KAMPÜSTE SÜRDÜRÜLEBİLİR ATIK YÖNETİMİ: BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ ÖRNEĞİ

Ezgi GÖZEN

T.C.
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KAMPÜSTE SÜRDÜRÜLEBİLİR ATIK YÖNETİMİ: BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ ÖRNEĞİ

Ezgi GÖZEN
0000-0001-7692-1103

Prof. Dr. Nezih Kamil SALİHOĞLU
(Danışman)

YÜKSEK LİSANS TEZİ
ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

BURSA – 2023
Her Hakkı Saklıdır

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

KAMPÜSTE SÜRDÜRÜLEBİLİR ATIK YÖNETİMİ: BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ ÖRNEĞİ

Ezgi GÖZEN

Bursa Uludağ Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Nezih Kamil SALİHOĞLU

Yönetilmesi gün geçtikçe zorlaşan atık sorununu, sürdürülebilir bir şekilde çözmenin yolu sıfır atık sisteminden geçmektedir. Atıkların öncelikle oluşumunun engellenmesi, ardından azaltılarak, yeniden kullanım, geri dönüşüm ve geri kazanım basamaklarının değerlendirilmesi gereklidir. Sıfır atık sisteminin doğru bir şekilde ele alınabilmesi için atığın içeriğinin bilinmesi ve atığı oluşturan tüm paydaşların sorumluluk alması gerekmektedir.

Bu çalışma ile Bursa Uludağ Üniversitesi Görükle Kampüsü'nde sürdürülebilir atık yönetiminin sağlanması hedefiyle, oluşan katı atıklar güz ve bahar dönemleri olmak üzere 2 yıl boyunca incelenmiş ve madde grubu analizi yapılmıştır. Kampüs alanı bölgelere ayrılarak, öğrencilerin aktif katılımıyla katı atık karakterizasyon çalışması yürütülmüştür. Çalışmanın yapıldığı 2021 güz döneminde kampüste en fazla oluşan atık türü %22,28 ile cam atıklar iken, 2022 bahar, güz ve 2023 bahar döneminde cam atıkların yerini sırasıyla %18,44, %24,22 ve %25,20 oranıyla plastik atıkların aldığı görülmüştür. Karışık atıklarla atılan geri dönüştürülebilir atık oranının çalışma boyunca %70, kompostlanabilir atık oranının ise %15 seviyelerinde olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca atık karakterizasyon çalışmasının her bir dönem arasında anlamlı bir fark yaratıp yaratmadığı istatistiksel olarak incelenmiştir. Yapılan çalışma sonucu kampüs genelindeki veriler için istatistiksel olarak anlamlı bir sonuç elde edilemese de, geri dönüştürülebilen atıklar için pandemi döneminde yapılan çalışmanın anlamlı bir fark oluşturduğu tespit edilmiştir. Çalışma sonucu elde edilen veriler doğrultusunda, özellikle geri dönüştürülebilen atıkların yönetimine ilişkin sıfır atık politikasına eş güdümlü bir yapının oluşturulması gerektiği ortaya konmuştur. Bu doğrultuda sıfır atık politikası ile kampüs alanı için bölgesel iyileştirme çalışmaları değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Atık Yönetimi, Karakterizasyon, Sürdürülebilirlik, Sıfır Atık, Geri Dönüşüm
2023, xii + 99 sayfa.

ABSTRACT

MSc Thesis

SUSTAINABLE WASTE MANAGEMENT ON CAMPUS: BURSA ULUDAG UNIVERSITY CASE STUDY

Ezgi GÖZEN

Bursa Uludağ University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Environmental Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Nezih Kamil SALİHOĞLU

The way to solve the waste problem, which is becoming increasingly difficult to manage, in a sustainable way is through a zero waste system. It is necessary to prevent the formation of waste first, then reduce it and evaluate the steps of reuse, recycling and recovery. In order for the zero waste system to be handled correctly, the content of the waste must be known and all stakeholders who generate the waste must take responsibility.

With this study, in order to ensure sustainable waste management in Bursa Uludag University Görükle Campus, solid wastes were examined for 2 years, in the fall and spring semesters, and material group analysis was carried out. The campus area was divided into zones and a solid waste characterization study was implemented with the active participation of students. In the fall semester of 2021, when the study was conducted, the highest waste type generated on campus was glass waste with 22.28%, while in the spring and fall of 2022 and spring semester of 2023, glass waste was replaced by plastic waste with 18.44%, 24.22% and 25.20%, respectively. It was determined that the proportion of recyclable waste disposed with mixed waste was 70% and the proportion of compostable waste was 15% throughout the study. In addition, it was statistically examined whether the waste characterization study made a significant difference between each period. As a result of the study, although no statistically significant results were obtained for the campus-wide data, it was determined that the study conducted during the pandemic period for recyclable wastes created a significant difference. In line with the data obtained as a result of the study, it has been revealed that a structure should be established in coordination with the zero waste policy, especially regarding the management of recyclable waste. In this direction, zero waste policy and regional improvement studies for the campus area were evaluated.

Key words: Waste Management, Characterization, Sustainability, Zero Waste, Recycle
2023, xii + 99 pages.

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim ve tez çalışmam boyunca yardımlarını esirgemeyen, bilgi ve deneyimleriyle bana yol gösteren saygıdeğer hocam ve tez danışmanım Prof. Dr. Nezih Kamil SALİHOĞLU'na teşekkürlerimi sunarım.

Her zaman yanımda olarak, elinden gelenin en iyisini yapan sevgili annem Fahriye AKDAMAR'a, tüm yoğunluğuna rağmen bana her zaman vakit ayıran, yol gösteren ve beni güldüren sevgili ablam Çağrı Gizem VARLI'ya teşekkürlerimi sunarım.

Yüksek lisans eğitimime başlamam için beni teşvik eden ve sürekli yanımda olup her derdimle ilgilenen, benimle gülüp, benimle ağlayan, manevi desteğini her zaman hissettiğim en yakın arkadaşım ve sevgili eşim Erkan GÖZEN'e teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca çalışmaya katkı sağlayan tüm Çevre Mühendisliği Bölümü öğrencilerine yardımları için teşekkürlerimi sunarım.

Ezgi GÖZEN
01/06/2023

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET....vi
ABSTRACT....vii
TEŞEKKÜR....viii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ....x
ŞEKİLLER DİZİNİ....xi
ÇİZELGELER DİZİNİ....xii
1. GİRİŞ....1
2. KURAMSAL TEMELLER ve KAYNAK ARAŞTIRMASI....5
2.1. Katı Atık Kavramı....5
2.2. Katı Atıkların Sınıflandırılması....8
2.3. Katı Atık Yönetimi....19
2.3.1. Kaynakta önleme/azaltma....22
2.3.2. Yeniden kullanım....22
2.3.3. Geri dönüşüm ve geri kazanım....23
2.3.4. Bertaraf....23
2.4. Katı Atık Karakterizasyonu....24
2.5. Türkiye ve Dünya'da Yapılan Çalışmalar....25
3. MATERYAL ve YÖNTEM....30
3.1. Çalışma Alanı....30
3.2. Analiz Yöntemi....31
3.2.1. Kampüs alanının bölümlenmesi....31
3.2.2. Kampüste bulunan atık toplama ekipmanlarının tür ve yer tespiti....32
3.2.3. Çalışma ekibinin oluşturulması....43
3.2.4. Kampüsteki katı atık miktar ve bileşenlerinin tespiti....44
3.2.5. Çalışma verilerinin istatistiksel olarak incelenmesi....46
3.2.6. Çalışma metodu algoritması....46
3.2.7. Çalışma esnasında dikkat edilmesi gereken hususlar....48
4. BULGULAR....49
4.1. Bölgesel Bulguların Değerlendirilmesi....49
4.2. Görükle Kampüsünde Tüm Bölgeler için Bulguların Değerlendirilmesi....69
4.3. Çalışmaya Ait Bulguların İstatistiksel Değerlendirilmesi....72
5. TARTIŞMA ve SONUÇ....83
KAYNAKLAR....88
EKLER....94
EK 1 Atıklara Ait Özgül Ağırlık, Nem ve Enerji İçeriği....95
ÖZGEÇMİŞ....99

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler	**Açıklama**
E	Enerji değeri (kj/kg)
d	105^{o}C'de kurutulduktan sonra örneğin ağırlığı (kg)
m	Kütle (kg)
M	Nem içeriği (%)
p	Yoğunluk (kg/m^3)
V	Hacim (m^3)
w	Başlangıçta alınmış örneğin ağırlığı (kg)

Kısaltmalar	**Açıklama**
AEEE/E-atık	Atık elektrikli ve elektronik eşya
AKÜDER	Akümülatör ve Geri Kazanım Sanayicileri Derneği
BANANA	Build Absolutely Nothing Anywhere Near Anyone
BESAŞ	Bursa Ekmek ve Besin Sanayii ve Ticaret A.Ş
BUÜ	Bursa Uludağ Üniversitesi
CAVEs	Citizens Against Virtually Everything
KYK	Kredi Yurtlar Kurumu
LULU	Locally Unwanted Land Use
NIABY	Not In Anyone's Backyard
NIMBY	Not In My Backyard
NIMTOO	Not in my term of office
NOPE	Not On Planet Earth
TAP	Taşınabilir Pil Üreticileri ve İhracatçıları Derneği
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
TÜMAKÜDER	Tüm Akü İthalatçıları ve Üreticileri Derneği
OECD	Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü
ÖTA	Ömrünü tamamlamış araç
ÖTL	Ömrünü tamamlamış lastik
PTT	Posta ve Telgraf Teşkilatı
SPSS	Statistical Package for the Social Sciences

ŞEKİLLER DİZİNİ

		Sayfa
Şekil 2.1.	Kişi başı kentsel atık üretimi (Eurostat, 2023'ten değiştirilerek alınmıştır.)	6
Şekil 2.2.	Katı atık oluşumu (Topkaya, 2008)	7
Şekil 2.3.	Türkiye atık dağılımı ve karakterizasyonu (ÇŞB, 2016)	8
Şekil 2.4.	Ambalaj atıkları için atık sayacı (Sıfır Atık 2019a'dan değiştirilerek alınmıştır)	11
Şekil 2.5.	Atık yönetim hiyerarşisi	21
Şekil 3.1.	Kampüs alanı proje bölgeleri	31
Şekil 3.2.	Tepegöz çöp kovası	33
Şekil 3.3.	Tekerlekli plastik çöp konteyneri	34
Şekil 3.4.	Kafes tipi sallanan çöp kovası	35
Şekil 3.5.	Galvaniz evsel atık konteyneri	36
Şekil 3.6.	Hook lift konteyner	36
Şekil 3.7.	Geri dönüşüm kutuları	37
Şekil 3.8.	Kafes sistemler	38
Şekil 3.9.	Atık getirme merkezi	39
Şekil 3.10.	Tehlikeli atık geçici depolama alanı	40
Şekil 3.11.	Tıbbi atık geçici depolama alanı	40
Şekil 3.12.	E-atık kutusu	41
Şekil 3.13.	Tekstil atıkları kutusu	41
Şekil 3.14.	Kitap ve oyuncak kutusu	42
Şekil 3.15.	Çalışmaya ait görseller	45
Şekil 3.16.	Çalışma metodu algoritması	47
Şekil 4.1.	Bölge 1 proje alanı Google Earth görüntüsü	49
Şekil 4.2.	Bölge 1'e ait günlük ortalama atık yüzdeleri	50
Şekil 4.3.	Bölge 2 proje alanı Google Earth görüntüsü	51
Şekil 4.4.	Bölge 2'ye ait günlük ortalama atık yüzdeleri	52
Şekil 4.5.	Bölge 3 proje alanı Google Earth görüntüsü	53
Şekil 4.6.	Bölge 3'e ait günlük ortalama atık yüzdeleri	54
Şekil 4.7.	Bölge 4 proje alanı Google Earth görüntüsü	55
Şekil 4.8.	Bölge 4'e ait günlük ortalama atık yüzdeleri	56
Şekil 4.9.	Bölge 5 proje alanı Google Earth görüntüsü	57
Şekil 4.10.	Bölge 5'e ait günlük ortalama atık yüzdeleri	58
Şekil 4.11.	Bölge 6 proje alanı Google Earth görüntüsü	59
Şekil 4.12.	Bölge 6'ya ait günlük ortalama atık yüzdeleri	60
Şekil 4.13.	Bölge 7 proje alanı Google Earth görüntüsü	61
Şekil 4.14.	Bölge 7'ye ait günlük ortalama atık yüzdeleri	62
Şekil 4.15.	Bölge 8 proje alanı Google Earth görüntüsü	64
Şekil 4.16.	Bölge 8'e ait günlük ortalama atık yüzdeleri	64
Şekil 4.17.	Bölge 9 proje alanı Google Earth görüntüsü	66
Şekil 4.18.	Bölge 9'a ait günlük ortalama atık yüzdeleri	66
Şekil 4.19.	Bölge 10 proje alanı Google Earth görüntüsü	68
Şekil 4.20.	Bölge 10'a ait günlük ortalama atık yüzdeleri	68
Şekil 4.21.	Kampüs alanı günlük ortalama atık içeriği (yüzde)	70

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 2.1. Çeşitli ülkelerde üretilen kentsel atık miktarı (OECD, 2023)..... 5
Çizelge 2.3. Belediye atık miktarı ve bertaraf/geri kazanım yöntemleri (TÜİK, 2020)..... 21
Çizelge 3.1. Proje bölgelerinin kapsadığı alanlar..... 32
Çizelge 3.2. Bölgelerde bulunan galvaniz konteynerlere ait koordinatlar..... 43
Çizelge 3.3. Katı atık bileşenleri (Türkiye Belediyeler Birliği, 2015)..... 45
Çizelge 4.1. Bölge 1'e ait atık özellikleri..... 50
Çizelge 4.2. Bölge 2'ye ait atık özellikleri..... 52
Çizelge 4.3. Bölge 3'e ait atık özellikleri..... 54
Çizelge 4.5. Bölge 5'e ait atık özellikleri..... 58
Çizelge 4.6. Bölge 6'ya ait atık özellikleri..... 60
Çizelge 4.7. Bölge 7'ye ait atık özellikleri..... 62
Çizelge 4.8. Bölge 8'e ait atık özellikleri..... 65
Çizelge 4.9. Bölge 9'a ait atık özellikleri..... 67
Çizelge 4.10. Bölge 10'a ait atık özellikleri..... 69
Çizelge 4.11. Görükle Kampüsü'ne ait atık özellikleri..... 71
Çizelge 4.12. Atıklara ait özgül ağırlık, nem ve enerji içeriği..... 72
Çizelge 4.13. Verilerin dağılımı..... 73
Çizelge 4.14. Verilerin tanımlayıcı istatistik bilgileri..... 73
Çizelge 4.15. Varyansların homojenlik testi..... 74
Çizelge 4.16. Tek yönlü ANOVA testi..... 74
Çizelge 4.17. Tukey çoklu karşılaştırma test sonuçları..... 74
Çizelge 4.17. Tukey çoklu karşılaştırma test sonuçları (devam)..... 75
Çizelge 4.18. Kağıt verilerinin dağılımı, normallik ve homojenlik testi..... 76
Çizelge 4.19. Karton verilerinin dağılımı, normallik ve homojenlik testi..... 76
Çizelge 4.20. Hacimli karton verilerinin dağılımı, normallik ve homojenlik testi. 77
Çizelge 4.21. Plastik verilerinin dağılımı, normallik ve homojenlik testi..... 77
Çizelge 4.22. Cam verilerinin dağılımı, normallik ve homojenlik testi..... 78
Çizelge 4.23. Metal verilerinin dağılımı, normallik ve homojenlik testi..... 78
Çizelge 4.24. Hacimli metal verilerinin dağılımı, normallik ve homojenlik testi.. 79
Çizelge 4.25. Geri dönüştürülebilir atıklar için Kruskal Wallis H testi..... 79
Çizelge 4.26. Kağıt atıkları için Tamhane T2 testi..... 80
Çizelge 4.27. Karton atıkları için Tamhane T2 testi..... 80
Çizelge 4.28. Hacimli karton atıkları için Tamhane T2 testi..... 81
Çizelge 4.29. Plastik atıkları için Tamhane T2 testi..... 81
Çizelge 4.30. Cam atıkları için Tamhane T2 testi..... 82
Çizelge EK 1.1. 2021 Güz dönemi atıklara ait özgül ağırlık, nem ve enerji içeriği.. 95
Çizelge EK 1.2. 2022 Bahar dönemi atıklara ait özgül ağırlık, nem ve enerji içeriği 96
Çizelge EK 1.3. 2022 Güz dönemi atıklara ait özgül ağırlık, nem ve enerji içeriği.. 97
Çizelge EK 1.4. 2023 Bahar dönemi atıklara ait özgül ağırlık, nem ve enerji içeriği 98

1. GİRİŞ

Canlı ve cansız varlıkların bir arada bulundukları, birbirlerini etkiledikleri ve birbirlerinden etkilendikleri ortama çevre denir. Doğadaki tüm canlılar bulundukları çevre ile uyum içinde yaşarlar. Her canlı türü doğal ortamındaki kısıtlı kaynaklarla yaşamını sürdürürken, oluşturduğu atıklar da başka bir canlı türünün besin kaynağı haline gelir. Bu süreç, yaşanılan doğal ortamda bir denge oluşturmaktadır. Diğer türlerin aksine insan türü içerisinde bulunduğu doğal ortamın dışındaki kaynaklara da ulaşabilme ve bunları işleyerek biçimlendirme yeteneğine sahiptir. Bu durum insan nüfusunun diğer türlere oranla daha kontrolsüz bir şekilde artmasına ve doğal dengenin bozulmasına sebep olmuştur. Böylece insan, çevreyi etkileyen en önemli unsur haline gelmiştir.

Dünya üzerindeki insan popülasyonunun 2030 yılına ulaşıldığında 8,5 milyar olması ve 5 milyar kadar insanın tüketici konumunda olması beklenmektedir (The World Counts, 2023). Bu durum ekosistem üzerindeki baskıyı arttıracak ve yaşanan doğal yıkım önlenemez bir seviyeye gelecektir.

Günümüzde gelişen teknoloji ile kentlerde nüfus artmış ve artan nüfusun ihtiyaçlarını karşılamak üzere sanayide üretim çalışmaları hızlanmıştır. Oluşan tüketim toplumunun ihtiyaçlarını karşılayabilmek için hammadde kullanımının da artmasıyla kısıtlı olan doğal kaynaklar hızla tükenmeye başlamıştır. Üretim hatlarında proses optimizasyonları, hammadde kullanımının ve atık oluşumunun azaltılması gibi temiz üretim çalışmalarına ağırlık verilse de (Davarcıoğlu & Lelik, 2017), üretim sonucu farklı atık türlerinin bir araya gelmesi ile daha karmaşık yapıda atıklar oluşmuştur. Bu nedenle katı atıkların doğru yönetilmesi günümüzde çok daha önemli bir konu haline gelmiştir.

Türkiye Cumhuriyeti Anayasası'nın 56. Maddesinde "Herkes, sağlıklı ve dengeli bir çevrede yaşama hakkına sahiptir. Çevreyi geliştirmek, çevre sağlığını korumak ve çevre kirlenmesini önlemek Devletin ve vatandaşların ödevidir." denilmektedir. İnsanoğlu var

oldukça atık oluşumu da devam edecektir. Bu nedenle atığın doğru yönetilmesi tüm bireylerin sorumluluğundadır.

Avrupa Parlamentosu ve Konseyi tarafından, sahibinin atmak istediği veya atması gereken bir madde veya nesne olarak tanımlanan atığın (European Parliament Council, 2008) yönetilmesinde, ilk olarak yaşam alanlarından uzaklaştırmak yeterli görülmüştür. Ancak kontrolsüz bertarafın tehlikesinin farkına varılmasıyla düzenli depolama yolunda adımlar atılmıştır (Shekdar, 2009). Depolama için gerekli alan büyüklüğü ve depo gazı ile sızıntı suyunun hassas yönetimi depolama sürecini zorlaştırırken, yakma tesislerinin kurulum ve işletim maliyetinin yüksek olması, yakma ve hava kirliliği kontrolü için gerekli olan teknolojinin karmaşıklığı nedeniyle uygulanması her zaman mümkün olmamaktadır.

Atıkların yönetimi sürecinde doğal kaynakların kısıtlı olduğu ve ekosistemin kendini yenileyebilme kapasitesinin giderek azaldığı unutulmamalıdır. Toplumun sağlıklı olması, ekonomik ve sosyal refahının korunması; ekosistem bütünlüğünün korunması ve sürdürülebilir olmasına bağlıdır (Aarne ve diğerleri, 2009).

Eskiden kontrolsüz depolama ve yakmadan ibaret olan atık yönetimi, zamanla insan sağlığı, kaynak ve enerji tasarrufu ile çevreyi korumanın önemi hakkında farkındalığın artmasıyla; atık işleme, geri dönüşüm, geri kazanım ve arıtma işlemlerini kapsayan entegre bir yönetim sistemine dönüşmüştür (Townsend ve diğerleri, 2015). Entegre katı atık yönetimi; çevre ve insan sağlığını gözeterek kurumsal, ekonomik, sosyal, yasal, teknik ve çevresel faktörleri dikkate alan, atık önleme, geri dönüşüm, arıtma ve bertaraf aşamalarını kapsayan bir sistemdir. Entegre bir katı atık yönetimi; Fayda Maliyet Analizi, atık üretim trendlerini tahmin etme, Malzeme Akış Analizi, Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi, Risk Analizi, Çevresel Etki Değerlendirmesi, Stratejik Çevresel Değerlendirme, Sosyoekonomik Değerlendirme ve Sürdürülebilirlik Değerlendirmesini içermelidir (Chandrappa & Das, 2012).

Birleşmiş Milletler, 1987 yılında yayınladığı Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu Raporu: Ortak Geleceğimiz adlı raporda, gelecek nesillerin kendi ihtiyaçlarını karşılama

yeteneğini engellemeden, bugünün ihtiyaçlarını karşılayacak, sürdürülebilir kalkınmanın önemine dikkat çekmiştir (Brundtland, 1987). Bu yaklaşımla hammaddeye erişimin sürekliliği için doğal kaynakların korunması, sürdürülebilirliği etkin kılmanın en önemli unsurlarındandır.

Atık yönetimin temel unsuru, atığın oluşmasını önlemektir. Böylece atık yönetim sistemlerindeki yük azalacak ve doğal kaynak israfı önlenecektir. Sıfır atık "Üretim, tüketim ve hizmet süreçlerinde atık oluşumunun önlenmesi/azaltılması, yeniden kullanıma öncelik verilmesi, oluşan atıkların ise kaynağında ayrı biriktirilerek toplanması ve geri dönüşüm ve/veya geri kazanımının sağlanarak bertarafa gönderilecek atık miktarının azaltılması suretiyle çevre ve insan sağlığının ve tüm kaynakların korunmasını hedefleyen yaklaşım" olarak tanımlanmıştır (ÇŞB, 2019b). Atık istenilmeyen, değersiz bir madde olarak görülse de, içerisinde yeniden fayda sağlayabilecek malzemeler içermektedir. Atığın içeriğindeki bu yararlı malzemelerin türleri belirlenirse atığın değeri artacaktır (McDougall ve diğerleri, 2008).

Atık yönetiminde; hangi bertaraf yönteminin uygulanacağı, atığı toplayacak araçların sayısı, hacmi, rota sıklığı, tesis tasarımı, işletme koşulları gibi konuların kararında, oluşan atığın içeriği hakkında bilgi verdiği için karakterizasyon çalışması büyük önem taşımaktadır (Diaz ve diğerleri, 2020). Atık karakterizasyon çalışmaları; nüfus yoğunluğu, endüstriyel gelişim ve toplumun yaşam kalitesindeki değişimleri hesaba katmak için periyodik olarak tekrarlanmalıdır (Cheremisinoff, 2003).

Çevrenin korunması ve sürdürülebilir bir atık yönetimi için bilinçli bir toplum gereklidir. İyi eğitim almış bir toplum ile ülkenin gelişmişlik düzeyi artacak ve kalkınma hedeflerinin uygulanması için doğru adımlar atılacaktır. Üniversiteler, bireylerin bilgi birikimini arttırmasıyla, daha nitelikli bir toplumda, kaliteli bir yaşam sağlayan ve bunun yanında iktisadi ve idari kalkınmaya da katkıda bulunan kurumlardır (Gündüz, 2017).

Üniversiteler kurulu oldukları alan, içerisinde bulundurdukları insan yoğunluğu ve çevresel etkileri bakımından "küçük şehirler" olarak tanımlanmaktadır. Kampüs

içerisindeki öğrenim ve araştırma faaliyetleri sonucu oluşan enerji ve kaynak kullanımları çeşitli çevresel etkilere sebep olmaktadır. Bu etkiler uygun yönetim sistemleri ile azaltılabilir (Alshuwaikhat & Abubakar, 2008).

Üniversitelerin sürdürülebilirlik üzerine olan faaliyetleri toplumlarda olumlu yönde bir beklenti yaratmaktadır (Stephens ve diğerleri, 2008). Yenilikçi bakış açısı ile topluma yön veren üniversitelerin atık yönetimi hususunda üzerine düşen görev çok önemlidir.

Üniversiteler, sürdürülebilir bir gelecek yaratmak adına bilgi, teknoloji ve farkındalık konusunda taşıdığı sorumluluklar ile topluma erişimde önemli bir rol üstlenmektedir (de Vega ve diğerleri, 2003). 1990 yılında Fransa'nın Talloires kentinde düzenlenen uluslararası bir konferansta yükseköğretimde çevresel sürdürülebilirlik adına ilk resmi açıklama yapılmış ve 10 maddeden oluşan bir eylem planı hazırlanmıştır (ULSF, 1990). Çevresel olarak sürdürülebilir kalkınma bilincinin arttırılması, kurumsal sürdürülebilirlik kültürünün oluşması, çevreye duyarlı vatandaş eğitimi, çevre okuryazarlığı, disiplinler arası yaklaşımlar ve ortaklıkların kurulması konuları üzerinde durulan eylem planı, günümüzde 50'den fazla ülkede, 500'den fazla üniversite lideri tarafından imzalanmıştır.

Üniversitelerin yeni teknolojiler geliştirerek topluma bir model olarak durmaları beklendiğinden, kampüs içerisinde verimli atık yönetimi konusunda doğru karar verilmesi ve çalışmaların yürütülmesi adına katı atığın özelliklerinin bilinmesi gereklidir (Gebreeyessus ve diğerleri, 2019). Bu çalışma ile Bursa Uludağ Üniversitesi (BUÜ) Görükle Kampüsü'nde sürdürülebilir atık yönetiminin sağlanması hedefiyle atık karakterizasyon analizi yapılarak oluşan atıkların miktar ve bileşenleri tespit edilmiştir. Sıfır atık politikası ile kampüs alanı için bölgesel iyileştirme çalışmaları değerlendirilmiştir. Kampüs alanında bir yerleşim yerinde oluşabilecek tüm atıklar oluşsa da, tıbbi atık veya hafriyat toprağı, inşaat ve yıkıntı atıkları gibi diğer atık türlerinin verilerine ulaşılamadığı için sadece galvaniz evsel atık konteynerlerinde çalışma yürütülmüştür.

2. KURAMSAL TEMELLER ve KAYNAK ARAŞTIRMASI

Üreticisi veya fiilen elinde bulunduran gerçek veya tüzel kişi tarafından çevreye atılan veya bırakılan ya da atılması zorunlu olan herhangi bir madde veya materyal, atık olarak adlandırılmıştır (ÇŞB, 2015a). Atıklar yapıları bakımından katı, sıvı veya gaz formunda oluşabilirler. Bu çalışmada kampüs içerisinde oluşan katı atıklara yer verilmiştir.

2.1. Katı Atık Kavramı

Birleşmiş Milletler Çevre Programı (UNEP) atığı; üreticinin kendi üretim, dönüşüm veya tüketim amaçları için artık kullanmadığı ve elden çıkarmak istediği ürünler olarak tanımlamıştır (UNEP, 2016). Çizelge 2.1'de Türkiye ve bazı ülkelere ait atık oluşum miktarları verilmiştir.

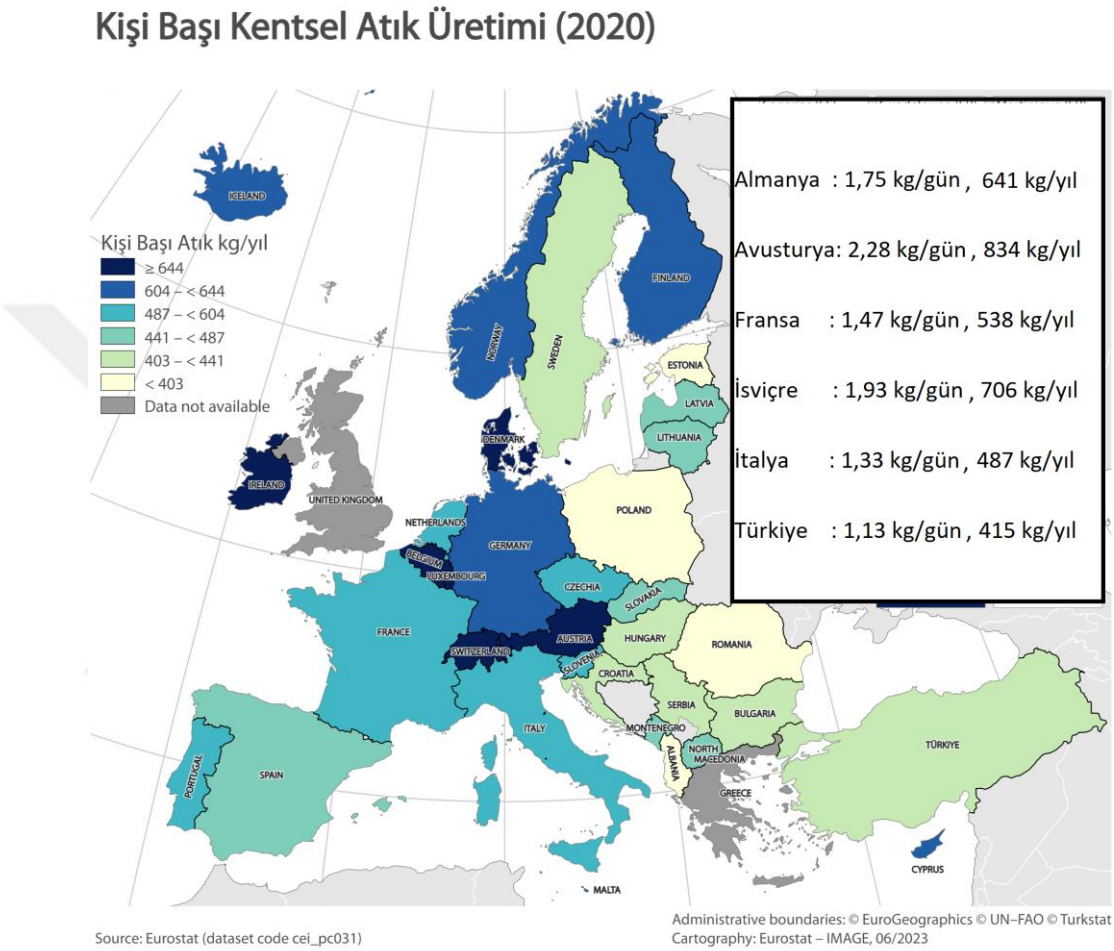
Çizelge 2.1. Çeşitli ülkelerde üretilen kentsel atık miktarı (OECD, 2023)

Ülke	2016 yılı (bin ton)	2017 yılı (bin ton)	2018 yılı (bin ton)	2019 yılı (bin ton)	2020 yılı (bin ton)
Almanya	52 133	51 790	50 260	50 612*	53 322
Avusturya	4 928	5 018	5 119	5 220	7 438
Fransa	36 891*	37 357*	37 380*	37 407*	36 370*
İsviçre	6 050	5 992	6 012	6 079	6 096
İtalya	30 112	29 572	30 165	30 023	28 945
Türkiye	33 763*	34 173*	34 533*	35 017*	34 581
*Tahmini değer					

Farklı ülkelere ait verilen yıllık atık miktarları incelendiğinde; Almanya, Fransa ve Türkiye'de oluşan atık miktarının İtalya, Avusturya ve İsviçre'ye göre daha fazla olduğu görülmektedir. Atık oluşum oranında Almanya için 2016-2020 yılları arasında %2,28, Türkiye için %2,42 ve İsviçre için %0,76'lık bir artış gözlenirken, Avusturya için %50,93 değerinde bir artış olmuştur. Aynı süre içerisinde Fransa'da oluşan atık miktarı %1,41 azalırken, İtalya'da %3,87 oranında azalma görülmüştür.

Şekil 2.1'de verilen kişi başı atık oluşum miktarları incelendiğinde ise günlük 1,13 kg ile en düşük üretim oranının Türkiye'ye ait olduğu görülmektedir. Avusturya'nın ise

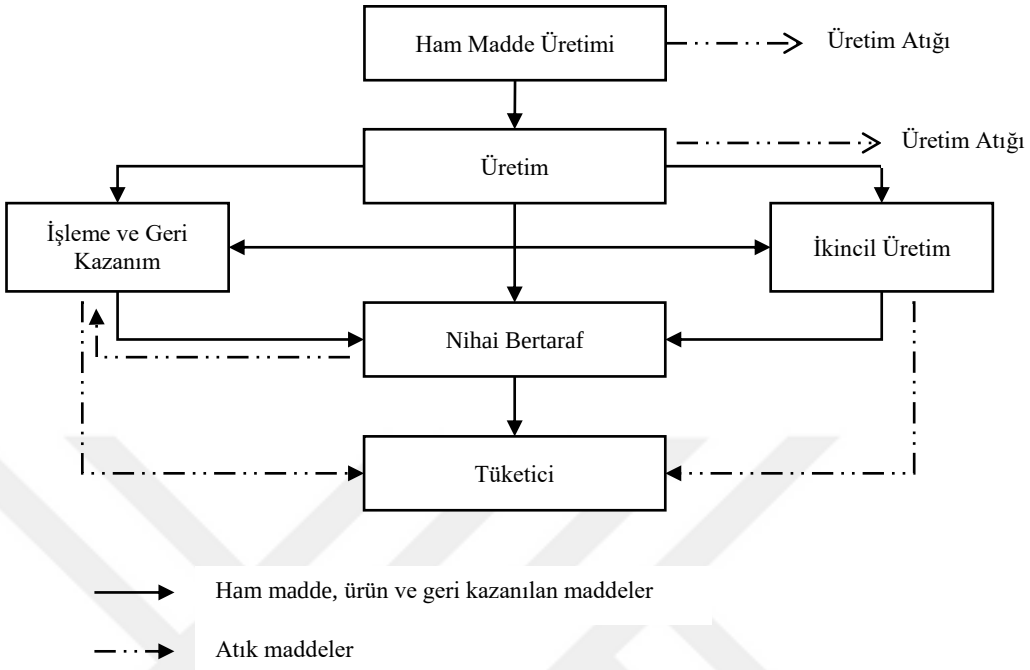
günlük kişi başı atık üretim miktarı 2,28 kg olarak görülmektedir. Avusturya örneğinde olduğu gibi, ülkenin tamamında oluşan atık miktarı düşük olsa da, kişi başı üretilen atık miktarı fazla olabilir. Bu durum ülkenin nüfusu, toplumun yaşam standartları ve tüketim alışkanlıkları ile ilişkilidir.



Şekil 2.1. Kişi başı kentsel atık üretimi (Eurostat, 2023'ten değiştirilerek alınmıştır.)

Katı atık; Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından "Üreticisi tarafından atılmak istenen ve toplumun huzuru ile özellikle çevrenin korunması bakımından, düzenli bir şekilde bertaraf edilmesi gereken katı maddeler ve arıtma çamuru" olarak tanımlanmıştır.

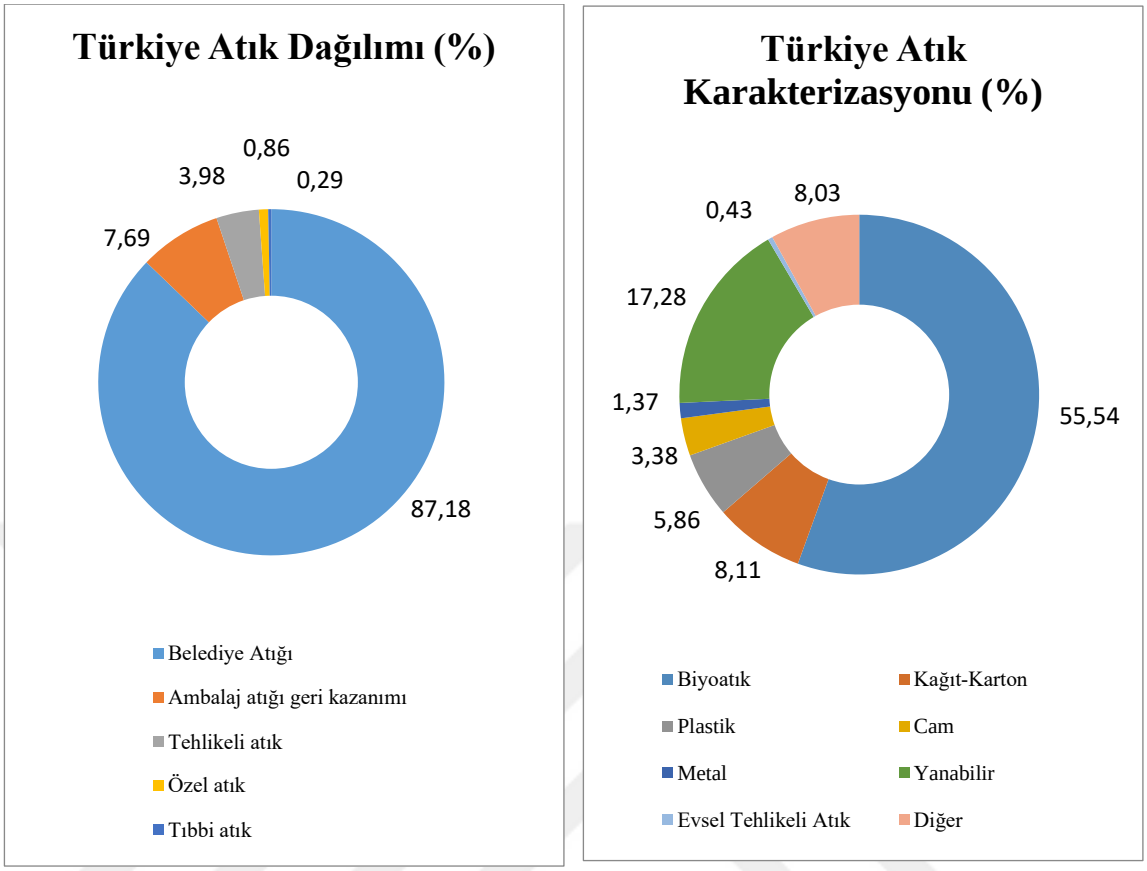
Gelişen teknoloji ile sanayide üretim artmış ve beraberinde atık oluşumu da artmıştır. Üretim işlemleri sonucu atığın oluşumu Şekil 2.2'de verilmiştir.



Şekil 2.2. Katı atık oluşumu (Topkaya, 2008)

Bir ürünün temel taşı olan hammaddenin temini ve üretimi ile hammaddenin üretim hattına girmesi sonucu üretim atığı oluşur. Üretim hattı sonucunda elde edilen ürün tüketiciye ulaştırılabildiği gibi işleme ve geri kazanım tesislerine veya ikincil üretim tesislerine de yönlendirilebilir. Bu işlemler sonrası da atık madde oluşmaktadır. Şekil 2.2'de görüldüğü gibi hammaddeden ürünün oluşum anına dek her aşamada atık oluşumu söz konusudur. Bu atıkların doğru bir şekilde yönetilmesi ve çevresel etkilerinin azaltılması büyük önem arz etmektedir (Topkaya, 2008).

Gün geçtikçe artan atık problemine karşılık, atıkların sürdürülebilir bir yönetimle ele alınması gerekmektedir. Türkiye için 2014 yılına ait veriler incelendiğinde toplam atık miktarının 31 115 327 ton olduğu görülmektedir. Şekil 2.3'te Türkiye'ye ait atık karakterizasyon ve atık dağılım verileri verilmiştir. Atık dağılım grafiği incelendiğinde tüm atıklar içinde %87,18 pay ile belediye atıkları gelirken, kalan %12,82'lik kısmını ambalaj atıkları, tıbbi atıklar, tehlikeli atıklar ve özel atıklar oluşturmaktadır (ÇŞB, 2016).



Şekil 2.3. Türkiye atık dağılımı ve karakterizasyonu (ÇŞB, 2016)

2.2. Katı Atıkların Sınıflandırılması

Katı atıkların sınıflandırılması birçok unsura göre yapılabilmektedir. Atıkların fiziksel özelliklerine, kimyasal özelliklerine, oluştuğu kaynaklara, tehlikelilik özelliklerine, geri dönüştürülebilme özelliklerine göre çeşitli şekillerde sınıflandırma yapmak mümkündür. Ancak atıkların sınıflandırılmasında en önemli yaklaşım, söz konusu atığın doğada yarattığı etkilerin değerlendirilerek sınıflandırılmasıdır.

Bursa Uludağ Üniversitesi Görükle Kampüsü, Tıp Fakültesi başta olmak üzere çeşitli eğitim birimleri, idari alanları, yurtları, Ziraat ve Veteriner Fakültesi çiftlikleri ile birçok atık kaynağını bünyesinde barındırmaktadır. Kampüs içerisinde verimli ve doğru bir atık yönetiminin sağlanması için de atıkların sınıflandırılması gerekmektedir. Çizelge 2.2'de atıkların oluştukları kaynak ve içerikleri hakkında bilgi verilmiştir.

Çizelge 2.2. Kaynağına göre bir toplumda meydana gelen katı atık türleri (Tchobanoglous, 1993)

Kaynak	Atıkların kaynaklandığı faaliyet ve yerler	Katı atık türleri
Evsel	Çekirdek ve büyük ailelerin yaşadığı müstakil konutlar ile düşük, orta ve yüksek katlı apartmanlar, vb.	Yiyecek atıkları, kâğıt, karton, plastik, tekstil, deri, bahçe atıkları, ahşap, cam, teneke kutular, alüminyum, diğer metaller, kül, sokak süprüntüleri, özel atıklar (büyük hacimli eşyalar, tüketici elektronikleri, beyaz eşyalar, ayrı toplanmış bahçe atıkları, piller, yağ ve araç lastikleri), evsel tehlikeli atıklar
Ticari	Mağazalar, lokantalar, marketler, iş merkezleri, oteller, moteller, matbaalar, servis istasyonları, oto tamirhaneleri, vb.	Kâğıt, karton, plastik, ahşap, yiyecek atıkları, cam, metal, özel atıklar, tehlikeli atıklar, vb.
Kurumsal	Okullar, hastaneler, cezaevleri, kamu binaları	Kâğıt, karton, plastik, ahşap, yiyecek atıkları, cam, metal, özel atıklar, tehlikeli atıklar, vb.
İnşaat ve Yıkım	Yeni inşaat alanları, yol onarım ve bakım alanları, bina yıkımları, kırık kaldırımlar	Ahşap, çelik, beton, toz ve toprak, vb.
Belediye Hizmetleri (Arıtma Tesisleri Hariç)	Sokak temizliği, çevre düzenleme, havuz temizliği, parklar ve plajlar, diğer dinlenme alanları	Özel atıklar, çöp, sokak süprüntüleri, peyzaj ve ağaç şekillendirme, park, kumsal ve dinlenme alanlarındaki genel atıklar
Arıtma Tesisleri ve Belediye Yakma Fırınları	Su, atık su ve endüstriyel arıtma prosesleri, vb.	Çoğunlukla atık çamurdan oluşan arıtma tesisi atıkları
Kentsel Katı Atıklar*	Yukarıdakilerin tamamı	Yukarıdakilerin tamamı
Endüstriyel	İnşaat, fabrikasyon, hafif ve ağır üretim, rafineriler, kimyasal tesisler, enerji santralleri, yıkım, vb.	Endüstriyel proses atıkları ve hurda malzemeleri ile gıda atıkları, çöpler, küller, yıkım ve inşaat atıkları, özel atıklar, tehlikeli atıklar dahil endüstriyel olmayan atıklar
Tarımsal	Tarla ve sıra bitkileri, meyve bahçeleri, üzüm bağları, mandıralar, besi yerleri, çiftlikler, vb.	Bozulmuş yiyecek atıkları, tarımsal atıklar, çöpler, tehlikeli atıklar
*Kentsel katı atıklar; endüstriyel proses atıkları ve tarımsal katı atıklar haricinde, bir toplulukta üretilen tüm atıkları kapsamaktadır.		

Bursa Uludağ Üniversitesi Görükle Kampüsü, Tıp Fakültesi başta olmak üzere çeşitli eğitim birimleri, idari alanları, yurtları, Ziraat ve Veteriner Fakültesi çiftlikleri ile birçok atık kaynağını bünyesinde barındırmaktadır. Kampüs içerisinde verimli ve doğru bir atık yönetiminin sağlanması için de atıkların sınıflandırılması gerekmektedir.

Evsel Katı Atıklar

Genel olarak yerleşim bölgelerinde oluşan evsel katı atıklar; birbirine karışmış organik, kağıt, cam, plastik ve metal gibi malzemelerden oluştuğu için yönetilmesi en zor atık türlerindendir (McDougall ve diğerleri, 2008). Evsel atıklar içerisinde biyobozunur, geri dönüştürülebilen, geri dönüştürülemeyen, birçok atık türü bulunmaktadır. Sürdürülebilir bir atık yönetimi için evsel katı atıkların kaynağında azaltılması ve doğru değerlendirilmesi çok önemlidir. Eğer atık henüz oluşum yerindeyken kontrol edilebilirse, atık yönetiminin diğer basamaklarındaki yük de azalacaktır. Evsel katı atıkları oluşturan her bir atık türü, 02.04.2015 tarih ve 29314 sayılı Resmi Gazete'de yayınlanarak yürürlüğe giren "Atık Yönetimi Yönetmeliği"ne ve ilgili yönetmeliklere uygun şekilde yönetilmelidir (ÇŞB, 2015a).

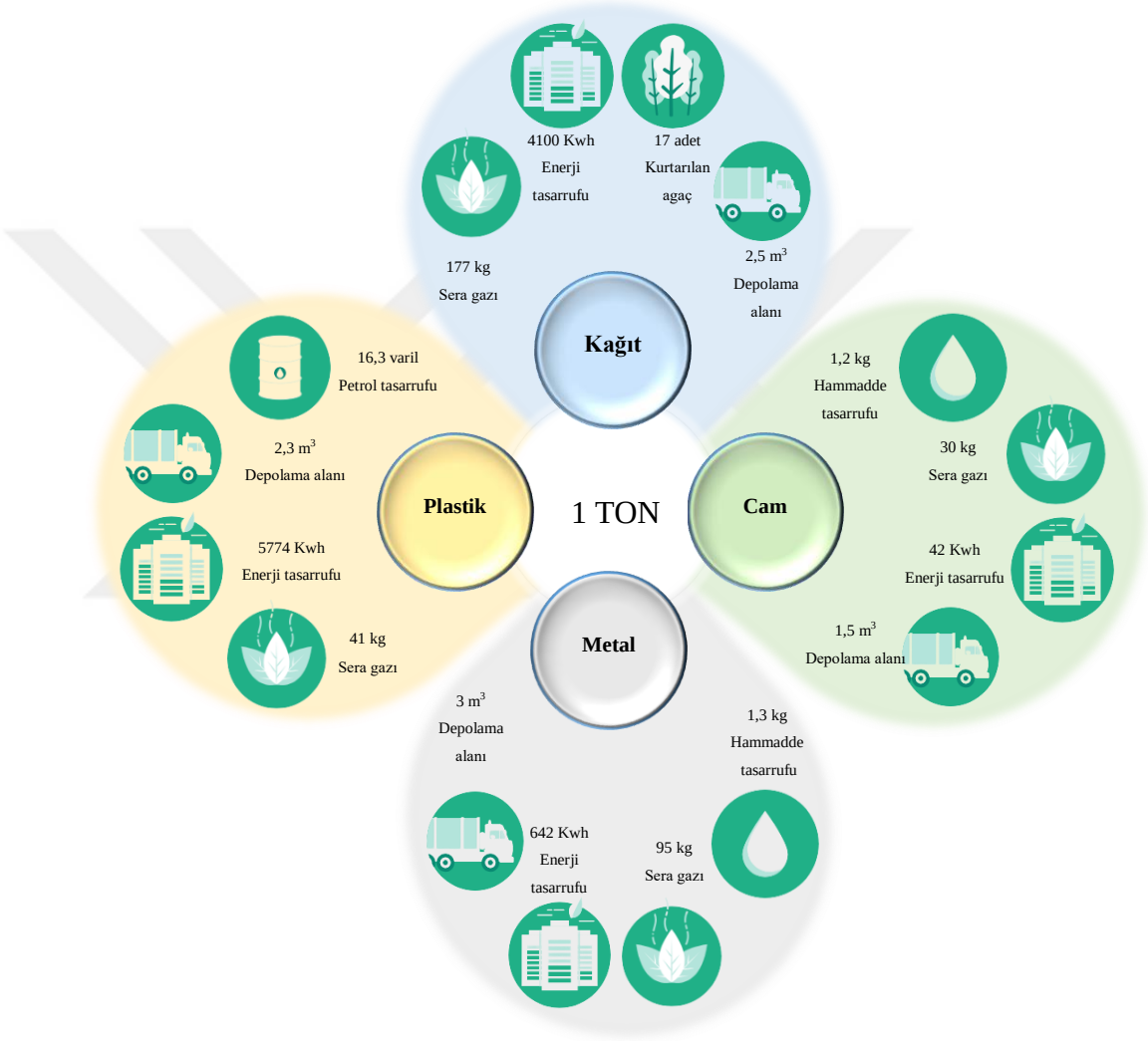
Biyo-bozunur Atıklar

Biyo-bozunur atık 02.04.2015 tarih ve 29314 sayılı Resmi Gazete'de yayınlanarak yürürlüğe giren "Atık Yönetimi Yönetmeliği"ne göre park, bahçe ve evler ile lokantalar, satış noktaları, gıda üretim ve benzeri tesislerden kaynaklanan oksijenli veya oksijensiz ortamda bozunmaya uğrayabilen atıklar olarak tanımlanmıştır (ÇŞB, 2015a). Organik atıklar diğer atık türleri ile karıştığında ayrıştırılması güç olmaktadır. Bitkisel ve hayvansal kaynaklı olan organik atıkların diğer atık türlerinden ayrı olarak toplanması ve kahverengi renkli atık toplama ekipmanında biriktirilmesi gerekmektedir. Ayrı biriktirilen biyo-bozunur atıkların kontrollü bir şekilde bozunması sağlanarak kompost üretilebilir veya biyometanizasyon tesislerinde işlenerek enerji kazanımı sağlanabilir.

Ambalaj Atıkları

Bir ürünün üreticiden tüketiciye ulaştırılması, korunması, saklanması ve satışa sunulması için kullanılan tüm ürünler ambalaj olarak isimlendirilir. Ambalaj; kağıt, karton, plastik, metal, cam, tekstil veya tahta gibi malzemeleri tek başına veya bir arada içerebilir. Elle ayrıştırılması mümkün olmayacak şekilde, farklı tür ambalaj malzemelerinin bir arada bulunmasıyla kompozit ambalajlar oluşur. Günlük hayatımızın

birçok noktasında karşımıza çıkan ambalaj atıklarının doğru yönetilmesi sürdürülebilir bir çevre için çok önemlidir. 26.06.2021 Tarih ve 31523 Sayılı Resmi Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe giren "Ambalaj Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği" kapsamında bu atıkların oluşumunun önlenmesi, yeniden kullanılması, geri dönüşüm ve geri kazanım yöntemlerine ağırlık verilerek, bertaraf edilecek miktarın azaltılması gerekmektedir (ÇŞB, 2021).



Şekil 2.4. Ambalaj atıkları için atık sayacı (Sıfır Atık 2019a'dan değiştirilerek alınmıştır)

Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından yürütülen sıfır atık projesi kapsamında hazırlanan atık sayacı kullanılarak, kağıt, cam, metal ve plastik atıkların 1

ton ayrıştırması ile elde edilebilecek kazanımlar uyarlanarak Şekil 2.4'te verilmiştir (Sıfır Atık, 2019a).

Atık elektrikli ve elektronik eşyalar

Hayatımızı birçok alanda kolaylaştıran elektronik eşyalar kullanım değeri kalmadığında veya kullanılamaz hale geldiğinde atığa dönüşür. Gelişen teknoloji ile her gün üretilen elektronik cihaz sayısı artarken, hızlı tüketim anlayışı da atık elektrikli ve elektronik eşya(AEEE/E-atık) oluşumunu arttırmaktadır. Bu atıkların yönetimi 26.12.2022 Tarih ve 32055 Sayılı Resmi Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe giren "Atık Elektrikli Ve Elektronik Eşyaların Yönetimi Hakkında Yönetmelik" usulünce yapılmaktadır (ÇŞB, 2022). Büyük ev eşyaları ve küçük ev aletleri ile bilişim ve telekomünikasyon ekipmanları, tüketici ekipmanları, aydınlatma ekipmanları, büyük ve sabit sanayi aletleri hariç olmak üzere elektrikli ve elektronik aletler, oyuncaklar, eğlence ve spor ekipmanları, tıbbi cihazlar, izleme ve kontrol aletleri, otomatlar şeklinde kategorilere ayrılan e-atıklar doğru şekilde yönetilmezse, bünyesinde bulundurduğu kurşun, kadmiyum, cıva gibi zehirli metaller çevre kirliliğine sebep olarak insan sağlığını tehdit eder.

Oluşan atık elektrikli ve elektronik eşyaların kaynağında azaltılması için, ürünün tasarım ve üretim anında sıfır atık yaklaşımının benimsenmesi gerekmektedir. Bu eşyalar ömrünü tamamlamadan atılmamalı ve bozulduğunda tamir ettirilerek yeniden kullanılmalıdır. E-atıklar oluştuğunda ise diğer atıklardan ayrı toplanarak belediyelerin, lisanslı firmaların ve yetkili kuruluşların belirlediği toplama noktalarına götürülmelidir. Daha sonra çevre lisanslı atık işleme tesislerinde, e-atıkların içindeki değerli metaller sökme, parçalama işlemleri ile alınarak geri kazandırılırken, ağır metaller ve zararlı gazlar bertaraf edilir. Geri kazanım ve geri dönüşüm hedefleri yönetmelikçe belirlenmiş olan bu maddeler daha sonra yeniden çeşitli elektronik eşyaların yapımında hammadde olarak kullanılır.

Atık pil ve akümülatörler

Şarj edilmeyen primer hücrelerde kimyasal reaksiyon sonucu oluşan kimyasal enerjinin doğrudan dönüşümü ile üretilen elektrik enerjisi kaynağına pil; endüstride ve araçlarda otomatik marş, aydınlatma veya ateşleme gücü için kullanılan, şarj edilebilir sekonder hücrelerde kurşunla sülfürik asit arasındaki kimyasal reaksiyon sonucu kimyasal enerjinin doğrudan dönüşümü ile üretilen elektrik enerjisi kaynağına akümülatör denir. Yeniden kullanılması mümkün olmayan atık pil ve akümülatörler diğer atıklardan ayrı toplanmalı ve taşınmalıdır. Bu atıkların 31.08.2004 Tarih ve 25569 Sayılı Resmi Gazetede yayımlanarak yürürlüğe giren "Atık Pil ve Akümülatörlerin Kontrolü Yönetmeliği" gereğince evsel atıklarla beraber belediye katı atık depolama sahasında bertarafı yasaktır (ÇŞB, 2004a). Kullanım ömrünü tamamlayan piller kontrolsüzce doğaya atıldığında içlerinde bulunan kadmiyum, kurşun, cıva ve çinko gibi ağır metaller su ve toprak kirliliğine neden olmaktadır.

Atık pil oluşumu önlemek için daha uzun ömürlü ve daha az zararlı madde içeren şarj edilebilir modeller yaygınlaştırılmaya çalışılmaktadır. Bunun dışında uzun süre kullanılmayacak cihazlarda bulunan piller, içlerinde bulunan kimyasal çözeltilerin sızmasını engellemek için çıkartılmalıdır. Günlük kullanım süresini tamamlayan piller uygun bir yerde biriktirilerek, atık pil toplama noktasına götürülmelidir. Ülkemizde atık pillerin geri kazanım ve bertaraf işlemleri Taşınabilir Pil Üreticileri ve İhracatçıları Derneği (TAP) tarafından yapılmaktadır. Atık pillerin içindeki değerli metal geri dönüştürülerek, kalan kısmı depo tabanı ve üstünde sızdırmaz membranlarla kaplı özel depolama alanlarında bertaraf edilmektedir (TAP, 2023).

Atık haline gelen akümülatörlerin geri kazanılması amacıyla üreticileri tarafından satılırken depozito uygulanmaktadır. Bu nedenle tüketici tarafından üreticiye getirilen atık akümülatörlerin, üretici tarafından ve araç bakım tamir atölyelerinde yenisiyle değiştirildiğinde atölye tarafından geri alınarak depozito ücretinin iade edilmesi gerekmektedir. Bu şekilde atık haline gelmiş akümülatörlerin toplanması sağlanmaktadır. Toplanan atık akümülatörler atık taşıma lisansı alınmış araçlarla taşınır ve içerisindeki kurşun, plastik gibi maddelerin geri kazanımı sağlanır. Ülkemizde atık

akümülatörlerin geri kazanım ve bertaraf işlemleri Akümülatör ve Geri Kazanım Sanayicileri Derneği (AKÜDER) ve Tüm Akü İthalatçıları ve Üreticileri Derneği (TÜMAKÜDER) tarafından yapılmaktadır.

Tıbbi Atıklar

Sağlık kuruluşlarının faaliyetleri sonucu ortaya çıkan enfeksiyon yapıcı, genotoksik, patolojik ve kesici-delici atıklar tıbbi atıkları oluşturur. 25.01.2017 Tarih 29959 sayılı Resmi Gazetede yayımlanarak yürürlüğe giren "Tıbbi Atıkların Kontrolü Yönetmeliği"ne göre tıbbi atıkların diğer atıklarla karıştırılması, çevre ve insan sağlığını etkileyecek şekilde alıcı ortama verilmesi yasaktır (ÇŞB, 2017).

Tıbbi atıklar oluştuğunda; yırtılmaya, delinmeye karşı dayanıklı, sızdırmaz özellikte orta yoğunluklu polietilen hammaddeden üretilmiş ve en az 10 kg taşıma kapasiteli, her iki yüzünde siyah renkli "Uluslararası Biyotehlike" amblemi ve "DİKKAT! TIBBİ ATIK" ibaresi yazılı kırmızı renkli plastik torbalarda toplanır. Cerrahi işlem, otopsi, patoloji ve anatomi çalışmaları sonucu ortaya çıkan doku ve organ parçalarını kapsayan patolojik atıklar; diğer tıbbi atıklardan ayrı tutularak, delinmeye, kırılmaya dayanıklı, su geçirmeyen ve sızdırmayan, üzerinde siyah renkli "Uluslararası Biyotehlike" amblemi ve "DİKKAT! PATOLOJİK TIBBİ ATIK" ibaresi yazılı kırmızı renkli plastik biriktirme kaplarında toplanır. Kesici ve delici özellikteki atıklar ise, delinmeye, yırtılmaya dayanıklı, su geçirmeyen ve sızdırmayan, açılması ve karıştırılması mümkün olmayan, üzerinde siyah renkli "Uluslararası Biyotehlike" amblemi ve "DİKKAT! KESİCİ ve DELİCİ TIBBİ ATIK" ibaresi yazılı plastik veya lamine karton kutu veya konteynerler içinde toplanır.

Atıklar biriktirilme sürecinde tıbbi atık torbaları, tıbbi atık kabı veya kovası içine alınır. Diğer tıbbi atık toplama ekipmanları gibi dayanıklılığı ve sağlamlığı sağlanan bu kovaların, üzerinde siyah renkli "Uluslararası Biyotehlike" amblemi ve "DİKKAT! TIBBİ ATIK" ibaresi yazılı, turuncu renkli plastik malzemeden yapılması gerekmektedir (ÇŞB, 2017).

Ara depolama tesisine götürülmesi yasak olan tıbbi atıklar oluştukları yerden özel araçlarla alınarak en yakın tıbbi atık işleme tesisine getirilir. Burada sterilizasyon işlemi yapıldıktan sonra zararsız hale gelen atıklar ikinci sınıf düzenli depolama alanlarında bertaraf edilebilir veya yakılabilir. Ancak kimyasallarla işlem görmüş patolojik atıkların yakılarak bertaraf edilmesi zorunludur.

Tehlikeli Atıklar

Patlayıcı, oksitleyici, alevlenebilir, tahriş edici, zararlı, toksik, kanserojen, korozif, enfeksiyon yapıcı, mutajenik ve ekotoksik özellik gösteren atıklar tehlikeli atıkları oluşturur. Atık üreticisi oluşan atığının tehlikelilik durumunu yetkili laboratuvarlarda analiz ettirmek durumundadır. Oluşan tehlikeli atık miktarı ayda bin kilogramdan az ise izin almadan, bin kilogramın üzerinde ise geçici depolama izni alarak en fazla 6 aya kadar geçici depolama yapılabilir. Tehlikeli atık geçici depolama sahasının tabanı sızdırmaz epoksi boya ile kaplanmalı, herhangi bir acil durum anında (dökülme, sızma) içerideki atığın dışarı çıkmasını önleyecek şekilde zemine eğim verilmeli, saha içinde bir kör kuyu ve bu kör kuyuya bağlanan ızgara kanalı olmalıdır. Ayrıca atık sahasının kapısı sürekli kilitli olmalı ve sadece yetkililerin erişimine izin verilmelidir. Sahada güvenlik önlemi olarak yangın tüpü ve sızmalara karşı absorban, talaş tozu gibi bir malzeme bulundurulmalıdır. Tehlikeli atıklar, 02.04.2015 tarih ve 29314 sayılı Resmi Gazete'de yayınlanarak yürürlüğe giren "Atık Yönetimi Yönetmeliği"ne uygun şekilde yönetilmelidir (ÇŞB, 2015a).

Atık toner ve kartuşlar

Ofisler, eğitim kurumları ve evlerde kullanılan yazıcıların içerisinde yazma eylemini gerçekleştirebilmesi için toner-kartuş bulunmaktadır. Toner ve kartuşlar yeniden doldurularak kullanılsa da artık düzgün çalışmayan yazıcı veya toner, kartuşlar atık olarak karşımıza çıkmaktadır. İçerisinde demir, alüminyum, mıknatıs, plastik ve toner tozu içeren, toner ve kartuşların üretiminde yaklaşık 3 litre ham petrol kullanılmaktadır. Nefes alınırken kolayca akciğere ulaşabilen toner tozunun 1 ile 10 mikron arasında

alınması, kanser ve astım hastalığına sebep olmaktadır. Ayrıca içerdikleri çözücü maddeden dolayı tehlikeli atık sınıfına girmektedir (Toner, 2018).

Öncelikle boş tonerler toplanarak plastik türüne göre ayrılmakta ve geri dönüşüm tesisinde kırılmaktadır. Bu işlem sonucu kırılan tonerden, toner tozları ayrılır ve elde edilen plastik çapak haline getirilir. Geri dönüşüm işlemi sonucu ikincil endüstrilere demir, alüminyum ve plastik gibi hammaddeler kazandırılmaktadır. Plastikten elbise askısı, tepsi ve saksı imal edilirken, kalan toner tozu ise boya olarak kullanılmaktadır (Exitcom, 2023).

Bitkisel Atık Yağ

Mutfak, kantin, yemekhane, lokanta gibi yerlerde yemek yapım sonucu ortaya çıkan kullanılmış kızartmalık yağlar ile son kullanma tarihi geçmiş katı ve sıvı yağlar bitkisel atık yağları oluşturur. 06.06.2015 tarih ve 29378 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe giren "Bitkisel Atık Yağların Kontrolü Yönetmeliği"nce değerlendirilen bitkisel atık yağların kaynakta azaltılması, oluştuğunda ayrı toplanması ve geri kazanımı esastır. Geri kazanıma uygun olmayan yağlar ise yönetmeliğe uygun şekilde bertaraf edilmelidir (ÇŞB, 2015b).

Bitkisel yağlar kullanıldıkça fiziksel değişime uğrar ve viskozitesi artarak rengi koyulaşır. Yüksek sıcaklıkta okside olmuş bu yağların yeniden kullanımı sağlığa sakıncalıdır. Bu yüzden kullanılmış kızartma yağlarının, yemeklik ve ham yağlara karıştırılması yasaktır. Ayrıca bitkisel atık yağların lavaboya dökülmesi atık su toplama borularının daralmasına ve tıkanmasına neden olurken, atık su arıtma tesislerinde yük artışına sebep olmaktadır. Toprağa döküldüğünde, toprağın yapısını bozmakta ve yeraltı sularına taşınarak kirlenmeye sebep olmaktadır. Su kaynağına ulaşan bitkisel atık yağ su yüzeyini kaplayarak oksijenin suya transferini önlemekte ve buradaki canlıların doğal yaşam şartlarını olumsuz etkilemektedir. Dökülen bir litre atık yağ bir milyon litre suyu kirletmektedir (Sıfır Atık, 2019b).

Oluşan bitkisel atık yağlar diğer atıklardan ayrı şekilde, ağzı kapalı bir kapta biriktirilmeli, teslimi için evlerde hizmet alınan belediye ile iletişime geçilmesi, lokanta, otel, yemekhane gibi tesislerde de lisanslı geri kazanım veya toplayıcılarla yıllık sözleşme yapılması gerekmektedir.

Atık Yağlar

Orijinal özelliğini kaybetmiş atık yağların kanalizasyona, toprağa, akarsu, göl gibi alıcı ortama verilmesi, içerisine su, çözücü veya diğer maddelerin karıştırılması, akaryakıt olarak kullanılması yasaktır. Atık yağlar oluştuğu kaynakta, birbirleriyle karıştırılmadan biriktirilmelidir.

21.12.2019 tarih ve 30985 sayılı Resmi Gazete' de yayımlanarak yürürlüğe giren "Atık Yağların Yönetimi Yönetmeliği" uyarınca atık yağlar, taşıma lisansı bulunan ve toplama yetkisi almış atık yağ rafinasyon tesisleri ve kuruluşlar tarafından alınır. Rafinasyon tesisine gelen atık yağların öncelikle analizi yapılır ve analiz sonucuna göre rafinasyon tesisinde işlenir veya yakma tesisine gönderilir (ÇŞB, 2019a).

Ömrünü tamamlamış lastikler

25.11.2006 tarih ve 26357 sayılı Resmi Gazete' de yayımlanarak yürürlüğe giren "Ömrünü Tamamlamış Lastiklerin Kontrolü Yönetmeliği'nde ömrünü tamamlamış lastik(ÖTL); "Faydalı ömrünü tamamladığı belirlenerek araçtan sökülen orijinal veya kaplanmış, bir daha araç üzerinde lastik olarak kullanılamayacak durumda olan ve üretim esnasında ortaya çıkan ıskarta lastikleri" olarak tanımlanmıştır. ÖTL'lerin hiçbir sebeple ve amaçla; dolgu malzemesi olarak kullanılması, yakılması, katı atık depolama tesislerine kabulü ve depolanması yasaktır (ÇŞB, 2006).

Aracının lastiklerini değiştiren araç sahipleri eski lastiklerini, lastik dağıtım ve satışını yapan firmaya veya yetkili taşıyıcılara bedelsiz olarak teslim eder. Kaplamacı, lastik tamirhanesi, satış noktaları ve oto sanayi gibi yerlere teslim edilen ÖTL'ler en fazla 60 gün depolanabilir, ardından yetkili taşıyıcılara teslim edilmek zorundadır. Yeniden

kullanılabilecek durumda olan lastiklere, can ve mal güvenliği ile üretim ve kullanım standardizasyonunun sağlanması kaydıyla kaplamacıda kaplama işlemi yapılabilir. Ayrıca ÖTL'lerin geri kazanılması ile elde edilen malzemeler; otoyollarda çarpma bariyeri, limanlarda iskele takozu, halı saha zeminleri ve lastik karo taşı üretiminde kullanılmaktadır.

Ömrünü tamamlamış araçlar

30.12.2009 tarih ve 27448 sayılı Resmi Gazete' de yayımlanarak yürürlüğe giren "Ömrünü Tamamlamış Araçların Kontrolü Hakkında Yönetmelik' gereği ömrünü tamamlamış araç(ÖTA) sahibi, aracını lisanslı işleme tesisi veya lisanslı geçici depolama alanına teslim etmekle yükümlüdür (ÇŞB, 2009). ÖTA işleme tesislerinde öncelikle aracın üzerindeki tehlikeli madde ve parçalar araçtan çıkarılır. İşleme tesislerine gelen araçların yeniden kullanım, geri kazanım ve geri dönüşüme uygun parçaları sökülür ve her biri ayrı ayrı depolanır. Bu işlem esnasında kurşun, cıva, kadmiyum gibi maddeler içeren parçalar ayrı konteynerlerde toplanır. Yeniden kullanımı uygun olan parçalar, ilgili mevzuatlar gereği istenilen güvenlik ve çevre standartlarını karşılıyorsa yeniden kullanılır. Uygun olmayan parçalar ise geri dönüşüm, geri kazanıma gönderilerek değerlendirilir. Üretilmesi planlanan yeni araç ve parçalar, ömrünü tamamladığında yeniden kullanım, geri kazanım ve geri dönüşüm işlemlerine uygun olacak şekilde tasarlanır.

Hafriyat toprağı, inşaat ve yıkıntı atıkları

Hafriyat çalışmaları ile karayolu - havayolu pistleri, konut, okul, hastane, endüstriyel tesislerin yapımı, tadilatı, tamiratı ve yıkımı faaliyetlerinden kaynaklanan bitkisel toprak, beton, kum, çakıl, sıva, alçı, kırık asfalt, kaldırım taşı gibi atıkların yönetimi; 18.03.2004 tarih ve 25406 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe giren "Hafriyat Toprağı, İnşaat Ve Yıkıntı Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği" gereğince yapılmaktadır. Yapılan bu faaliyetlerin yanı sıra doğal afetler sonucunda da oluşan bu atıkların öncelikle kaynağında oluşumunun azaltılması, toplanması, geçici olarak

biriktirilmesi, geri kazanılması, değerlendirilmesi ve bertaraf edilmesi esastır (ÇŞB, 2004b).

Yapılacak çalışma öncesi arazinin hazırlanması aşamasındaki kazı çalışmalarından kaynaklanan hafriyat toprağı ile inşaat atıklarının karıştırılmaması gerekmektedir. En üst seviyeden alınan ve değerli olan bitkisel toprak ise en son yeşillendirme çalışmalarında kullanılmak üzere ayrı bir yerde tutulmalı ve çalışma sonrası yeniden zemine serilmelidir. Alt ve üst yapıların yıkım çalışmalarında ise yapının geri kazanımı mümkün olmayan malzemelerden ayrılması sağlanarak, belirli ölçülerde kontrollü bir şekilde, seçici yıkımla yapılması sağlanmalıdır. Tüm bu çalışmalar sonucu oluşan hafriyat toprağı ile inşaat atıklarının geri kazanılması ve alt yapı malzemesi olarak yeniden değerlendirilmesi gerekmektedir.

Bursa Uludağ Üniversitesi Görükle Kampüsü'nde bahsi geçen tüm atıklar oluşmaktadır. Ancak her atık türünün verisine ulaşılamadığından, çalışmada sadece galvaniz evsel atık konteynerleri değerlendirilmiştir.

2.3. Katı Atık Yönetimi

Geçmişte katı atık konusu konuşulmak istenmeyen kötü bir konu olarak algılanmış ve gereken önem verilmemiştir. Sanayi devrimine kadar kentsel atık yönetimi, kentsel sağlıkla ilişkilendirilmiştir. Az miktarda oluşan atıklar düzensiz depolama ile kentten uzak bir bölgede bertaraf edilmiş ancak zamanla başlayan salgın hastalıklar atıkların çevre ve sağlık üzerinde bir tehdit oluşturduğunu göstermiştir. Sanayi devrimi ile birlikte atıklar da değişmiş ve miktarı artmıştır. 1970'lerin başında atıkların toksisitesinden kaynaklı kazaların artması ile oluşan atık krizi sonucu kamu çalışanları atıkla ilgili kanun tasarıları oluşturmuştur. 1972 yılında Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü (OECD) tarafından "kirleten öder" ilkesi getirilerek, çevreye verilen zarar sonucu sorumluluk alınması fikri benimsetilmeye çalışılmıştır. Bu süreçte sanayinin yanında bireylerin de katılımının sağlanması gerekmiştir. Ancak atık ayrıştırmayı bazı haneler zahmet olarak değerlendirmiş ve çöplüklerin kaldırılması için yeni tesislere ihtiyaç duyulduğunda tepki göstermiştir (Barles, 2014). Toplumda, belirli endüstriyel,

enerji, ulaşım tesisleri ile büyük ölçekli tarımsal faaliyetler, atık ve atık transfer tesisleri gibi potansiyel çevresel etkileri bulunan tesislerin varlığının kabul edilmediği; NIMBY (Not In My Backyard - Arka bahçemde olmasın), LULU (Locally Unwanted Land Use - Yerel olarak istenmeyen arazi kullanımı), NIABY (Not In Anyone's Backyard – Kimsenin arka bahçesinde olmasın), NIMTOO (Not in my term of office – Görev dönemimde değil), BANANA (Build Absolutely Nothing Anywhere Near Anyone - Kimsenin Yakınında Hiçbir Yerde Kesinlikle Hiçbir Şey İnşa Etmeyin), NOPE (Not On Planet Earth – Yeryüzünde olmasın), CAVEs (Citizens Against Virtually Everything – Vatandaşlar aslında her şeye karşı) gibi çeşitli yaklaşımlar oluşmuştur (Schively, 2007).

Atık ve atığı oluşturan toplum, endüstri arasındaki bu hassas durum, atık yönetiminin ne kadar iyi planlanması gerektiğini göstermektedir. Doğru atık yönetim planı kurgulanırken; atığın oluştuğu bölgenin coğrafik yapısının yanında, ileride bölgede yapılması muhtemel endüstriyel ve rekreasyonel yapılar, bölgede bulunan toplumun yapısı ve tüketim davranışları gibi konular da göz önünde bulundurulmalıdır. Kentlerde atık yönetimi konusunda devletlerin olduğu kadar hanelerin de sorumlukları bulunmaktadır. Bu yüzden atığı oluşturan tüm paydaşlar birlikte çalışmalıdır.

Katı atıkların bertarafından kaynaklanan olumsuz çevresel etkileri en aza indirmek atık yönetiminin temel amacıdır. Bunun için toplumdaki malzeme akışının bilinmesi, hammadde kullanımının ve atık miktarının azaltılması, malzemelerin yeniden kullanımı ve geri kazanımı ile enerjinin geri kazanımına önem verilmesi ve günlük bazda atık yönetiminin dikkate alınması gerekmektedir (Peavy ve diğerleri,1985).

Sürdürülebilir bir atık yönetimi için öncelikle atıkların oluşumunun önlenmesi, önlenemiyorsa azaltılması, ardından yeniden kullanım ve geri dönüşüm, geri kazanım fırsatlarının değerlendirilmesi gerekmektedir. Bütün bu aşamalardan sonra kalan atık içinse nihai bertaraf seçenekleri değerlendirilmelidir. Şekil 2.5'te atık yönetim hiyerarşisi gösterilmiştir.



Şekil 2.5. Atık yönetim hiyerarşisi

Burada öncelikli amaç atığı henüz oluşmadan önlemektir. Oluştuğunda ise bertarafa gitmesini engelleyecek şekilde yeniden değerlendirmektir. Türkiye'de kişi başı atık üretim miktarı 2020 yılı için günlük 1,13 kg olup, son yıllara ait bertaraf ve geri kazanım oranları Çizelge 2.3'te verilmiştir (TÜİK, 2020).

Çizelge 2.3. Belediye atık miktarı ve bertaraf/geri kazanım yöntemleri (TÜİK, 2020)

Bertaraf ve geri kazanım yöntemi	2016		2018		2020	
	Miktar (bin ton)	%	Miktar (bin ton)	%	Miktar (bin ton)	%
Toplanan belediye atık miktarı	31 584	100,0	32 209	100,0	32 324	100,0
Belediye çöplüğüne gönderilen	9 095	28,8	6 521	20,2	5 493	16,99
Düzenli depolama tesisine gönderilen	19 338	61,2	21 644	67,2	22 444	69,43
Açıkta yakılan	10	0,032	6	0,019	19	0,06
Dereye ve göle dökülen	0,5	0,002	0,5	0,002	0,5	0,002
Gömülen	7	0,021	2	0,006	7	0,02
Araziye dökülerek bertaraf edilen	41	0,130	65	0,20	98	0,30
Kompost tesisine gönderilen	146	0,5	123	0,38	117	0,36
Geri kazanım tesisleri ile biyogaz tesislerine gönderilen	2 946	9,3	3 848	11,9	4 146	12,83

Çizelge 2.3 incelendiğinde 2016 - 2020 yılları arasında toplanan atık miktarının %2,34 oranında arttığı görülmektedir. Oluşan atığın yönetimi için geri kazanım ve biyogaz tesislerine gönderilen atık oranı %40 artsa da, faydalı bir ürün sağlayacak olan kompost

üretim tesislerine gönderilen atık miktarının %19,86 oranında azaldığı görülmektedir. Ayrıca düzenli depolama tesisine gönderilen atık miktarının da %16 oranında arttığı görülmektedir. Bu durum 2020 yılına gelindiğinde toplam atığın neredeyse %70'lik bir kısmının hala depolamaya gönderildiği göstermektedir. 26.03.2010 tarih ve 27533 sayılı Resmi Gazete' de yayımlanarak yürürlüğe giren Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmelik, "Biyobozunur Atık Azaltımı -Geçici Madde 1 – (Değişik: RG-26/12/2019-30990) (1) Belediye atıklarının sıfır atık yönetim sistemine uygun olarak geri kazanımının sağlanması amacıyla çevre ile uyumlu fiziksel, kimyasal, biyolojik veya termal teknolojilerin kullanılması esastır. Bu teknolojilerin kullanıldığı ön işlem tesisleri ve kapasiteleri, 2035 yılında toplanan belediye atığı miktarının ağırlıkça en az %60'ı geri kazanılabilecek şekilde teşkil edilir." denilmektedir (ÇŞB, 2010). Bu nedenle atık yönetim basamakları iyi değerlendirilmeli ve 2035 yılına gelindiğinde mevcut atığın en fazla %40'ı düzenli depolamaya gönderilecek şekilde atık yönetimi sağlanmalıdır.

2.3.1. Kaynakta önleme/azaltma

Atığın kaynağında oluşumunun önlenmesi sıfır atık yönetiminin önceliğidir. Eğer atığın kaynağında önlenmesi mümkün değilse oluşumunun azaltılması söz konusudur. Bu yüzden bir ürünü kullandıktan sonra gerçekten atık olup olmadığını değerlendirmek gerekmektedir. Eğer elde kalan malzeme hala değerlendirilebilirse atık olarak isimlendirmek doğru olmayacaktır.

Atık oluşumunun engellenebilmesi için tüketim alışkanlıkları değiştirilerek tek kullanım sonucu atık üretecek ürünler yerine yeniden kullanılabilecek ürünler tercih edilmelidir. Ancak daha önemlisi atık yönetimini sürdürülebilir kılmak için ürün henüz tasarım aşamasındayken ileride kullanım sonucu oluşturacağı atıklar dikkate alınmalıdır. Mümkünse daha dayanıklı, çevre dostu malzemelerden üretilmiş, yeniden kullanım fırsatları sunan ürünler tercih edilmelidir.

2.3.2. Yeniden kullanım

Bir ürünün temel kullanım amacını tamamlamasından sonra, temizleme gibi basit işlemlerden geçirilerek aynı veya farklı bir amaçla kullanılmasına yeniden kullanım

denir. Günlük hayatımızda kullandığımız pet şişeler, yoğurt kapları, cam kavanozlar gibi birçok ambalaj malzemesi, başka bir ürünü depolamak için kullanılabilir. Yeniden kullanım yaklaşımı ile yeniden üretilmesi gereken malzeme sayısı azaltılarak, enerji ve hammadde tasarrufu sağlanmış olur.

2.3.3. Geri dönüşüm ve geri kazanım

Geri dönüşüm ve geri kazanım işlemleri, hammadde üzerindeki baskıyı azaltması ve depolama sahalarındaki yer ihtiyacını azaltması yönünden önem taşır. Geri dönüşüm "Enerji geri kazanımı ve yakıt olarak kullanımı ya da dolgu yapmak üzere atıkların tekrar işlenmesi hariç olmak üzere, organik maddelerin tekrar işlenmesi dâhil atıkların işlenerek asıl kullanım amacı ya da diğer amaçlar doğrultusunda ürünlere, malzemelere ya da maddelere dönüştürüldüğü herhangi bir geri kazanım işlemi" olarak tanımlanırken, geri kazanım "Piyasada ya da bir tesiste kullanılan maddelerin yerine ikame edilmek üzere atıkların faydalı bir amaç için kullanıma hazır hale getirilmesinde yer alan ve ek-2/B'de listelenen işlemler" olarak tanımlanmıştır (ÇŞB, 2015a). Kısaca, atık olarak adlandırılan maddenin, enerji kazanımı olmadan, basit işlemlerle aynı veya farklı amaçla kullanılması geri dönüşüm; işleme tabi tutarak ikincil bir ham maddeye dönüştürülmesi ve enerji eldesine geri kazanım denir.

2.3.4. Bertaraf

Atık yönetimin son basamağı olan katı atık bertaraf yöntemleri aşağıda açıklanmıştır.

Kompostlaştırma: Kompost, organik kökenli katı atıkların oksijenli ve oksijensiz ortamda ayrışmasıyla oluşan, toprağın yapısal düzenini sağlayan bir maddedir. Komposta azot (N), fosfor (P), potasyum (K) ilavesi ile elde edilen gübre, bitki gelişimi için çok önemlidir. Gıda israfı sonucu oluşan atıklar, atık yönetim sistemleri üzerinde büyük bir yük oluşturmaktadır. Kompost yardımıyla bu yük azaltılırken, toprağın nemini korumaya yardımcı, faydalı bir ürün elde edilmiş olur.

Yakma: Katı atıkların hacmini azaltmak, zararsız hale getirmek ve enerji elde etmek amacıyla kurulan yakma tesisleri, kurulum ve işletme masrafları fazla olan tesislerdir.

İşletme aşamasında yanmanın tam olması çok önemlidir. Aksi takdirde eksik yanma oluşursa, elde edilen enerji hem az olmakta, hem de çevre kirliliğine neden olan yanma artıkları oluşmaktadır. Atık yakma tesislerinde oksijenli ortamda, yaklaşık 950 - 1 200^{o}C'de oksitlenme reaksiyonu gerçekleşir. Yanma sonucu elde edilen buhar enerjisi ile elektrik üretimi yapılarak enerji kazanımı sağlanmış olur. Aynı zamanda elde edilen cüruf ve baca gazı atığı olarak oluşan külün, düzenli depolama tesisinde bertaraf edilmesi gerekmektedir.

Piroliz: Organik maddelerin oksijensiz ortamda ısıtılması sonucu oluşan termik parçalanma sürecine piroliz denir. Piroliz işlemi sonucu katı, sıvı ve gaz ürünler oluşur. Oluşan katı, kömür olarak kullanılırken; gaz, yakıt ve enerji eldesinde, oluşan yağ ise yağ sanayisinde hammadde ve yakıt olarak kullanılabilir. Kalan kül ise düzenli depolama sahalarında bertaraf edilir.

Düzenli depolama: Nihai bertaraf metodu olan düzenli depolama için seçilecek sahanın topoğrafik, jeolojik, hidrojeolojik durumu, zemin kayaç yapısı gibi, doğru araziyi seçmek için birçok parametre değerlendirilmelidir. Oldukça hassas bir sistemdir. Depo gazı, katı atıkların içeriğindeki organik maddenin havasız ortamda, anaerobik bakteriler tarafından ayrışması sonucu ortaya çıkan gazdır. İçinde bulundurduğu yüksek metan oranı ile güçlü bir enerji kaynağı olan gaz, aynı zamanda yangın, patlama riski oluştururken, küresel ısınmaya neden olan gazlardan biridir. Bu nedenle bu gazın kontrollü bir şekilde yönetilmesi gerekmektedir. Aynı şekilde oluşan sızıntı suyunun yeraltı sularını kirletmemesi için saha zeminin geçirimsiz tabaka ile kaplanması ve drenaj tabakasının oluşturulması gerekmektedir. Depolama gazının ve sızıntı suyunun, saha kapandıktan sonra dahi düzenli olarak takip edilmesi gerekmektedir.

2.4. Katı Atık Karakterizasyonu

Günümüz ekonomisi atıklar etrafında dönmekte ve kullanılan her ürün, değişken kompozisyon ve karakterde yeni atıklar doğurmaktadır. Bu yüzden atığın oluşum sürecini ve içeriğini belirlemek süreklilik gösteren bir sorun haline gelmiştir (Butti, 2012).

Katı atık bileşenleri, atığın oluştuğu toplumun sosyo-ekonomik durumu, kişi başına düşen gelir seviyesi, bölgenin coğrafik ve mevsimsel yapısı ile enerji kaynaklarına bağlı olarak değişkenlik göstermektedir (Türkiye Belediyeler Birliği, 2015). Ayrıca toplumun yaşam standartları, günlük temizlik rutini ve yemek alışkanlıkları da atık kompozisyonunu etkilemektedir (Solomon, 2011). Bu yüzden atık üretim verilerinin yanında, toplumun atıkla ilgili davranış ve tutumları da göz önünde bulundurularak atık yönetiminin sürdürülebilirliği sağlanabilir (Tadesse ve diğerleri, 2008).

Katı atığın içeriğinin bilinmesi ile sürdürülebilir kalkınma açısından atıktan nasıl yararlanılacağı ve uygun bertaraf yöntemine karar verilebilir (Kemirtlek, 2007). Eğer atığın içeriği net bir şekilde belirlenmiş olursa, atık bünyesindeki değerli kaynakların daha sağlıklı bir şekilde geri kazanılması mümkün olacaktır (Gharfalkar ve diğerleri, 2015). Böylece atıktaki geri kazanılabilir madde oranı belli olacak ve atığın ekonomik değeri artacaktır. Atık karakterizasyon çalışması ile ayrıca atığın fiziksel, kimyasal ve termal özellikleri tahmin edilir, atık işleme ekipmanının tasarımı kolaylaşır ve ulusal yasalar ile Avrupa direktiflerine uyum sağlanmış olur (Gidarakos ve diğerleri, 2006).

2.5. Türkiye ve Dünya'da Yapılan Çalışmalar

Türkiye ve Dünya'da bulunan birçok üniversitede atık karakterizasyonu konusunda çalışmalar yapılmıştır. Nijerya Covenant Üniversitesi yurtlarında yapılan karakterizasyon çalışması ile oluşan atıklar bileşenlerine ayrılmış ve kampüs bölgesindeki atık toplayıcıları ile görüşülmüştür. Yurtlarda en çok oluşan biyobozunur atıkların yönetilmesi için hayvan gıdası olarak kullanımı veya anaerobik çürütme yoluyla biyogaz üretimi önerilirken, personel ve öğrencilere atık yönetimi konusunda eğitim verilmesi tartışılmıştır (Coker ve diğerleri, 2016).

Bangladeş, Chittagong Üniversitesi'nde atık oluşumu incelemek için 5 gün boyunca karakterizasyon çalışması yürütülmüştür. Atıklar organik, kağıt, ambalaj, plastik, cam, metal, tekstil, ahşap ve diğerleri olmak üzere 9 gruba ayrılmıştır. Kampüs içerisinde en fazla oluşan atık türü organik atıklar ve kağıt olmuştur. Toplam atıktaki geri

dönüştürülebilir atık oranı ise %28 olarak tespit edilmiştir. Ayrıca kampüste bulunan 64 adet açık çöp alanında, sinek ve farelerin üremesiyle paraziter hastalıklar oluşmuştur. Biyolojik olarak parçalanabilen atıklar yağmurun etkisiyle süzülerek su kirliliğine neden olmaktadır. Çalışma sonucu kampüs içerisinde düzenli bir atık depolama alanı oluşturulması ve atıkların başka bir yere atılması durumunda cezai işlem uygulanması önerilmiştir. Atıkların ayrıştırılarak, geri dönüşüme ve yeniden kullanıma öncelik verilmesi, organik atıklar için kompost uygulamasının yanında kampüs paydaşlarına katı atıkların bertarafının önemi üzerine eğitim verilmesi ve farkındalığın arttırılması için çalışmalar yapılması gerekliliği tartışılmıştır (Rahman ve diğerleri, 2013).

Maçin ve Arıkan (2021) tarafından İstanbul Teknik Üniversitesi'nde mevcut atık yönetim sistemi incelenerek atık karakterizasyon çalışması yürütülmüştür. Çalışma için kampüste bulunan yapılar akademik, idari, yemekhane ve bakım-onarım binaları şeklinde 4'e ayrılmış ve her bir kategoriden 1 bina pilot olarak seçilmiştir. Toplamda seçilen 4 binada bir hafta boyunca atık karakterizasyon çalışması yapılmıştır. Geri dönüştürülebilir atıkların atıldığı mavi konteyner ile diğer atıkların atıldığı gri konteynerlerin incelendiği çalışmada organik atıklar en fazla oluşan atık olurken, ambalaj atıkları da ikinci sırayı almıştır.

Brezilya, Brasilia Üniversitesi FUP Kampüsünde üretilen atıkların miktarını, içeriğini ve geri dönüşüm oranını belirlemek yürütülen çalışmada haftada 5 gün olmak üzere toplamda 1 ay boyunca atık karakterizasyon çalışması yapılmıştır. Kampüste oluşan atıkların %67'sinin geri dönüştürülebilir olduğu tespit edilmiştir (Nolasco ve diğerleri, 2021).

Mevcut durumda herhangi bir atık ayırma işlemi yapılmayan Etiyopya, Kotebe Metropolitan Üniversitesi'nde ağustos ve ekim aylarında olmak üzere 2 dönem atık karakterizasyon çalışması yapılmıştır. Kampüste çalışan temizlik personeline eğitim verildikten sonra atık numuneleri toplanmıştır. Çalışma sonucu oluşan atıkların %93,4'ünün organik atıklardan oluştuğu ve yemekhaneden kaynaklandığı görülmüştür. Bu durum organik atıklara yoğunlaşmış bir atık yönetim planı ile kompost teknolojisinin önemini göstermiştir (Gebreeyessus ve diğerleri, 2019).

Nijerya, Landmark Üniversitesi'nde yapılan çalışmada kampüs alanı 3 bölgeye bölünmüş ve her bölgede 3 ay boyunca, ayda 5 gün olmak üzere atıklar kategorize edilmiştir. Kampüs içerisinde bulunan su üretim fabrikasından dolayı, oluşan atıkların %24,7'sinin polietilen torbaların oluşturduğu tespit edilmiştir. Suyun paketlemesi için kullanılan polietilen torbaları azaltmak amacıyla kampüs içerisinde su sebillerinin yerleştirilmesi ve %21,9 oranında oluşan organik atıklar için kompost uygulaması önerilmiştir. Ayrıca atık toplama amacıyla kullanılan galvaniz konteynerlerin yanında farklı türde atıkları ayrıştırmaya uygun geri dönüşüm kutularının yerleştirilmesi gerektiği görülmüştür (Oladejo ve diğerleri, 2018).

Endonezya'da bulunan Gadjah Mada Üniversitesi'nde uygun atık yönetim yaklaşımını belirlemek için kampüsteki atıkların toplandığı transfer deposunda 5 gün boyunca atıklar organik, plastik, kağıt ve diğer atıklar olarak dörde ayrılmıştır. Çalışma sonucu %67 oranında organik atık, %18 diğer atıklar, %8 kağıt ve %7 plastik atıkların oluşturduğu görülmüştür. Organik atıklar için mevcutta bulunan kompost tesisinin yeterli olduğu, ancak oluşan diğer atıklar için yeni çalışmaların yapılması gerektiği belirtilmiştir. Çalışmada aynı zamanda transfer deposunun kampüs sınırları içerisinde olmasına rağmen, dışarıdan atık toplayıcıların bu alana gelerek atıkları toplayıp, sattıkları tespit edilmiştir. Atık toplayıcıların bu uygun olmayan faaliyetleri sonucu atıkların etrafa saçılması, üniversite yönetimi tarafından kontrol altına alınması gereken bir durum olarak belirtilmiştir (Rahmada ve diğerleri, 2019).

Meksika'da bulunan Baja Kaliforniya Otonom Üniversitesi'nde, belirlenen 3 temsili alanda 12 gün boyunca atık karakterizasyon çalışması yürütülmüştür. Çalışma sonucunda bölgeler kendi içlerinde değerlendirilmiş ve geri dönüştürülebilir atık potansiyelinin çok fazla olduğu tespit edilmiştir. Kampüste oluşan gıda atıklarının kompost üretimi ve hayvan yemi olarak kullanımı planlanmış, kağıt atıkları için de yeniden kullanım teşvik edilerek, elektronik ortamda iletişim yöntemleri önerilmiştir. Geri dönüşüm kutularının görünürlüklerini arttırmak amacıyla da posterlerle bilgilendirmeler yapılması planlanmıştır (de Vega ve diğerleri, 2008).

Amerika'da bulunan Furman Üniversitesi'nde Baldwin ve Dripps (2012) tarafından atık karakterizasyon çalışması yapılış ve oluşan atıkların azaltılması, geri dönüşümü ve olası kompost uygulamaları değerlendirilmiştir. Kampüste bulunan 3 ayrı yurt bölgesindeki atık kutularında, 3 yıl boyunca bahar döneminde atık karakterizasyon çalışması yapılmıştır. Çalışmada genel denetimin yerine bölgeye özgü bir çalışma yürütülmesinin önemi vurgulanarak elde edilen veriler hem yurtlar genelinde hem de her bir yurt için ayrı ayrı incelenmiştir.

Nijerya, Lagos Üniversitesi'nde Adeniran ve arkadaşları (2017) tarafından yürütülen çalışmada kampüs alanı 4 bölgeye ayrılmıştır. Her bölgeden 12 atık numunesi alınmış ve karakterizasyon çalışması yapılmıştır. Çalışma sonucu toplam atığın yaklaşık %64'ünün geri dönüştürülebilir, %15'inin kompostlanabilir atıklardan oluştuğu görülmüştür. Geri dönüşüm oranının arttırılabilmesi için paydaşların katılımını sağlayacak politikaların belirlenmesi gerektiği belirtilmiştir. Kampüs genelinde en fazla oluşan atık %24 oranıyla polietilen torbalar olmuştur. İçme suyunun polietilen torbalarda satılmasıyla bu yüksek oranın görüldüğü, bu yüzden su sebillerin kullanımının yaygınlaşması gerektiği vurgulanmıştır.

Malezya'da bulunan TVET kampüsünün yemekhane ve kafeteryasında oluşan atıkların içeriklerinin tespit edilmesi amacıyla 10 gün boyunca madde grubu analizi yapılmış ve atıklar kağıt, plastik, cam, metal, organik ve diğer atıklar olarak ayrılmıştır. Çalışma sonucu en çok organik atık, en az da cam atığının oluştuğu gözlenmiştir. Oluşan organik atıklar için kompost yapılması önerilmişken, yetersiz olduğu tespit edilen geri dönüşüm kutularının sayısının ve afişlerle görünürlüğünün arttırılması önerilmiştir. Çalışanların ve öğrencilerin geri dönüşüm konusunda duyarlılıklarını arttırmak için ödül ve ceza sistemi gibi uygulamaların yapılması önerilmiştir (Rodzi ve diğerleri, 2019).

Kampüs sürdürülebilirliğini sağlamak amacıyla Pakistan'da bulunan UMT Üniversitesi altı kafeterya ve 2 yemek büfesinde, iki hafta boyunca atık karakterizasyon çalışması yapılmıştır. Gıda atıklarının %59, kağıt atıkların %21 ve plastik atıkların %13,4 oranıyla en yüksek oluşan atıklar olduğu tespit edilmiştir. Paket servisinin çok tercih edilmesi nedeniyle bu atıkların fazla oluştuğu görülmüştür. Ayrıca kampüs içerisinde

370 kişiye anket uygulanmış ve genel atık yönetimi konusunda bilgi sahibi olunsa da, kafeterya ve büfelerde yeterli farkındalığın oluşmadığı anlaşılmıştır. Bu yüzden gıda israfını azaltmak hedefiyle bilinçlendirme faaliyetlerinin yapılması, kompost ve geri dönüşüm uygulamalarının da önceliklendirilmesi gerektiği vurgulanmıştır (Jaafar ve diğerleri, 2017).

Hindistan'ın Gwalior kentinde bulunan MITS kampüsünde mevcut atık yönetimi atıkların belirli bölgelerde yığın halinde yakılmasından ibarettir. Ancak plastiğin yanmasından kaynaklı dioksin gibi zararlı gazların ortaya çıkmasıyla oluşan duman, kampüs sakinlerinin sağlığını etkilemektedir. MITS kampüsünde daha sağlıklı bir atık yönetimi oluşturmak üzere Dangi ve Agarwal (2017) tarafından yapılan çalışmada atıklar plastik, kağıt, cam, metal, gıda, bahçe, deri, lastik, tekstil, tehlikeli, elektronik ve diğer atıklar olmak üzere 12 gruba ayrılmıştır. Kampüs içerisinde en fazla bahçe atıklarının oluştuğu ve bu değerli kaynağın atılmak yerine değerlendirilmesi gerektiği görülmüştür. Atıkların kaynağında ayrıştırılması ve yeterli atık kutularının yerleştirilmesinin yanında kompost gibi uygulamalara yönelerek ekonomik bir kaynak oluşturulmasının önemi vurgulanmıştır.

Ugwu ve arkadaşları (2020) Nijerya, Nsukka kampüsünde 6 ay boyunca, haftada en az bir kez olmak üzere atık numunesi oluşturmuş ve karakterizasyon çalışması yürütmüştür. Çalışma sonucu %34,29 oranında organik atıkların ve %32,36 oranında polietilen torbaların en fazla oluşan atıklar olduğu görülmüştür. Polietilen torbaların çoğunluğu, diğer atıkları bertaraf etmek için kullanıldığından organik atıklarla kontamine olmuştur. Bu durum da atıkların yeniden kullanım ve geri dönüşüm aşamaları için ayrıştırılmasını güçleştirmektedir. Kampüsteki atıkların yaklaşık %96,58'inin geri dönüştürülebilir olması, kampüste kaynakta ayırma, geri kazanım, yeniden kullanım ve kompost çalışmalarının kolayca uygulanabileceğini göstermektedir. Ayrıca kampüs içerisinde oluşan atıklara uygun bir atıktan enerji eldesi teknolojisi uygulanırsa günlük ortalama 1,1 MWh elektrik üreteceği öngörülmektedir. Ugwu ve arkadaşları ayrıca 2021 yılında yaptıkları başka bir çalışmada Nijerya'da bulunan 4 ayrı üniversiteye ait atık karakterizasyon sonuçlarını kıyaslayarak geri dönüşüm potansiyellerini karşılaştırmıştır.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Çalışma Alanı

Bursa İli, Nilüfer İlçesi'nde ana kampüsü bulunan Bursa Uludağ Üniversitesi 1975 yılında kurulmuştur. Bursa Uludağ Üniversitesi ana kampüs olan Görükle Kampüsü'nün yanında, Nilüfer İlçesi'nde bulunan Fethiye Kampüsü, Osmangazi İlçesi'nde bulunan Ali Osman Sönmez Kampüsü ile birlikte; Gemlik, Mudanya, İnegöl, Mustafakemalpaşa, Karacabey, Yenişehir, İznik, Orhaneli, Keles, Harmancık, Büyükorhan ve Orhangazi ilçelerinde de eğitim faaliyetlerini sürdürmektedir. Çalışmanın yapıldığı Görükle Kampüsü %55,4'ü ormanlık alan, %26'sı tarla ve bahçelerden oluşmak üzere toplam 1 441 ha alana sahiptir. Kampüs içerisinde Enstitüler, Diş Hekimliği, Eğitim, Fen-Edebiyat, İktisadi ve İdari Bilimler, Mimarlık, Mühendislik, Sağlık Bilimleri, Spor Bilimleri, Tıp, Veteriner, Ziraat Fakülteleri ve Güzel Sanatlar Fakültesi'nin Resim Bölümü ile Devlet Konservatuvarı, Mennan Pasinli Atçılık Meslek Yüksekokulu, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu ve Bölüm Başkanlıkları ile Rektörlük merkez binası yer almaktadır. Bursa Uludağ Üniversitesi'nin Görükle Kampüsü'nde 53 182 öğrenci, 2 103 akademik personel ve 1 792 idari personel olmak üzere toplam 57 077 kişi bulunmaktadır (BUÜ, 2019).

Görükle Kampüsü kentleşmiş bir bölgede bulunmasına rağmen 1975 yılında öğrencilerin diktiği geniş ormanlık alana sahiptir. Ziraat Fakültesi'ne bağlı 1 000 m^2'lik bir alanda tıbbi ve aromatik bitkiler yetiştirilmektedir. Kampüs içerisindeki flora koruma altında olup 59 familyadan, 219 cins ve 9'u endemik olmak üzere 252 tür bulunmaktadır. Ayrıca dünyanın en büyük geyik türlerinden olan Kızıl Geyik için kampüs içerisinde 7,2 ha'lık bir koruma bölgesi mevcuttur (BUÜ, 2022).

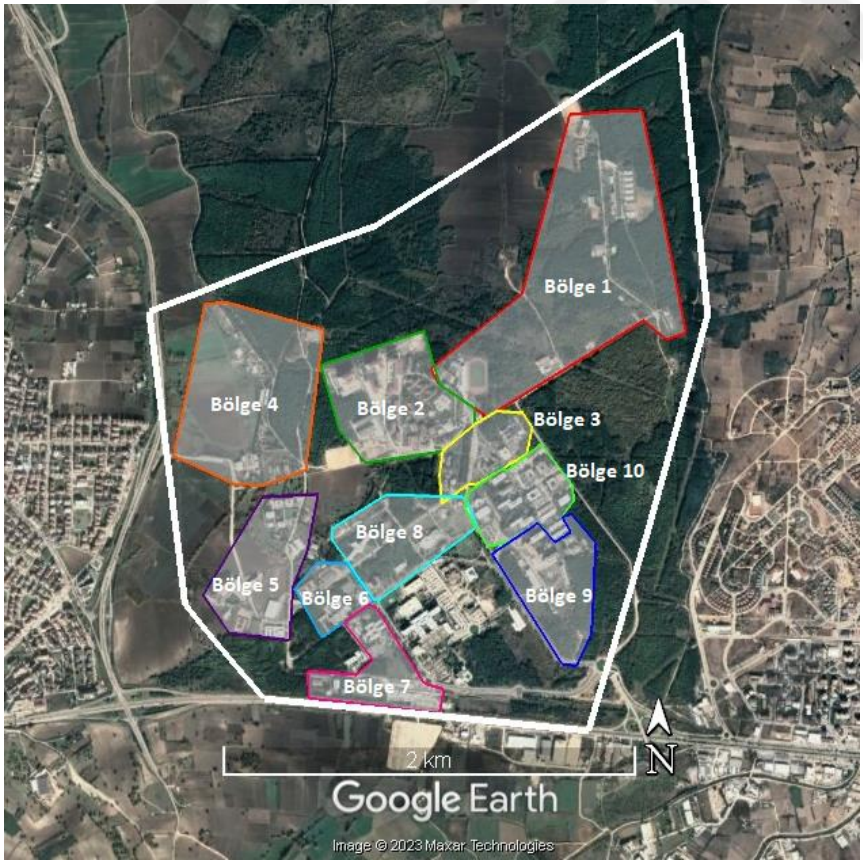
Sıfır atık yönetim sistemini kurarak 2020 yılında Sıfır Atık Belgesi alan Bursa Uludağ Üniversitesi, 2021 ve 2022 yıllarında UI Green Metric Dünya Üniversite Sıralamasına dahil olmuştur. Dünya'da başvuru yapan 1 050 üniversite arasında 357'inci, Türkiye'de başvuru yapan 83 üniversite arasında 31. olmuştur. Türkiye sıralamasında sahip olduğu

güçlü yeşil alan ve altyapısı ile 11'inci sırayı alırken verdiği sürdürülebilirlik eğitimleri ile 3'üncü sırayı almıştır.

3.2. Analiz Yöntemi

3.2.1. Kampüs alanının bölümlenmesi

Bursa Uludağ Üniversitesi Görükle Kampüsü içerisinde bulundurduğu birçok eğitim, idari ve sosyal faaliyet binası ve geniş yeşil alanları ile çok büyük bir alanda bulunmaktadır. Ayrıca kampüs arazisinin bazı bölgelerinin yüksek kotlarda bulunması ve zamanın kısıtlı olması göz önünde bulundurulduğunda bazı bölgelerine araçla ulaşım sağlanması gerekmektedir. Proje alanın büyüklüğü ve karışık yapısı göz önünde bulundurularak çalışmanın daha kontrollü ve sağlıklı yürütülebilmesi amacıyla Bursa Uludağ Üniversitesi Görükle Kampüsü Şekil 3.1'de verildiği gibi 10 bölgeye ayrılmıştır.



Şekil 3.1. Kampüs alanı proje bölgeleri

Kampüs alanının bölgelere ayrılmasında; kampüsteki toplam nüfus, bölgedeki faal nüfus, bina sayısı, atık toplama ekipman sayısı, ekipman cinsi gibi özellikler göz önünde bulundurulmuştur. Böylece kampüs bütününün yanı sıra bölgesel incelemeler de yapılarak, her bölgeye özel çözümler üretmek, projenin artı yönlerinden biri olacaktır. Kampüs alanındaki bölgelere ait ayrıntılı bilgi Çizelge 3.1'de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Proje bölgelerinin kapsadığı alanlar

Bölge No	Bölgenin Kapsadığı Alan
Bölge 1	Beden Eğitimi ve Spor Öğretmenliği Bölümü, İnşaat Dairesi ve Lojmanı, Arıcılık Geliştirme-Uygulama ve Araştırma Merkezi, Veteriner Fakültesi Araştırma Çiftliği
Bölge 2	KYK Yurtları, KYK Lojmanları, KYK Durakları ve Özel Güvenlik Birimi
Bölge 3	Veteriner Fakültesi(I. Öğrenci Kompleksi, II. A Blok, Dekanlık binası, Anatomi Diseksiyon Salonu, Hayvan Hastanesi), Güler - Osman Köseoğlu ve Nilüfer Hatun Kız Öğrenci Yurtları
Bölge 4	BESAŞ, Güzel Sanatlar Fakültesi(Resim Bölümü) ve Ziraat Fakültesi Çiftliği (BESAŞ Ar-Ge ve ekmek fırını hariç)
Bölge 5	Ziraat Fakültesi Eğitim Binaları ve Dekanlık Binası, Basımevi, ULUTEK Araştırma Merkezi, Konservatuvar Bölümü, Spor Salonu
Bölge 6	Fen-Edebiyat Fakültesi Sosyal Bilimler Bölümü, Unpa Kafe, Han Kafe ve Sera
Bölge 7	Tıp Eğitim Birimleri, PTT, Rektörlük, Sanat Galerisi, otopark alanı, Metro Giriş ve Çıkışları, Otobüs Durakları, Tenis Kortu ve Futbol Sahası
Bölge 8	Mediko, Rabia Rıza Biçen Yurdu, Fen-Edebiyat Fakültesi Fen Bilimleri Bölümü, Üniversite Lojmanları, Anaokulu ve Kreş, Çamlık Yemekhanesi, Mete Cengiz Kültür Merkezi
Bölge 9	Eğitim Fakültesi(A,B,C blokları, Resim Bölümü, Müzik Bölümü), Enstitü, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Mimoza Kafe, Aytu Pide Kebap, büfeler, kırtasiye ve Kampüsün Şehir Merkezi giriş kapısı
Bölge 10	Kütüphane, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi (A-B-C Bloklarını), Makine Mühendisliği, Endüstri Mühendisliği, Mimarlık Fakültesi, Otomotiv Mühendisliği, Çevre Mühendisliği, Mühendislik Ana Binası, 2 Tekstil 1 Fizik Laboratuvarı, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu

Çalışmanın yürütüldüğü dönemde aktif olan COVID-19 Pandemisi'nden dolayı Tıp Fakültesi ve çevresi proje alanına dahil edilmemiştir.

3.2.2. Kampüste bulunan atık toplama ekipmanlarının tür ve yer tespiti

Kampüs içerisinde atıkların toplanması amacıyla çeşitli atık toplama ekipmanları bulunmaktadır. Çalışma öncesi bu ekipmanların tür, miktar ve konumlarının belirlenmesi çalışma sonrası yapılabilecek iyileştirme programları için faydalı olacaktır.

Yapılan keşif çalışması sonucu kampüs içerisinde bulunan atık toplama ekipmanları aşağıda verilmiştir;

- Tepegöz Çöp Kovası

Özellikleri:
Gövdesi darbelere karşı dayanıklı polietilen malzemeden üretilmiştir. Kullanım süresi dolduğunda geri dönüştürülebilir olmasıyla çevre dostudur. Üzerinde alüminyum küllük bulunmaktadır. İç kovası paslanmaya karşı uzun süre dayanım gösterebilmesi için galvanizle kaplıdır. Ayrıca yere sabitlenebildiği için çalınma ve devrilme riski yoktur.

Ölçüleri:
50 cm çapında, 106 cm yüksekliğinde olup hacmi 90 litredir.



Şekil 3.2. Tepegöz çöp kovası

- Tekerlekli Plastik Çöp Konteyneri

Özellikleri:
Gövdesi polietilen malzemeden olup monoblok döküm metoduyla üretilmiştir. Isıya ve suya dayanıklıdır, ihtiyaç duyulması halinde rahatlıkla yıkanıp temizlenebilir. Kullanım

süresi dolduğunda geri dönüştürülebilir olmasıyla çevre dostudur. Üzerinde bulunan metal parçalar paslanmaya karşı uzun süre dayanım gösterebilmesi için galvanizle kaplıdır. Sahip olduğu yüksek kaliteli sert plastik tekerlekler ile rahatlıkla başka bir konuma taşınabilir.

Ölçüleri:
120 litrelik hacim için; 48 cm en x 55 cm boy x 94 cm yükseklik ebatları ile 9 kg ağırlığındadır. Yük kapasitesi 40 kg'dır.

240 litrelik hacim için; 58 cm en x 73 cm boy x 106,5 cm yükseklik ebatları ile 14,5 kg ağrılığındadır. Yük kapasitesi 95 kg'dır.

660 litrelik hacim için; 72 cm en x 92 cm boy x 126 cm yükseklik ebatları ile 44 kg ağrılığındadır. Yük kapasitesi 264 kg'dır.



Şekil 3.3. Tekerlekli plastik çöp konteyneri

- Kafes Tipi Sallanan Çöp Kovası

Özellikleri:
Silindir şeklindeki 0,5 mm sacdan üretilen gövdesi dış mekana uygun şekilde paslanmaya karşı korumalı elektrostatik toz boya ile fırınlama sistemiyle boyanmıştır.

Ana hazne 48 mm kalınlığında 2 adet boru ayak üzerinde durduğundan yere temas etmemektedir. Üzerinde bulunan küllük dolduğunda izmaritler alt hazneye düşer ve doğaya saçılmaz.

Ölçüleri:
Hazne ölçüsü 35 litre, 30 x 50 cm
Çerçeve ölçüsü 48 mm x 48 mm x 115 cm



Şekil 3.4. Kafes tipi sallanan çöp kovası

- Galvaniz evsel atık konteyneri

Özellikleri:
Konteynerin gövdesi sıcak daldırma galvaniz sistemi ile 2 mm sacdan tek parça, kesintisiz formda üretilerek su sızdırmayacak şekilde imal edilmiştir. Konteynerin kaldırma kulakları 4 mm sacdan, kapağı ise 1,5 mm sacdan üretilmiştir. Kapak sisteminde mukavemet arttırıcı profil takviyesi bulunmaktadır. Konteyner altında 2 tanesi hareketli, 2 tanesi sabit olmak üzere 4 adet tekerlek mevcuttur.

Ölçüleri:
58 cm en x 80 cm boy x 105cm yükseklik ebatları ile 400 litre hacmindedir.



Şekil 3.5. Galvaniz evsel atık konteyneri

- Hook-lift konteyner

Özellikleri:

Konteynerin gövdesi boyama işlemi öncesinde özel kimyasallarda yıkanarak atık maddelerden arındırılmış ve kumlama yöntemi ile temizlenmiştir. Gövde üzerinde iki kat epoksi astar ve 2 kat su bazlı boya uygulanmıştır.

Ölçüleri:

Konteyner içi 190 cm yükseklik x 650 cm uzunluk x 225 cm genişlik ölçülerindedir.

Hacim:28 m^3



Şekil 3.6. Hook lift konteyner

- Geri dönüşüm kutuları

Özellikleri:
3 mm et kalınlığına sahip, 600 gr/m² yoğunluklu polipropilen oluklu levhadan üretilen geri dönüşüm kutuları, sıfır atık sisteminin uygulanabilmesi için uygun renk skalasında üretilmektedir. Yıkanabilir, açık hava ve atmosferik şartlardan etkilenmez.

Ölçüleri:
35 cm en x 35 cm boy x 70 cm yükseklik ebatlarındadır.



Şekil 3.7. Geri dönüşüm kutuları

- Çeşitli atıklar için oluşturulmuş kafes sistemler

Özellikleri:
Daha büyük hacimli atıklar için oluşturulmuş atık kafesler metal çerçeve üzerine galvaniz boya ile kaplanmıştır. Plastik, kağıt, cam ve metal gibi ambalaj atıkları için bir bölme; biyobozunur ve diğer atıklar için ayrı bir bölmesi bulunmaktadır. Kapısı sürekli kilitli tutulmaktadır.

Ölçüleri:
100 cm en x 400 cm boy x 160 cm yükseklik ebatlarındadır.



Şekil 3.8. Kafes sistemler

- Atık getirme merkezleri

Özellikleri:

Sıfır atık sistemine uyum çalışmaları için kampüs içerisinde yoğunluk gösteren bölgelerde bulunan atık getirme merkezleri, atık ayrıştırmayı teşvik edecek yönde, doğru ayrıştırmayı belirgin şekilde ifade eden görsellerle donatılmıştır. Metal sacdan imal edilmiş sistem galvaniz boya ile boyanarak yağmura karşı korumalı hale getirilmiştir.

Ölçüleri:

400 cm en x 100 cm boy x 150 cm yükseklik ebatlarındadır.



Şekil 3.9. Atık getirme merkezi

- Tehlikeli atık geçici depolama alanları

Özellikleri:

Fakültelerin laboratuvarlarında oluşan tehlikeli atıkları diğer atıklardan ayrı depolamak amacıyla belirli bölgelerde bulunan tehlikeli atık geçici depoları beton zemin üzerinde, üzeri kapalı olarak imal edilmiştir. Kapısı güvenlik amacıyla kilitli olup, anahtarı görevli kişilerde bulunmaktadır.

Ölçüleri:

240 cm en x 300 cm boy x 270 cm yükseklik ebatlarındadır.



Şekil 3.10. Tehlikeli atık geçici depolama alanı

- Tıbbi atık geçici depolama alanı

Tıp Fakültesi'nde oluşan tıbbi atıkların depolandığı alan betonarme bina olup, özel bir ekip ile kontrolü sağlanmaktadır.



Şekil 3.11. Tıbbi atık geçici depolama alanı

- E-atık kutusu

Kampüs içerisinde, oluşan kullanım ömrünü tamamlamış atık elektrikli ve elektronik eşyaların bertarafı için kullanılmış e-atık kutusu bulunmaktadır.



Şekil 3.12. E-atık kutusu

- Kullanılmış giysi-ayakkabı kumbarası

Kullanılmayan, eski giysilerin bertarafı için kampüs içerisinde tekstil atıkları kutusu bulunmaktadır. Burada toplanan atıklar geri dönüşüm firmaları tarafından alınarak yönetimi sağlanmaktadır.



Şekil 3.13. Tekstil atıkları kutusu

- Kitap ve oyuncak kumbarası

İhtiyaç süresini tamamlamış kitaplar, başka bireylerin faydalanabilmesi için kampüste bulunan kitap ve oyuncak kumbarasına atılmaktadır. Böylece kağıt atıklarının atılması önlenerek, yeniden kullanımı ve ihtiyacı olanların faydalanabilmesi sağlanmıştır. Ayrıca ihtiyacı olanlara ulaştırılmak üzere kullanılmayan oyuncaklar için de bir bölmesi olan kumbara ile plastik gibi çeşitli atıkların da yeniden kullanımı sağlanarak, atığa dönüşmesi önlenmektedir.



Şekil 3.14. Kitap ve oyuncak kutusu

Bursa Uludağ Üniversitesi Görükle Kampüsü'nde atıkların yönetilmesi için birçok farklı türde atık toplama ekipmanı bulunmaktadır. Ancak proje kapsamında atık karakterizasyon çalışması için sadece galvaniz evsel atık konteynerlerinden numune alınmıştır. Söz konusu konteynerlere ait koordinatlar Çizelge 3.2'de verilmiştir. Koordinatlarına işlenmiş galvaniz konteynerler ayrıca Bölüm 4.1'deki şekillerde her bir bölge için gösterilmiştir.

Çizelge 3.2. Bölgelerde bulunan galvaniz konteynerlere ait koordinatlar

Bölge No	No	Y	X
Bölge 1	35	659 684	4 455 198
	36	660 188	4 455 514
Bölge 2	37	659 140	4 454 895
	38	658 840	4 455 014
	39	658 774	4 455 131
Bölge 3	32	659 444	4 454 743
	33	659 447	4 454 940
	34	659 310	4 454 936
	40	659 152	4 454 757
	41	659 149	4 454 660
Bölge 4	1	657 871	4 454 773
	2	658 431	4 454 694
Bölge 5	3	658 348	4 454 563
	4	658 449	4 454 438
	5	658 434	4 454 338
	6	658 392	4 454 091
	7	658 338	4 453 987
	8	658 249	4 454 107
Bölge 6	12	658 662	4 453 958
	13	658 647	4 454 233

Bölge No	No	Y	X
Bölge 7	9	658 751	4 453 729
	10	659 034	4 453 705
	11	659 086	4 453 693
Bölge 8	14	658 869	4 454 376
	15	658 876	4 454 360
	16	658 975	4 454 450
	17	659 058	4 454 383
	18	658 990	4 454 288
Bölge 9	21	659 546	4 454 306
	22	659 566	4 454 243
	23	659 789	4 454 107
	24	659 661	4 454 272
	25	659 778	4 454 377
	26	659 726	4 454 387
Bölge 10	27	659 750	4 454 520
	28	659 693	4 454 585
	29	659 777	4 454 647
	30	659 689	4 454 815
	31	659 279	4 454 595

3.2.3. Çalışma ekibinin oluşturulması

Çalışma ekibi Bursa Uludağ Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümü 3. ve 4. sınıf öğrencilerinden oluşmaktadır.

Projenin daha sağlıklı yürütülebilmesi için Katı Atık Yönetimi dersi kapsamında katı atıkların özellikleri, toplanması, taşınması, bertarafı konularında eğitim alan 3. sınıf öğrencileri ile bu dersi alarak başarıyla tamamlamış olan 4. sınıf öğrencilerinden gönüllülük esasıyla katılım sağlamak isteyen öğrenciler çalışmaya dahil edilmiştir. Projeye öğrencilerin aktif katılımı sağlanarak teorik bir dersin uygulamalı hale getirilmesi ile atık bilinci daha etkin bir şekilde verilmiştir.

Çalışmanın yapıldığı her dönem yaklaşık 20-25 kişilik öğrenci ekipleri oluşturulmuş ve belirlenen bölgelere öğrenciler atanmıştır. Çalışma 4 dönem olmak üzere 2 yıl boyunca tekrar edilmiştir.

Çalışma öncesi öğrencilere atık karakterizasyonu hakkında bilgilendirme eğitimi verilmiş ve projenin ayrıntıları anlatılmıştır. Karakterizasyon çalışması esnasında

kullanılacak olan eldiven, çöp poşeti, zemin yaygısı, el terazisi ve doldurulması gereken bilgi formları öğrenci ekiplerine dağıtılmıştır.

Projenin pandemi dönemine denk gelmesi nedeniyle gerekli önlemler alınarak çalışma yapılmıştır. Öğrenciler çalışmayı yaparken kendi bölgelerindeki tüm atık toplama ekipmanlarını tespit etmiş ancak atık numuneleri oluşturulurken sadece galvaniz evsel atık konteynerlerinden örnekleme yapılmıştır.

3.2.4. Kampüsteki katı atık miktar ve bileşenlerinin tespiti

Çevre Mühendisliği Bölümü öğrencilerinin aktif katılımının sağlandığı çalışmada her öğrenci grubu kendi atandığı bölgeyi incelemiştir. Öğrenciler bölgede bulunan atık toplama ekipmanlarının tür ve adetini tespit etmiş, oluşan atıkları fotoğraflamış ve atıklar yönünden tespit ettiği eksiklikleri not etmiştir.

Kafes tipi sallanan çöp kovası ve tepegöz çöp kovası gibi küçük boyutlu atık toplama ekipmanları dolduğunda galvaniz evsel atık konteynerlerine aktarıldığından, bu ekipmanlar çalışmaya dahil edilmemiş, sadece galvanizli konteynerler incelenmiştir. Çalışma esnasında bölgeyi temsil edici, farklı noktadaki kaynaklardan atıklar toplanarak homojen numune oluşturulmuştur. Oluşturulan numunelerle ABD Teknik Standartlar Topluluğu tarafından önerilen "ASTM-D5231: İşlenmemiş Evsel Katı Atıkların Kompozisyonunun Belirlenmesi İçin Standart Test Metodu"na uygun şekilde atık karakterizasyon çalışması yürütülmüştür (ASTM, 2016).

Toplanan atık numuneleri, karakterizasyon çalışması için yere serilen yaygı bezi üzerine dökülerek türlerine göre ayrılmıştır. Her bir atık türü el terazisi ile tartılarak ağırlıkları kayıt edilmiştir. Yapılan her ölçüm sonunda el tartısı kalibre edilmiştir. Çalışmaya ait görseller Şekil 3.15'te verilmiştir.



Şekil 3.15. Çalışmaya ait görseller

Çizelge 3.3. Katı atık bileşenleri (Türkiye Belediyeler Birliği, 2015)

Atık Bileşenleri	Kapsamı
Mutfak Atıkları	Yemek Artıkları, Ekmek, Sebze, Meyve
Kağıt	Gazete, Kağıt, Defter
Karton	Süt Kutusu, Meyve Suyu Kutusu, Tetra-pak Kutuları
Hacimli Karton	Karton Kutular
Plastik	Tüm Plastikler
Cam	Cam Şişe, Cam Bardak, Kavanoz
Metal	Teneke Kutu, Çatal, Bıçak
Hacimli Metal	Metal Dolap, Masa vb.
Elektrikli ve Elektronik Ekipman Atıkları	Telefon, Radyo vb.
Tehlikeli Atık	Pil, Boya Kutusu
Park ve Bahçe Atıkları	Dal, Ağaç Parçası, Çim vb.
Diğer Yanmayanlar	Taş, Kum, Toz, Seramik
Diğer Yanabilenler	Kumaş, Çocuk Bezi, Ayakkabı, Terlik, Yastık
Diğer Yanabilir Hacimli Atıklar	Mobilya, Tahtadan Yapılmış Malzemeler vb.
Diğer Yanmayan Hacimli Atıklar	-
Diğer (Yukarıdaki Gruplar Hariç)	-

Karakterizasyon çalışmasında ayrıştırma işlemi Çizelge 3.3'te verilen atık bileşenleri esas alınarak yapılmıştır (Türkiye Belediyeler Birliği, 2015). Yapılan bu madde grubu analizi 2021-2022 ve 2022-2023 eğitim yıllarının güz ve bahar dönemlerinde olmak üzere toplamda 4 kez gerçekleştirilmiş ve ağırlıkça yüzde değerlerine göre her bölgede oluşan atık tür ve miktarı belirlenmiştir.

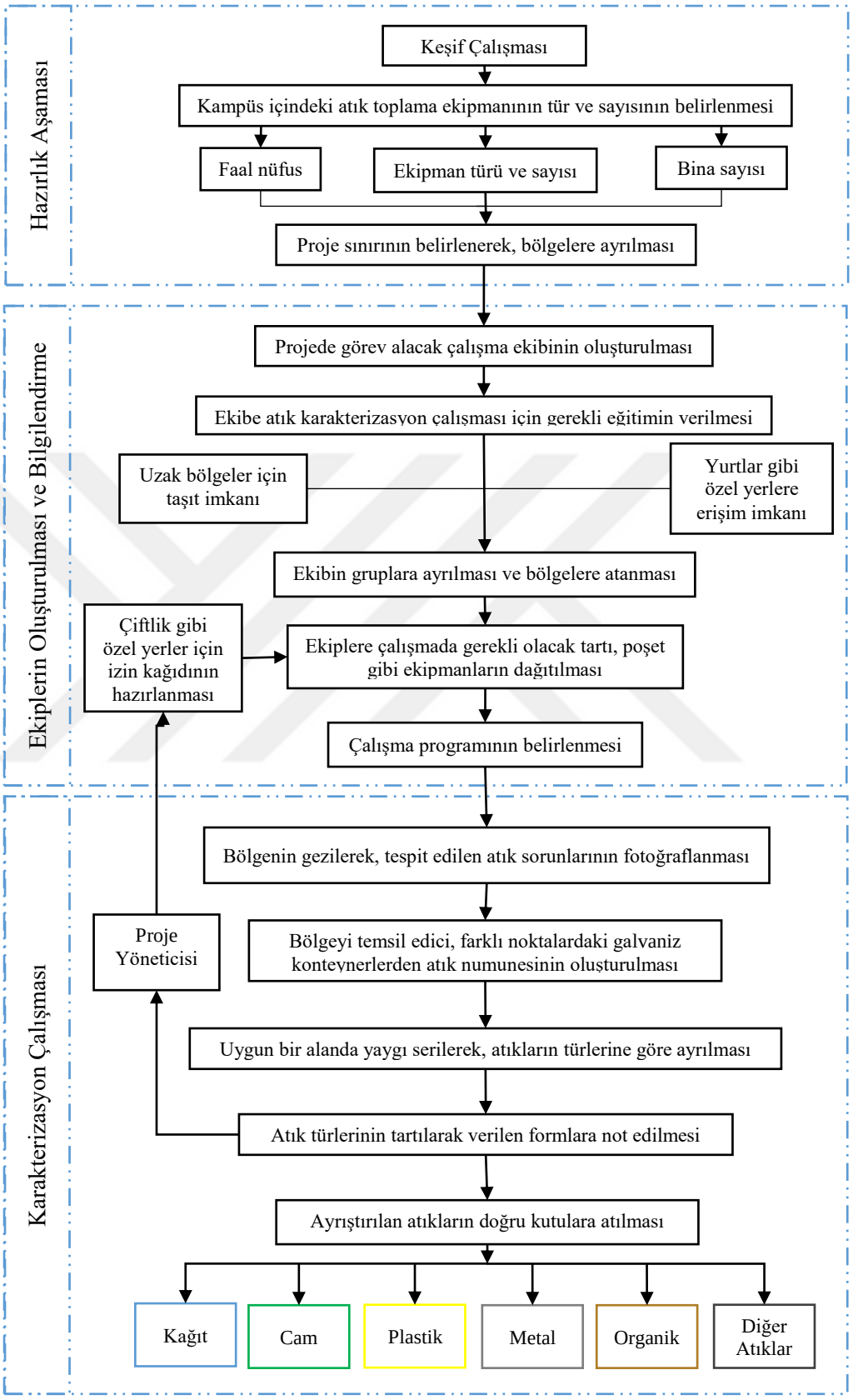
3.2.5. Çalışma verilerinin istatistiksel olarak incelenmesi

Atık karakterizasyon verilerinin istatistiksel olarak anlamlandırılabilmesi için IBM SPSS 26 programı kullanılarak değerlendirme yapılmıştır. Çalışma sonucu elde edilen verilerin normal dağılım göstermesi ve varyanslarının homojen olması sonucu parametrik testlerin uygulanması uygun görülmüştür. Parametrik testler, güçlü varsayımlar gerektirmesi ve yüksek hassasiyetteki verileri dikkate aldığı için parametrik olmayan testlerden daha güçlüdür.

Varyansların analizi, F Testi (ANOVA), 2'den fazla anakütle ortalamasına ilişkin bağımsız değişkenlerin karşılaştırılması için kullanılan bir testtir. İkiden fazla grubun tek bir özelliğinin ortalamasının karşılaştırılması durumunda tek yönlü varyans analizi, iki özelliğinin ortalamasının karşılaştırılması durumunda iki yönlü ANOVA kullanılır. Söz konusu çalışmada elde edilen atık verilerinin, çalışmanın yapıldığı dönemler arasında anlamlı bir fark oluşturup oluşturmadığının test edilmesi için tek yönlü ANOVA testi kullanılmıştır. Ardından geri dönüştürebilir atıklar için de gerekli araştırmalar yapılıp, parametrik olmayan testlerden Kruskal Wallis H testi, SPSS 26 programında uygulanmış ve sonuçlar ilgili bölümde verilmiştir.

3.2.6. Çalışma metodu algoritması

Bu bölümde söz konusu tez çalışması esnasında uygulanması kurgulanan çalışma metodu için oluşturulan algoritma Şekil 3.16'da verilmiştir.



Şekil 3.16. Çalışma metodu algoritması

3.2.7. Çalışma esnasında dikkat edilmesi gereken hususlar

Yapılacak olan çalışmanın sağlıklı bir şekilde yürütülebilmesi için dikkat edilmesi gereken hususlar aşağıda verilmiştir.

- Projede söz konusu kampüs alanının doğru bir şekilde bölümlendirilmesi çok önemlidir. Yapılacak çalışmada atığı oluşturan paydaşların yoğunluğu, bina sayısı ve atık toplama ekipman türü ve sayısı göz önünde bulundurularak bu işlem yapılmalıdır.
- Atık numunesi oluşturulurken, bölgeyi temsil edici olması için bölgenin tamamının gezilerek, alandaki kutuların tespit edilmesi gerekmektedir. Numune alma işlemi tek bir galvaniz kutu üzerinden yapılmamalıdır. Bölgede bulunan tüm galvaniz konteynerlerden atık alarak homojen bir atık numunesinin oluşturulması şarttır.
- Çalışma esnasında maske, eldiven gibi kişisel koruyucu ekipmanların kullanımına özen gösterilmelidir.
- Toplanan atık numunesinin içinde çivi, ustura, cam parçaları, şırınga gibi kesici aletler olabilir. Bu yüzden atıklar toplanırken dikkatli olunmalı, gerekirse maşa gibi aletlerden yararlanılmalıdır.
- Toplanan içecek ambalajlarının içi sıvı ile dolu olabilir. Tartım işlemi yapılmadan önce ambalaj içindeki sıvı uygun bir yere dökülmeli ve ardından tartım yapılmalıdır.
- Her tartım sonrasında el kantarı kontrol edilmeli ve kalibrasyonu yapılmalıdır.
- Çalışma bitiminde ayrıştırılan tüm atıklar en yakın geri dönüşüm kutularına atılmalıdır. Geri dönüşümü mümkün olmayan diğer atıklar ise bölgede varsa, gri renkli geri dönüşemeyen atıklara ait kutuya veya en yakın galvaniz konteynere bırakılmalıdır.
- Çalışma sonunda doğa bulunduğu gibi temiz bırakılmalı, arkada herhangi bir atık, poşet vb. kalmadığından emin olunmalıdır.

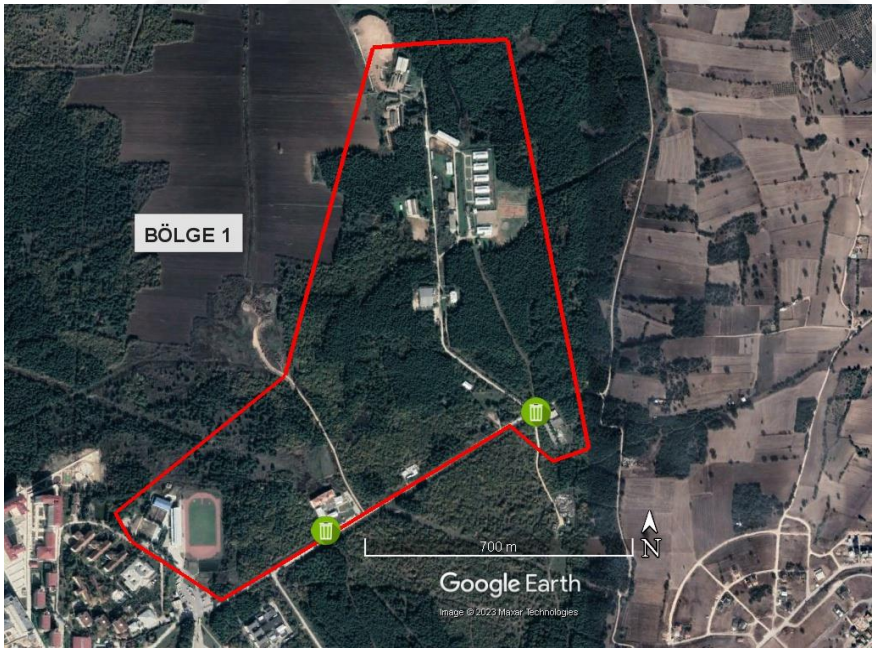
4. BULGULAR

Bu bölümde çalışmanın yürütüldüğü her bir bölge ve kampüs geneline ait bulgular verilerek sonuçlar değerlendirilmiştir.

4.1. Bölgesel Bulguların Değerlendirilmesi

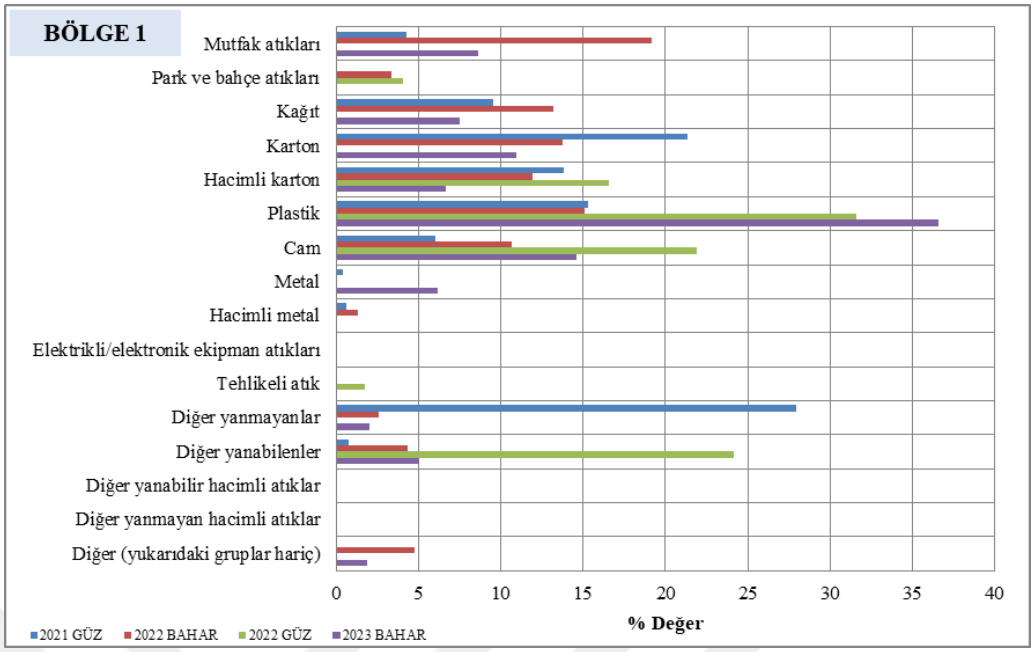
Bölge 1 için Bulguların Değerlendirilmesi

Çalışma kapsamında Bölge 1 olarak isimlendirilen alanda Beden Eğitimi ve Spor Öğretmenliği Bölümü, İnşaat Dairesi ve Lojmanı, Arıcılık Geliştirme-Uygulama ve Araştırma Merkezi ile Veteriner Fakültesi Araştırma Çiftliği yer almaktadır. Bölgede 3 adet tekerlekli plastik çöp konteyneri, 5 adet galvaniz konteyner, 8 adet kafes tipi sallanan atık kutusu bulunmaktadır. Söz konusu bölge ve çalışma kapsamında incelenen galvaniz konteynerlerin konumları Şekil 4.1'de gösterilmiştir.



Şekil 4.1. Bölge 1 proje alanı Google Earth görüntüsü

Çalışmanın yapıldığı her bir dört dönem için Bölge 1'i temsilen, günlük ortalama atık yüzdeleri Şekil 4.2'de verilmiştir.



Şekil 4.2. Bölge 1'e ait günlük ortalama atık yüzdeleri

Bu veriler doğrultusunda bölgede çoğunlukla plastik, cam ve karton gibi ambalaj malzemelerinin oluştuğu görülmektedir. Bölgenin kampüs merkezinden ve marketlerden uzak olması sebebiyle yapılan paketli gıda alışverişi; mutfak atıkları ve plastik başta olmak üzere çeşitli ambalaj atıklarının artmasına neden olmuştur. Çalışma boyunca bölgede en çok oluşan atık türü ile kompostlanabilir ve geri dönüştürülebilir atık oranları Çizelge 4.1'de sunulmuştur.

Çizelge 4.1. Bölge 1'e ait atık özellikleri

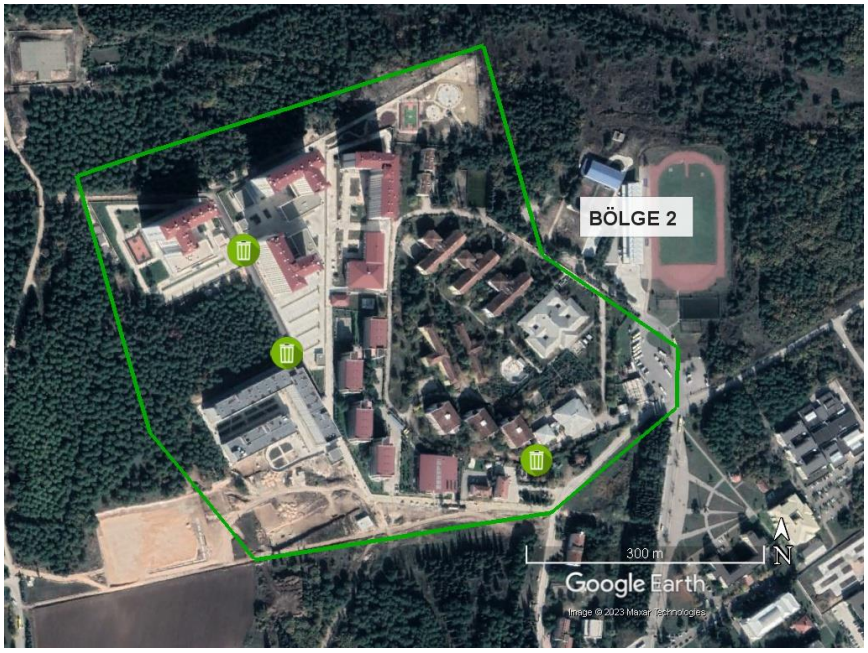
BÖLGE 1	En Çok Oluşan Atık Türü	Geri Dönüştürülebilir Atık Oranı	Kompostlanabilir Atık Oranı
2021 Güz	%27,98 Diğer yanmayan atıklar	%67,1	%4,23
2022 Bahar	%19,15 Mutfak atıkları	%65,84	%22,47
2022 Güz	%31,15 Plastik atıkları	%70,05	%4,05
2023 Bahar	%36,58 Plastik atıkları	%82,42	%8,65

Çizelge 4.1 incelendiğinde çok fazla geri dönüştürülebilir atığın karışık atıklarla birlikte atıldığı görülmüştür. Özellikle plastik atığın fazla oluştuğu bölgede geri dönüşüme yönelik bilinçlendirme çalışmaları arttırılmalıdır. Öğrencilerin aksine idari personel tarafından aktif olarak kullanılan bölgede bulunan bazı atık toplama ekipmanlarının kırık olması, atıkların yere dökülmesine ve çevre kirliliğine sebep olmaktadır. Ayrıca

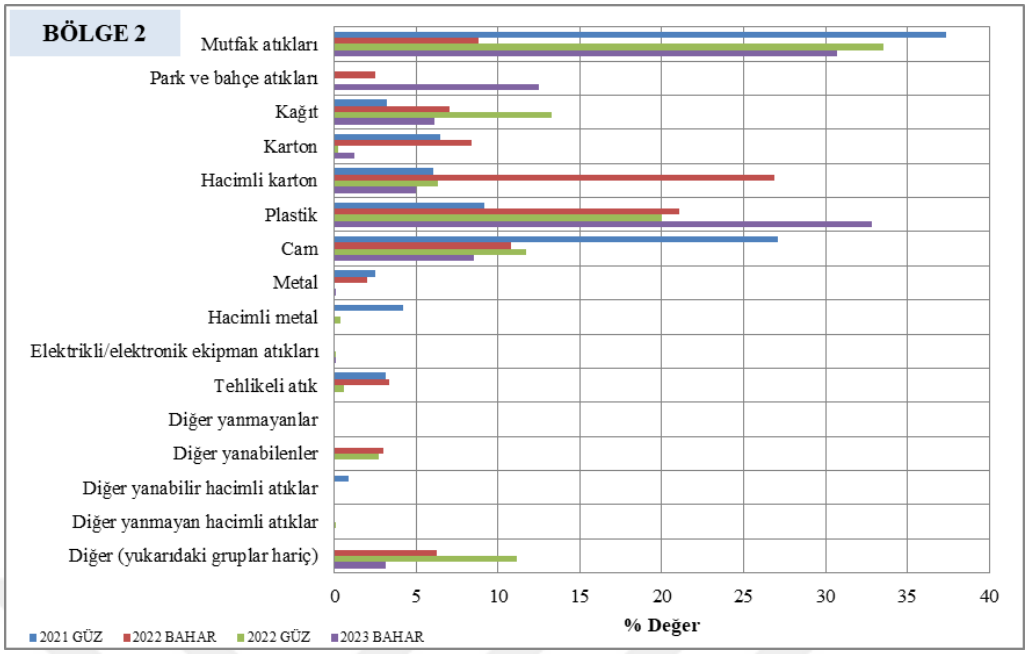
bölgede yeterli miktarda geri dönüşüm ekipmanının ve atıkların kaynağında doğru bir şekilde ayrışmasını sağlayacak bilgilendirmenin bulunmadığı tespit edilmiştir. Bölgede genel olarak nüfus az olduğu için geri dönüştürülebilir atıklar için mavi ve diğer atıklar için gri kutudan oluşan 2'li geri dönüşüm sistemi kullanılabilir.

Bölge 2 için Bulguların Değerlendirilmesi

Çalışma kapsamında Bölge 2 olarak isimlendirilen alanda KYK Yurtları, KYK Lojmanları, KYK Otobüs Durakları ve Özel Güvenlik Birimi yer almaktadır. Bölgede 2 adet sarı renkli plastik atık geri dönüşüm kutusu, 1 adet yeşil renkli cam atık geri dönüşüm kutusu, 6 adet mavi renkli geri dönüştürülebilir atıklar için geri dönüşüm kutusu, 5 adet tekerlekli plastik çöp konteyneri, 40 adet galvaniz konteyner, 5 adet çeşitli atıklar için oluşturulmuş kafes sistemi ve 2 adet üzeri küllüklü tepegöz çöp kovası bulunmaktadır. Söz konusu bölge ve çalışma kapsamında incelenen galvaniz konteynerlerin konumları Şekil 4.3'te gösterilmiştir. Çalışmanın yapıldığı her bir dört dönem için Bölge 2'yi temsilen, günlük ortalama atık yüzdeleri ise Şekil 4.4'te verilmiştir.



Şekil 4.3. Bölge 2 proje alanı Google Earth görüntüsü



Şekil 4.4. Bölge 2'ye ait günlük ortalama atık yüzdeleri

Pandemi sürecinde getirilen sokağa çıkma ve seyahat kısıtlamaları, gıda ve hijyen malzemelerinin fazlasıyla stoklanmasına neden olmuştur. Ancak gereğinden fazla satın alınarak depolanan bu malzemeler, karşımıza yeniden atık olarak çıkmıştır. Aynı şekilde pandemi sürecinde kazanılan paketli gıdaya yönelim davranışının pandemi sonrası dönemde de devam ettiği görülmektedir. Çalışma boyunca bölgede en çok oluşan atık türü ile kompostlanabilir ve geri dönüştürülebilir atık oranları Çizelge 4.2'de sunulmuştur.

Çizelge 4.2. Bölge 2'ye ait atık özellikleri

BÖLGE 2	En Çok Oluşan Atık Türü	Geri Dönüştürülebilir Atık Oranı	Kompostlanabilir Atık Oranı
2021 Güz	%37,37 Mutfak atıkları	%58,68	%37,37
2022 Bahar	%26,91 Hacimli karton	%76,14	%11,29
2022 Güz	%33,51 Mutfak atıkları	%51,93	%33,51
2023 Bahar	%32,86 Plastik atıkları	%53,72	%43,16

Çizelge 4.2 incelendiğinde mutfak atıkları ile plastik ve hacimli karton atıklarının fazla olduğu görülmektedir. Öğrenci yoğunluğunun fazla olduğu bu bölgede, yurtlara özel yemek hizmetinin bulunması mutfak atıklarını oluştururken; öğrencilerin yurda gelmeden yaptığı gıda alışverişi, siparişi verilen paket servis ve kargo kolileri de

hacimli karton ve plastik atıklarını oluşturmaktadır. Bölgede yeterli sayıda galvaniz konteyner bulunsa da alanın eğimli yapısı göz önünde bulundurularak, konteyner konumları yeniden gözden geçirilmeli; tek bir alan yerine bölgeye dağıtılmış şekilde yeniden konumlandırılmalıdır. Ayrıca yurtların bulunduğu bu bölgede öğrencilere ve görevlilere doğru atık yönetimi hakkında bilinçlendirme eğitimleri verilerek karışık atıklarla atılan geri dönüştürülebilir atık oranını azaltmak mümkün olacaktır.

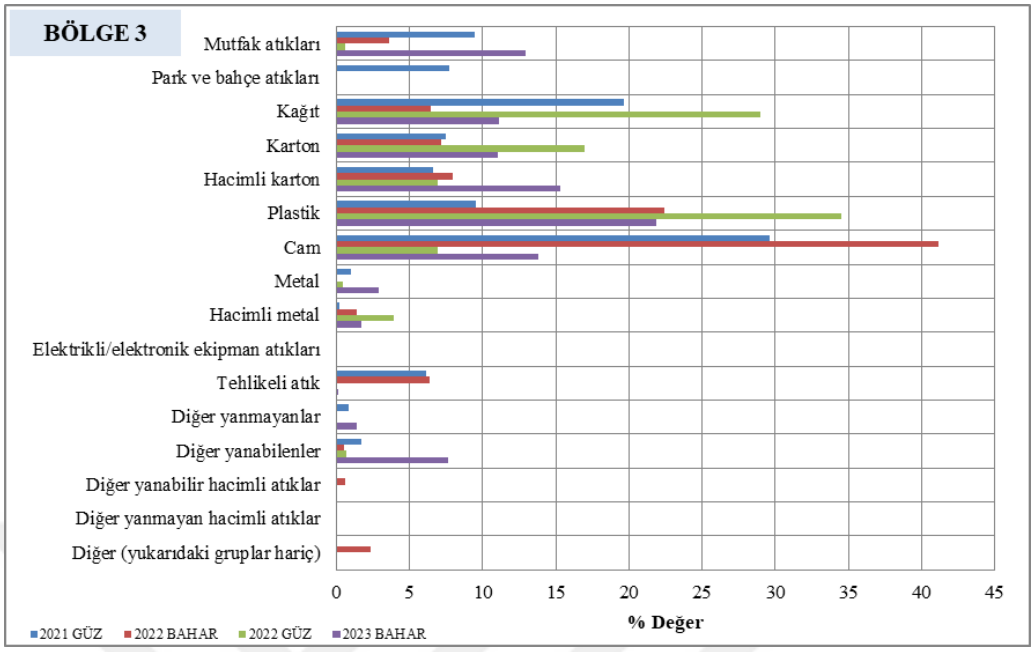
Bölge 3 için Bulguların Değerlendirilmesi

Çalışma kapsamında Bölge 3 olarak isimlendirilen alanda Veteriner Fakültesi ve Dekanlığı, Hayvan Hastanesi, Güler – Osman Köseoğlu ve Nilüfer Hatun Kız Öğrenci Yurtları yer almaktadır. Bölgede 1 adet tehlikeli atık geçici depolama alanı, 6 adet galvaniz konteyner, 2 adet çeşitli atıklar için oluşturulmuş kafes sistemi ve 4 adet üzeri küllüklü tepegöz çöp kovası bulunmaktadır. Söz konusu bölge ve çalışma kapsamında incelenen galvaniz konteynerlerin konumları Şekil 4.5'te gösterilmiştir.



Şekil 4.5. Bölge 3 proje alanı Google Earth görüntüsü

Çalışmanın yapıldığı her bir dört dönem için Bölge 3'ü temsilen, günlük ortalama atık yüzdeleri Şekil 4.6'da verilmiştir.



Şekil 4.6. Bölge 3'e ait günlük ortalama atık yüzdeleri

Hayvan Hastanesi'nin önünde bulunan kantinin bahçesinde öğrencilerin ders çalışmasından kaynaklı kağıt atığı ve tüketilen gıdalardan kaynaklı mutfak atığı ve karton, plastik gibi ambalaj atıkları oluşmaktadır. Pandemi sonrası normalleşme süreci olan 2022 Bahar döneminde öğrencilerin sosyalleşme esnasında bahçede daha çok vakit geçirip tükettikleri içecekler de cam atığını oluşturmuştur. Ayrıca Hayvan Hastanesi'nden kaynaklı tehlikeli atık oluşumu gözlenmiştir. Çalışma boyunca bölgede en çok oluşan atık türü ile kompostlanabilir ve geri dönüştürülebilir atık oranları Çizelge 4.3'te sunulmuştur.

Çizelge 4.3. Bölge 3'e ait atık özellikleri

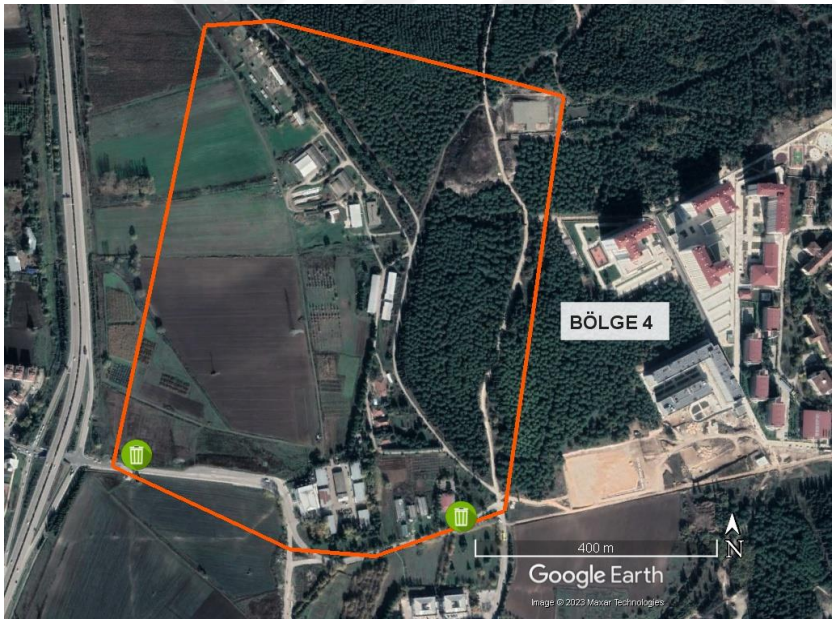
BÖLGE 3	En Çok Oluşan Atık Türü	Geri Dönüştürülebilir Atık Oranı	Kompostlanabilir Atık Oranı
2021 Güz	%29,63 Cam atıkları	%74,16	%17,14
2022 Bahar	%41,18 Cam atıkları	%86,61	%3,60
2022 Güz	%34,50 Plastik atıkları	%98,70	%0,64
2023 Bahar	%21,89 Plastik atıkları	%77,81	%12,96

Çizelge 4.3 incelendiğinde cam ve plastik atıklarının en çok oluşan atık türleri olduğu görülmektedir. Karışık atıklarla birlikte atılmış olan geri dönüştürülebilir atık oranının

çok yüksek seviyelere çıkması endişe vericidir. Bölgede bulunan paydaşlara geri dönüşümün önemi hakkında bilgi verilerek bu oranın azalması sağlanmalıdır. Ayrıca bölgede bulunan galvaniz konteynerlere atılan atıkların taştığı gözlenmiş ve konteyner sayısının yetersiz olduğu tespit edilmiştir.

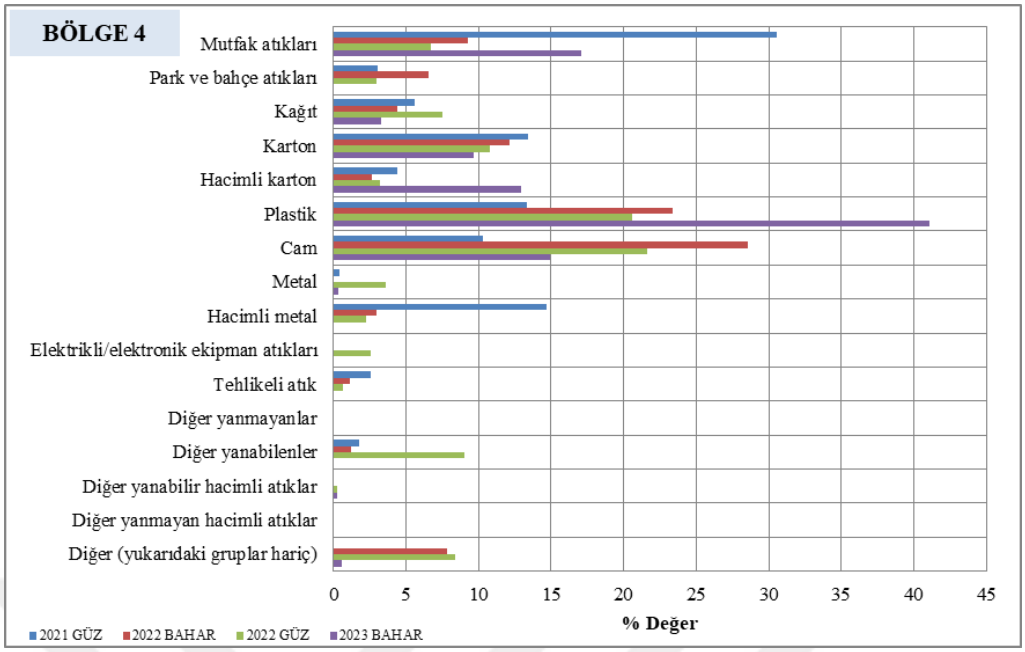
Bölge 4 için Bulguların Değerlendirilmesi

Çalışma kapsamında Bölge 4 olarak isimlendirilen alanda BESAŞ, Güzel Sanatlar Fakültesi Resim Bölümü ve Ziraat Fakültesi Çiftliği yer almaktadır. Bölgede 1 adet yeşil renkli cam atık geri dönüşüm kutusu, 4 adet tekerlekli plastik çöp konteyneri, 4 adet galvaniz konteyner, 1 adet kafes tipi sallanan atık kutusu ve 1 adet üzeri küllüklü tepegöz çöp kovası bulunmaktadır. Söz konusu bölge ve çalışma kapsamında incelenen galvaniz konteynerlerin konumları Şekil 4.7'de gösterilmiştir.



Şekil 4.7. Bölge 4 proje alanı Google Earth görüntüsü

Çalışmanın yapıldığı her bir dört dönem için Bölge 4'ü temsilen, günlük ortalama atık yüzdeleri Şekil 4.8'de verilmiştir.



Şekil 4.8. Bölge 4'e ait günlük ortalama atık yüzdeleri

Söz konusu bölge çoğunlukla Resim Bölümü öğrencileri ve Ziraat Fakültesi Çiftliği çalışanları tarafından kullanılmakta olup, yoğun olmayan bir alandır. Öğrencilerin projelerinde kullandıkları boyalar ve çeşitli çözücüler tehlikeli atıkları oluştururken; tuval, kağıt, karton ve metal gibi malzemeler de geri dönüştürülebilir atıkları oluşturmaktadır. Ayrıca bölgenin kampüs merkezine uzak, şehir bölgesine yakın olması; kampüs dışından veya kampüs merkezinden bölgeye çok fazla gıda ürününün getirilmesine ve mutfak atıklarının oluşmasına neden olmaktadır. Çalışma boyunca bölgede en çok oluşan atık türü ile kompostlanabilir ve geri dönüştürülebilir atık oranları Çizelge 4.4'te sunulmuştur.

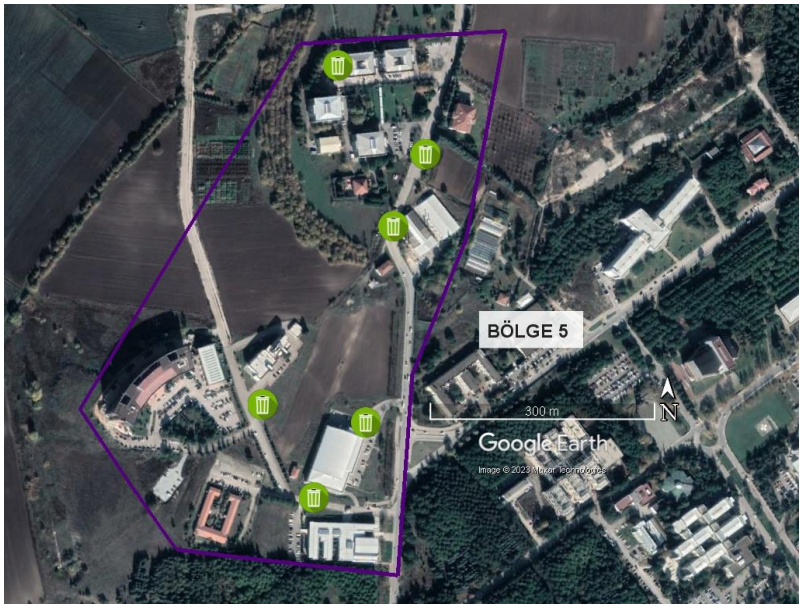
Çizelge 4.4. Bölge 4'e ait atık özellikleri

BÖLGE 4	En Çok Oluşan Atık Türü	Geri Dönüştürülebilir Atık Oranı	Kompostlanabilir Atık Oranı
2021 Güz	%30,58 Mutfak atıkları	%62,07	%33,61
2022 Bahar	%28,56 Cam atıkları	%74,09	%15,81
2022 Güz	%21,66 Cam atıkları	%69,58	%9,64
2023 Bahar	%41,08 Plastik atıkları	%82,14	%17,05

Çizelge 4.4'te kompostlanabilir atık miktarı incelendiğinde bu atıkların değerlendirilmesinin önemi görülmektedir. Geniş bir yeşil alana sahip bu bölgede, kampüs içerisinde oluşan biyobozunur atıklar için bir kompost tesisinin kurulması değerlendirilebilir. Bölgede bulunan Ziraat Fakültesi Çiftliği, kampüs içi ana yola uzak olduğu için çiftliğe özel bir geçici atık toplama alanı yapılmalı, buradan da bir görevli yardımıyla Belediye araçlarının ulaşabileceği konteynerlere taşınmalıdır. Böylece çiftlikten oluşan atıkların daha rahat bir şekilde alınması sağlanabilir.

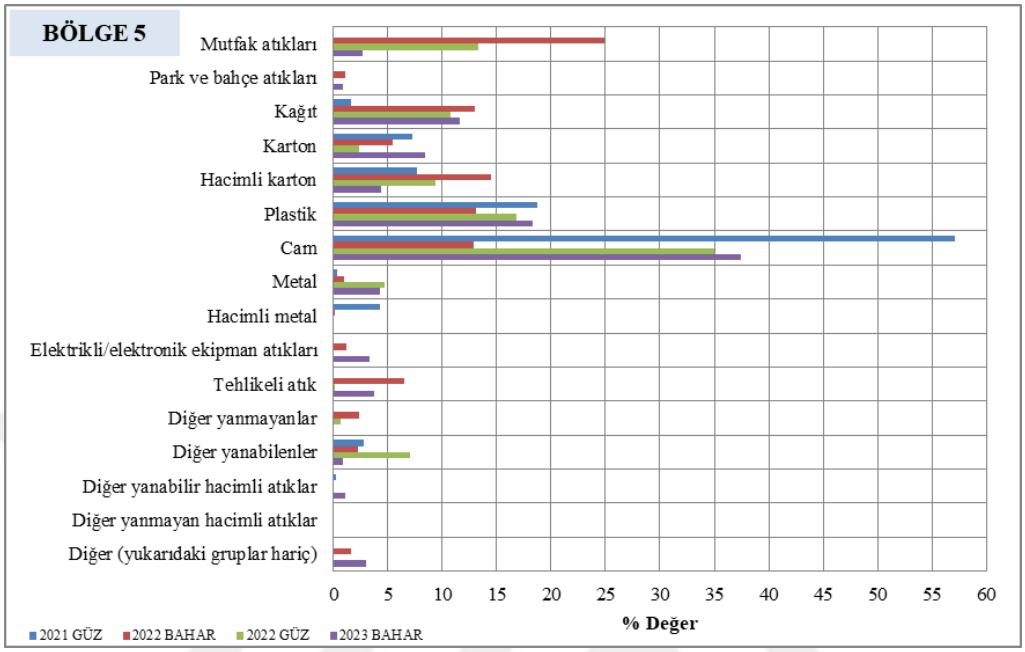
Bölge 5 için Bulguların Değerlendirilmesi

Çalışma kapsamında Bölge 5 olarak isimlendirilen alanda Ziraat Fakültesi ve Dekanlığı, Basımevi, ULUTEK Araştırma Merkezi, Konservatuvar Bölümü ve Spor Salonu yer almaktadır. Bölgede 1 adet yeşil renkli cam atık geri dönüşüm kutusu, 2 adet tekerlekli plastik çöp konteyneri, 13 adet galvaniz konteyner, 7 adet kafes tipi sallanan atık kutusu, 6 adet çeşitli atıklar için oluşturulmuş kafes sistemi, 17 adet üzeri küllüklü tepegöz çöp kovası ve 1 adet tehlikeli atık geçici depolama alanı bulunmaktadır. Söz konusu bölge ve çalışma kapsamında incelenen galvaniz konteynerlerin konumları Şekil 4.9'da gösterilmiştir.



Şekil 4.9. Bölge 5 proje alanı Google Earth görüntüsü

Çalışmanın yapıldığı her bir dört dönem için Bölge 5'i temsilen, günlük ortalama atık yüzdeleri ise Şekil 4.10'da verilmiştir.



Şekil 4.10. Bölge 5'e ait günlük ortalama atık yüzdeleri

Geniş bir alanı kapsayan Bölge 5'e ait veriler incelendiğinde özellikle cam atıklarının fazla oluştuğu görülmektedir. Bölgenin bulunduğu arazinin engebeli yapısı ile öğrenci ve idari personelin yoğun olarak kullandığı bölgenin kampüs merkezindeki kafe ve marketlere uzak olması nedeniyle bireyler paket gıda ve otomatlar vasıtasıyla ihtiyaçlarını karşılamaktadır. Bu nedenle cam atıklar başta olmak üzere çeşitli ambalaj atıklarının yoğunlukta olduğu görülmektedir. Çalışma boyunca bölgede en çok oluşan atık türü ile kompostlanabilir ve geri dönüştürülebilir atık oranları Çizelge 4.5'te sunulmuştur.

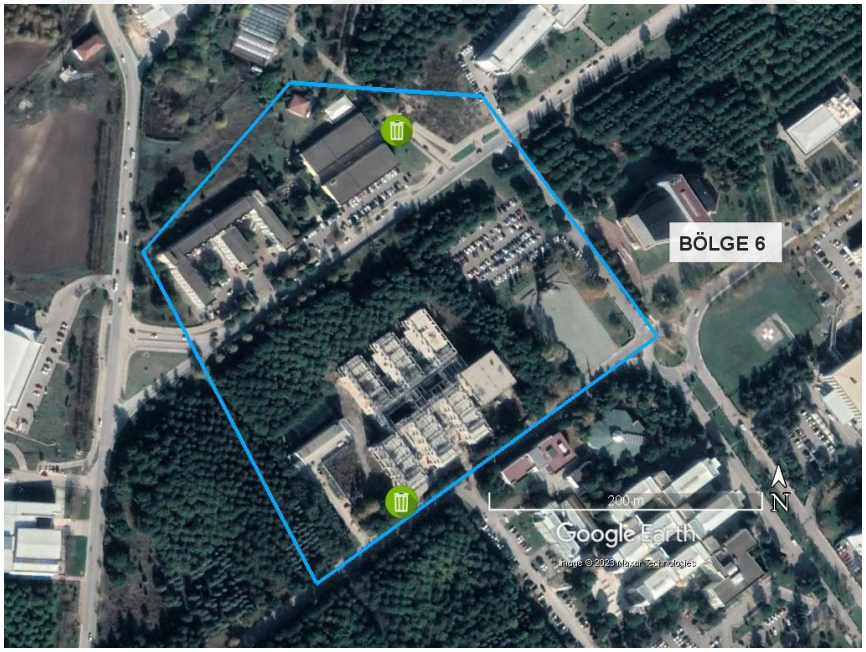
Çizelge 4.5. Bölge 5'e ait atık özellikleri

BÖLGE 5	En Çok Oluşan Atık Türü	Geri Dönüştürülebilir Atık Oranı	Kompostlanabilir Atık Oranı
2021 Güz	%57,13 Cam atıkları	%97,05	-
2022 Bahar	%24,93 Mutfak atıkları	%60,05	%26,00
2022 Güz	%34,98 Cam atıkları	%78,89	%13,31
2023 Bahar	%37,40 Cam atıkları	%84,45	%3,53

Çizelge 4.5 incelendiğinde çok yüksek bir oranda geri dönüştürülebilir atığın karışık atıklarla atıldığı görülmektedir. Nüfus yoğunluğunun yüksek olduğu bölgelerden biri olan bu alanda atık ve çevre bilinci ile ilgili eğitim çalışmaları düzenlenmelidir. Ayrıca bölgede doğru atık ayrıştırmanın nasıl yapılacağı ile ilgili bir bilgilendirmenin olmadığı tespit edilmiştir. En kısa sürede bilgilendirme formları hazırlanarak görünür şekilde atık kutularının üzerine yerleştirilmeli ve bina içi panolara geri dönüşümün önemi ile ilgili bilgi verici dokümanlar asılmalıdır.

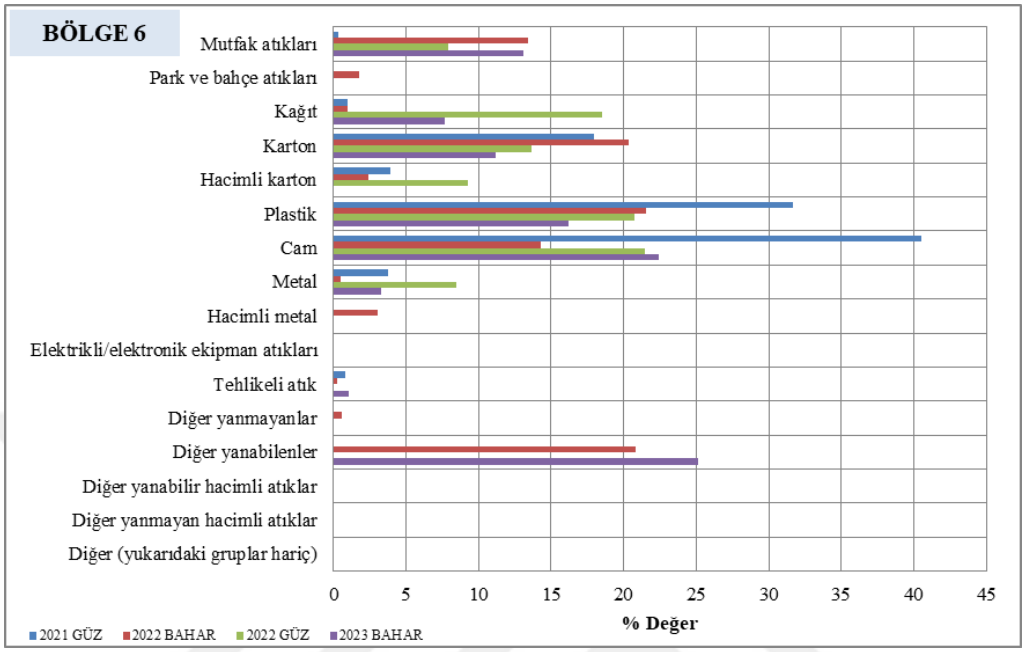
Bölge 6 için Bulguların Değerlendirilmesi

Çalışma kapsamında Bölge 6 olarak isimlendirilen alanda Fen-Edebiyat Fakültesi Sosyal Bilimler Bölümü, Unpa Kafe, Han Kafe ve Sera yer almaktadır. Bölgede 1 adet tekerlekli plastik çöp konteyneri, 6 adet galvaniz konteyner, 3 adet çeşitli atıklar için oluşturulmuş kafes sistemi ve 12 adet üzeri küllüklü tepegöz çöp kovası bulunmaktadır. Söz konusu bölge ve çalışma kapsamında incelenen galvaniz konteynerlerin konumları Şekil 4.11'de gösterilmiştir.



Şekil 4.11. Bölge 6 proje alanı Google Earth görüntüsü

Çalışmanın yapıldığı her bir dört dönem için Bölge 6'yı temsilen, günlük ortalama atık yüzdeleri Şekil 4.12'de verilmiştir.



Şekil 4.12. Bölge 6'ya ait günlük ortalama atık yüzdeleri

Bölgede bulunan kafelerden kaynaklı mutfak atıkları ile karton, plastik, cam gibi ambalaj atıklarının fazla olduğu görülmektedir. Özellikle pandemi dönemi olan 2021 güz döneminde plastik ve cam atık oluşumun fazla olduğu ve sonraki dönemlerde azalma gösterdiği görülmektedir. Çalışma boyunca bölgede en çok oluşan atık türü ile kompostlanabilir ve geri dönüştürülebilir atık oranları Çizelge 4.6'da sunulmuştur.

Çizelge 4.6. Bölge 6'ya ait atık özellikleri

BÖLGE 6	En Çok Oluşan Atık Türü	Geri Dönüştürülebilir Atık Oranı	Kompostlanabilir Atık Oranı
2021 Güz	%40,53 Cam atıkları	%98,81	%0,36
2022 Bahar	%21,58 Plastik atıkları	%63,18	%15,17
2022 Güz	%21,49 Cam atıkları	%92,07	%7,93
2023 Bahar	%25,13 Diğer yanabilen atıklar	%60,80	%13,06

Bölge 6 incelendiğinde güz dönemlerinde karışık atığa atılan geri dönüştürülebilir atık oranı artarken, bahar dönemlerinde bu değerin azaldığı görülmektedir. Bu durumun bireylerin soğuk havalarda atık ayrıştırma konusuna dikkat etmeyerek, daha isteksiz bir

tutum sergilemesinden dolayı oluştuğu düşünülmektedir. Havaların ısındığı bahar döneminde yanlış bir atık bertaraf davranışının düzeldiği görülmektedir. Soğuk havalarda doğru atık toplama ekipmanına ulaşım konusunda bireylerin isteksiz olması, minimum enerjiyi sarf ederek en yakında bulunan herhangi bir atık toplama ekipmanına yönelmesine neden olmaktadır. Ayrıca bölgedeki galvaniz sayısının az olmasından dolayı bina aralarında atık birikintilerine rastlanmıştır. Bölgede atıkların kaynağında doğru bir şekilde ayrıştırılması ile ilgili bilgilendirme yapılmalı ve kafe çalışanları ile yöneticilerine atık yönetimi konusunu eğitim verilmelidir.

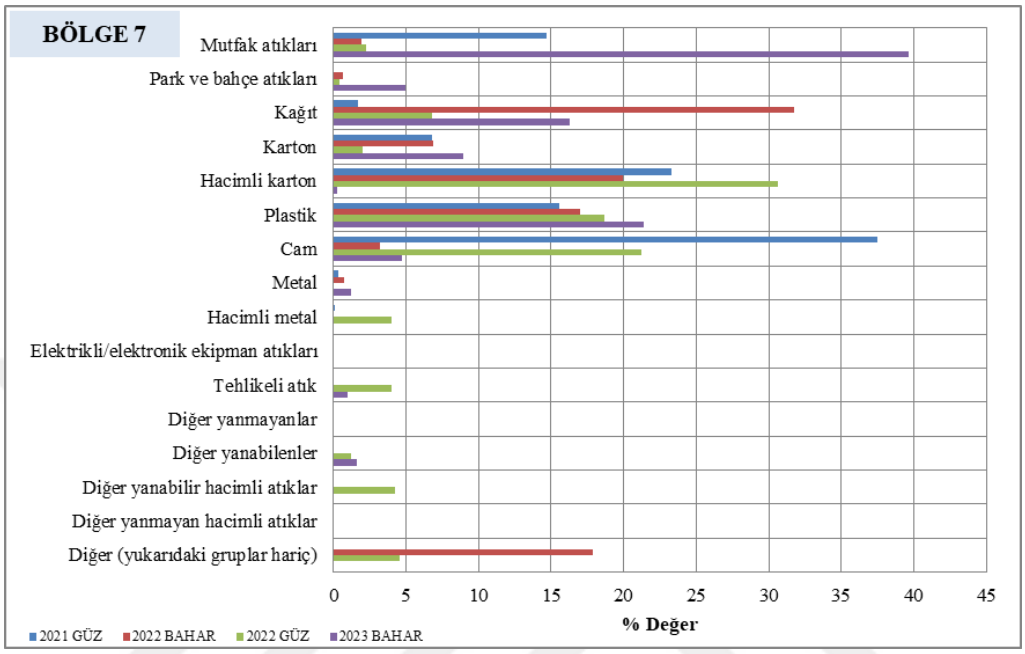
Bölge 7 için Bulguların Değerlendirilmesi

Çalışma kapsamında Bölge 7 olarak isimlendirilen alanda Tıp Eğitim Birimleri, PTT, Rektörlük, Sanat Galerisi, otopark alanı, metro giriş ve çıkışları, otobüs durakları, tenis kortu ve futbol sahası yer almaktadır. Bölgede 1 adet atık getirme merkezi, 3 adet tekerlekli plastik çöp konteyneri, 6 adet galvaniz konteyner, 3 adet çeşitli atıklar için oluşturulmuş kafes sistemi ve 11 adet üzeri küllüklü tepegöz çöp kovası bulunmaktadır. Söz konusu bölge ve çalışma kapsamında incelenen galvaniz konteynerlerin konumları Şekil 4.13'te gösterilmiştir.



Şekil 4.13. Bölge 7 proje alanı Google Earth görüntüsü

Çalışmanın yapıldığı her bir dört dönem için Bölge 7'yi temsilen, günlük ortalama atık yüzdeleri Şekil 4.14'te verilmiştir.



Şekil 4.14. Bölge 7'ye ait günlük ortalama atık yüzdeleri

Bölge nüfus yoğunluğu ve paydaş türü olarak en çok değişim gösteren bölgedir. Çalışma alanına dahil edilmese de bölgenin hemen yanında bulunan Tıp Fakültesi'nden dolayı hasta yakınları, Bölge 7'nin büyük bir kısmını aktif olarak kullanmaktadır. Çalışma boyunca bölgede en çok oluşan atık türü ile kompostlanabilir ve geri dönüştürülebilir atık oranları Çizelge 4.7'de sunulmuştur.

Çizelge 4.7. Bölge 7'ye ait atık özellikleri

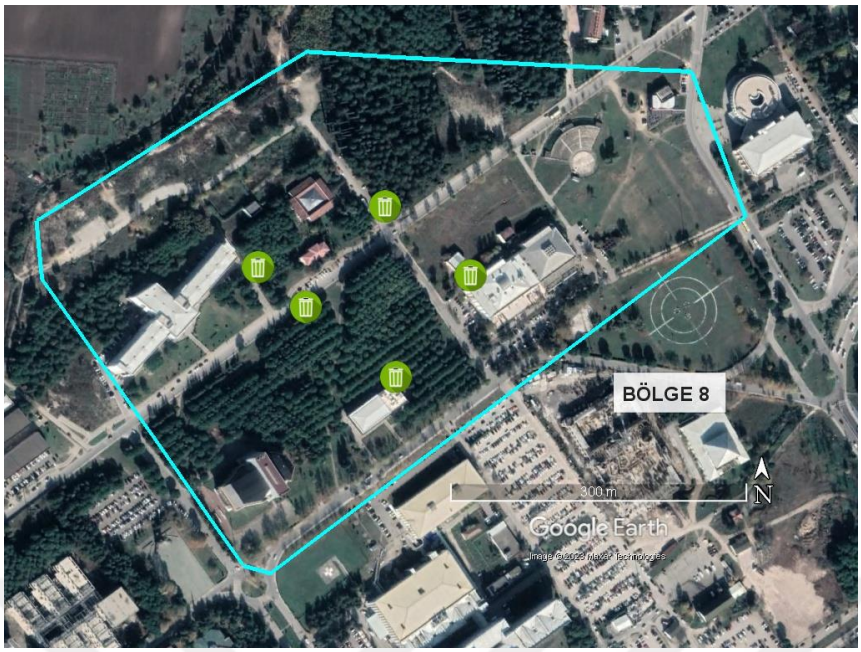
BÖLGE 7	En Çok Oluşan Atık Türü	Geri Dönüştürülebilir Atık Oranı	Kompostlanabilir Atık Oranı
2021 Güz	%37,52 Cam atıkları	%85,28	%14,72
2022 Bahar	%31,79 Kâğıt atıkları	%79,57	%2,57
2022 Güz	%30,65 Hacimli karton	%83,30	%2,63
2023 Bahar	%39,68 Mutfak atıkları	%52,76	%44,64

Çizelge 4.7 incelendiğinde her bir çalışma döneminde farklı tür atıkların en çok oluşan atık kategorisini doldurduğu görülmektedir. Hasta yakınları bölgede bulunan kafelerde

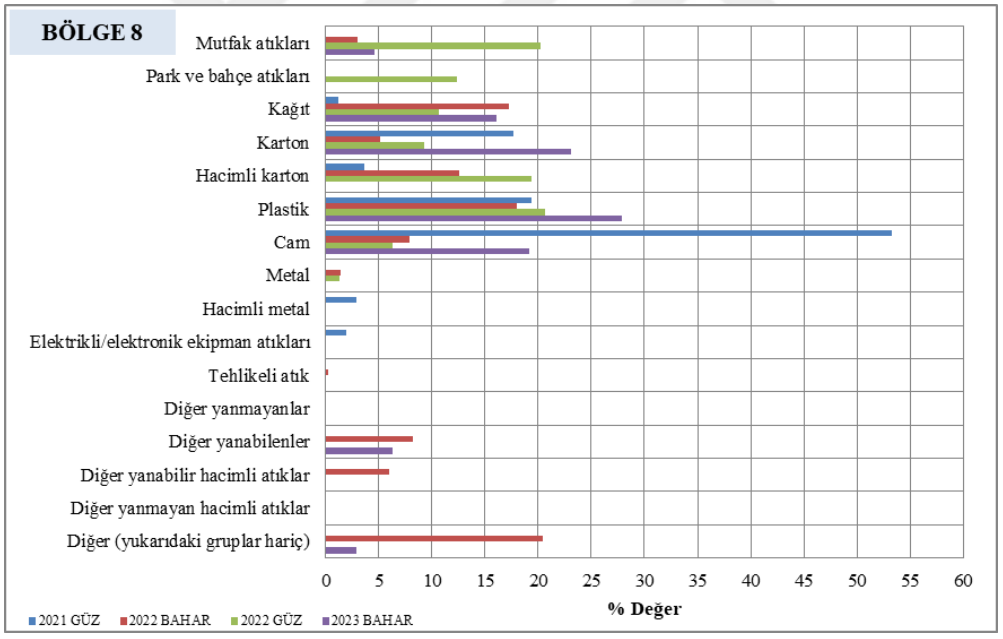
vakit geçirdiğinden bu atıklar gıda ve gıda ambalajlarını kapsayan atıklardan oluşmaktadır. Bölge ayrıca kampüse erişimde önemli bir rol üstlenen metro giriş - çıkış noktasının ve genel otobüs duraklarının bulunduğu bir alandır. Bu nedenle bu bölge kampüs atık yönetimi konusunda hassas bir konumdadır. Yol hattı boyunca, atık toplama ekipmanları iyileştirilerek, bilgilendirme formları asılırsa, karışık atıklarla atılan geri dönüştürülebilir atık oranının azalacağı öngörülmektedir. Çalışmanın yapıldığı son dönem geri dönüştürülebilir atık oranı azalsa da, kompostlanabilir atık oranın arttığı görülmektedir. Bu durum kafelerde oluşan mutfak atıkları ile kafelerin arkasında bulunan arazide yapılan çalışmadan dolayı bahçe atıklarının artmasından kaynaklanmaktadır.

Bölge 8 için Bulguların Değerlendirilmesi

Çalışma kapsamında Bölge 8 olarak isimlendirilen alanda Mediko, Rabia Rıza Biçen Yurdu, Fen-Edebiyat Fakültesi Fen Bilimleri Bölümü, Üniversite Lojmanları, Anaokulu ve Kreş, Çamlık Yemekhanesi ve Mete Cengiz Kültür Merkezi yer almaktadır. Bölgede 1 adet atık getirme merkezi, 1 adet mavi renkli geri dönüştürülebilir atıklar için atık geri dönüşüm kutusu, 1 adet yeşil renkli cam atık geri dönüşüm kutusu, 15 adet galvaniz konteyner, 2 adet çeşitli atıklar için oluşturulmuş kafes sistemi ve 25 adet üzeri küllüklü tepegöz çöp kovası bulunmaktadır. Söz konusu bölge ve çalışma kapsamında incelenen galvaniz konteynerlerin konumları Şekil 4.15'te gösterilmiştir. Çalışmanın yapıldığı her bir dört dönem için Bölge 8'i temsilen, günlük ortalama atık yüzdeleri ise Şekil 4.16'da verilmiştir.



Şekil 4.15. Bölge 8 proje alanı Google Earth görüntüsü



Şekil 4.16. Bölge 8'e ait günlük ortalama atık yüzdeleri

Pandemi dönemi olan 2021 güz döneminde yemekhanenin kapalı olması, bireylerin kapalı gıdaya yönelmesine neden olmuştur. Yemekhane binasında bulunan marketten alınan içecek şişeleri cam atıklarını oluşturmuştur. Çalışma boyunca bölgede en çok

oluşan atık türü ile kompostlanabilir ve geri dönüştürülebilir atık oranları Çizelge 4.8'de sunulmuştur.

Çizelge 4.8. Bölge 8'e ait atık özellikleri

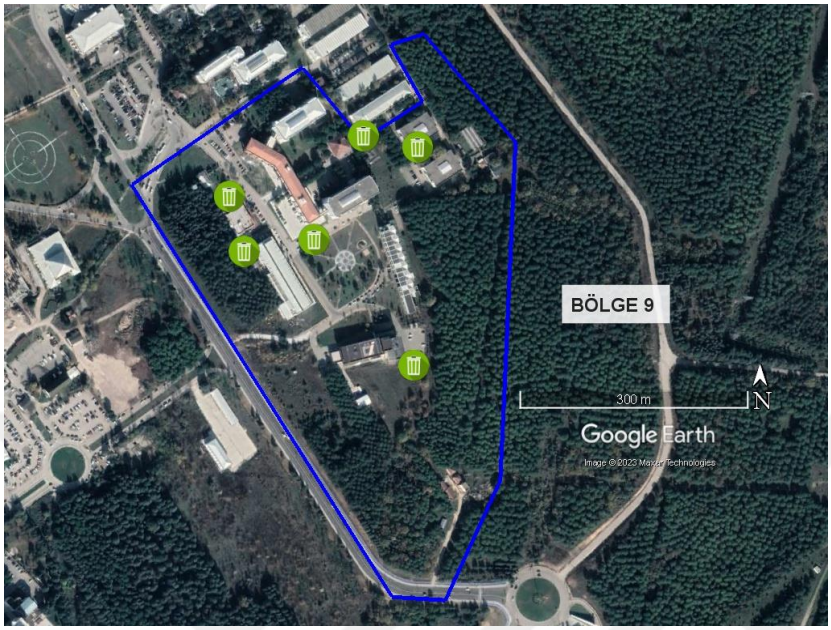
BÖLGE 8	En Çok Oluşan Atık Türü	Geri Dönüştürülebilir Atık Oranı	Kompostlanabilir Atık Oranı
2021 Güz	%53,24 Cam atıkları	%98,03	-
2022 Bahar	%20,40 Diğer atıklar	%62,21	%3,03
2022 Güz	%20,64 Plastik atıkları	%67,44	%32,56
2023 Bahar	%27,87 Plastik atıkları	%86,20	%4,61

Bölgede tespit edilen yüksek geri dönüştürülebilir atık oranı, yemekhanede verilen içecek, tatlı, yoğurt gibi gıdalarda kullanılan plastik kaplardan ve bölgede bulunan marketlerden kaynaklanmaktadır. Yemekhanede plastik kap içerisinde verilen sular kaldırılmalı ve bina içerisine damacanalar yerleştirilmelidir. Sağlık sebepleriyle paketli olarak verilen ekmekler genelde öğrenciler tarafından fazlaca alınmakta ancak tamamı tüketilmeyerek hem mutfak atıklarının hem de plastik atıklarının artışına sebep olmaktadır. Bu nedenle öğrencilere ve yemekhane personeline atık eğitiminin yanında gıda israfının önlenmesi üzerine bilgilendirme çalışmaları yapılmalıdır. Ayrıca çalışma esnasında fakülte binası içindeki ayrıştırılmış geri dönüştürülebilir atıkların görevliler tarafından dışarıdaki galvanizlere aktarılması esnasında birbiri ile karıştırılarak toplandığı gözlenmiştir. Fakülte paydaşları tarafından doğru yapılan bir atık yönetimine rağmen, atıkların bina dışına alınması esnasındaki bu davranış kampüs genelinde çevre konusunda büyük bir sorun teşkil etmektedir. Bu nedenle atık toplama görevini yürüten personele acil bir eğitim verilmeli ve süreç ilgili personeller tarafından takip edilmelidir.

Bölge 9 için Bulguların Değerlendirilmesi

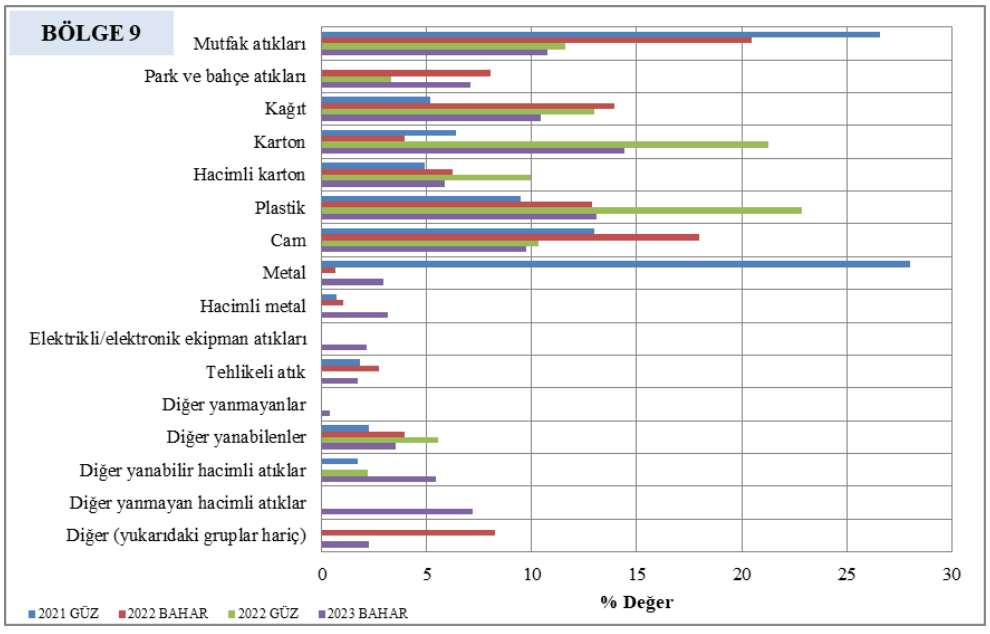
Çalışma kapsamında Bölge 9 olarak isimlendirilen alanda Eğitim Fakültesi, Enstitü Binası, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Mimoza Kafe, Aytu Pide Kebap, Büfeler, Kırtasiye ve Kampüsün şehir merkezi giriş kapısı yer almaktadır. Bölgede 3 adet tekerlekli plastik çöp konteyneri, 18 adet galvaniz konteyner, 4 adet çeşitli atıklar için oluşturulmuş kafes sistemi ve 15 adet üzeri küllüklü tepegöz çöp kovası bulunmaktadır.

Söz konusu bölge ve çalışma kapsamında incelenen galvaniz konteynerlerin konumları Şekil 4.17'de gösterilmiştir.



Şekil 4.17. Bölge 9 proje alanı Google Earth görüntüsü

Çalışmanın yapıldığı her bir dört dönem için Bölge 9'u temsilen, günlük ortalama atık yüzdeleri Şekil 4.18'de verilmiştir.



Şekil 4.18. Bölge 9'a ait günlük ortalama atık yüzdeleri

Bölgede bulunan kırtasiyeden kaynaklı kağıt-karton atıkları ve kafelerden kaynaklı mutfak atıkları fazla oluşmaktadır. Özellikle pandemi dönemi olan 2021 güz çalışmasında, bireylerin paketli gıdaya yönelmesinden dolayı işletmelerde hazırlanan yemeklerin tercih edilmeyerek atıldığı görülmektedir. Pandemi sonrası yapılan gıda israfında azalma görülse de bu süreçte kazanılan paketli gıda davranışı ambalaj atıklarının artmasıyla sonuçlanmıştır. Çalışma boyunca bölgede en çok oluşan atık türü ile kompostlanabilir ve geri dönüştürülebilir atık oranları Çizelge 4.9'da sunulmuştur.

Çizelge 4.9. Bölge 9'a ait atık özellikleri

BÖLGE 9	En Çok Oluşan Atık Türü	Geri Dönüştürülebilir Atık Oranı	Kompostlanabilir Atık Oranı
2021 Güz	%28,05 Metal atıkları	%67,64	%26,57
2022 Bahar	%20,42 Mutfak atıkları	%56,62	%28,50
2022 Güz	%22,89 Plastik atıkları	%77,38	%14,92
2023 Bahar	%14,40 Karton atıkları	%59,57	%17,82

Bölgede tespit edilen karışık atıklarla atılmış geri dönüştürülebilir atık oranını azaltmak için kafe ve kırtasiye yakınındaki geri dönüşüm kutu sayısı arttırılmalı ve doğru kullanım için bilgilendirme formları asılmalıdır. Kafe işletmecileri doğru atık yönetimi konusunda bilinçlendirilmelidir. Eğitim Fakültesi içerisinde bulunan Resim İş Eğitimi bölümüne geri dönüşüm kutularının yanında, kullanılan boya tüpleri için tehlikeli atık kutusu yerleştirilmelidir.

Bölge 10 için Bulguların Değerlendirilmesi

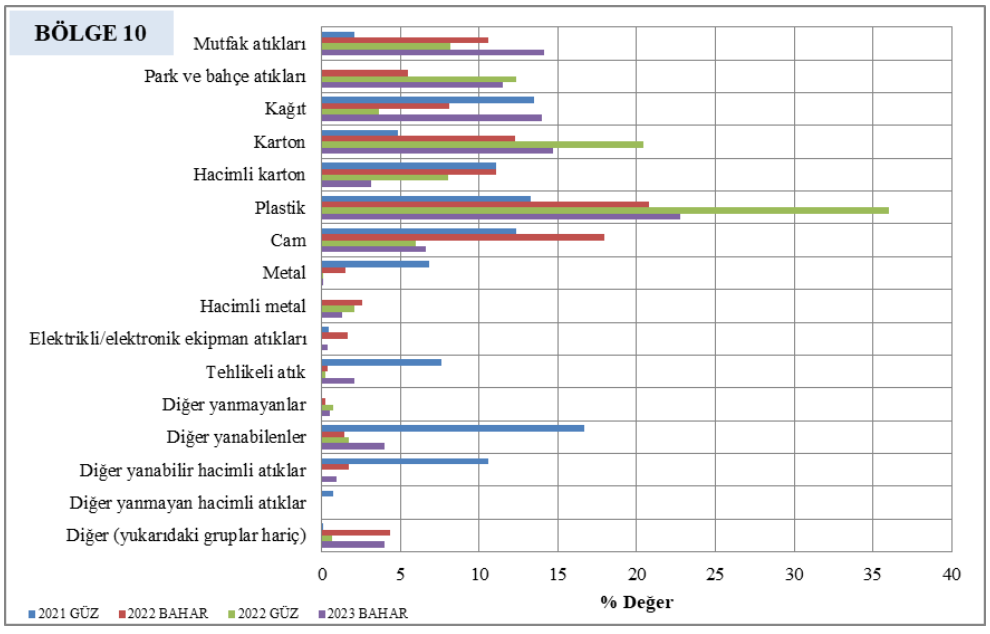
Çalışma kapsamında Bölge 10 olarak isimlendirilen alanda Kütüphane, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Makine Mühendisliği, Endüstri Mühendisliği, Mimarlık Fakültesi, Otomotiv Mühendisliği, Çevre Mühendisliği, Mühendislik Ana Binası, 2 Tekstil ve 1 Fizik Laboratuvarı ile Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu yer almaktadır. Bölgede 1 adet atık getirme merkezi, 1 adet sarı renkli plastik atık geri dönüşüm kutusu, 4 adet tekerlekli plastik çöp konteyneri, 11 adet galvaniz konteyner, 11 adet kafes tipi sallanan atık kutusu, 3 adet çeşitli atıklar için oluşturulmuş kafes sistemi ve 25 adet üzeri

küllüklü tepegöz çöp kovası bulunmaktadır. Söz konusu bölge ve çalışma kapsamında incelenen galvaniz konteynerlerin konumları Şekil 4.19'da gösterilmiştir.



Şekil 4.19. Bölge 10 proje alanı Google Earth görüntüsü

Çalışmanın yapıldığı her bir dört dönem için Bölge 10'u temsilen, günlük ortalama atık yüzdeleri Şekil 4.20'de verilmiştir.



Şekil 4.20. Bölge 10'a ait günlük ortalama atık yüzdeleri

Öğrenci popülasyonunun en yoğun olduğu bölgelerden olan Bölge 10'da plastik atıkların en çok oluşan atık türlerinden olduğu görülmektedir. Özellikle İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi'ne ait amfi etrafında yapılan etkinliklerde dağıtılan ikramlık yiyecekler ve kaplarının, bölgedeki mevcut atık toplama ekipmanlarını doldurmasıyla, bu alandaki ekipmanların yetersiz kaldığı görülmüştür. Alan etkinlik dışında da öğrenciler tarafından yoğun kullanılan bir alan olduğu için buradaki atık kutularının türleri yeniden gözden geçirilmelidir. Çalışma boyunca bölgede en çok oluşan atık türü ile kompostlanabilir ve geri dönüştürülebilir atık oranları Çizelge 4.10'da sunulmuştur.

Çizelge 4.10. Bölge 10'a ait atık özellikleri

BÖLGE 10	En Çok Oluşan Atık Türü	Geri Dönüştürülebilir Atık Oranı	Kompostlanabilir Atık Oranı
2021 Güz	%16,67 Diğer yanabilen atıklar	%61,79	%2,06
2022 Bahar	%20,79 Plastik atıkları	%74,23	%16,00
2022 Güz	%36,02 Plastik atıkları	%76,23	%20,47
2023 Bahar	%22,80 Plastik atıkları	%62,59	%25,58

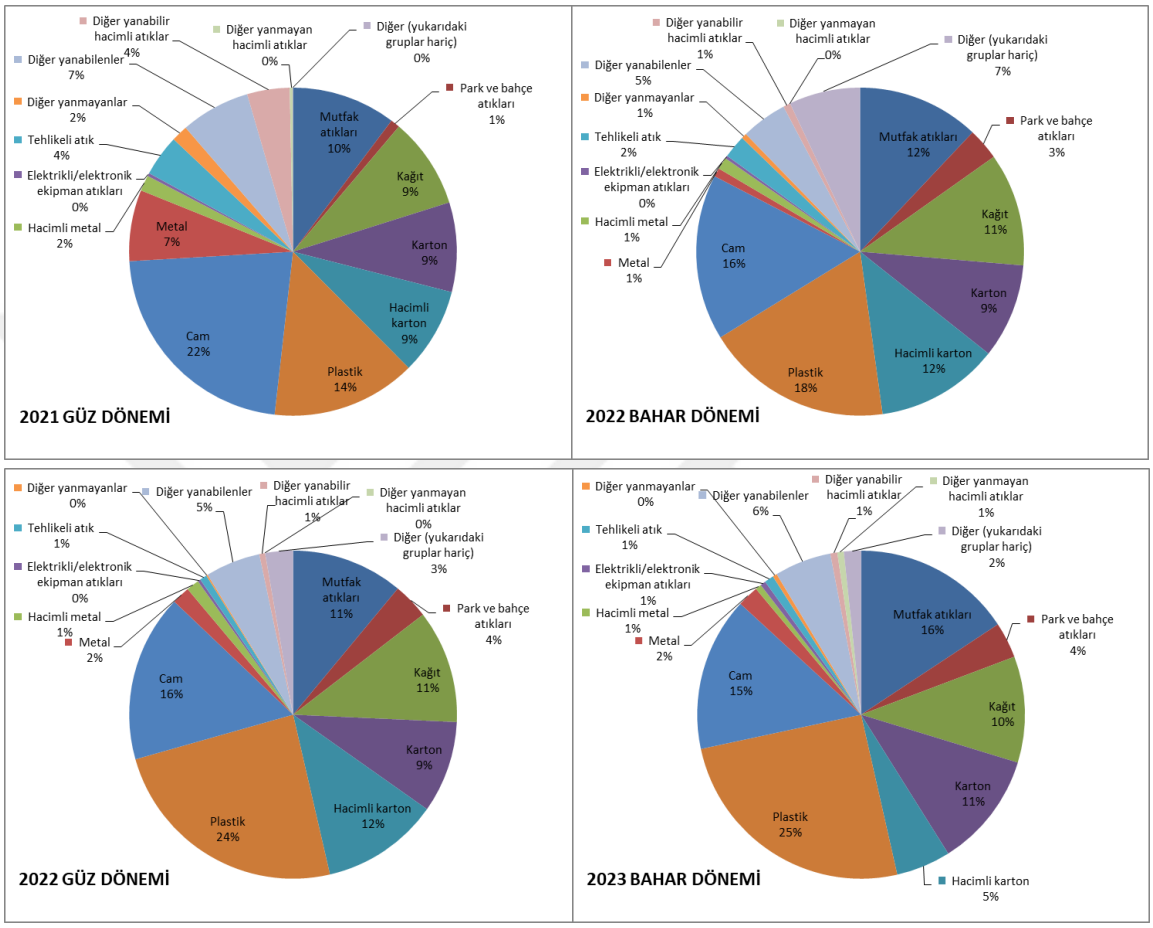
Çalışma süresince bölgede oluşan kompostlanabilir atık miktarının sürekli arttığı görülmektedir. Pandemi döneminde yapılmayan park bahçe bakımları sonraki dönemlerde yapılmaya başlanmış ve park bahçe atıklarını arttırmıştır. Ayrıca öğrencilerin yeniden aktif bir şekilde kampüse gelmeleri yemek atıklarının artmasına sebep olmuştur. Bu atıkların ayrı bir şekilde toplanarak kompost çalışmalarında değerlendirilmesi ile kampüs için ek gelir sağlanabilir.

4.2. Görükle Kampüsünde Tüm Bölgeler için Bulguların Değerlendirilmesi

Bursa Uludağ Üniversitesi Görükle Kampüsü sınırları içerisinde 4 dönem boyunca sürdürülen atık karakterizasyon çalışması sonucu oluşan atık dağılım pasta grafikleri Şekil 4.21'de verilmiştir.

Çalışmanın yapıldığı 2021 güz döneminde en fazla oluşan atık türünü %22,28 oranıyla cam, 2022 bahar döneminde %18,44 oranıyla plastik, 2022 güz döneminde %24,22 oranıyla plastik, 2023 bahar döneminde %25,20 oranıyla plastik atıkların oluşturduğu

gözlenmiştir. Grafikler incelendiğinde özellikle plastik, cam, kağıt, karton ve hacimli karton değerlerinin toplam atık miktarının yaklaşık %68'ini oluşturduğu gözlenmektedir. Öncelikle bu atık türlerine yönelik bir çalışma yapılması ile kampüs genelinde daha sağlıklı bir atık yönetimi için adım atılmış olunacaktır.



Şekil 4.21. Kampüs alanı günlük ortalama atık içeriği (yüzde)

Pandemi döneminde gerçekleştirilen 2021 güz çalışmasında öğrenciler çevrimiçi ve yüz yüze olmak üzere karma sistemle eğitim görürken, sonraki dönemlerde normalleşme çalışmalarıyla beraber yüz yüze eğitime geçmiştir. 2023 bahar döneminde ise meydana gelen Kahramanmaraş depremi nedeniyle 11 il afet bölgesi ilan edilmiş ve eğitim geçici bir süreliğine çevrimiçi devam ettirilmiştir. Bunun gibi beklenmedik durumlar bireylerin yaşamını etkilediği gibi atık oluşum sürecini de etkilemiştir. Çalışmanın yürütüldüğü 4 dönem boyunca kampüs içerisinde en çok oluşan atık türü ile kompostlanabilir ve geri dönüştürülebilir atık oranları Çizelge 4.11'de sunulmuştur.

Çizelge 4.11 incelendiğinde ilk dönem en çok oluşan cam atıklarının yerini sonraki dönemlerde plastik atıklarının aldığı görülmektedir. Pandemiyle kazanılan kapalı gıdaya yönelim davranışının devam etmesi plastik oluşumunun artmasına sebep olmuştur. Kampüs genelinde karışık atıklarla galvaniz konteynerlere atılan toplam geri dönüştürülebilir atık oranı yaklaşık %70 seviyesindedir. Bu oranın yüksek olması istenmeyen bir durum olsa da doğru yönetildiği takdirde üniversiteye kazandıracağı olumlu sonuçlar umut vericidir. Aynı şekilde yaklaşık %15 oranında oluşan kompostlanabilir atıkların, kompost üretimi yoluyla faydalı bir ürüne dönüştürülebileceği veya kampüs içerisindeki çiftliklerde yem olarak kullanabileceği görülmektedir.

Çizelge 4.11. Görükle Kampüsü'ne ait atık özellikleri

Görükle Kampüsü	En Çok Oluşan Atık Türü	Geri Dönüştürülebilir Atık Oranı	Kompostlanabilir Atık Oranı
2021 Güz	%22,28 Cam atıklar	%71,45	%11,19
2022 Bahar	%18,44 Plastik atıkları	%69,45	%15,19
2022 Güz	%24,22 Plastik atıkları	%75,56	%14,56
2023 Bahar	%25,20 Plastik atıkları	%70,2	%19,30

Çalışmanın yapıldığı her bir dönem için, atıklara ilişkin hacim, yoğunluk, nem oranları ve enerji değerleri hesaplanarak Çizelge 4.12'de özet olarak verilmiştir. Ayrıntılı hesaplar EK 1'de sunulmuştur.

Atıkların yoğunluk - Hacim değerleri;

(4.1)

$$\rho = m/V$$

ρ = Yoğunluk (kg/m^3)

m = Kütle (kg)

V = Hacim (m^3)

Atıkların nem değerleri;

(4.2)

$$M = [(w-d)/w] * 100$$

M = Nem içeriği (%)

w = Başlangıçta alınmış örneğin ağırlığı (kg)

d = 105^{o}C'de kurutulduktan sonra örneğin ağırlığı (kg)

Atıkların enerji değerleri;

(4.3)

$$E_{atık} = Toplam\ atık\ miktarı * Atık\ türünün\ yüzdesi * Birim\ enerji\ değeri$$

E = Enerji değeri (kj/kg)

Çizelge 4.12. Atıklara ait özgül ağırlık, nem ve enerji içeriği

	2021 Güz	2022 Bahar	2022 Güz	2023 Bahar
Yoğunluk (kg/m^3)	101,5253	88,9172	85,5524	90,9382
Nem Miktarı (%)	12,0146	14,7280	13,7816	16,7926
Kuru Madde (%)	87,9854	85,2720	86,2184	83,2074
Birim Enerji (kj/kg)	11023,641	13398,035	14712,082	14603,514
Enerji Kuru Madde (kj/kg)	12528,945	15712,124	17063,740	17550,733

4.3. Çalışmaya Ait Bulguların İstatistiksel Değerlendirilmesi

Kampüs genelinde elde edilen verilerin istatistiksel analizi için IBM SPSS 26 programı kullanılarak, yapılan atık karakterizasyon çalışmasının her bir dönem arasında anlamlı bir fark gösterip göstermediği incelenmiştir. İkiden fazla grubun tek bir özelliğinin ortalamasının karşılaştırılmasından dolayı tek yönlü ANOVA testi kullanılması öngörülmüştür.

Çalışma için kurulan hipotezler aşağıda verilmiştir.

H_0: Atık karakterizasyon çalışması verileri için, çalışmanın yapıldığı dönemler arasında anlamlı bir fark yoktur.

H_1: Atık karakterizasyon çalışması verileri için, çalışmanın yapıldığı dönemler arasında anlamlı bir fark vardır.

Öncelikle verilerin normal dağılım gösterip göstermediğini incelemek üzere çarpıklık (Skewness) ve basıklık(Kurtosis) kalemleri değerlendirilmiştir.

Çizelge 4.13. Verilerin dağılımı

Görükle Kampüsü	2021 Güz	2022 Bahar	2022 Güz	2023 Bahar
Skewness	1,281	0,705	1,281	1,404
Kurtosis	1,990	-0,843	1,236	1,455

Tabachnick ve Fidell (2013) tarafından bu değerlerin -1,5 ile +1,5 arasında olması kabul görürken, George ve Mallery (2010) tarafından -2 ile +2 arasında olabileceği belirtilmiştir. Çizelge 4.13 incelendiğinde verilerin normal dağılım gösterdiği tespit edilmiş ve parametrik testlerin uygulanmasına karar verilmiştir.

Kurulan hipotezler, farklı dönemlerin kampüs içerisindeki atık üretimini etkileyip etkilemediğini test etmek amacıyla tek yönlü varyans analizi ANOVA yöntemiyle test edilmiştir. Çizelge 4.14'te verilerin betimsel istatistik bilgileri verilmiştir.

Çizelge 4.14. Verilerin tanımlayıcı istatistik bilgileri

	N	Ortalama	Standart Sapma	Standart Hata	Ortalama için %95 Güven Aralığı		Minimum	Maksimum
					Alt Sınır	Üst Sınır		
2021 Güz	16	6,2500	6,04415	1,51104	3,0293	9,4707	0,04	22,28
2022 Bahar	16	6,2494	6,18694	1,54673	2,9526	9,5462	0,00	18,44
2022 Güz	16	6,2500	7,07959	1,76990	2,4776	10,0224	0,01	24,22
2023 Bahar	16	6,2500	7,34974	1,83743	2,3336	10,1664	0,40	25,20
Toplam	64	6,2498	6,52740	,81593	4,6193	7,8803	0,00	25,20

Varyans standart sapmanın karesi ile elde edildiğinden, Çizelge 4.14'te verilen standart sapmaların birbirine yakın değerler olması verilerin homojen dağılması yönünde bir işarettir. Ayrıca bağımsız değişkenin 2'den fazla olması ve gruplardaki örneklem sayısının eşit olması, analiz yöntemi olarak tek yönlü ANOVA testinin seçilmesinin doğru bir karar olduğunu göstermektedir. Çalışmada sonuçlar %95 güven aralığında ve %5 anlamlılık düzeyinde değerlendirilmiştir.

Çizelge 4.15. Varyansların homojenlik testi

	Levene İstatistiği	df1	df2	Sig.
Ortalamaya göre	0,367	3	60	0,777
Medyana göre	0,069	3	60	0,976
Düzeltilmiş medyana göre	0,069	3	52,292	0,976
Kırpılmış ortalamaya göre	0,216	3	60	0,885

Çizelge 4.15 incelendiğinde significance (Sig.) ile ifade edilen p (anlamlılık) değerinin 0,05'ten büyük olması, grupların varyansları arasında anlamlı bir farklılık olmadığını, varyansların homojen dağıldığını göstermektedir. Çalışmadaki verilerin normal dağılması ve grup varyanslarının homojen dağılması tek yönlü ANOVA testinin uygulanabilmesi için kabul edilen varsayımlardır. Görüldüğü gibi iki koşul da sağlandığı için Çizelge 4.16 incelenebilir.

Çizelge 4.16. Tek yönlü ANOVA testi

	Kareler Toplamı	df	Ortalama Kare	F	Sig.
Gruplar arası	0,000	3	0,000	0,000	1,000
Gruplar içinde	2684,238	60	44,737		
Toplam	2684,238	63			

Çizelge 4.16 incelendiğinde ise significance (Sig.) ile ifade edilen p (anlamlılık) değerinin 0,05'ten büyük olması, gruplar arası anlamlı bir fark olmadığını göstermektedir. Verilerin tamamı incelendiğinde anlamlı bir fark bulunamasa bile daha ayrıntılı bir gösterim için; çalışma dönemleri arasında bir karşılaştırma yapılması amacıyla Post Hoc analizlerinden, varyans eşitliğinin sağlanması üzerine, Tukey metodu seçilmiştir.

Çizelge 4.17. Tukey çoklu karşılaştırma test sonuçları

Tukey HSD		Ortalama Fark (I-J)	Standart Hata	Sig.	% 95 Güven Aralığı	
(I) Dönem	(J) Dönem				Alt Sınır	Üst Sınır
2021 Güz	2022 Bahar	0,00063	2,36478	1,000	-6,2483	6,2496
	2022 Güz	0,00000	2,36478	1,000	-6,2490	6,2490
	2023 Bahar	0,00000	2,36478	1,000	-6,2490	6,2490
2022 Bahar	2021 Güz	-0,00063	2,36478	1,000	-6,2496	6,2483
	2022 Güz	-0,00063	2,36478	1,000	-6,2496	6,2483
	2023 Bahar	-0,00063	2,36478	1,000	-6,2496	6,2483

Çizelge 4.17. Tukey çoklu karşılaştırma test sonuçları (devam)

Tukey HSD		Ortalama Fark (I-J)	Standart Hata	Sig.	% 95 Güven Aralığı	
(I) Dönem	(J) Dönem				Alt Sınır	Üst Sınır
2022 Güz	2021 Güz	0,00000	2,36478	1,000	-6,2490	6,2490
	2022 Bahar	0,00063	2,36478	1,000	-6,2483	6,2496
	2023 Bahar	0,00000	2,36478	1,000	-6,2490	6,2490
2023 Bahar	2021 Güz	0,00000	2,36478	1,000	-6,2490	6,2490
	2022 Bahar	0,00063	2,36478	1,000	-6,2483	6,2496
	2022 Güz	0,00000	2,36478	1,000	-6,2490	6,2490

Ancak Çizelge 4.17 incelendiğinde yine significance (Sig.) ile ifade edilen p (anlamlılık) değerinin 0,05'ten büyük olması, %95 anlamlılık seviyesinde, oluşan atık miktarları ile çalışmanın yapıldığı dönemler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığını göstermektedir. Bu durumda kurulan hipotezler için H_o reddedilemez.

Atığın oluşumunda nüfusun ve mevsimlerin, doğal olarak dönemlerin etkisi elbette vardır. Ancak yapılan analizler sonucu atık karakterizasyon verileri için çalışmanın yapıldığı dönemler arasında anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir. Kampüs genelinde toplam madde grubu analizi için istatistiksel olarak anlamlı bir fark oluşmasa da, geri dönüştürülebilen atıklar için ayrıca bir analiz uygulanmıştır.

Kampüs içinde yapılan çalışmada tespit edilen geri dönüştürülebilen atıklar için hangi analiz yönteminin uygulanacağına karar verilebilmesi amacıyla belirli değerler incelenmelidir. Verilerin çarpıklık (Skewness) ve basıklık(Kurtosis) kalemlerine ve Kolmogorov – Smirnov veya Shapiro – Wilk, significance (Sig.) ile ifade edilen p (anlamlılık) değerine göre normal dağılım gösterip göstermediği ve Levene's testine göre homojenliği incelenmiş olup Çizelge 4.18 ile Çizelge 4.24 arasında özetlenmiştir.

Çizelge 4.18. Kağıt verilerinin dağılımı, normallik ve homojenlik testi

		Betimsel Veriler		Normallik Testi (Sig.)			Homojenlik Testi (Sig.)	
Atık Türü	Dönem	Skewness	Kurtosis	Kolmogorov – Smirnov	Shapiro – Wilk		Levene İstatistiği	
Kağıt	2021 Güz	2,491	6,384	0,001	0,000		Ortalamaya göre	0,275
	2022 Bahar	0,753	0,715	0,200	0,806		Medyana göre	0,247
	2022 Güz	1,241	2,716	0,200	0,313		Düzeltilmiş medyana göre	0,251
	2023 Bahar	0,258	-0,595	0,200	0,798		Kırpılmış ortalamaya göre	0,255
Açıklama		Çarpıklık ve basıklık değerleri -1 +1 veya -2,+2 arasında değil: Dağılım normal değil		p, anlamlılık değeri 0,05'ten küçük olduğu için (anlamlı olduğu için) dağılım normal değil			p, anlamlılık değeri 0,05'ten büyük olduğu için grupların varyansları arasında anlamlı bir farklılık yoktur. Varyanslar homojen dağılmaktadır.	

Çizelge 4.18 incelendiğinde kağıt verileri için, parametrik testlerin istediği homojenlik değeri sağlansa da, normal dağılım değerleri sağlanamadığından, parametrik olmayan testlerin kullanılması uygundur.

Çizelge 4.19. Karton verilerinin dağılımı, normallik ve homojenlik testi

		Betimsel Veriler		Normallik Testi (Sig.)			Homojenlik Testi (Sig.)	
Atık Türü	Dönem	Skewness	Kurtosis	Kolmogorov – Smirnov	Shapiro – Wilk		Levene İstatistiği	
Karton	2021 Güz	0,374	-0,649	0,200	0,661		Ortalamaya göre	0,014
	2022 Bahar	1,079	1,096	0,078	0,080		Medyana göre	0,020
	2022 Güz	0,161	-1,544	0,200	0,279		Düzeltilmiş medyana göre	0,025
	2023 Bahar	0,936	3,680	0,013	0,077		Kırpılmış ortalamaya göre	0,014
Açıklama		Çarpıklık ve basıklık değerleri -1 +1 veya -2,+2 arasında değil: Dağılım normal değil		p, anlamlılık değeri 0,05'ten küçük olduğu için (anlamlı olduğu için) dağılım normal değil			p, anlamlılık değeri 0,05'ten küçük olduğu için grupların varyansları arasında anlamlı bir farklılık vardır. Varyanslar homojen dağılmamaktadır.	

Çizelge 4.19 incelendiğinde karton verileri için, parametrik testlerin istediği normal dağılım ve homojenlik değerleri sağlanamadığından, parametrik olmayan testlerin kullanılması uygundur.

Çizelge 4.20. Hacimli karton verilerinin dağılımı, normallik ve homojenlik testi

		Betimsel Veriler		Normallik Testi (Sig.)		Homojenlik Testi (Sig.)	
Atık Türü	Dönem	Skewness	Kurtosis	Kolmogorov – Smirnov	Shapiro – Wilk	Levene İstatistiği	
Hacimli Karton	2021 Güz	2,893	8,733	0,000	0,000	Ortalamaya göre	0,093
	2022 Bahar	2,078	5,253	0,072	0,008	Medyana göre	0,275
	2022 Güz	1,207	0,715	0,018	0,061	Düzeltilmiş medyana göre	0,286
	2023 Bahar	1,299	1,316	0,099	0,062	Kırpılmış ortalamaya göre	0,141
Açıklama		Çarpıklık ve basıklık değerleri -1 +1 veya -2,+2 arasında değil: Dağılım normal değil		p, anlamlılık değeri 0,05'ten küçük olduğu için (anlamlı olduğu için) dağılım normal değil		p, anlamlılık değeri 0,05'ten büyük olduğu için grupların varyansları arasında anlamlı bir farklılık yoktur. Varyanslar homojen dağılmaktadır.	

Çizelge 4.20 incelendiğinde hacimli karton verileri için, parametrik testlerin istediği homojenlik değeri sağlansa da, normal dağılım değerleri sağlanamadığından, parametrik olmayan testlerin kullanılması uygundur.

Çizelge 4.21. Plastik verilerinin dağılımı, normallik ve homojenlik testi

		Betimsel Veriler		Normallik Testi (Sig.)		Homojenlik Testi (Sig.)	
Atık Türü	Dönem	Skewness	Kurtosis	Kolmogorov – Smirnov	Shapiro – Wilk	Levene İstatistiği	
Plastik	2021 Güz	2,38	6	0,012	0,000	Ortalamaya göre	0,027
	2022 Bahar	1,16	1,732	0,200	0,271	Medyana göre	0,052
	2022 Güz	0,661	-1,196	0,200	0,097	Düzeltilmiş medyana göre	0,054
	2023 Bahar	0,147	-1,026	0,200	0,858	Kırpılmış ortalamaya göre	0,025
Açıklama		Çarpıklık ve basıklık değerleri -1 +1 veya -2,+2 arasında değil: Dağılım normal değil		p, anlamlılık değeri 0,05'ten küçük olduğu için (anlamlı olduğu için) dağılım normal değil		p, anlamlılık değeri 0,05'ten küçük olduğu için grupların varyansları arasında anlamlı bir farklılık vardır. Varyanslar homojen dağılmamaktadır.	

Çizelge 4.21 incelendiğinde plastik verileri için, parametrik testlerin istediği normal dağılım ve homojenlik değerleri sağlanamadığından, parametrik olmayan testlerin kullanılması uygundur.

Çizelge 4.22. Cam verilerinin dağılımı, normallik ve homojenlik testi

		Betimsel Veriler		Normallik Testi (Sig.)			Homojenlik Testi (Sig.)	
Atık Türü	Dönem	Skewness	Kurtosis	Kolmogorov – Smirnov	Shapiro – Wilk		Levene İstatistiği	
Cam	2021 Güz	0,315	-0,584	0,200	0,686		Ortalamaya göre	0,157
	2022 Bahar	0,554	-0,051	0,200	0,857		Medyana göre	0,195
	2022 Güz	1,409	2,374	0,200	0,064		Düzeltilmiş medyana göre	0,200
	2023 Bahar	1,107	1,139	0,200	0,268		Kırpılmış ortalamaya göre	0,183
Açıklama		Çarpıklık ve basıklık değerleri -1 +1 veya -2,+2 arasında değil: Dağılım normal değil		p, anlamlılık değeri 0,05'ten büyük olduğu için (anlamlı değil) dağılım normaldir.			p, anlamlılık değeri 0,05'ten büyük olduğu için grupların varyansları arasında anlamlı bir farklılık yoktur. Varyanslar homojen dağılmaktadır.	

Çizelge 4.22 incelendiğinde cam verileri için, parametrik testlerin istediği homojenlik değeri sağlansa da, normal dağılım değerleri sağlanamadığından, parametrik olmayan testlerin kullanılması uygundur.

Çizelge 4.23. Metal verilerinin dağılımı, normallik ve homojenlik testi

		Betimsel Veriler		Normallik Testi (Sig.)			Homojenlik Testi (Sig.)	
Atık Türü	Dönem	Skewness	Kurtosis	Kolmogorov – Smirnov	Shapiro – Wilk		Levene İstatistiği	
Metal	2021 Güz	2,005	3,036	0,000	0,000		Ortalamaya göre	0,026
	2022 Bahar	1,404	2,565	0,200	0,081		Medyana göre	0,620
	2022 Güz	1,128	-0,509	0,010	0,002		Düzeltilmiş medyana göre	0,625
	2023 Bahar	0,493	-0,948	0,200	0,172		Kırpılmış ortalamaya göre	0,093
Açıklama		Çarpıklık ve basıklık değerleri -1 +1 veya -2,+2 arasında değil: Dağılım normal değil		p, anlamlılık değeri 0,05'ten küçük olduğu için (anlamlı olduğu için) dağılım normal değil			p, anlamlılık değeri 0,05'ten küçük olduğu için grupların varyansları arasında anlamlı bir farklılık vardır. Varyanslar homojen dağılmamaktadır.	

Çizelge 4.23 incelendiğinde metal verileri için, parametrik testlerin istediği normal dağılım ve homojenlik değerleri sağlanamadığından, parametrik olmayan testlerin kullanılması uygundur.

Çizelge 4.24. Hacimli metal verilerinin dağılımı, normallik ve homojenlik testi

		Betimsel Veriler		Normallik Testi (Sig.)			Homojenlik Testi (Sig.)	
Atık Türü	Dönem	Skewness	Kurtosis	Kolmogorov – Smirnov	Shapiro – Wilk		Levene İstatistiği	
Hacimli Metal	2021 Güz	2,232	5,489	0,073	0,001		Ortalamaya göre	0,009
	2022 Bahar	0,486	-1,445	0,200	0,061		Medyana göre	0,212
	2022 Güz	0,836	-1,033	0,022	0,008		Düzeltilmiş medyana göre	0,219
	2023 Bahar	1,525	1,06	0,000	0,000		Kırpılmış ortalamaya göre	0,013
Açıklama		Çarpıklık ve basıklık değerleri -1 +1 veya -2,+2 arasında değil: Dağılım normal değil		p, anlamlılık değeri 0,05'ten küçük olduğu için (anlamlı olduğu için) dağılım normal değil			p, anlamlılık değeri 0,05'ten küçük olduğu için grupların varyansları arasında anlamlı bir farklılık vardır. Varyanslar homojen dağılmamaktadır.	

Çizelge 4.24 incelendiğinde hacimli metal verileri için, parametrik testlerin istediği normal dağılım ve homojenlik değerleri sağlanamadığından, parametrik olmayan testlerin kullanılması uygundur. Söz konusu çalışmada ikiden fazla grup olduğu için parametrik olmayan testlerden Kruskal Wallis H testi, SPSS 26 programında uygulanmış ve sonuçlar Çizelge 4.25'te verilmiştir.

Çizelge 4.25. Geri dönüştürülebilir atıklar için Kruskal Wallis H testi

	Kağıt	Karton	Hacimli Karton	Plastik	Cam	Metal	Hacimli Metal
Kruskal-Wallis H	12,789	13,567	16,617	22,646	11,581	1,717	2,898
df	3	3	3	3	3	3	3
Anlamlılık değeri	0,005	0,004	0,001	0,000	0,009	0,633	0,408

Kruskal Wallis sonuçları incelendiğinde kağıt, karton, hacimli karton, plastik ve cam için anlamlılık değeri 0,05'ten küçük olduğundan gruplar arasında anlamlı fark bir vardır. Metal ve hacimli metal değerlerinde ise dönemsel olarak gruplar arasında anlamlı bir fark yoktur.

Aralarında anlamlı fark bulunan atık türleri için, hangi gruplar arasında fark olduğunu anlamak için Post Hoc analizlerinden, Tamhane T2 çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır.

Çizelge 4.26. Kağıt atıkları için Tamhane T2 testi

	Tamhane T2		Ortalama Fark (I-J)	Standart Hata	Sig.	% 95 Güven Aralığı	
	(I) Dönem	(J) Dönem				Alt Sınır	Üst Sınır
Kağıt	2021 Güz	2022 Bahar	-1,06547500	0,31183353	0,026	-2,0253667	-0,1055833
		2022 Güz	-0,88947500	0,30508474	0,067	-1,8260919	0,0471419
		2023 Bahar	-0,88277500	0,21620989	0,004	-1,5225375	-0,2430125
	2022 Bahar	2021 Güz	1,06547500	0,31183353	0,026	0,1055833	2,0253667
		2022 Güz	0,17600000	0,38685373	0,998	-0,9664582	1,3184582
		2023 Bahar	0,18270000	0,32144335	0,994	-0,7946048	1,1600048
	2022 Güz	2021 Güz	0,88947500	0,30508474	0,067	-0,0471419	1,8260919
		2022 Bahar	-0,17600000	0,38685373	0,998	-1,3184582	0,9664582
		2023 Bahar	0,00670000	0,31490057	1,000	-0,9482911	0,9616911
	2023 Bahar	2021 Güz	0,88277500	0,21620989	0,004	0,2430125	1,5225375
		2022 Bahar	-0,18270000	0,32144335	0,994	-1,1600048	0,7946048
		2022 Güz	-0,00670000	0,31490057	1,000	-0,9616911	0,9482911

Çizelge 4.26 incelendiğinde significance (Sig.) ile ifade edilen p (anlamlılık) değerinin 0,05'ten küçük olması, %95 anlamlılık seviyesinde dönemler arasında anlamlı bir fark olduğunu göstermektedir. Kağıt atıkları için 2021 güz dönemindeki veriler ile 2022 bahar ve 2023 bahar dönemleri arasında bu farkın oluştuğu gözlenmektedir.

Çizelge 4.27. Karton atıkları için Tamhane T2 testi

	Tamhane T2		Ortalama Fark (I-J)	Standart Hata	Sig.	% 95 Güven Aralığı	
	(I) Dönem	(J) Dönem				Alt Sınır	Üst Sınır
Karton	2021 Güz	2022 Bahar	-0,85219167	0,18897615	0,006	-1,4667710	-0,2376124
		2022 Güz	-0,67641250	0,25191604	0,133	-1,5060048	0,1531798
		2023 Bahar	-0,98327500	0,20791383	0,005	-1,6627492	-0,3038008
	2022 Bahar	2021 Güz	0,85219167	0,18897615	0,006	0,2376124	1,4667710
		2022 Güz	0,17577917	0,30793726	0,994	-0,7430361	1,0945944
		2023 Bahar	-0,13108333	0,27311505	0,998	-0,9385633	0,6763967
	2022 Güz	2021 Güz	0,67641250	0,25191604	0,133	-0,1531798	1,5060048
		2022 Bahar	-0,17577917	0,30793726	0,994	-1,0945944	0,7430361
		2023 Bahar	-0,30686250	0,31990864	0,925	-1,2560115	0,6422865
	2023 Bahar	2021 Güz	0,98327500	0,20791383	0,005	0,3038008	1,6627492
		2022 Bahar	0,13108333	0,27311505	0,998	-0,6763967	0,9385633
		2022 Güz	0,30686250	0,31990864	0,925	-0,6422865	1,2560115

Çizelge 4.27 incelendiğinde significance (Sig.) ile ifade edilen p (anlamlılık) değerinin 0,05'ten küçük olması, %95 anlamlılık seviyesinde dönemler arasında anlamlı bir fark

olduğunu göstermektedir. Karton atıkları için 2021 güz dönemindeki veriler ile 2022 bahar ve 2023 bahar dönemleri arasında bu farkın oluştuğu gözlenmektedir.

Çizelge 4.28. Hacimli karton atıkları için Tamhane T2 testi

	Tamhane T2		Ortalama Fark (I-J)	Standart Hata	Sig.	% 95 Güven Aralığı	
	(I) Dönem	(J) Dönem				Alt Sınır	Üst Sınır
Hacimli Karton	2021 Güz	2022 Bahar	-1,19427500	0,41268457	0,090	-2,5325308	0,1439808
		2022 Güz	-0,94750000	0,26201502	0,020	-1,7647496	-0,1302504
		2023 Bahar	-0,33835000	0,22479250	0,635	-1,0268948	0,3501948
	2022 Bahar	2021 Güz	1,19427500	0,41268457	0,090	-0,1439808	2,5325308
		2022 Güz	0,24677500	0,46481097	0,996	-1,1633855	1,6569355
		2023 Bahar	0,85592500	0,44489216	0,379	-0,5182843	2,2301343
	2022 Güz	2021 Güz	0,94750000	0,26201502	0,020	0,1302504	1,7647496
		2022 Bahar	-0,24677500	0,46481097	0,996	-1,6569355	1,1633855
		2023 Bahar	0,60915000	0,31027787	0,335	-0,3110164	1,5293164
	2023 Bahar	2021 Güz	0,33835000	0,22479250	0,635	-0,3501948	1,0268948
		2022 Bahar	-0,85592500	0,44489216	0,379	-2,2301343	0,5182843
		2022 Güz	-0,60915000	0,31027787	0,335	-1,5293164	0,3110164

Çizelge 4.28 incelendiğinde significance (Sig.) ile ifade edilen p (anlamlılık) değerinin 0,05'ten küçük olması, %95 anlamlılık seviyesinde dönemler arasında anlamlı bir fark olduğunu göstermektedir. Hacimli karton atıkları için 2021 güz dönemindeki veriler ile 2022 güz dönemindeki veriler arasında bu farkın oluştuğu gözlenmektedir.

Çizelge 4.29. Plastik atıkları için Tamhane T2 testi

	Tamhane T2		Ortalama Fark (I-J)	Standart Hata	Sig.	% 95 Güven Aralığı	
	(I) Dönem	(J) Dönem				Alt Sınır	Üst Sınır
Plastik	2021 Güz	2022 Bahar	-1,77805833	0,23942262	0,000	-2,5052336	-1,0508831
		2022 Güz	-2,08197500	0,28460499	0,000	-2,9647390	-1,1992110
		2023 Bahar	-2,33712500	0,33365998	0,000	-3,3900400	-1,2842100
	2022 Bahar	2021 Güz	1,77805833	0,23942262	0,000	1,0508831	2,5052336
		2022 Güz	-0,30391667	0,32941505	0,937	-1,2822815	0,6744482
		2023 Bahar	-0,55906667	0,37261677	0,632	-1,6798258	0,5616925
	2022 Güz	2021 Güz	2,08197500	0,28460499	0,000	1,1992110	2,9647390
		2022 Bahar	0,30391667	0,32941505	0,937	-0,6744482	1,2822815
		2023 Bahar	-0,25515000	0,40313778	0,990	-1,4506166	0,9403166
	2023 Bahar	2021 Güz	2,33712500	0,33365998	0,000	1,2842100	3,3900400
		2022 Bahar	0,55906667	0,37261677	0,632	-0,5616925	1,6798258
		2022 Güz	0,25515000	0,40313778	0,990	-0,9403166	1,4506166

Çizelge 4.29 incelendiğinde significance (Sig.) ile ifade edilen p (anlamlılık) değerinin 0,05'ten küçük olması, %95 anlamlılık seviyesinde dönemler arasında anlamlı bir fark olduğunu göstermektedir. Plastik atıkları için 2021 güz dönemindeki veriler ile 2022 bahar, 2022 güz ve 2023 bahar dönemleri arasında bu farkın oluştuğu gözlenmektedir

Çizelge 4.30. Cam atıkları için Tamhane T2 testi

	Tamhane T2		Ortalama Fark (I-J)	Standart Hata	Sig.	% 95 Güven Aralığı	
	(I) Dönem	(J) Dönem				Alt Sınır	Üst Sınır
Cam	2021 Güz	2022 Bahar	-1,29498333	0,38927859	0,040	-2,5375419	-0,0524248
		2022 Güz	-1,04992500	0,38728047	0,115	-2,2855666	0,1857166
		2023 Bahar	-1,00852500	0,34619386	0,077	-2,1017601	0,0847101
	2022 Bahar	2021 Güz	1,29498333	0,38927859	0,040	0,0524248	2,5375419
		2022 Güz	0,24505833	0,51950503	0,998	-1,2890089	1,7791256
		2023 Bahar	0,28645833	0,48964222	0,993	-1,1624786	1,7353953
	2022 Güz	2021 Güz	1,04992500	0,38728047	0,115	-0,1857166	2,2855666
		2022 Bahar	-0,24505833	0,51950503	0,998	-1,7791256	1,2890089
		2023 Bahar	0,04140000	0,48805517	1,000	-1,4025850	1,4853850
	2023 Bahar	2021 Güz	1,00852500	0,34619386	0,077	-0,0847101	2,1017601
		2022 Bahar	-0,28645833	0,48964222	0,993	-1,7353953	1,1624786
		2022 Güz	-0,04140000	0,48805517	1,000	-1,4853850	1,4025850

Çizelge 4.30 incelendiğinde significance (Sig.) ile ifade edilen p (anlamlılık) değerinin 0,05'ten küçük olması, %95 anlamlılık seviyesinde dönemler arasında anlamlı bir fark olduğunu göstermektedir. Cam atıkları için 2021 güz dönemindeki veriler ile 2022 bahar dönemleri arasında bu farkın oluştuğu gözlenmektedir.

Yapılan Tamhane testlerinin sonucunda kağıt, karton, hacimli karton, plastik ve cam atıkları için özellikle 2021 güz dönemindeki çalışma ile diğer çalışma dönemleri arasında anlamlı bir fark oluştuğu gözlenmiştir. Çalışmanın ilk yapıldığı dönem olan 2021 güz dönemi, COVID 19 Pandemisi'nin etkilerinin tam olarak gözlenebildiği bir dönemdir. Yerel yönetimler tarafından getirilen kısıtlamalar ile sokağa çıkma yasağı ve uzaktan eğitim süreci çalışma popülasyonunu etkilemiştir. Ayrıca pandemi gibi sıkıntılı bir süreçte, bireylerin yaşam standartları ve tüketim alışkanlıkları değişmiştir. Bu durum oluşan atıklarında miktar ve özelliklerinin değişmesine sebep olmuştur.

5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Gelişen teknoloji ve toplum karşısında doğal kaynaklar hızla tükenmekte ve atık oluşumu kontrolsüz bir şekilde hızla artmaktadır. Bu nedenle atıkların sürdürülebilir bir şekilde yönetilmesi büyük bir önem kazanmıştır. Atığı yönetmek için öncelikle atığı oluşturan türler belirlenmeli ve sıfır atık sisteminin en önemli aşaması olan atık oluşumu engelleyecek çalışmalar planlanmalıdır. Atık oluştuğunda ise ekosistemlere zarar vermeyecek en uygun yönetim sistemi değerlendirilmelidir.

Atığın içeriği bölgenin koşulları ve toplumun ekonomik şartlarının yanında bireylerin çevre yaklaşımı, psikolojik durumu, tüketim alışkanlıkları gibi birçok konudan etkilenmektedir. Ayrıca yakın zamanda yaşanmış olan COVID-19 Pandemisi ve Kahramanmaraş Depremi gibi beklenmedik durumlar karşısında da kırılgan bir yapıya sahiptir. Bu nedenle sağlıklı bir atık yönetim sistemi için atık karakterizasyon çalışmalarının düzenli periyotlarla devam ettirilmesi çok önemlidir. Bu çalışma ile Bursa Uludağ Üniversitesi Görükle Kampüsü'nde sağlıklı ve sürdürülebilir bir atık yönetimi için, dört eğitim dönemi boyunca, katı atık karakterizasyon çalışması yapılarak oluşan atıkların miktar ve bileşenleri tespit edilmiştir.

Çalışma sonucunda karışık atıklarla atılan geri dönüştürülebilir atık oranının ortalama %70 seviyesinde olduğu tespit edilmiştir. Ekonomik değeri olan bu atıkların, atık yönetim sistemlerindeki yükünü azaltmak için öncelikle tüm kampüs paydaşlarına eğitim verilmelidir. Verimli kaynak kullanımı, çevre bilinci ve atık yönetimi konularında verilecek bu eğitim düzenli periyotlarla tekrar edilmelidir. Kampüse yeni katılan idari, akademik, görevli tüm personel ile, eğitim sürecine yeni başlayan tüm öğrencilere bu konularla ilgili oryantasyon eğitimi şeklinde bilgilendirme yapılmalı ve verilmek istenen çevre ve atık bilincinin sürekliliği sağlanmalıdır. Eğitim ve bilgilendirme çalışmalarında broşür gibi basılı materyal hazırlamak yerine, kampüste bulunan reklam panoları ve televizyon ekranları değerlendirilmelidir. Çevrenin korunması ve atık yönetimi konusunda daha fazla bireye ulaşmak için üniversitenin resmi internet sitesinin ana sayfasında, rahatça görünür ve ilgi çekici bir buton ile kampüste atık yönetimine dair yürütülen süreçlerle ilgili bilgilendirme sayfasına erişim

imkanı sağlanmalıdır. Bu sayfanın hazırlanmasında Güzel Sanatlar Fakültesi ve Eğitim Fakültesi'nin ilgili bölümleri ile çalışma yapılmalı ve kampüs paydaşlarının ilgisini çekecek, akılda kalıcı slogan ve görsel tasarımları hazırlanmalıdır.

Eğitim çalışmalarının yanında kampüs paydaşlarını aktif bir şekilde sürece dahil eden, çeşitli etkinlikler ile sürdürülebilir çevre bilinci sağlanmalıdır. Mevcut durumda Bursa Uludağ Üniversitesi'nde Sürdürülebilir Kampüs Projesi kapsamında birçok bilinçlendirme etkinliği yürütülmektedir. Düzenli olarak yapılan Dünya Çevre Günü Yürüyüşü ve Asansörsüz Gün Etkinliği'nin yanında üniversite paydaşlarının toprakla buluştuğu Ekolojik Bahçeler Projesi ve Tohum Topu Atölyesi, atıkların yeniden değerlendirildiği Atıktan Sanata Etkinliği, sürdürülebilir tekstil konusunu merkezine alan Atığın Modası Geçti Etkinliği, Elektrikli ve Elektronik Atık Toplama Günü, Kampüste Bisiklet Turu ve kampüste atık toplama etkinliği gibi çeşitli faaliyetlerle çevre ve sürdürülebilirlik konularında faaliyetler düzenlenmiştir. Bu etkinliklerin devam etmesi, özellikle öğrenciler için, üniversiteye aidiyet duygusunu besleyecek ve çevreye verilen değeri arttıracaktır.

Kampüs paydaşları içinde geri dönüşüm aşamasını daha cazip hale getirmek amacıyla çeşitli çalışmalar yapılabilir. Geri dönüştürülebilir atıkların ayrı toplanarak ilgili atık toplama ekipmanına atılması üzerine kurulu bir sistem ile yemekhanede ücretsiz yemek hakkı ve kantinlerde indirim kazanılabilir. Kullanım amacını tamamlamış kitaplar, başka öğrencilerin faydalanması için kütüphane tarafından alınmasıyla beraber, eski ders notları veya defterler için kütüphaneye kurulacak özel bir toplama alanına getirilmesi ile belirli bir süreç sonunda uygun bir ödül sistemi uygulanabilir.

Çalışma sonucu kompostlanabilir atık oranı yaklaşık % 15 olarak tespit edilmiştir. Kampüs içerisinde bulunan özel gıda işletmecileri de sürece dahil edilerek, bu tesislerden ve yemekhaneden oluşan mutfak atıkları ile yeşil alanların yönetilmesi sonucu oluşan park bahçe atıkları ayrı olarak toplanmalıdır. Ziraat Fakültesi ve Veteriner Fakültesi ile ortak bir çalışma yapılarak oluşan bu atığın kampüs içi çiftliklerde hayvan yemi olarak kullanılması değerlendirilmelidir. Ayrıca uygun görülen bir alana kurulacak kompost tesisi ile oluşan biyobozunur atıktan kompost üretimi ile

faydalı bir ürün elde edilecektir. Bu ürün kampüs içerisinde kullanılabileceği gibi satılarak ekonomik bir değer de sağlayacaktır.

Yapılan örnek çalışmalar incelendiğinde; Maçin ve Arıkan (2021) kampüs alanını 4 bölgeye bölmüş ve her bölgede seçtiği temsili binalarda bir hafta boyunca atık karakterizasyon çalışması yürütmüştür. Çalışmada %29,16 geri dönüştürülebilir ve %10,91 oranında kompostlanabilir atık oranı ile en çok oluşan atık türü mutfak atıkları olarak tespit edilmiştir. Oladejo ve arkadaşları (2018) kampüs alanını 3 bölgeye bölmüş, ayda 5 gün olarak, 3 ay boyunca karakterizasyon çalışması yürütmüş ve %52,5 geri dönüştürülebilir ve %33,51 oranında kompostlanabilir atık oranı ile en çok oluşan atık türü polietilen torbalardan kaynaklı plastik atıklar olmuştur. de Vega ve arkadaşları (2008) tarafından kampüste 3 temsili bölge seçilmiş ve 12 gün boyunca yaptıkları atık karakterizasyon çalışması sonucunda %36,53 geri dönüştürülebilir ve %48,1 oranında kompostlanabilir atık oranı ile en çok oluşan atık türünün organik atık olduğu tespit edilmiştir. Baldwin ve Dripps (2012) 3 ayrı yurt bölgesinde yürüttükleri çalışmada %43,27 geri dönüştürülebilir ve %17,18 oranında kompostlanabilir atık oranı ile en fazla oluşan atık türünün karışık atıklar olduğunu belirtmiştir. Adeniran ve arkadaşları (2017) tarafından yürütülen çalışmada ise 4 bölgeye ayrılan kampüs alanında %64 geri dönüştürülebilir ve %15 oranında kompostlanabilir atık oranı ile en fazla polietilen torbalardan kaynaklı plastik atıkların oluşturduğu görülmüştür. Bursa Uludağ Üniversitesi'nde 2 yıl boyunca sürdürülen çalışmada ise %71,66 geri dönüştürülebilir ve %15,06 oranında kompostlanabilir atık oranı tespit edilmiştir.

Farklı kampüslerde yapılmış çalışmalar incelendiğinde, Bursa Uludağ Üniversitesi Görükle Kampüsü'nde yapılan çalışma sonuçları ile Adeniran ve arkadaşları (2017) tarafından yapılan çalışma sonuçları genel olarak benzerlik göstermektedir. Bursa Uludağ Üniversitesi Görükle Kampüsü'nde oluşan kompostlanabilir atık oranı Adeniran ve arkadaşları (2017), Baldwin ve Dripps (2012) ve Maçin ve Arıkan (2021) ile benzerlik gösterse de, geri dönüştürülebilir atık oranının tüm çalışmalardan daha yüksek bir seviyede olduğu görülmektedir. Bu durum atık oluşumu ve yönetimi süreçlerine daha fazla önem verilmesi gerektiğine işaret etmektedir.

Bursa Uludağ Üniversitesi Görükle Kampüsünde yapılan çalışmada özellikle plastik ve cam atıklarının öne çıkması, bu atık türleri üzerine bir çalışma yapılması gerekliliğini göstermektedir. Esnek yapısı ile kolay şekil almasıyla üretimde birçok alanda tercih edilen plastik, ambalajlama konusunda hayatımıza yardımcı olsa da yönetilmesi en zor ve karmaşık atık türlerindendir. Çalışma esnasında cam atıkların çoğunluğunun içecek ambalajlarından kaynaklandığı görülmüştür. Doğada kaybolma süresi 4000 yılı aşabilen cam atıklar, kalite kaybı olmadan geri dönüştürülerek yeniden kullanılabildiği için faydalı bir atık türüdür. Bu atık türü için daha fazla geri dönüşüm kutusunun yerleştirilmesi, cam atıkların doğru yönetimi konusunda yöneticilere yardımcı olacaktır.

Atık yönetimi konusu incelenirken multi disipliner bir yaklaşım sergilenmelidir. Atığın oluştuğu bölgenin sadece fiziksel özelliklerini göz önünde bulundurarak sunulan çözümler, doğru bir atık yönetim sistemi uygun olmayacaktır. Doğru bir sistem için sürdürülebilirliğin 3 boyutu olan; çevresel, ekonomik ve sosyal bileşenlerin tümü incelenmelidir.

Japonya, Fukuoka Üniversitesi'nde yapılan bir çalışmada atık toplama ekipmanlarına olan yürüme mesafesinin arttığı takdirde atığın toplanmasının azaldığı ve bu mesafenin 8 ile 410 metre arasında olduğu belirtilmiştir. Ayrıca geri dönüşüm kutularının yan yana yerleştirilmesi yerine ayrı ayrı konumlandırıldığında atık ayrıştırmanın azaldığı tespit edilmiştir (Leeabai ve diğerleri, 2019). Ludwig ve arkadaşları (1998) tarafından yapılan çalışmada ise daha uzak bir yer olan, koridorda duran geri dönüşüm kutularının, sınıfların içine alınmasıyla geri dönüştürülen atık sayısının arttığı, karışık atıklara atılan atıkların da azaldığı görülmüştür. Bireylerin oluşan atıkları taşıdığı bilinse de, atıkları doğru atık ekipmanına atmak için yürümeyi uygun göreceği mesafe kişiden kişiye değişmektedir. Geri dönüştürülebilen ve geri dönüştürülemeyen atıklardan oluşan ikili atık toplama ekipmanının yan yana olması durumunda dahi, atıklara doğru ayrıştırmanın yapılamadığı da görülmektedir. Tüm bunların sebebi, atığın merkezinde insanın konumlanmasındandır. Sosyal bir varlık olan insanın psikolojik durumu, davranışları ve tüketim alışkanlıkları, atık oluşum ve yönetim sürecini de etkilemektedir. Bu yüzden atığı oluşturan toplumun sosyal davranış modellerini incelemeden, sayısal bir mühendislik modeli geliştirmek sağlıklı olmayacaktır. Atık yönetiminde, insanın

davranışlarının bilinememesinden dolayı oluşan boşluğun kapatılması gerekmektedir. Bireylerin tüketim alışkanlıklarını sayısallaştırmak zor da olsa, atık yönetimini sürdürülebilir kılmak için bu konuda adım atılarak, sürecin detaylandırılması gerekmektedir.

Kişi başı oluşan atık miktarının her geçen gün arttığı göz önünde bulundurularak, bireylerde çevreyle ilgili olumlu hassasiyetin oluşturulabilmesi için uygun çalışmaların yapılması gerekmektedir. Söz konusu tez çalışmasının devamında, sosyal ve psikolojik bir bakış açısıyla, bireylerin geri dönüşüm kutularını kullanmaya yönelik görüş ve tutumlarının incelendiği ve çevre yanlısı davranışların arttırılması amacıyla, dürtme stratejisinin uygulanacağı bir çalışma yapılması planlanmıştır.

Üniversite kampüsleri kent yaşamıyla aynı özellikleri taşıması ve daha küçük alanları kapsamasıyla pilot çalışma alanları olarak değerlendirilebilir. Doğru atık yönetim sistemlerinin uygulanmasıyla olumsuz gözüken durumlar, olumlu yöne evrilebilir ve kampüs yaşamını daha sağlıklı hale getirirken, ekonomik değer de kazandırabilir. Bu nedenle atık yönetim süreçlerinde karşılaşılan zorluklar, fırsat olarak değerlendirilmelidir.

Kampüste atık yönetiminin zorluğu; atık oluşumunu azaltma konusunun, çoğunluğu öğrencilerden oluşan topluluğun eğitimine, sorumluluğuna ve davranışına dönüşmesini sağlamak ve geri dönüşüm ile kompost çalışmalarını arttırarak kurumsal atık akışını en aza indirme yollarını bulmaktır (Baldwin & Dripps, 2012). Öte yandan çağdaş ve yenilikçi bakış açısıyla üniversiteler, bu zorluğu kolaylıkla aşabilecek kurumlardır. Geleceğin yöneticilerini yetiştirerek ülkelerin geleceğini belirleyen üniversiteler, sürdürülebilirlik hedeflerini kampüs içinde paydaşlarına benimseterek, kaynakların korunmasında topluma öncü olacaklardır.

KAYNAKLAR

Aarne, V. P., Morgan Susan, M., & Heine Lauren, G. (2009). *Introduction to environmental engineering* (3rd ed.).

Adeniran, A. E., Nubi, A. T., & Adelopo, A. O. (2017). Solid waste generation and characterization in the University of Lagos for a sustainable waste management. *Waste Management*, 67, 3-10. https://doi.org/10.1016/j.wasman.2017.05.002

Alshuwaikhat, H. M., & Abubakar, I. (2008). An integrated approach to achieving campus sustainability: assessment of the current campus environmental management practices. *Journal of Cleaner Production*, 16(16), 1777-1785. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2007.12.002

ASTM (2016). American Society for Testing and Materials. ASTM D5231-92 Standard Test Method for Determination of the Composition of Unprocessed Municipal Solid Waste

Baldwin, E., & 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. https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2012.06.002

Barles, S. (2014). History of waste management and the social and cultural representations of waste. *The basic environmental history*, 199-226.

Brundtland, G. H. (1987). *Report of the World Commission on environment and development: our common future*. UN. https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/5987our-common-future.pdf

Butti, L. (2012). Birth and death of waste. *Waste Management*, 32(9), 1621-1622. https://doi.org/10.1016/j.wasman.2012.05.030

Bursa Uludağ Üniversitesi (2019). *Bursa Uludağ Üniversitesi Hakkında*. *http://uludag.edu.tr/konu/view/15/bursa-uludag-universitesi-hakkinda*

Bursa Uludağ Üniversitesi. (2022). *Green Spaces at the Campus 2020-2021*. BUÜ Sürdürülebilir Kampüs Koordinatörlüğü. https://uludag.edu.tr/surdurulebilirlik/konu/view?id=8254&title=green-spaces-at-the-campus-2020-2021

Chandrappa, R., & Das, D. B. (2012). *Solid waste management: Principles and practi*ce. Springer Science & Business Media.

Cheremisinoff, N. P. (2003). *Handbook of solid waste management and waste minimization technologies*. Butterworth-Heinemann.

Coker, A. O., Achi, C. G., Sridhar, M. K. C., & Donnett, C. J. (2016). Solid waste management practices at a private institution of higher learning in Nigeria. *Procedia Environmental Sciences*, 35, 28-39. https://doi.org/10.1016/j.proenv.2016.07.003

Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı. (2004a). Atık Pil Ve Akümülatörlerin Kontrolü Yönetmeliği, 31.08.2004, RG No: 25569

Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı. (2004b). Hafriyat Toprağı, İnşaat Ve Yıkıntı Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği, 18.03.2004, RG No: 25406

Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı. (2006). Ömrünü Tamamlamış Lastiklerin Kontrolü Yönetmeliği, 25.11.2006, RG No: 26357

Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı. (2009). Ömrünü Tamamlamış Araçların Kontrolü Hakkında Yönetmelik, 30.12.2009, RG No: 27448

Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı. (2010). Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmelik, 26.03.2010, RG No: 27533

Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı. (2015a). Atık Yönetimi Yönetmeliği, 02.04.2015, RG No: 29314

Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı. (2015b). Bitkisel Atık Yağların Kontrolü Yönetmeliği, 06.06.2015, RG No: 29378

Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı. (2016). *Ulusal Atık Yönetimi ve Eylem Planı* 2023. https://webdosya.csb.gov.tr/db/cygm/haberler/ulusal_at-k_yonet-m--eylem_plan--20180328154824.pdf

Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı. (2017). Tıbbi Atıkların Kontrolü Yönetmeliği, 25.01.2017, RG No: 29959

Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı. (2019a). Atık Yağların Yönetimi Yönetmeliği, 21.12.2019, RG No: 30985

Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı. (2019b). Sıfır Atık Yönetmeliği, 12.07.2019, RG No: 30829

Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı. (2021). Ambalaj Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği, 26.06.2021, RG No: 31523

Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı. (2022). Atık Elektrikli Ve Elektronik Eşyaların Yönetimi Hakkında Yönetmelik, 26.12.2022, RG No: 32055

Dangi, V. S., & Agarwal, A. K. (2017). Current Practices of Solid Waste Management in MITS Campus, Gwalior: A Case Study. *International Journal for Research in Applied Science & Engineering Technology* (IJRASET), 5 (5), 884, 889.

Davarcıoğlu, B., & Lelik, A. (2017). Sanayide iklim değişikliğine uyum ve eko-verimlilik (temiz üretim) programı: örnek uygulamalar. *Mesleki Bilimler Dergisi* (MBD), 6(2), 94-105.

Department of Climate Change, Energy, the Environment and Water. (2017). *Unit conversion factors.* Australian Government. https://www.dcceew.gov.au/sites/default/files/documents/hazardous-waste-unit-conversion-factors.pdf

de Vega, C. A., Ojeda-Benítez, S., & Ramírez-Barreto, M. E. (2003). Mexican educational institutions and waste management programmes: a University case study. *Resources, Conservation and Recycling*, 39(3), 283-296. https://doi.org/10.1016/S0921-3449(03)00033-8

de Vega, C. A., Benítez, S. O., & Barreto, M. E. R. (2008). Solid waste characterization and recycling potential for a university campus. *Waste Management*, 28, S21-S26. https://doi.org/10.1016/j.wasman.2008.03.022

Diaz, L. F., Golueke, C. G., Savage, G. M., & Eggerth, L. L. (2020). *Composting and recycling municipal solid waste.* CRC Press.

European Commission. (2019). *Integrated Pollution Prevention and Control Reference Document on the Best Available Techniques for Waste Incineration*. JRC Science for policy report. https://eippcb.jrc.ec.europa.eu/sites/default/files/2020-01/JRC118637_WI_Bref_2019_published_0.pdf

European Parliament Council (2008). *Dırectıve 2008/98/EC of the European Parlıament And Of The Councıl of 19 November 2008 on waste and repealing certain directives*. Official Journal of the European Union.

Eurostat. (2023). Geographical Information And Maps: Map Generator Image. https://ec.europa.eu/eurostat/web/gisco/gisco-activities/map-generator

Exitcom. (2023). *Kartuş ve Toner Geri Kazanım*. https://www.exitcom.com.tr/hizmetler/toner-kartus/

Gebreeyessus, G. D., Berihun, D., & Terfassa, B. (2019). Characterization of solid wastes in higher education institutions: the case of Kotebe Metropolitan University, Addis Ababa, Ethiopia. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 16, 3117-3124. https://doi.org/10.1007/s13762-018-1953-y

George, D., & Mallery, M. (2010). *SPSS for Windows Step by Step: A Simple Guide and Reference, 17.0 update* (10th ed.) Boston: Pearson

Gharfalkar, M., Court, R., Campbell, C., Ali, Z., & Hillier, G. (2015). Analysis of waste hierarchy in the European waste directive 2008/98/EC. *Waste Management*, 39, 305-313. https://doi.org/10.1016/j.wasman.2015.02.007

Gidarakos, E., Havas, G., & Ntzamilis, P. (2006). Municipal solid waste composition determination supporting the integrated solid waste management system in the island of Crete. *Waste Management*, 26(6), 668-679. https://doi.org/10.1016/j.wasman.2005.07.018

Gündüz, A. Y. (2017). Ülke kalkınmasında üniversitelerin rolü: doğu ve güneydoğu anadolu üniversiteleri örneği. *Sakarya İktisat Dergisi*, 6(1), 56-69.

Jaafar, I., Ibrahim, T. A., Ila, N. H. M., & Zaki, N. S. M. (2017). Waste Audit in UMT Campus: Generation and Management of Waste in Cafeteria and Food Kiosk. *Journal of BIMP-EAGA Regional Development*, 3(1), 84-94. https://doi.org/10.51200/jbimpeagard.v3i1.1033

Kemirtlek, A. (2007). Entegre Katı Atık Yönetimi. https://www.istac.istanbul/contents/44/cevre-makaleleri_130838592910380265.pdf

Leeabai, N., Suzuki, S., Jiang, Q., Dilixiati, D., & Takahashi, F. (2019). The effects of setting conditions of trash bins on waste collection performance and waste separation behaviors; distance from walking path, separated setting, and

arrangements. *Waste Management*, 94, 58-67. https://doi.org/10.1016/j.wasman.2019.05.039

Ludwig, T. D., Gray, T. W., & Rowell, A. (1998). Increasing recycling in academic buildings: A systematic replication. *Journal of applied behavior analysis*, 31(4), 683-686. https://doi.org/10.1901/jaba.1998.31-683

Maçin, K. E., & Arıkan, O. A. (2021). Sıfır Atık Yönetimi'nin Çevresel Etkileri: İtü Ayazağa Kampüsü'nün Sıfır Atık Endeksi. *14. Ulusal 2. Uluslararasi Çevre Mühendisliği Kongresi 2021 Bildiri Kitabı*

McDougall, F. R., White, P. R., Franke, M., & Hindle, P. (2008*). Integrated solid waste management: a life cycle inventory*. John Wiley & Sons.

Nolasco, E., Vieira Duraes, P. H., Pereira Gonçalves, J., Oliveira, M. C. D., Monteiro de Abreu, L., & Nascimento de Almeida, A. (2021). Characterization of solid wastes as a tool to implement waste management strategies in a university campus. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 22(2), 217-236.

OECD. (2023). Organisation For Economic Co-Operation and Development: Generation of waste by sector. https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=WSECTOR#

Oladejo, O. S., Auta, A. M., Peter, D. I., & Edirin, K. O. (2018). Solid waste generation, characteristics and material recovery potentials for Landmark University campus. *International Journal of Civil Engineering and Technology*, 9(9), 1071-82.

Peavy, H. S., Rowe, D. R., & Tchobanoglous, G. (1985). *Environmental engineering* (Vol. 2985). New York: McGraw-Hill.

Rahmada, A., Purnomo, C. W., Cahyono, R. B., & Ariyanto, T. (2019, March). In campus municipal solid waste generation and characterization, case study: Universitas Gadjah Mada, Indonesia. *In AIP Conference Proceedings* (Vol. 2085, No. 1, p. 020002). AIP Publishing LLC. https://doi.org/10.1063/1.5094980

Rahman, M. A., Hossain, M. L., Rubaiyat, A., Mamun, S. A., Khan, M. Z. A., Sayem, M. M., & Hossain, M. K. (2013). Solid waste generation, characteristics and disposal at Chittagong university campus, Chittagong, Bangladesh. *In Discovery Science* (Vol. 4, No. 11, pp. 25-30).

Rodzi, R. M. (2019). Analysis of solid waste generation and composition in Malaysia TVET campus. *International Journal of Integrated Engineering*, 11(2).

Schively, C. (2007). Understanding the NIMBY and LULU phenomena: Reassessing our knowledge base and informing future research. *Journal of Planning Literature*, 21(3), 255-266.

Shekdar, A. V. (2009). Sustainable solid waste management: An integrated approach for Asian countries. *Waste Management*, 29(4), 1438-1448. https://doi.org/10.1016/j.wasman.2008.08.025

Sıfır Atık. (2019a). *Atık Sayacı*. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı. https://sifiratik.gov.tr/sifir-atik/atik-sayaci

Sıfır Atık. (2019b). *Bitkisel Atık Yağ*. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı. https://sifiratik.gov.tr/bitkisel-atik-yag

Solomon, A. O. (2011). *The role of households in solid waste management in East African capital cities*. Wageningen University and Research.

Stephens, J. C., Hernandez, M. E., Román, M., Graham, A. C., & Scholz, R. W. (2008). Higher education as a change agent for sustainability in different cultures and contexts. *International Journal of Sustainability In Higher Education*, 9(3), 317-338. https://doi.org/10.1108/14676370810885916

Tabachnick, B. G., Fidell, L. S., & Ullman, J. B. (2013). *Using multivariate statistics* (Vol. 6, pp. 497-516). Boston, MA: pearson.

Tadesse, T., Ruijs, A., & Hagos, F. (2008). Household waste disposal in Mekelle city, Northern Ethiopia. *Waste Management*, 28(10), 2003-2012. https://doi.org/10.1016/j.wasman.2007.08.015

TAP. (2023). *Atık Pillerin Bertaraf ve Geri Dönüşümü*. Taşınabilir Pil Üreticileri ve İthalatçıları Derneği. https://tap.org.tr/pil-atik-pil/sss/atik-pillerin-bertaraf-ve-geri-donusumu/

Tchobanoglous, G. (1993). *Integrated solid waste managementengineering principles and management issues* (No. 628 T3).

The World Counts. (2023). *World Population*. www.theworldcounts.com/populations

Toner. (2018). *Kartuş Ve Toner Atıklar; Tehlikeli Atık Sınıfında. https://www.toner.com.tr/kartus-ve-toner-atiklar-tehlikeli-atik-sinifinda*

Topkaya, B. (2015). *Katı atık yönetimi ders notları*. Akdeniz Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Antalya.

Türkiye İstatistik Kurumu. (2020). *Belediye Atık İstatistikleri*. https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=119&locale=tr

Türkiye Belediyeler Birliği (2015). *Katı atık geri dönüşüm ve arıtma teknolojileri*. Ankara, 298 s

Townsend, T. G., Powell, J., Jain, P., Xu, Q., Tolaymat, T., & Reinhart, D. (2015). *Sustainable practices for landfill design and operatio*n. Springer.

Ugwu, C. O., Ozoegwu, C. G., & Ozor, P. A. (2020). Solid waste quantification and characterization in university of Nigeria, Nsukka campus, and recommendations for sustainable management. *Heliyon*, 6(6), e04255. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e04255

Ugwu, C. O., Ozoegwu, C. G., Ozor, P. A., Agwu, N., & Mbohwa, C. (2021). Waste reduction and utilization strategies to improve municipal solid waste management on Nigerian campuses. *Fuel Communications*, 9, 100025. https://doi.org/10.1016/j.jfueco.2021.100025

University Leaders for a Sustainable Future (1990).(USLF) (Association of). *The Talloires Declaration, 1990*. http://www.ulsf.org/programs_talloires_td.html

UNEP. (2016). United Nations Environment Glossary. https://unstats.un.org/unsd/environmentgl/gesform.asp?getitem=1178#:~:text=Introduction%20%7C%20Search,he%2Fshe%20wants%20to%20dispose

Zhang, L., Wu, L., Tian, F., & Wang, Z. (2016). Retrospection-simulation-revision: approach to the analysis of the composition and characteristics of medical waste at a disaster relief site. PloS one, 11(7), e0159261. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0159261

EKLER

EK 1 Atıklara Ait Özgül Ağırlık, Nem ve Enerji İçeriği

EK 1 Atıklara Ait Özgül Ağırlık, Nem ve Enerji İçeriği

Çizelge EK 1.1. 2021 Güz dönemi atıklara ait özgül ağırlık, nem ve enerji içeriği

2021 Güz Dönemi	Özgül Ağırlık		Nem İçeriği			Enerji İçeriği	
Atık Bileşenleri	Yoğunluk (kg/m^3)	Hacim (m^3)	Nem Oranı (%)	Nem ağırlık (kg)	Kuru Ağırlık (kg)	Birim Enerji (kj/kg)	Toplam Enerji (kj)
Mutfak atıkları	290[a]	0,0103	70[b]	2,0976	0,8990	4650[a]	13933,725
Park ve bahçe atıkları	105[a]	0,0026	60[b]	0,1613	0,1075	6500[a]	1746,875
Kağıt	85[a]	0,0307	6[b]	0,1568	2,4558	16750[a]	43759,375
Karton	50[a]	0,0515	5[b]	0,1287	2,4455	16300[a]	41960,275
Hacimli karton	50[a]	0,0499	5[b]	0,1248	2,3714	16300[a]	40688,875
Plastik	65[a]	0,0640	2[b]	0,0832	4,0780	32600[a]	135656,750
Cam	195[a]	0,0333	2[b]	0,1300	6,3712	150[a]	975,188
Metal	320[a]	0,0064	3[b]	0,0614	1,9861	700[a]	1433,250
Hacimli metal	90[a]	0,0050	3[b]	0,0135	0,4375	700[a]	315,700
Elektrikli/elektronik ekipman atıkları	181[b]	0,0005	1[b]	0,0009	0,0879	35159[e]	3120,359
Tehlikeli atık	300[c]	0,0040	0,54[d]	0,0064	1,1818	9750[f]	11585,438
Diğer yanmayanlar	300[b]	0,0016	10[b]	0,0471	0,4241	6978[b]	3288,383
Diğer yanabilenler	119[b]	0,0168	15[b]	0,3000	1,7002	6978[b]	13957,745
Diğer yanabilir hacimli atıklar	119[b]	0,0103	15[b]	0,1837	1,0408	6978[b]	8544,561
Diğer yanmayan hacimli atıklar	300[b]	0,0003	10[b]	0,0081	0,0731	6978[b]	566,963
Diğer (yukarıdaki gruplar hariç)	130[b]	0,0001	15[b]	0,0017	0,0096	6978[b]	78,503
GENEL TOPLAM	-	0,2874	-	3,5052	25,6695	-	321611,962
	Yoğunluk:	101,5253	% Nem Miktarı		12,0146	Birim Enerji	11023,641
			% Kuru Madde		87,9854	Enerji Kuru Madde	12528,945

a: (Peavy ve diğerleri, 1985)

b: (Tchobanoglous, 1993)

c: (Department of Climate Change, Energy, the Environment and Water, 2017)

d: (Zhang ve diğerleri, 2016)

e: (Chandrappa & Das, 2012)

f: (European Commission, 2019)

Çizelge EK 1.2. 2022 Bahar dönemi atıklara ait özgül ağırlık, nem ve enerji içeriği

2022 Bahar Dönemi	Özgül Ağırlık		Nem İçeriği			Enerji İçeriği	
Atık Bileşenleri	Yoğunluk (kg/m^3)	Hacim (m^3)	Nem Oranı (%)	Nem ağırlık (kg)	Kuru Ağırlık (kg)	Birim Enerji (kj/kg)	Toplam Enerji (kj)
Mutfak atıkları	290[a]	0,0494	70[b]	10,0295	4,2984	4650[a]	66624,813
Park ve bahçe atıkları	105[a]	0,0357	60[b]	2,2466	1,4977	6500[a]	24337,625
Kağıt	85[a]	0,1561	6[b]	0,7960	12,4712	16750[a]	222226,438
Karton	50[a]	0,2219	5[b]	0,5548	10,5414	16300[a]	180867,517
Hacimli karton	50[a]	0,2888	5[b]	0,7220	13,7171	16300[a]	235355,700
Plastik	65[a]	0,3376	2[b]	0,4388	21,5030	32600[a]	715303,767
Cam	195[a]	0,0997	2[b]	0,3890	19,0621	150[a]	2917,663
Metal	320[a]	0,0032	3[b]	0,0304	0,9839	700[a]	710,033
Hacimli metal	90[a]	0,0157	3[b]	0,0424	1,3711	700[a]	989,450
Elektrikli/elektronik ekipman atıkları	181[b]	0,0019	1[b]	0,0034	0,3378	35159[e]	11997,999
Tehlikeli atık	300[c]	0,0090	0,54[d]	0,0145	2,6780	9750[f]	26252,688
Diğer yanmayanlar	300[b]	0,0021	10[b]	0,0634	0,5703	6978[b]	4421,726
Diğer yanabilenler	119[b]	0,0455	15[b]	0,8091	4,5846	6978[b]	37637,006
Diğer yanabilir hacimli atıklar	119[b]	0,0071	15[b]	0,1266	0,7175	6978[b]	5890,595
Diğer yanmayan hacimli atıklar	300[b]	0,0000	10[b]	0,0000	0,0000	6978[b]	0,000
Diğer (yukarıdaki gruplar hariç)	130[b]	0,0643	15[b]	1,2547	7,1100	6978[b]	58368,644
GENEL TOPLAM	-	1,3379	-	17,5213	101,4441	-	1593901,661
	Yoğunluk:	88,9172	% Nem Miktarı		14,7280	Birim Enerji	13398,035
			% Kuru Madde		85,2720	Enerji Kuru Madde	15712,124

a: (Peavy ve diğerleri, 1985)

b: (Tchobanoglous, 1993)

c: (Department of Climate Change, Energy, the Environment and Water, 2017)

d: (Zhang ve diğerleri, 2016)

e: (Chandrappa & Das, 2012)

f: (European Commission, 2019)

Çizelge EK 1.3. 2022 Güz dönemi atıklara ait özgül ağırlık, nem ve enerji içeriği

2022 Güz Dönemi	Özgül Ağırlık		Nem İçeriği			Enerji İçeriği	
Atık Bileşenleri	Yoğunluk (kg/m^3)	Hacim (m^3)	Nem Oranı (%)	Nem ağırlık (kg)	Kuru Ağırlık (kg)	Birim Enerji (kj/kg)	Toplam Enerji (kj)
Mutfak atıkları	290 [a]	0,0393	70 [b]	7,9706	3,4160	4650 [a]	52947,806
Park ve bahçe atıkları	105 [a]	0,0346	60 [b]	2,1794	1,4529	6500 [a]	23609,625
Kağıt	85 [a]	0,1354	6 [b]	0,6904	10,8168	16750 [a]	192746,438
Karton	50 [a]	0,1868	5 [b]	0,4669	8,8715	16300 [a]	152215,513
Hacimli karton	50 [a]	0,2394	5 [b]	0,5986	11,3727	16300 [a]	195131,375
Plastik	65 [a]	0,3843	2 [b]	0,4996	24,4814	32600 [a]	814380,600
Cam	195 [a]	0,0872	2 [b]	0,3400	16,6605	150 [a]	2550,075
Metal	320 [a]	0,0057	3 [b]	0,0550	1,7780	700 [a]	1283,100
Hacimli metal	90 [a]	0,0144	3 [b]	0,0388	1,2537	700 [a]	904,750
Elektrikli/elektronik ekipman atıkları	181 [b]	0,0016	1 [b]	0,0030	0,2933	35159 [e]	10415,845
Tehlikeli atık	300 [c]	0,0024	0,54 [d]	0,0039	0,7222	9750 [f]	7079,719
Diğer yanmayanlar	300 [b]	0,0005	10 [b]	0,0149	0,1339	6978 [b]	1037,978
Diğer yanabilenler	119 [b]	0,0472	15 [b]	0,8396	4,7580	6978 [b]	39060,227
Diğer yanabilir hacimli atıklar	119 [b]	0,0049	15 [b]	0,0879	0,4983	6978 [b]	4090,853
Diğer yanmayan hacimli atıklar	300 [b]	0,0000	10 [b]	0,0009	0,0079	6978 [b]	61,058
Diğer (yukarıdaki gruplar hariç)	130 [b]	0,0217	15 [b]	0,4228	2,3956	6978 [b]	19666,621
GENEL TOPLAM	-	1,2054	-	14,2123	88,9126	-	1517181,580
	Yoğunluk:	85,5524	% Nem Miktarı		13,7816	Birim Enerji	14712,082
			% Kuru Madde		86,2184	Enerji Kuru Madde	17063,740

a: (Peavy ve diğerleri, 1985)

b: (Tchobanoglous, 1993)

c: (Department of Climate Change, Energy, the Environment and Water, 2017)

d: (Zhang ve diğerleri, 2016)

e: (Chandrappa & Das, 2012)

f: (European Commission, 2019)

Çizelge EK 1.4. 2023 Bahar dönemi atıklara ait özgül ağırlık, nem ve enerji içeriği

2023 Bahar Dönemi	Özgül Ağırlık		Nem İçeriği			Enerji İçeriği	
Atık Bileşenleri	Yoğunluk (kg/m^3)	Hacim (m^3)	Nem Oranı (%)	Nem ağırlık (kg)	Kuru Ağırlık (kg)	Birim Enerji (kj/kg)	Toplam Enerji (kj)
Mutfak atıkları	290[a]	0,0593	70[b]	12,0310	5,1561	4650[a]	79920,131
Park ve bahçe atıkları	105[a]	0,0368	60[b]	2,3165	1,5443	6500[a]	25094,875
Kağıt	85[a]	0,1346	6[b]	0,6864	10,7538	16750[a]	191624,188
Karton	50[a]	0,2481	5[b]	0,6204	11,7867	16300[a]	202234,100
Hacimli karton	50[a]	0,1176	5[b]	0,2940	5,5858	16300[a]	95839,925
Plastik	65[a]	0,4236	2[b]	0,5507	26,9819	32600[a]	897559,500
Cam	195[a]	0,0851	2[b]	0,3317	16,2548	150[a]	2487,975
Metal	320[a]	0,0072	3[b]	0,0687	2,2215	700[a]	1603,175
Hacimli metal	90[a]	0,0072	3[b]	0,0194	0,6261	700[a]	451,850
Elektrikli/elektronik ekipman atıkları	181[b]	0,0033	1[b]	0,0059	0,5824	35159[e]	20682,264
Tehlikeli atık	300[c]	0,0033	0,54[d]	0,0054	0,9927	9750[f]	9731,719
Diğer yanmayanlar	300[b]	0,0016	10[b]	0,0469	0,4223	6978[b]	3274,427
Diğer yanabilenler	119[b]	0,0516	15[b]	0,9190	5,2076	6978[b]	42751,589
Diğer yanabilir hacimli atıklar	119[b]	0,0064	15[b]	0,1135	0,6432	6978[b]	5280,602
Diğer yanmayan hacimli atıklar	300[b]	0,0023	10[b]	0,0694	0,6244	6978[b]	4840,988
Diğer (yukarıdaki gruplar hariç)	130[b]	0,0142	15[b]	0,2764	1,5660	6978[b]	12856,093
GENEL TOPLAM	-	1,2020	-	18,3551	90,9497	-	1596233,399
	Yoğunluk:	90,9382	% Nem Miktarı	16,7926		Birim Enerji	14603,514
			% Kuru Madde	83,2074		Enerji Kuru Madde	17550,733

a: (Peavy ve diğerleri, 1985)

b: (Tchobanoglous, 1993)

c: (Department of Climate Change, Energy, the Environment and Water, 2017)

d: (Zhang ve diğerleri, 2016)

e: (Chandrappa & Das, 2012)

f: (European Commission, 2019)