını arttırmak için gündelik alışkanlıklarımı değiştiririm der misiniz?
- Sakarya Üniversitesinde atıklar ayrı ayrı toplanıyor mu?
- Sakarya Üniversitesinde sizce sıfır atık uygulanıyor mu?
- Sakarya Üniversitesinde yeterli geri dönüşüm kutusu var mı?
- Sakarya Üniversitesinde geri dönüşüm kutularının yerleri uygun mu?





## 4. BULGULAR

### 4.1. Sakarya Üniversitesi Atık Yönetimi

Üniversite yerleşkesindeki çevresel sürdürülebilirlik ve atıkların geri kazanılması adına yapılan çalışmalar her geçen gün artarak devam etmektedir. Üniversitede atık yönetimi için komisyon kurularak, atıkların kaynaktan ayrı toplanması değerlendirilmiştir. Atık yönetimi kapsamında geri dönüştürülebilen ve dönüştürülemeyen atıklar ile moloz/bahçe atıklarını 3 ayrı torbalarda toplanması adına karar alınmıştır. 10.12.2018 tarihinde Çevre Şehircilik Bakanlığı tarafından kurulmuş olan çevrimiçi Entegre Çevre Bilgi Sistemi (EÇBS)'nde üniversite adına hesap aktifleştirilmiştir. Oluşan atık miktarları ve bertaraf yöntemi bu sistem üzerinden güncel olarak takip edilebilmektedir.

### 4.2. Sakarya Üniversitesi'nin Sıfır Atık Uygunluk Kriterleri

**Tablo 4.1.** Sakarya Üni.'nin Sıfır Atık Uygunluk Kriterleri

| Uygunluk Kriteri                                                                                        | Evet/Hayır |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Sıfır Atık Yönetim sistemi kapsamında görevli personel olması                                           | Evet       |
| Binalarda en az iki toplama sistemi kapsamında atıkların toplanması ve lisanslı firmaya teslim edilmesi | Evet       |
| Oluşan atık elektrik ve elektronik eşyaların mevzuatına uygun ayrı ayrı toplanması                      | Evet       |
| Oluşan atık pillerin, bitkisel atık yağların, atık motor yağlarının ayrı ayrı toplanması                | Evet       |
| Oluşan tehlikeli atıkların çeşitlerine göre ve diğer tür atıklardan ayrı toplanması                     | Evet       |
| Oluşan tıbbi atıkların diğer atıklardan ayrı toplanıyor olması                                          | Evet       |
| Oluşan biyo-bozunur atıkların komposta dönüştürülmesi                                                   | Evet       |
| Geçici Depolama Alanının olması                                                                         | Evet       |
| Sıfır Atık Yönetim Sistemi'ne ilişkin gerekli eğitimlerin yapılması                                     | Evet       |
| Verilen Sıfır Atık Bilgi Sistemi'nde kayıt altına alınması                                              | Evet       |

Üniversitemiz yukarıda belirtilen gerekli şartları sağlayarak Sıfır Atık belgesini almaya hak kazanmıştır. Üniversite bünyesindeki öğrenci, akademisyen ve personeller

olarak hedefimiz; sürdürülebilirlik adına sürekli eğitim ve motivasyon ile farkındalığı arttırarak, atık miktarını azaltmak ve geri dönüşebilen atık oranını arttırmaktır.

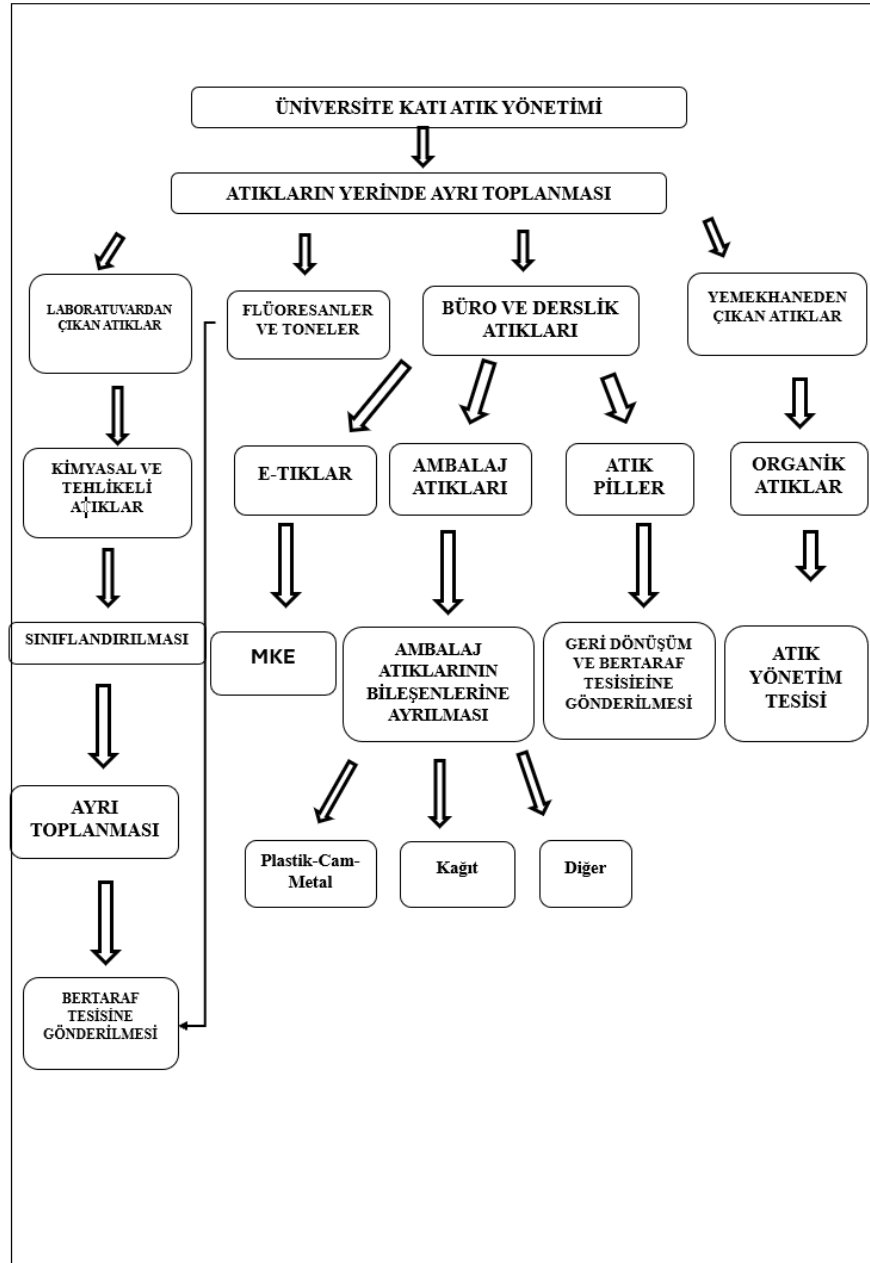
#### **4.3. Atık Komisyonunun Gerçekleştirdiği Çalışmalar**

Üniversitede Sıfır Atık kapsamında komisyon kurulmuş olup, kurulan komisyon çalışmaları ve görevleri aşağıda listelenmiştir:

- Düzenli toplantılar ile iyileştirmelerin sağlanması
- Personel ve öğrencilere eğitimler düzenlenmesi
- Atık kutularının tedarik edilerek her binada her koridora yerleştirilmesi
- Kompost yapmak üzere yaprak, ağaç süprüntülerinin toplanması
- Web sayfası hazırlanması
- Geçici depolama alanının hazırlanması
- Ara depolama tesislerinin etrafının kapatılarak atıkların dağılmasının önlenmesi
- Bilgilendirici materyaller hazırlanması (Afiş, broşür vs.)
- Temizlik personellerinin atık kutuları ve atık poşet renkleriyle ilgili bilgilendirilmesi
- Geri dönüşüm firmaları ve belediye ile koordinasyon içinde hareket edilmesi
- Piller, Tıbbi atıklar ve Tehlikeli atıkların ayrı ayrı toplanarak lisanslı firmalara teslim edilmesi

#### **4.4. Sakarya Üniversitesi Katı Atık Yönetimi Akış Şeması**

Üniversite atık yönetimi kapsamında ilk olarak kaynakta ayrı toplamaya önem vermektedir. Daha sonra çalışmaya şemada görüldüğü üzere çıkan atıkların kaynaklarının belirlenerek, türlerine göre ayrılması aşaması ile devam etmektedir. Çıkan atıkların türlerine göre çeşitli yöntemler ve firmalar aracılığıyla bertarafı veya geri kazanımı gerçekleştirilir.



Şekil 4.1. Katı Atık Yönetimi Şeması

#### 4.5. Katı Atıkların ve Miktarlarının Belirlenmesi

Katı atıkların türleri ve yoğunlukları mevsimsel, bölgesel, sosyal ve ekonomik durumlar gibi çeşitli faktörlere bağlı olarak değişkenlik gösterebilir. Bu nedenle, analizler yapılırken belirli dönemlerde ve farklı noktasal konumlarda analizler yapılması uygundur. Ek bilgi olarak, yemekhane birimi atık yönetimini üniversiteden bağımsız olarak kendi bünyesinde ayrı gerçekleştirmektedir. Üniversite içindeki bahçe atıklarını ise, kompostlaştırmak için gerekli donanım temin edilmiştir.

#### 4.5.1. 2020-2021 Yıllarındaki sakarya üniversitesi atık miktarları

2020 ve 2021 yılları için üniversite bünyesinde oluşan atık tür ve miktar dağılımı aşağıdaki gibidir:

**Tablo 4.2.** 2020-2021 Yıllarındaki Türlerine Göre Atık Dağılımı

| ATIK TÜRÜ                                                                                                                                          | 2020 (kg) | 2021 (kg) |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------|
| Kâğıt/Karton                                                                                                                                       | 3.278     | 10.410    |
| Piller                                                                                                                                             | -         | 128       |
| Geri Dönüşemeyen Atıklar                                                                                                                           | 1.770.046 | 90.252    |
| Karışık (Plastik, Cam, Metal)                                                                                                                      | 23        | 2186      |
| Bitkisel Atık Yağ                                                                                                                                  | 450       | -         |
| Enfeksiyonu önlemek amacıyla toplanmaları ve bertarafı özel işleme tabi olan atıklar                                                               | 1.192     | 1.094     |
| Ahşap ve iri hacimli atıklar                                                                                                                       | 16.700    | -         |
| 20 01 21 ve 20 01 23 dışındaki tehlikeli parçalar içeren ve iskartaya çıkmış elektrikli ve elektronik ekipmanlar                                   | 4920      | 10470     |
| Tehlikeli maddelerin kalıntılarını içeren ya da tehlikeli maddelerle kontamine olmuş ambalajlar                                                    | 74        |           |
| Tehlikeli maddeler içeren atık baskı tonerleri                                                                                                     | 90        |           |
| Tehlikeli maddelerle kirlenmiş emiciler, filtre malzemeleri (başka şekilde tanımlanmamış ise yağ filtreleri), temizleme bezleri, koruyucu giysiler | 104       |           |
| Laboratuvar kimyasalları karışımları dahil tehlikeli maddelerden oluşan ya da tehlikeli maddeler içeren laboratuvar kimyasalları                   | 670       |           |

#### 4.5.2. 2022 Yılındaki Sakarya Üniversitesi Atık Miktarları

2022 Yılına ait Sakarya Üniversitesi'ne ait atık tür ve miktar dağılımı aşağıdaki gibidir:

**Tablo 4.3. 2022 Yılındaki Türlerine Göre Atık Dağılımı**

| <b>ATIK TÜRÜ</b>                   | <b>Miktar (Kg.)</b> |
|------------------------------------|---------------------|
| Kâğıt/Karton                       | 17.853              |
| Kağıt/Kar7ton (Yemekhane)          | 73.997              |
| Plastik/Cam/Metal                  | 207.112             |
| Pil                                | 253,20              |
| Evsel Atık                         | 256.693             |
| Hafif Vasıflı Demir Çelik          | 10.020              |
| Paslanmaz Krom                     | 1.140               |
| Kartuş-Toner Atıkları              | 258                 |
| Flüoresan Atıkları                 | 341                 |
| Lab. Kimyasalları                  | 61                  |
| Tıbbi Atık                         | 1.880               |
| Elektrikli ve Elektronik Atık (Kg) | 5.250               |
| Bitkisel Atık Yağ                  | 8.890               |
| Organik Atık                       | 279.530             |
| <b>TOPLAM</b>                      | <b>863.278,20</b>   |

#### **4.6. Üniversitedeki Atık Ayrıştırma Kutularının Analizleri**

Sakarya Üniversitesi olarak Sıfır Atık konusu üzerinde hassasiyet gösterilmektedir. Bununla ilgili çalışmalar gün geçtikçe artış göstererek devam etmektedir.

“Sıfır Atık Projesi” kapsamında, geri dönüştürülmüş atıklar için mavi poşetlerin ve evsel atıklar için siyah poşetlerin bulunduğu atık konteynerleri, öğrencilerin ve personelin kolay erişebilmesi için üniversite kampüsünün dış alanlarına yerleştirilmiştir. Ofis ve sınıf çöp kutularının üç bölmesi vardır; kağıt, karışık ve diğer, kantin alanlarındakilerin ise bölmesi vardır. Kullanılmış pillerin toplama kutuları öğrenci, öğretim üyesi ve personelin yoğun olarak bulunduğu çeşitli alanlarda bulunmaktadır.

**Tablo 4.4.** Üniversite Atık Toplama Ünite Dağılımı

| Bulunduğu Yer                           | Atık Varil Dağılımı |    | Atık Kutusu | Pil Kutusu |
|-----------------------------------------|---------------------|----|-------------|------------|
| Mühendislik Fakültesi                   | 25                  | 15 | 40          | -          |
| Tıp Fakültesi                           | 3                   | 8  | -           | -          |
| Diş Hekimliği                           | 20                  | -  | 15          | 1          |
| Biyomedikal                             | 7                   | 8  | -           | -          |
| Sağlık Hizmetleri<br>Meslek Yüksekokulu | 1                   | 1  | -           | -          |
| Fen Edebiyat                            | 37                  | -  | 17          | -          |
| Eğitim Fakültesi                        | 1                   | 1  | -           | -          |
| Eğitim Bilimleri<br>Enstitüsü           | 1                   | -  | -           | -          |
| Sağlık Bilimleri<br>Enstitüsü           | 1                   | -  | 10          | -          |
| Sargem                                  | 3                   | -  | -           | -          |
| Siyasal Bilgiler<br>Fakültesi           | -                   | -  | 50          | -          |
| Mediko                                  | -                   | -  | 5           | 1          |
| İşletme Fakültesi                       | -                   | -  | 21          | -          |



**Şekil 4.2.** 3 bölmeli atık kutusu örneği



Şekil 4.3. İç mekân atık kutusu örneği

#### 4.7. Anket Çalışması Verileri (2021-2022)

Üniversitemizde yapılan anket çalışmasında aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir

##### 4.7.1. Kişisel bilgiler

###### ➤ Cinsiyet

Yüzde 70,2'lik kısım kadın; geri kalan 29,8'lik kısım ise erkek nüfustur.

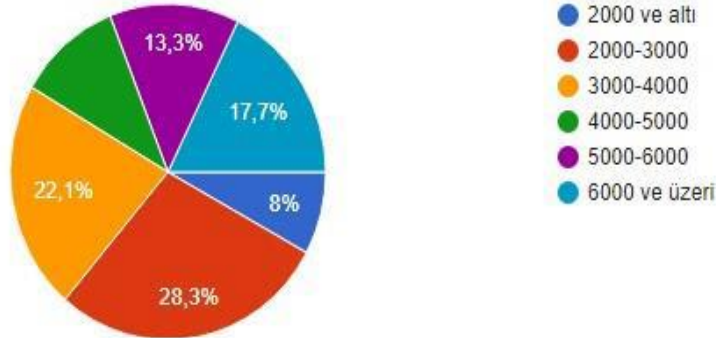
###### ➤ Yaş

Yüzde 29,8'lik kesim 22 yaşında ve yüzde 25,4'lük kesim ise 21 yaşında olmak üzere katılımcıların yüksek yüzdesi 21-22 yaşındadır.

###### ➤ Ailenizle yaşadığınız il/ilçe neresidir?

Bu sorunun cevabı çeşitlilik göstermekle birlikte çoğunluk olarak Kocaeli, Sakarya ve İstanbul olarak kaydedilmiştir.

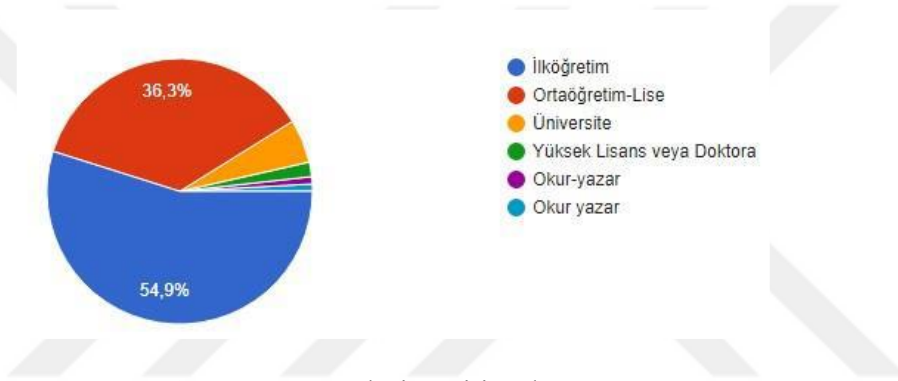
###### ➤ Ailenizin ortalama gelir düzeyi nedir?



Şekil 4.4. Ortalama gelir düzeyi

Verilen yanıtlar neticesinde aile gelir ortalaması 2000-4000 aralığındadır.

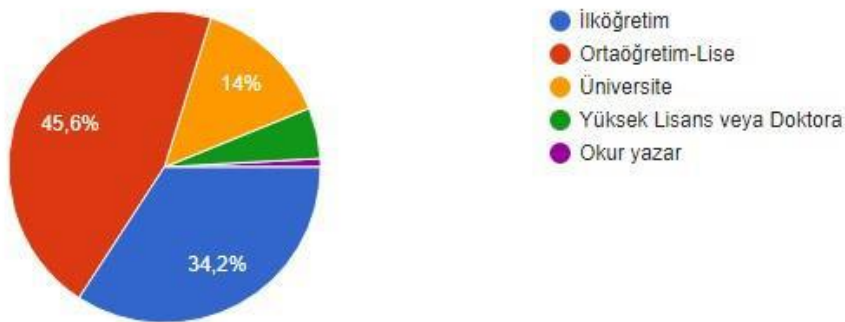
- **Annenizin eğitim durumu nedir?**



Şekil 4.5. Annelerin eğitim durumu

Anket sonuçlarına göre, çoğunluk olarak annelerin eğitim seviyesi ilköğretim düzeyindedir.

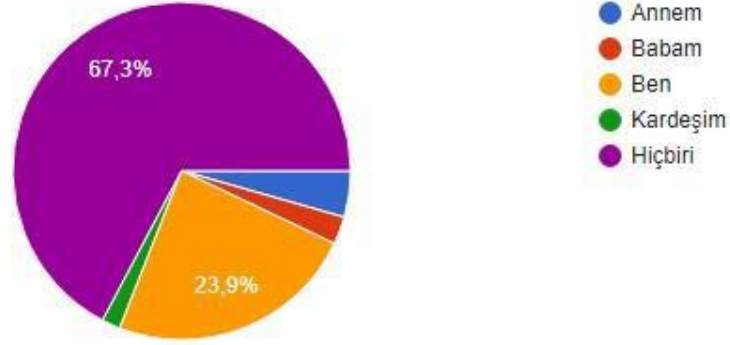
- **Babanızın eğitim durumu nedir?**



Şekil 4.6. Babaların eğitim durumu

Anket sonuçlarına göre, çoğunluk olarak babaların eğitim seviyesi lise düzeyindedir.

- Ailenizde çevre ile ilgili gönüllülük esaslı hizmet verdiğiniz herhangi bir kurum (kuruluş, dernek vs.) var mıdır?



Şekil 4.7. Ailelerde gönüllülük esaslı hizmet aktivitesi

Çıkan sonuçlar neticesinde, yüzde 67,3'lük olarak bireylerde ve ailelerde gönüllülük esaslı hizmet aktivitesi görülmemiştir.

- Sakarya Üniversitesinde hangi bölümde eğitim alıyorsunuz?

Ankete göre öğrencilerin çoğu Çevre Mühendisliği bölüm öğrencisi olmakla birlikte; Endüstri Mühendisliği, Metalürji ve Malzeme Mühendisliğinin yanı sıra Türk Dili ve Edebiyatı bölümleri de diğer bölümlere nazaran çoğunluktadır.

- Sakarya Üniversitesinde kaçınıcı yılınız ve sınıfınız?

Öğrencilerin çoğu lisans eğitimlerinin dördüncü yılında veya mezuniyet aşamasında olan öğrencilerdir.

#### 4.7.2. Sıfır atık bilgi ölçeği

114 kişilik yapılan anket çalışması sonucu çıkan bilgi ölçeği aşağıdaki gibidir:

##### ➤ Sıfır atık nedir duydunuz mu?

- %95 Evet
- %12 Kısmen
- %7 Hayır

##### ➤ Sıfır atık nedir biliyor musunuz?

- %88 Evet
- %20 Kısmen
- %6 Hayır

##### ➤ Sıfır atık kutularının renklerini biliyor musunuz?

- %61 Evet

- %29 Kısmen
- %21 Hayır
- %3 Kararsızım

➤ ***Geri dönüşüm konusunda bilinçli misiniz?***

- %80 Evet
- %32 Kısmen
- %2 Hayır

➤ ***Atıklarınızı evinizde/kaldığınız yerde ayırıyor musunuz?***

- %30 Evet
- %52 Kısmen
- %32 Hayır

➤ ***Sakarya Üniversitesi'nde atıklarınızı ayırıyor musunuz?***

- %33 Evet
- %50 Kısmen
- %25 Hayır
- %6 Kararsızım

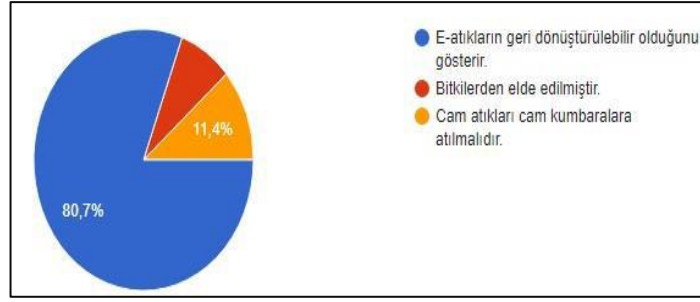
➤ ***Sakarya Üniversitesi'nde çevre bilinci ile ilgili eğitim veriliyor mu?***

- %32 Evet
- %41 Kısmen
- %29 Hayır
- %12 Kararsızım

**4.7.3. Bilgi ölçeği ek sorular**

➤ ***Görseldeki sembollerden hangisinin anlamı yanlıştır?***

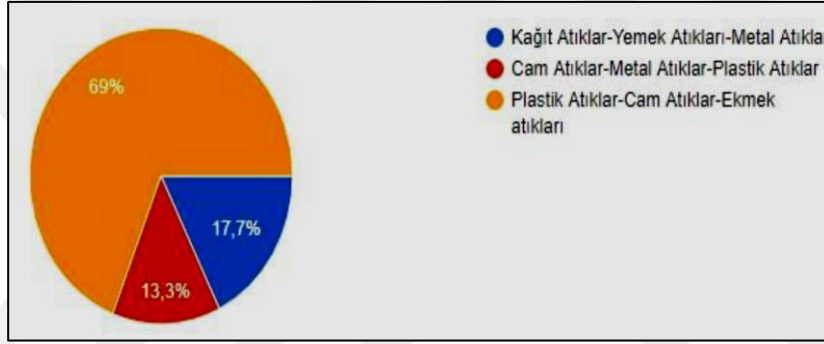
1.  E-atıkların geri dönüştürülebilir olduğunu gösterir.
2.  Bitkilerden elde edilmiştir.
3.  Cam atıkları cam kumbaralara atılmalıdır.



**Şekil 4.8.** Öğrencilerin görsel olarak konuya hakimiyeti

Verilen cevapların yüzdesine bakıldığı zaman öğrencilerin görsel olarak konuya hakimiyeti oldukça düşük olduğu görülmektedir. Bunun için çeşitli görsel ve eğitimsel açıdan farkındalık çalışmaları yapılmalıdır.

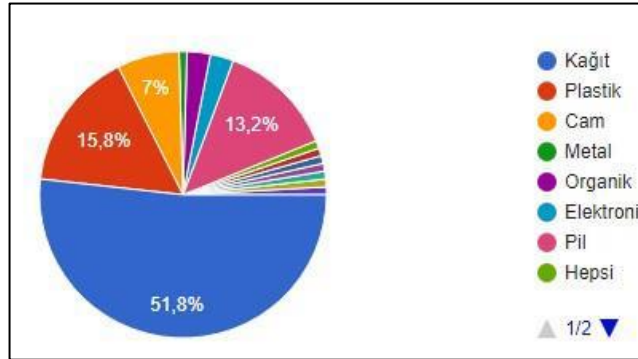
➤ **Sarı-Yeşil-Mor atık kutularının türleri aşağıdakilerden hangisidir?**



**Şekil 4.9.** Öğrencilerin çoğu atık kutuları renk skalası hakkında bilgi

Öğrencilerin çoğu atık kutuları renk skalası hakkında bilgi sahiptir. Geri kalan yüzde 31'lik kısım için ise, kutu sayısında artış ve kutuların üzerlerine yazılı biçimde destek vererek farkındalığa katkı sağlanabilir.

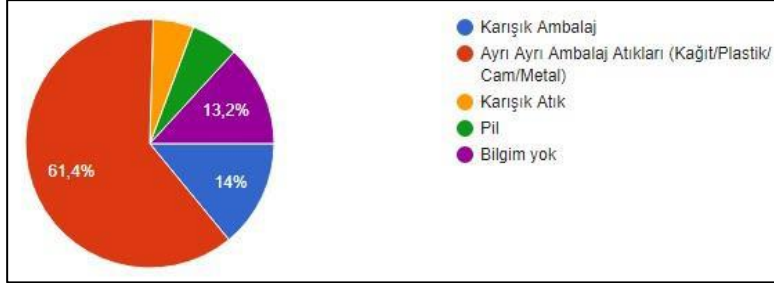
➤ **Geri dönüşüme katkı sağlamak için ev veya üniversitede hangi tür atıkları ayırıyorsunuz?**



**Şekil 4.10.** Öğrencilerin geri dönüşüme ayırdığı malzemeler

Verilen cevapların yüzdesine göre, öğrencilerin geri dönüşüme adına en çok kağıt/karton atıklarını ayırdığı görülmektedir.

➤ ***Sakarya Üniversitesinde bulunan geri dönüşüm kutuları hangileridir?***



Şekil 4.11. Geri dönüşüm kutuları farkındalığı

Cevaplar sonucu elde edilen grafikte, üniversitemizde var olan geri dönüşüm kutularının yaklaşık %62 oranında öğrencilerin bilgisinde olduğunu görüyoruz. Fakat kalan öğrencilerin yaklaşık %14 kadarı, bu kutuların bilincinde değil. Bu konu hakkında ise öğrencilere farkındalık sağlamak adına eğitim alınan dersliklerin her katına ve ortak kullanım alanları olan kantin, kulüp odaları, etüt odaları gibi alanlara geri dönüşüm kutuları tedarik edilmelidir.

Yapılan ankette “Sıfır Atık Bilgi Ölçeği” soruları altında verilen cevaplar göz önüne bulundurulduğunda; öğrencilerin çoğunlukla teorik olarak bilgi sahibi olduğunu görüyoruz. Fakat bu bilgi ve bilincin eyleme dökülmüş hali oldukça düşük seviyede olup, geri dönüşümün/kazanımın yapılmasını engellemektedir. Okulumuz adına atıkların ayrı toplanması hakkında daha çok eğitim verilip, geri dönüşüm kutularının daha da yaygınlaşması sağlanmalıdır.

#### 4.7.4. Sıfır atık bilinç ve davranış ölçeği

114 kişi ile tamamlanan anket çalışması sonuçları aşağıdaki gibidir:

➤ ***Sıfır atık uygulamasının önemli olduğunu düşünüyor musunuz?***

- %108 Tamamen Katılıyorum
- %4 Kısmen Katılıyorum
- %2 Kararsızım

➤ ***Atıkları kaynağında azaltmak ve geri dönüşüm oranını arttırmak için gündelik alışkanlıklarımı değiştiririm der misiniz?***

- %88 Tamamen Katılıyorum
- %24 Kısmen Katılıyorum

- %2 Kararsızım
- ***Sakarya Üniversitesinde atıklar ayrı ayrı toplanıyor mu?***
  - %28 Tamamen Katılıyorum
  - %54 Kısmen Katılıyorum
  - %22 Karasızım
  - %4 Kısmen Katılmıyorum
  - %6 Tamamen Katılmıyorum
- ***Sakarya Üniversitesinde sizce sıfır atık uygulanıyor mu?***
  - %17 Tamamen Katılıyorum
  - %58 Kısmen Katılıyorum
  - %23 Karasızım
  - %6 Kısmen Katılmıyorum
  - %10 Tamamen Katılmıyorum
- ***Sakarya Üniversitesinde yeterli geri dönüşüm kutusu var mı?***
  - %17 Tamamen Katılıyorum
  - %49 Kısmen Katılıyorum
  - %24 Karasızım
  - %13 Kısmen Katılmıyorum
  - %9 Tamamen Katılmıyorum
- ***Sakarya Üniversitesinde geri dönüşüm kutularının yerleri uygun mu?***
  - %21 Tamamen Katılıyorum
  - %48 Kısmen Katılıyorum
  - %28 Karasızım
  - %8 Kısmen Katılmıyorum
  - %8 Tamamen Katılmıyorum

Yapılan anket sonucunda, çalışmaya katılanların sıfır atık için genel görüşü olumludur. Ancak gerek üniversite bünyesinde gerek ise katılımcıların yaşam standartlarında yapılacak olan iyileştirme çalışmalarıyla bu olumlu görüş daha yüksek noktalara taşınmalıdır. Örneğin; üniversite bünyesinde daha fazla atık kutusu yerleştirilmesi ve çeşitli farkındalık çalışmaları yapılması, atıkların daha kolay ayrışması konusunda büyük kazanç sağlayacaktır.

Bilinçlendirme adına yapılan eğitimler arttırılmalı ve bireylerdeki görsel algılamaya odaklanılıp, atık ayrıştırma uygulama çalışmalarına destek verilmelidir. Buna ek

olarak, üniversite atık günleri ve İTÜ örneğinde olduğu gibi sürdürülebilirlik adına etkinlikler düzenlemelidir. Bunlara ek olarak hem teorik tem pratik olarak uygulanabilecek, bireylerde dikkat uyandıracak aktivite ve ders planlaması yapılmasında fayda olacaktır.

#### 4.8. Güncel Anket Bilgileri (2023-2024)

Üniversite bünyesinde seçmeli ders olarak yer alan Sürdürülebilirlik dersini alan öğrenciler (114 kişi) ve ön bilgi sahibi olmayan diğer öğrenci grupları (45 kişi) arasında güncel anket gerçekleştirilmiş olup soruları aşağıdaki gibidir:

**Tablo 4.5.** Kişisel sıfır atık yönetimi anket maddeleri

| KİŞİSEL SIFIR ATIK YÖNETİMİ                                                                               |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Sıfır atık konusunda, Üniversitenin bilgilendirmesi dışında TV ve sosyal medyayı da takip ederim          |
| Sıfır atık konusundaki bilgilerimi arkadaşlarımla paylaşıyorum.                                           |
| Ürettiğim atıkları azaltmak için neler yapabileceğim araştırırım                                          |
| Atıkları kaynağında azaltmak ve geri dönüşüm oranı arttı                                                  |
| Oluşan atıklarımı atık ayırma kaplarına türlerine göre ayırarak atmaya özen gösteririm.                   |
| Yemek atıklarıyla geri dönüştürülebilir atıkların aynı vere atılmamasına dikkat ederim                    |
| Plastik, cam, metal ve kağıtları bunlar için ayrılmış olan geri dönüşüm kutularına atarım.                |
| Tek kullanımlık ambalajları (pipet, plastik çatal, PET şişe vs) kullanmamaya çalışırım                    |
| Kağıt israfı olmaması için bir belgenin çıktısını almak yerine bilgisayar ortamında okumayı tercih ederim |
| Kullanılmış pilleri atık pil toplama kutularına atarım                                                    |
| Giysi ve Tekstil atıklarını toplama noktalarına ulaştırırım                                               |
| Atık elektrikli ve elektronik eşyaları toplama noktalarına teslim ederim                                  |
| Sakarya Üniversitesinde sıfır atık ile ilgili bir faaliyet düzenlenirse gönüllü katılmak isterim          |

**Tablo 4.6** Saü sıfır atık uygulama değerlendirme maddeleri

| SAU SIFIR ATIK UYGULAMASININ DEĞERLENDİRİLMESİ                                                      |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Sakarya Üniversitesinde aktif ve etkin sıfır atık uygulaması bulunmaktadır                          |
| Sakarya Üniversitesinde atıklar ayrıştırılarak düzenli olarak toplanmaktadır                        |
| Sakarya Üniversitesinde yeterli geri dönüşüm kutusu bulunmaktadır                                   |
| Sakarya Üniversitesinde geri dönüşüm kutularının verileri uygundur.                                 |
| Sıfır atık uygulaması Sakarya Üniversitesi ve bölge için önemlidir                                  |
| Sakarya Üniversitesi sıfır atık belgesine sahiptir                                                  |
| Sakarya Üniversitesinde sıfır atık projesi ile ilgili yeterli bilgilendirme çalışması yapılmaktadır |
| Sakarya Üniversitesinde tehlikeli atıkların yönetimi bulunmaktadır.                                 |
| Sakarya Üniversitesinde yemekhane ve kantin atıklarının yönetimi bulunmaktadır.                     |
| Sakarya'da Belediyelerin atıklarla ilişkin Üniversiteye hizmetleri yeterlidir                       |

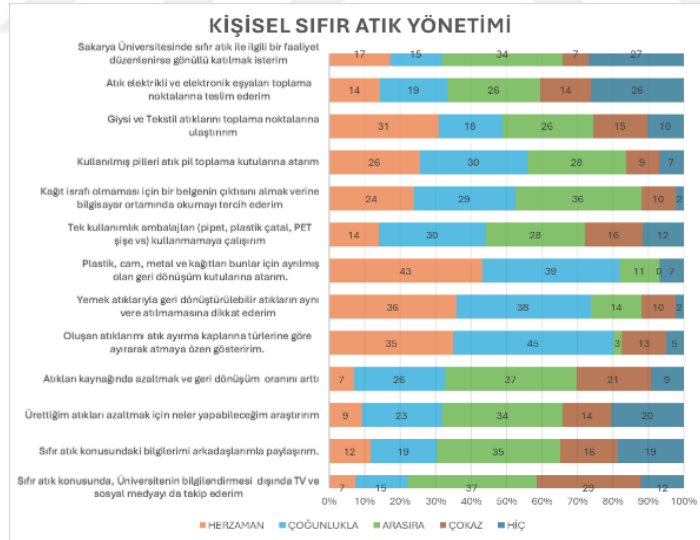
**Tablo 4.7. Sıfır atık bilgi belirleme soruları**

| SIFIR ATIK BİLGİ BELİRLEME                                                                      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Sıfır atık nedir duydunuz mu?                                                                   |
| Sıfır atık nedir biliyor musunuz?                                                               |
| Geri dönüşüm konusunda bilineni misiniz?                                                        |
| Sakarya Üniversitesinde sıfır atık kutuları bulunuyor mu?                                       |
| Sıfır atık kutularının renklerini biliyor musunuz?                                              |
| Atıklarınızı kampüste ayırıyor musunuz?                                                         |
| Atıklarınızı evinizde/kaldığınız yerde ayırıyor musunuz?                                        |
| Atıkları ayrı toplamanın ve geri dönüşümün çevreye faydası olduğunu düşünüyor musunuz?          |
| Sakarya Üniversitesinde bulunan atık kutularına hangi tür atıkların atıldığını biliyor musunuz? |

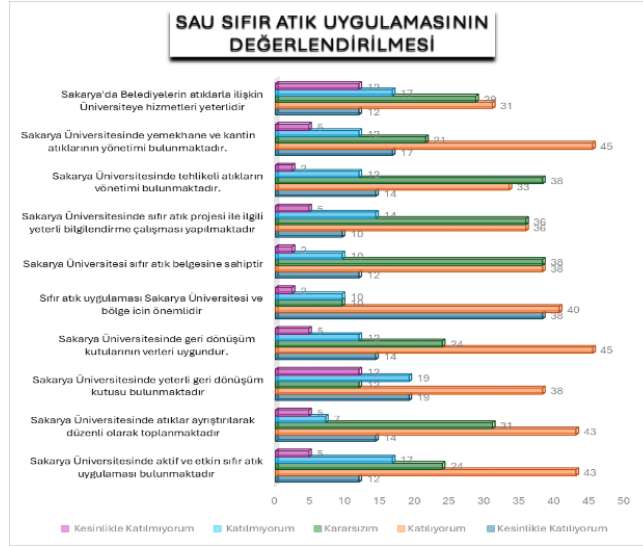
#### 4.9. Güncel Anket Verilerinin İncelenmesi

Demografik yapı incelendiğinde 45 kişilik gruptaki dağılım; yüzde 40 erkek yüzde 60 kadındır. Sürdürülebilirlik dersini alan öğrencilerdeki dağılım ise, yüzde 33 erkek yüzde 67 kadın şeklindedir.

45 kişilik grup içerisinde yapılan anket çalışmasından alınan verilere istinaden hazırlanan anket grafikleri aşağıdaki gibidir:



**Şekil 4.12. kişisel sıfır atık yönetimi-45 kişi**

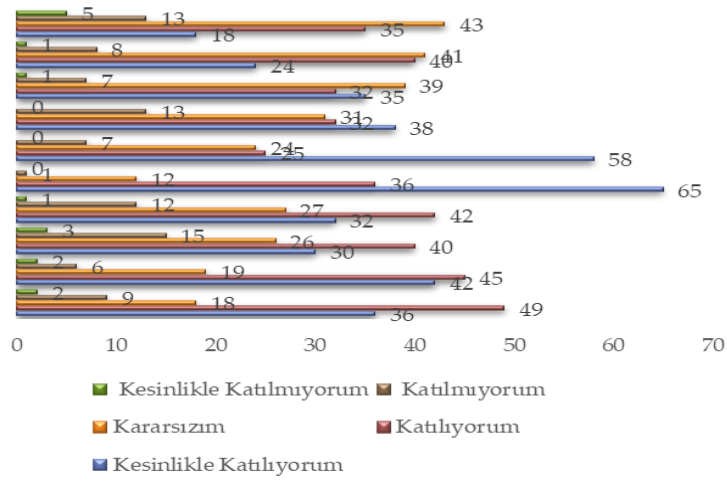


**Şekil 4.13.** Sıfır atık uygulamasının değerlendirilmesi-45 kişi



**Şekil 4.14.** Sıfır Atık Bilgi Belirleme-45 kişi

114 kişilik seçmeli ders sürdürülebilirlik dersini alan grup içerisindeki anket çalışmasından alınan verilere istinaden hazırlanan anket grafikleri aşağıdaki gibidir:



Şekil 4.15. Kişisel sıfır atık yönetimi-114 kişi



Şekil 4.16. Sıfır atık uygulama değerlendirmesi-114 kişi



Şekil 4.17. Sıfır atık bilgi belirleme-114

#### 4.10. Yaşam Döngüsü Analizi Sonuçları

Genel etkilere bakıldığında, tesislerdeki yakma, düzenli depolama ve geri dönüşüm işlemleri nedeniyle önemli çevresel etkiler gözlemlenmektedir. Özellikle yakma tesislerinde SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub>, CO ve dioksin gibi zararlı gazların salınımı, hem insan

sağlığına hem de deniz ekosistemine ciddi zararlar vermektedir. Ayrıca, bu tesislerin abiyotik kaynakların tükenmesine ve fosil kaynakların tükenmesine de etkisi bulunmaktadır. Yakma tesisleri, küresel ısınma, ozon tabakasının incilmesi ve insan toksisitesi gibi çevresel sorunlar açısından en büyük etkilere sahip olan tesislerdir.

Bunun yanında, yakma, düzenli depolama ve geri dönüşüm tesislerinin elektrik ve su kullanımı da abiyotik tükenme ve ozon tabakasının incelmeye yol açmaktadır. Ayrıca, atık taşıma işlemleri de benzer çevresel etkilere neden olmaktadır. Özellikle taşıma araçlarının kullandığı fosil yakıtlar nedeniyle karbondioksit salınımı artmakta ve bu da çevreye zarar vermektedir.

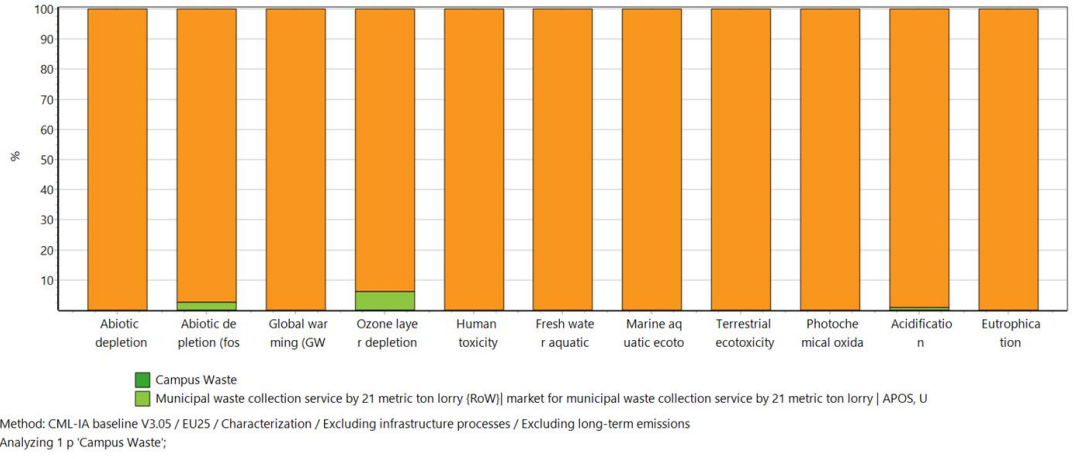
Küresel ısınma üzerindeki etkiler, düzenli depolamadan kaynaklanan metan emisyonları ile daha belirgindir. Yakma işlemi sonucu ortaya çıkan karbondioksit, düzenli depolama ve geri dönüşümdeki elektrik kullanımı ile metan gazı ve biyogaz oluşumu da küresel ısınmayı artıran faktörler arasında yer almaktadır. Bu etkiler, atık taşımanın sebep olduğu karbondioksit salınımından çok daha yüksek bir küresel ısınma potansiyeline sahiptir.

Etkiler sayısal olarak değerlendirildiğinde; yakmanın etkisi %0,834 oranında, ambalaj atıklarının etkisi %12,3, düzenli depolamanın etkisi %95,4'tir.

Yakmanın etkisinin bu kadar az olmasının sebebi; kampüste oluşan Tehlikeli kimyasallar, Lab. Kimyasallarının diğer tüm atıkların sadece %1 'ini oluşturmasından kaynaklıdır.

**Tablo 4.8. Yaşam Döngüsü Analizi Sonuçları**

| Etki Kategorileri                | Birim        | Toplam   | Atık Taşıma | Atık Yönetimi |
|----------------------------------|--------------|----------|-------------|---------------|
| Abiotic depletion                | kg Sb eq     | 1,66E-02 | 2,13E-07    | 1,66E-02      |
| Abiotic depletion (fossil fuels) | MJ           | 7,68E+04 | 1,18E+03    | 7,56E+04      |
| Global warming (GWP100a)         | kg CO2 eq    | 5,31E+05 | 8,26E+01    | 5,31E+05      |
| Ozone layer depletion (ODP)      | kg CFC-11 eq | 4,26E-04 | 1,53E-05    | 4,10E-04      |
| Human toxicity                   | kg 1,4-DB eq | 2,00E+04 | 1,17E+01    | 1,99E+04      |
| Fresh water aquatic ecotox.      | kg 1,4-DB eq | 3,23E+03 | 3,19E-01    | 3,23E+03      |
| Marine aquatic ecotoxicity       | kg 1,4-DB eq | 2,13E+08 | 2,25E+03    | 2,13E+08      |
| Terrestrial ecotoxicity          | kg 1,4-DB eq | 6,03E+01 | 1,34E-02    | 6,03E+01      |
| Photochemical oxidation          | kg C2H4 eq   | 1,08E+02 | 1,49E-02    | 1,08E+02      |
| Acidification                    | kg SO2 eq    | 7,35E+01 | 3,89E-01    | 7,31E+01      |
| Eutrophication                   | kg PO4--- eq | 4,73E+02 | 7,73E-02    | 4,73E+02      |



Şekil 4.18. Yaşam döngüsü analiz grafiği



## 5. SONUÇ

Günümüzde çevre ve sürdürülebilirlik, toplum olarak büyük bir sorumluluk taşımaktayız. Bu sorumluluk çerçevesinde, üniversitelerde sıfır atık yönetimi ve bilinçlendirilmesi konusuna öncelik verilmesi gerektiği görülmektedir. Sıfır atık, atıklarımızı en aza indirmeyi, geri dönüşümü teşvik etmeyi ve geri kalanları en etkili ve çevre dostu şekilde bertaraf etmeyi amaçlayan bir yaklaşımdır. Bu yaklaşımı benimseyerek hem doğal kaynaklarımızı koruma hem de çevre kirliliğini minimize etme konusunda büyük adımlar atılabilir.

Bu amaçla yapılan çalışmada, çeşitli faktörler göz önüne alınarak Sıfır Atık yönetiminin kurulması ve bireylerdeki bilinç incelenmiştir. Bunun için üniversitedeki oluşan atıklar ve miktarları incelenip, karakterizasyon çalışması yapılmıştır. Ek olarak, sıfır atık alanında bilinci, bilgiyi ve davranışı ölçmek adına anket çalışması yapılmıştır.

Yapılan çalışma ve anket neticesinde sıfır atık yönetiminin benimsendiği ve uygulandığı bir üniversite olmak için; idari personel, öğrenciler ve diğer birimler ortak hareket etmesi gerektiği görülmektedir.

Çünkü sıfır atık yönetimi, insanların doğal kaynakları tasarruflu ve sürdürülebilir bir şekilde kullanmaya teşvik ederken, aynı zamanda kişisel bir sorumluluk hissi de oluşturur. Bununla birlikte atıkları en aza indirme, geri dönüşüm ve yeniden kullanım gibi eylemler, kişisel çaba ve disiplin gerektirir. Bu süreçte, çevrenin korunması ve atıkların azaltılması için atılan her adım bireylerde değişim hissini arttıracak gibi başarılı olma hissini de tetiklemektedir.

Sıfır atık yönetimi duygusal açıdan da ayrıca önemlidir , çünkü gelecek nesillere daha yaşanabilir bir dünya bırakma arzusuyla hareket etmemizi sağlar. Atıkları azaltmak, geri dönüşüm yapmak ve doğal kaynakları verimli kullanmak, gelecek kuşaklara daha temiz bir çevre, daha sağlıklı bir yaşam ve daha sürdürülebilir bir gelecek sunma isteğimizin bir yansımasıdır. Bu düşünce, duygusal olarak büyük bir anlam ve motivasyon kaynağı olabilir.

Aynı zamanda, sıfır atık yönetimiyle toplumda bir dayanışma ve birlik duygusu oluşur. Bu yaklaşımı benimseyen insanlar, ortak amaçları doğrultusunda bir araya gelir ve birbirlerini destekler. Bir topluluk içinde böyle ortak bir amaca hizmet etmek, insanların sosyal bağlarını güçlendirir ve birlikte hareket etmenin getirdiği güç hissini verir.

Rakamsal olarak bakılması gerektiğinde ise; Üniversitemizdeki merkez kantinde çıkan atıkların miktarlarının büyüktür. Doğru sıralanışı cam, plastik, kağıt şeklinde olmuştur. Atığın %26'sının cam, %19'u plastik, %16'sının kağıt olduğunu incelenmiştir. Yemekhane atıklarının %89'unun yemek artıklarından ve %8'inin plastik su şişelerinden, ayran kaplarından ve ekmek poşetinden kaynaklandığı görülmüştür. Ayrıca çıkan anket sonuçları üzerine; üniversitemizde var olan geri dönüşüm kutularının yaklaşık %62 oranında öğrenciler tarafından farkındalık sağlandığı görülmektedir. Fakat öğrencilerin yaklaşık %14 kadarı, bu kutuların bilincinde değildir. Bu bilgilere dayanarak üniversitemizdeki öğrencilerin, akademisyenlerin ve çalışanların sıfır atık konusunda daha fazla eğitim ve bilgilendirme çalışmaları yapılmalıdır. Üniversitemizde öğrencilere farkındalık sağlamak adına eğitim alınan dersliklerin her katına ergonomik ve dikkat çeken geri dönüşüm kutuları tedarik edilmelidir.

Üniversite içerisinde alınması önerilen alternatif aksiyonlar;

- Bilinçlendirme adına yapılan eğitimler artırılmalı,
- Bireylerdeki görsel algılamaya odaklanılıp, atık ayrıştırma uygulama çalışmalarına destek verilmeli
- Üniversite atık günleri ve sürdürülebilirlik adına etkinlikler düzenlemeli
- Hem teorik tem pratik olarak uygulanabilecek, bireylerde dikkat uyandıracak aktivite ve ders planlaması yapılması

Maddeler ile belirtilen adımlar hayata geçirildiği takdirde, mevcut olumlu farkındalık pozitif yönde ilave ivme kazanacaktır. Bu ivme sayesinde de ekosistemdeki var olan toksik etki azalacak, bireyler bir sonraki nesillere daha yaşanılabilir bir dünya bırakmaya adım atmış olacaklardır.

Tez çalışmasında yaşam döngüsüne de yer verilmiş olup, kullanılan program Simapro 9.5.0.2 versiyonudur. Analiz hesaplama ve etki değerlendirilmesi parametreleri değerlendirmek için, CML-IA yöntemi kullanılmıştır.

Ayrıca çalışmada; Abiyotik tükenme, Abiyotik tükenmesi (fosil yakıtlar), Küresel ısınma (GWP100a), Ozon tabakasının incilmesi (ODP), İnsan toksisitesi , Tatlı su su ekotoksu, Deniz sularında ekotoksosite, Karasal ekotoksosite, Fotokimyasal oksidasyon, Asitleşme, Ötrofikasyon etki kategorilerine göre inceleme yapılmıştır.

Çalışmada üniversite atıklarını, tehlikeli-ambalaj-diğer olarak 3 gruba ayırdık. Ambalaj atıkları Simapro tabanından aldığımız geri dönüşüm tesisine, tehlikeli atıkları yakma tesisine, diğer atıkları da düzenli depolamaya gönderildi. Bu atıklar aynı zamanda taşıma işlemine de tabii olmuştur.

Taşırken yakma tesisi için gidiş dönüş 70 km, Ambalaj atıkları için gidiş dönüş 20 km, diğer atıklar için gidiş dönüş 30 km mesafe kat edildi. Dolayısıyla analiz çalışmasında hem taşıma hem atık türlerine göre 3 ayrı tesis kriter alındı. CLM-IA metodu ile yapılan bu analizde, ilk olarak tesisin etkisi ikinci olarak taşımanın etkisi görülmüştür.



## KAYNAKÇA

- [1] Adeniran, A E, Nubi AT, Adelopo AO (2017). Solid waste generation and characterization in the University of Lagos for a sustainable waste management. *Waste Management* 67:3–10.
- [2] Akademi Çevre, Sıfır Atık Belge Süreci - <https://akademicevre.com/sifir-atik-belge-sureci/>
- [3] Armijo de vega C, Benitez SO, Ramirez-Barreto ME (2008). Solid waste characterization and recycling potential for a university campus. *Waste management*, 28:21-26.
- [4] Ayalon, O., Avnimelech, Y., & Shechter, M. (2000). Application of a comparative multidimensional life cycle analysis in solid waste management policy: the case of soft drink containers. *Environmental Science & Policy*, 3(2-3), 135-144.
- [5] Baldwin E ve Dripps W (2012). Spatial characterization and analysis of the campus residential waste stream at a small private Liberal Arts Institution. *Resources, Conservation and Recycling*. 65:107– 115
- [6] Bayrak, Saygın. Kentsel katı atık yönetiminde panel veri yöntemiyle maliyet analizi: İzmir ilçe belediyeleri örneği. Diss. İzmir Katip Celebi University (Turkey), 2019.
- [7] Camobreco, V., Ham, R., Barlaz, M., Repa, E., Felker, M., Rousseau, C., & Rathle, J. (1999). Life-cycle inventory of a modern municipal solid waste landfill. *Waste management and research*, 17(6), 394-408.
- [8] Coker AO, Achi CG, Sridhar MKC, Donnett CJ (2016). Solid Waste Management Practices at a Private institution of Higher Learning in Nigeria. *Procedia Environmental Sciences*. 35:28-39.
- [9] Çil, S. (2013). Yalova kentsel katı atık yönetim alternatiflerinin çevresel yaşam döngüsü analizi ile incelenmesi (Doctoral dissertation, Yüksek Lisans Tezi, Gebze, Kocaeli).
- [10] Çevre, T. C., & Bakanlığı, Ş. (2017). Ulusal Atık Yönetimi ve Eylem Planı 2023.
- [11] Dalkiliç, Yakup. "Atık kağıt geri dönüşümünde karşılaşılan sorunlar (Bahçelievler Belediyesi örneği)." (2012)
- [12] Demirer, G. N. "Sürdürülebilir Üretim ve Tüketim Yayınları-I: Yaşam Döngüsü Analizi." (2011).
- [13] Duyan, Ö., A. E. Öztürk, and E. Röben. "İdari ve Ticari Binalar İçin Sıfır Atık Uygulama Rehberi." *Ankara: TC Çevre ve Şehircilik Bakanlığı* (2017).

- [14] Fagnani, Enelton, and José Roberto Guimarães. "Waste management plan for higher education institutions in developing countries: The Continuous Improvement Cycle model." *Journal of cleaner production* 147 (2017): 108-118.
- [15] Finnveden, Göran, and Tomas Ekvall. "Life-cycle assessment as a decision-support tool—the case of recycling versus incineration of paper." *Resources, conservation and recycling* 24.3-4 (1998): 235-256.
- [16] Gül, Burak. "Sürdürülebilir sıfır atık yönetimi için eğitim alanlarında katı atık oluşumu ve karakterizasyonu." *Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi* (2019).
- [17] Huang, Chien-Chung, and Hwong-Wen Ma. "A multidimensional environmental evaluation of packaging materials." *Science of the Total Environment* 324.1-3 (2004): 161-172.
- [18] Mendes, Mara Regina, Toshiya Aramaki, and Keisuke Hanaki. "Comparison of the environmental impact of incineration and landfilling in São Paulo City as determined by LCA." *Resources, Conservation and Recycling* 41.1 (2004): 47-63.
- [19] Mbuligwe, Stephen E. "Institutional solid waste management practices in developing countries: a case study of three academic institutions in Tanzania." *Resources, Conservation and Recycling* 35.3 (2002): 131-146.
- [20] Moreira, Rodrigo, et al. "Solid waste management index for Brazilian higher education institutions." *Waste Management* 80 (2018): 292-298.
- [21] Ross, Stuart, and David Evans. "The environmental effect of reusing and recycling a plastic-based packaging system." *Journal of Cleaner Production* 11.5 (2003): 561-571.
- [22] Sıfır Atık Yönetmeliği 12 Temmuz 2019 tarihli 30829 sayılı chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://webdosya.csb.gov.tr/d b/kirkclareli/duyurular/sifir-atik-20190712094058.pdf
- [23] Smyth, Danielle P., Arthur L. Fredeen, and Annie L. Booth. "Reducing solid waste in higher education: The first step towards 'greening' a university campus." *Resources, Conservation and Recycling* 54.11 (2010): 1007-1016.
- Song, Hyun-Seob, and Jae Chun Hyun. "A study on the comparison of the various waste management scenarios for PET bottles using the life-cycle assessment (LCA) methodology." *Resources, conservation and recycling* 27.3 (1999): 267-284.
- [24] Yücel, A. G. F. (2003). Sürdürülebilir kalkınmanın sağlanmasında çevre korumanın ve ekonomik kalkınmanın karşılığı ve birlikteliği. *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 11(11).
- [25] Ulaşlı, Kübra. Geri kazanılabilir atıkların yönetimi ve sıfır atık projesi uygulamaları: Kadıköy Belediyesi. MS thesis. Hasan Kalyoncu Üniversitesi, 2018.
- [26] Çevre, T. C., and Şehircilik Bakanlığı. "Ulusal Atık Yönetimi ve Eylem Planı 2023." (2017).
- [27] Bilim, Sanayi Ve Teknoloji Bakanlığı. "Ulusal Geri Dönüşüm Strateji Belgesi Ve Eylem Planı." *Endüstriyel Yangınlar ve Patlamalar* (2023).

- [28] Yıldırım,Hilal, Yüksek Lisans Tezi, “ İstanbul İli :Tıbbi Atık Bertaraf Yöntemlerinin Yaşam Döngüsü Analizi ile Değerlendirilmesi”, 2020
- [29] Yıldız, Esenlikci İlknur Aysel, Yüksek Lisans Tezi, “Atık Yönetiminde Sürdürülebilirlik ve Yaşam Döngüsü Değerlendirilmesi” 2016
- [30] Yoshida, T., Fukumoto, C. ve Otsuka, Y., Waste-management lca on recycling system of household appliances, R’99 Congress (Recovery, Recycling, Re-integration) (1999)
- [31] Zabaniotou, A., and E. Kassidi. "Life cycle assessment applied to egg packaging made from polystyrene and recycled paper." *Journal of Cleaner Production* 11.5 (2003): 549-559.
- [32] Zeng, Yinghui, et al. "Characterization of solid waste disposed at Columbia Sanitary Landfill in Missouri." *Waste Management & Research* 23.1 (2005): 62-71.
- [33] Ömürbek, Vesile; ERK, Çiğdem; Herek, Sümeyranur. Üniversitelerde Atık Yönetimi Uygulamaları. Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 2019, 35: 124-161.



## ÖZGEÇMİŞ

Ad-Soyad : Ceren CABBAR

### ÖĞRENİM DURUMU:

- **Lisans** : 2018, Sakarya Üniversitesi- Çevre Mühendisliği
- **Yüksek Lisans** : 2020 Sakarya Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İş Sağlığı ve Güvenliği
- **Yüksek lisans** : 2023, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı,

### TEZDEN TÜRETİLEN ESERLER:

- Yıldırım C. Erses Yay S. (2022, 11-12, Kasım). The International Symposium On The Environment and morals International Congress - Termal Otel, Yalova, Turkey.