

T.C.  
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**YEMEKHANE ATIKLARININ MEVCUT  
DURUMUNUN BELİRLENMESİ VE FAYDALI  
KULLANIMI İÇİN MODEL GELİŞTİRİLMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Serap DEĞİRMENCİ**

**Enstitü Anabilim Dalı : ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ**

**Tez Danışmanı : Doç. Dr. Ömer Hulusi DEDE**

**Haziran 2019**

T.C.  
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ


YEMEKHANE ATIKLARININ MEVCUT  
DURUMUNUN BELİRLENMESİ VE FAYDALI  
KULLANIMI İÇİN MODEL GELİŞTİRİLMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Serap DEĞİRMENCİ

Enstitü Anabilim Dalı : ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ

Bu tez 24.06.2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği ile kabul edilmiştir.



Prof. Dr.  
Saim ÖZDEMİR  
Jüri Başkanı



Doç. Dr.  
Ömer H. DEDE  
Üye



Dr. Öğr. Üyesi  
Barış KANTOĞLU  
Üye

## **BEYAN**

Tez içindeki tüm verilerin akademik kurallar çerçevesinde tarafımdan elde edildiğini, görsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uygun şekilde sunulduğunu, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezde yer alan verilerin bu üniversite veya başka bir üniversitede herhangi bir tez çalışmasında kullanılmadığını beyan ederim.

Serap DEĞİRMENCI

23.06.2019

## TEŞEKKÜR

Bu tezin yazılmasında çok büyük emeği geçen, yardımını, ilgisini, sabrını ve anlayışını esirgemeyen, bilgi ve deneyimi ile çalışmama yön veren, teşvik eden değerli danışman hocam Doç. Dr. Ömer Hulusi DEDE'ye teşekkürlerimi sunarım. Dr. Öğr. Üyesi Gülgün DEDE ve Arş. Görevlisi Hasan ÖZER'e anket ve karakterizasyon çalışmalarında ki katkılarından dolayı teşekkür ederim.

Ayrıca programın yazılmasında emeği geçen kardeşim Burak Oğuz DEĞİRMENCI'ye, manevi desteklerini esirgemeyen mesai arkadaşlarıma, karakterizasyon çalışmasında her türlü kolaylığı gösteren başta Aylin İLK YAZ olmak üzere tüm Tarihi Beyzade Esnaf Lokantası çalışanlarına ve hayatım boyunca desteğini benden esirgemeyen babam Orhan DEĞİRMENCI'ye teşekkürü bir borç bilirim.

## İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	i
İÇİNDEKİLER .....	ii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ.....	iv
ŞEKİLLER LİSTESİ .....	vi
TABLolar LİSTESİ .....	vi
ÖZET.....	vii
SUMMARY .....	viii
BÖLÜM 1.	
GİRİŞ .....	1
BÖLÜM 2.	
KONUyla İLGİLİ OLARAK DAHA ÖNCE YAPILMIŞ BİLİMSEL ÇALIŞMALAR.....	4
BÖLÜM 3.	
MATERYAL VE METOT.....	23
3.1.Yemekhane Atıklarının Miktarı ve Mevcut Durumunun Belirlenmesi .....	23
3.2. Yemekhane Atıklarının Karakterizasyonunun Belirlenmesi .....	25
3.3. Yemekhane Atıkları Yönetim Sisteminin Kurulması .....	29
BÖLÜM 4.	
ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA .....	34
4.1. Yemekhane Atıkları Anketi .....	34
4.2. Yemekhane Karakterizasyon Sonuçları.....	37
4.3. Yemek Atıkları Yönetim Sistemi.....	41

BÖLÜM 5.	
SONUÇLAR VE ÖNERİLER .....	45
KAYNAKLAR.....	47
ÖZGEÇMİŞ .....	52

## SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

atm	: Atmosfer
CHF	: İsviçre frangı
DH	: Dehidrasyon
IC	: Gıda kalıntılarını yakma
kg	: Kilogram
LQ	: Sıvı gıda atığı
MHz	: Megahertz
mm	: Milimetre
mt	: Milyon ton
PO <sub>4</sub>	: Fosfat
SO <sub>2</sub>	: Kükürt dioksit

## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 3.1. Mutfak atıkları genel görünüm .....	25
Şekil 3.2. Karakterizasyon tartım aşaması .....	26
Şekil 3.3. Tabaklardan artan yemek atık miktarı .....	26
Şekil 3.4. Mutfak atık karakteriazsyon çalışmasının ilk aşaması.....	27
Şekil 3.5. Mutfak atıklarını ayıklama işlemi .....	28
Şekil 3.6. Ayıklanan atıkların tartım işlemi .....	29
Şekil 3.7. Yemekhane atıkları yönetim sistemi şeması.....	30
Şekil 3.8. Yemekhane atıkları yönetim sistemi giriş ekranı.....	31
Şekil 3.9. Sistem yeni kullanıcıların tanımlanması .....	31
Şekil 3.10. Yönetim sitemine tedarikçi kayıt formu . .....	32
Şekil 3.11. Yönetim sitemine faydalanıcı kayıt formu .....	32
Şekil 3.12. Yönetim sitemine yönetici ekranı .....	33
Şekil 4.1. I. Grup İşletmelerde (1-50 Kişi) oluşan yemekhane atıklarının içeriği ..	38
Şekil 4.2. II. Grup İşletmelerde (50-100 Kişi) oluşan yemekhane atıklarının içeriği	38
Şekil 4.3. III. Grup İşletmelerde (100-200 Kişi) oluşan yemekhane atıklarının içeriği.....	39
Şekil 4.4. IV. Grup İşletmelerde (200-300 Kişi) oluşan yemekhane atıklarının içeriği.....	39
Şekil 4.5. V. Grup İşletmelerde (>300 Kişi) oluşan yemekhane atıklarının içeriği...	40
Şekil 4.6. Tedarikçinin oluşan yemek atığı ile ilgili ilanı .....	43
Şekil 4.7. Faydalanıcının uygun lokasyondaki yemek atıklarını seçmesi.....	43



## TABLolar LİSTESİ

Tablo 3.1. Anket uygulanan işletmelerin faaliyet alanları .....	23
Tablo 3.2. İşletme grupları ve yemek yiyen kişi sayıları .....	25
Tablo 4.1. Anket sonuçlarının yüzdeleri .....	36
Tablo 4.2. İşletme gruplarında belirlenen yemekhane atığı miktarları (kg/gün).....	37
Tablo 4.3. Farklı yemekhane kapasitesine sahip işletmelerde yemekhane atığının içeriği.....	40

## ÖZET

Anahtar Kelimeler: Yemekhane atığı, hayvan yemi, yemek atıklarının değerlendirilmesi, gıda atıkları karakterizasyonu

Gıda atıklarının önlenabilir olmasına rağmen uygun şekilde yönetilememesi hem çevresel hem de ekonomiye büyük zararlar vermektedir. Yemek atıkları, üretimden bertarafına kadar olan her aşamada oluşmaktadır.

Bu çalışmanın amacı saha çalışmalarıyla yemekhane atıklarının mevcut durumunun ve miktarının tespiti ve alternatif ürün olarak kullanılmasının değerlendirilmesidir. Buna göre yemekhane atıklarının mevcut durumunun tespiti için anket çalışmaları yapılmıştır. Yemekhane atıklarının homojen olmaması ve zamana, olduğu yere, kişi sayısına göre değişkenlik göstermesi nedeniyle çeşitli yerlerden yemekhane atığı toplanarak atığın karakterizasyonu belirlenmiştir. Yemekhane atıklarının daha homojen bir yapıya sahip olabilmesi için bu atıkları organik, değerlendirilebilir atık (cam, metal, kağıt, karton vb.) gibi türlerine göre sınıflandırılmalıdır.

Ortaya çıkan sonuçlar neticesinde yemekhane atıklarının toplanması için bilişim teknolojilerinden faydalanılmıştır. Sistemde farklı görev ve kullanıcılara ait paneller oluşturularak bir model geliştirilmiştir.

# **INVESTIGATION OF CAFETERIA FOOD WASTE AND MODEL SUGGESTING FOR BENEFICIAL USE**

## **SUMMARY**

Keywords: Food waste, animal feed, food waste assessment, food waste characterization

In spite of the fact that food wastes must be prevented, for not properly managed can cause great harm to both the environment and the economy. Food waste is produced at every stage from production to disposal.

The aim of this study is to evaluate the current status and quantity of food wastes and to use them as alternative products by field studies. Accordingly, surveys were conducted to determine the current state of the food wastes. Due to the fact that the food waste is not homogenous and varies according to time, place of origin, number of people, food waste has been collected from various places and characterization of waste has been determined. In order to have a more homogenous structure of food waste, these wastes should be classified according to their types such as organic, evaluable waste (glass, metal, paper, cardboard, etc.).

As a result, information technologies were used to collect food wastes. A model has been developed by creating panels of different tasks and users in the system.

## **BÖLÜM 1. GİRİŞ**

Dünya genelinde oluşan atıkların çok yüksek miktarlara ulaşmış olması, bu atıkların geri dönüşümü ve bertarafını küresel ölçekte önemli bir faaliyet alanına dönüştürmüştür. Bu faaliyetin önemli bir bölümünü katı atıkların geri dönüşümü ve bertarafı oluşturmaktadır. Yeniden kullanma ve kaynağında ayırma gibi yöntemler ile geri dönüşüm etkinliğinin artması sonucunda, küresel ölçekte, katı atıklar konusunda ciddi gelişimler görülmesine rağmen, günümüzde hala bu atıkların büyük oranda doğal çevre ve insan sağlığını doğrudan tehdit etmektedir.

Dede ve Oztekin (2018) katı atıkların büyük bir kısmını da organik kökenli atıklar oluşturmaktadır. Çok geniş bir atık grubunu temsil eden bu atıklar, oluşum kaynaklarına göre, evsel, endüstriyel ve tarımsal kökenli olarak üç ana başlık altında toplanabilir. Her ne kadar oluşum sahaları farklı olsa organik kökenli atıkların kökeni bitkisel üretim ve dolayısı ile topraktır. Bundan dolayıdır ki, son yıllarda organik atıkların vahşi veya düzenli depolama tesislerin de depolanması veya yakılması gibi yöntemler uygun görülmemekte, bu atıkların çeşitli yöntemlerle kullanıma uygun hale getirildikten sonra, tekrar bitkisel üretim veya toprak ıslahı çalışmalarında kullanılmasının en ekolojik ve sürdürülebilir yöntem olduğu fikri ağırlık kazanmaktadır [1].

Bu yaklaşım her ne kadar organik atıkların geri dönüştürülmesinde önemli bir katkı sunsa da, yemek atıkları gibi bazı organik kökenli atıklar için istisnai durumlar ve daha öncelikli olarak değerlendirilebilecek alternatifler söz konusu olabilir. Gustafsson ve ark. (2013) evsel katı atıkların büyük bölümünü yemek atıkları oluşturur. Yemekhane atıkları, yemek yapma sürecinde kullanılan malzemelerin kullanılmayan bölümlerinden, artan taze veya bayatlamış yemeklerden, yemekle birlikte verilen ambalajlı ürünlerin plastik, cam, metal ve kağıt/karton vb. malzemelerden yapılmış ambalajlarından, yemekhanede kullanılan peçete, kürdan,

tek kullanımlık bardak, tabak, çatal vb. gibi malzemelerin karışımından oluşurlar. Dünya Gıda ve Tarım Organizasyonunun (FAO) yaptığı çalışmalarda, dünya genelinde üretilen yemek ve gıda maddelerin yaklaşık üçte birinin çöpe atıldığı belirtilmiştir [2]. Bu veriden yola çıkılarak yemek atıklarının küresel ölçekteki miktarı ve çevresel riskler açısından konunun önemi rahatlıkla anlaşılabilir.

Choy ve ark. (2015), Bastidas-Oyanedel ve ark. (2016), Beline ve ark. (2017) yemek atıklarının bertarafında en çok anaerobik çürütme, kompostlama ve biyo yakıt üretimi gibi yöntemler kullanılmaktadır [3, 4, 5]. Sancho ve ark. (2004) ancak son yıllarda önem kazanmaya başlayan bir diğer alternatif ise bu atıkların hayvanların beslenmesinde, özellikle de sokak hayvanlarının beslenmesinde kullanılmasıdır [6].

Bellemare ve ark. (2017) şehirlerde başıboş şekilde dolaşan hayvanların toplanarak bakıldıkları hayvan barınaklarının en önemli sorunlarından birisinin hayvanların düzenli ve sürekli olarak beslenmeleri olduğu göz önüne alındığında, yemek atıklarının bu konuda sağlayacakları fayda ve potansiyelinin büyüklüğü önemlidir. Mevcut uygulamalarda büyük ölçekli yemek üretimi ve tüketimi yapılan hastane, okul ve fabrikalarda artan yemekler ve yemek atıkları, hiçbir ön işleme tabi tutulmadan, belediyeler ve gönüllü kuruluşların katkıları ile hayvan barınaklarına gönderilebilmektedir. Ancak bu çok sınırlı bir uygulamadır ve hayvanların düzenli ve dengeli beslenmesi açısından yeterli değildir. Konu ile ilgili olarak yapılan çalışmalar da, yemek atıklarının uygun şekillerde toplanıp işlenerek, dengeli besin içerik ve değerlerine sahip, kullanım ömrü uzun konserve veya kuru hayvan gıdasına dönüştürülmesinin en etkin yöntem olduğu ifade edilmektedir [7].

Salihoğlu ve ark. (2018) konuyla ilgili dünya genelinde ki duruma paralel şekilde ülkemizde de önemli miktarda yemek atığı oluşmakta ve bu atıkların çok küçük bir kısmı çiftlik hayvanlarının, bir kısmı ise sokak hayvanları için kurulan barınaklar da ki hayvanların beslenmesinde kullanılmaktadır. Ülkemizde başta ekmek olmak üzere, çok tüketilen bazı gıda maddelerinden kaynaklanan atıklarla ilgili bazı çalışmalar yapılmakla birlikte, yemek atıklarının toplam miktar ve mevcut durumu ile ilgili çalışmalar sınırlıdır [8]. Yapılan çalışmalarda elde edilen ortak sonuç ülkemizdeki bu atıkların, evsel katı atıklarla birlikte düzenli ya da vahşi depolama

tesislerine gönderilmesinin en yaygın uygulama olduğudur. Oysaki yemek atıkları diğer evsel katı atıklarla karıştığında, sokak hayvanları için besin olma özelliğini yitirmektedir. Bundan dolayı bu atıkların ayrı olarak amaca uygun şekilde toplanabilmesinin önemi büyüktür.

Bu çalışmada ülkemizde faydalı kullanım alanı ve geri dönüşümü çok sınırlı olan ve evsel katı atıklar içerisinde ki yüksek oranından dolayı, katı atık bertaraf giderlerini önemli ölçüde artıran yemekhane atıklarının, ülkemizdeki miktarı, mevcut durumu, karakterizasyonu araştırılmış ve bu atıkların sokak hayvanlarının beslenmesinde kullanılabilirliğinin sağlanması için uygun koşullarda toplanması için alternatif bir yöntem geliştirilmeye çalışılmıştır.

Belirlenen bu amaçlar doğrultusunda ulaşılmak istenen genel hedefler aşağıda sıralanmıştır.

1. Ülkemizde ki yemek atıklarının mevcut durum, miktar ve karakterizasyonunun belirlenmesi ve bu atıklar için ekonomik ve sürdürülebilir bir bertaraf seçeneği oluşturulması
2. Yemek atıkları için oluşturulacak yeni alternatifler ile bu atıkların çöp depolama sahalarına gidişinin azaltılması ve bu alanların kullanım ömrünün artırılması
3. Ülkemizde sayıları gün geçtikçe artan hayvan barınaklarının en önemli sorunlarından biri olan hayvanların beslenmesi konusunda alternatif üretilmesi
4. Bilişim teknolojilerinde faydalanılarak yemek atıklarının düzenli ve amaca uygun olarak toplanabilmesi için sürdürülebilir ve uygulaması kolay bir sistem geliştirilmesi
5. Yemek atıklarının ağırlıklı olarak ortaya çıktığı kaynakların belirlenmesi ile bu kaynaklarda yapılacak atık azaltma çalışmalarına zemin hazırlanması
6. Yemek atıkları ile ilgili ulusal ve uluslararası literatüre ve konu ile ilgili daha sonra yapılacak çalışmalara katkı sağlanması

## **BÖLÜM 2. KONUYLA İLGİLİ OLARAK DAHA ÖNCE YAPILMIŞ BİLİMSEL ÇALIŞMALAR**

Nüfusun artması, hijyen nedeniyle ambalajlı ürünlerin tercih edilmesi, tüketim alışkanlıklarının olumsuz yönde değişmesi, şehirleşme ve sanayileşme sonucunda atıkların tabiatta birikmesi gibi nedenler ciddi çevre sorunlarına yol açmaktadır. Bu sorunların azaltılmasına yönelik çalışmalar yapılarak atıkların yönetimi planlanmalıdır. Sürdürülebilir bir çevre için doğrusal ekonomi modeli bırakılmalı ve dögüsel ekonomiye hızlı bir geçiş desteklenmelidir.

Gıda atıkları ulusal bir sorun olmayıp küresel anlamda çevreye ve ekonomiye ciddi boyutlara çıkan zararlar vermektedir. Buna göre gıda atıklarının önlenmesi ve sürdürülebilir yönetim ile bu sorunun bertaraf edileceği açıktır. İşte bu yaşam dögüsü değerlendirmesi üretiminden imhasına kadar olan süreç sürdürülebilir çevre açısından son derece kıymetlidir.

Edwards ve ark. (2017), gıda atıklarının çevreye olan etkilerini değerlendirmek üzere yaptıkları çalışmada en çevreci tekniğin belirlenebilmesi için yaşam dögüsü değerlendirmesinin yapılması gerektiğini vurgulamıştır. Öncelikle Avustralya'da üretilen yıllık atık miktarı 1,6 Teragram'dır. Belediye atık karakterizasyonunda evsel atığın oranı %35- %45 olarak belirlenmiş ve bu atıkların %91 oranında düzenli depolama sahalarına gömüldüğü gözlemlenmiştir. 7 farklı belediyeden veri toplamış hesaplama ve modelleme yapılmıştır. Bu araştırmanın sonucunda gıda atıklarının anaerobik sindirim sistemlerinin (mikroorganizmaların oksijen olmadan organik malzemeleri parçalayabilmesi) komposttan bile daha çevreci olduğu sonucuna varılmıştır [9].

Tonine ve ark. (2017), gıda atıkları karakterizasyonun bölgeye, üretilen yere göre farklılık göstermesi nedeniyle bu çalışmada 4 farklı bölgeden atık tahsis etmiştir. Bu 4 bölge işleme tesisleri, hane halkı, gıda hizmetinde bulunan kafeterya, restoran gibi

yerler, toptan ve perakende sektörleri olarak belirlenmiş ve bu yerlerden çıkan gıda atıklarının çevreye olan etkilerini ölçmek için küresel ısınma, su tüketimi, ötrofikasyon gibi on farklı değerlendirme yapılmıştır. Buna göre en fazla çevresel etkiyi gıdanın işlenmesi sırasında olduğu ortaya konmuştur [10].

Cristóbal ve ark. (2017), gıda atıklarının etkin bir şekilde önlenmesi ve sürdürülebilir yönetim basamaklarını oluşturmak için çalışma yapmıştır. Buna göre israfı önlemek için atığın kaynağında engellenmesi gerektiğini ancak buna öncelik verilmeyip başka önlemler alındığı vurgulamıştır [11].

Scherhauser ve ark. (2017), Avrupa Birliği'nde oluşan gıda atıklarının toplam gıda oranındaki payı ve doğaya olan olumsuz etkisini incelemişlerdir. Buna göre Avrupa Birliği'nde 88 milyon ton gıda atığı üretilmiş ve bu karakterizasyonun içinde hayvansal atıkların ve tahıl grubunun daha fazla yüzdeye sahip olduğu belirlenmiştir. Örneklem olarak belirlenen; balık, ekmek, domates, süt, tavuk eti, sığır eti, domuz eti, patates ve elma üzerinde üretim aşamasından tüketim aşamasına kadar çalışma yapılmış ve küresel ısınma, ötrofikasyon ve asitleştirme potansiyelleri hesaplanmıştır. Hesaplama sonucunda ortaya çıkan tablo ise 186 mt CO<sub>2</sub>, 0.7 milyon ton PO<sub>4</sub>, 1.7 mt SO<sub>2</sub> eşdeğeri olup Dünya üzerindeki gıda zincirinin %15-16'sını oluşturmaktadır. Gıdadan kaynaklanan sera gazı emisyonu gıda işleme sırasında tüm oluşan emisyonun 3/4 olup kalan kısmını yüzdesi ise perakende ve dağıtımda 7, gıda tüketiminde 8, ve gıdanın imhasında ise 6 oranındadır [12].

Vandermeersch ve ark. (2013), gıda atıklarının toplanmasından sonra içeriğine göre farklı geri dönüşüm metotlarındaki performansı analiz edilmiştir. Kullanılan metotlar yaşam döngüsü değerlendirmesi ile ekserji analizidir. Buna göre 1. senaryo toplanan gıda atığının anaerobik sindirim ile elektrik, ısı gibi enerjiye dönüştürülmüştür. 2. senaryo ise ekmek atıklarını gıda atığından ayırarak ayrı değerlendirmiştir. Sadece ekmek atıkları ve ekmek atığı harici gıda atıkları 1. senaryodaki gibi anaerobik sindirime tabi tutulmuştur. Yapılan çalışma sonucunda senaryo 2'deki ekmek atığı fraksiyonu daha düşük nem oranına sahip olması sebebiyle hayvan yemi konusunda daha uygun olup daha az çevresel etkiye sebep olduğu izlenmiştir. Yani genelleme yapılırsa düşük su muhtevasına sahip gıda atıklarının daha az ısıl işleme tabi



tutulduğundan besin değerini daha iyi koruduğu ve bu sayede hayvan yeminde daha başarılı sonuçlar elde edildiği gözlenmiştir [13].

Ka Sin Ho & Lee Man Chu (2019), gıda atıkların farklı yerlerde oluşması ve içeriğine göre farklı karaktere sahip olması nedeniyle; atıkların verimlilik düzeyini, bertaraf yöntemini, zaman içerisindeki farklılaşmasını, yaşam döngüsündeki rolünü ve elde edilen nihai ürün değişkenliğini araştırmışlardır. Çin'de yapılan bu 1 yıllık çalışma döneminde atıkların farklı kompozisyonu olabileceği düşünülerek aylık olarak beş farklı yerden evsel atık temin edilmiştir. Buna göre Çin Lokantası ve evden çıkan mutfak atıkları %26 oranında yüksek protein içeriğine ve yeterli minerale sahip olduğundan hayvan yemi kullanımına uygun olduğunu ortaya koymuştur. Otelden ve pazar yeri atıklarından C: N oranı 16,5 – 17,4 ve %4,6 – 6,5 oranında yağ içeriğine sahip olması nedeniyle buradan çıkan atıklar kompost için daha uygun olduğu sonucuna varılmıştır. Tüketim sonrası gıda atıklarının kuru madde oranı %26'dan büyük olması içerdiği yağ miktarının %13'ün üzerinde olması nedeniyle biyogaz ve biyodizel eldesi için daha uygun olduğu belirlenmiştir. Buna göre atığın kaynağının, zamanın ve kompozisyon farklılığının geri dönüşüm verimliliği konusunda daha hassas bir noktaya gelinebileceği konusuna odaklanmıştır [14].

Salemdeeb ve ark. (2015), bu çalışmada gıda atıklarının imhasının, İngiltere'de yapılan kompostlama ve anaerobik sisteme karşılık Güney Kore'deki ıslak ve kuru domuz yeminin avantajlarını kıyaslamıştır. İngiltere'de ortalama olarak her yıl 15 mt gıda atığı bu yöntemlerle işlenmiştir. Çevresel ve sağlık etkilerini incelemek üzere 1 ton belediye atığından kuru domuz yemi, ıslak domuz yemi, kompostlama ve anaerobik sindirim olmak üzere 4 farklı ürünlere geri dönüşümü incelenmiştir. Bu geri dönüşüm yöntemleri için toksisite, ötrofikasyon, abiyotik tüketimi, küresel ısınma potansiyeli, partikül madde, emisyon gibi 14 tane faktörün çevresel ve sağlığa olan etkileri izlenmiştir. Kuru yem için yiyecekler bir hazneye yüklenip filtre edilmiş ve ardından sterilizasyon işlemi gerçekleştirilerek kurutulmuştur. İşlemin çıktısı ise 140 kg kuru yem olmuştur. Aynı şekilde 430 kg ıslak yem üretilmiştir. Islak yemin kuru yeme oranla daha çevreci olduğu fark edilmiştir. Anaerobik sistem içinse gıda atıkları 260 kwh / ton elektrik elde edilmiştir. Kompost ise 21 gün boyunca

bekletilmiş N için %20, P için %100 ve K için %100 etkisi olmuştur. Kompost belirlenen parametreler için anaerobik sindirimden daha az çevresel etkisi olduğunu ispatlamıştır [15].

Papargyropoulou ve ark. (2013), israfının önlenmesi için önce gıda atıkları kaynağında azaltılması, hala yenebilecek gibi olan kalan yemeklerin gıdadan yoksun ihtiyaç sahibi olan kişilere paylaşılması, tabaklardaki artıkların yani insan tüketimine uygun olmayıp hayvan tüketimi için uygun olanların hayvanlara ulaştırılması gerektiği düşünülmüştür. Ondan sonraki aşamalarda gıda atığının değerlendirilmesinde kompostlama, yakma gibi yöntemler yardımcı olmuştur. Bunun içinde uygun bir atık yönetimi oluşturulması vurgulanmıştır [16].

Martin ve ark. (2015), gıda işlenmesi sırasında açığa çıkan bitkisel atıkların hayvan yemi için son derece besleyici, çevresel açıdan uygun olduğunu belirtmiştir. Sebze atığından hayvan yemi yapmak için kurutma yöntemini kullanmıştır. Ayrıca bitkisel gıda atıklarının dışarıda bırakılmasına rağmen istenmeyen durumların azami sınırlarda kaldığını ortaya koymuştur. [17].

Schanes ve ark. (2017), evsel yemek atıklarının davranışsal, demografik, mali açıdan kişisel kaygı, yönetimini incelemek üzere yapılmıştır. Söz konusu incelemede atığın oluşmasında hane halkının önemi vurgulanmış ve gıda atıklarının oluşumu ile ilgili değişken sonuçlar ortaya çıkacağından geniş yelpazede bakılması istenmiş ama net bir sonuca ulaşılamamıştır. Örneğin sosyo-demografik yani yaşa bağlı faktörler atık oluşumunda etkili olmadığı belirtilmesine rağmen 65 yaş üstü insanların bu konuda daha ihtimamlı olduğu gözlenmiştir. Aslında yemek atıklarının azaltılmasını sağlamak için bilinçlenmenin artması gerektiği ifade edilmiştir [18].

Thyberg ve Tonjes (2017), yaptıkları bu çalışmada oluşan atığın yönetimi için 3 farklı yöntem denemiştir. Bunlar atıktan enerji, kompostlama (açık tünel ve kapalı rüzgar kompostlama) ve anaerobik sindirim yöntemidir. Amerika, New York Belediyesi Brookhaven şehrinde yapılan çalışmada evsel atığın toplama verimliliği %70 olduğu gözlemlenmiştir. Yemek atıkları ise toplam atığın %13,4'ünü oluşturmaktadır. Bu yemek artığının 1/3'ü hayvansal gıda kaynaklı iken kalan 2/3'ü

sebze kaynaklı olduğu bulunmuştur. İlk yöntemle tüm atıklar ayırt etmeksizin yakılmış ve bertaraf edilmiştir. İkinci yöntemle atıklar kapalı tünel ve kapalı rüzgar kompostlama işlemine tabi tutulmuş ve toprağı iyileştirmek için kullanılmıştır. Üçüncü yöntemde ise anaerobik sindirim ile sindirilmiş ve biyogaz, asit ve metan fermantasyonu yoluyla üretilmiştir. Burada en çevreci sonuç anaerobik sindirimden alınmıştır [19].

Ahamed ve ark. (2015), Singapur'da yapılan bu çalışmanın yaşam döngüsü değerlendirme sonuçlarına göre gıda atığının yağ içerisi %5'ten fazla olan atıklar anaerobik sindirim yöntemi tercih edilmiştir. Fayda maliyet analiz sonuçlarına göre de anaerobik sindirim, yakma yöntemine göre daha faydalı olduğu ortaya konmuştur [20].

Menna ve ark. (2017), bu çalışma sonucunda gıda atıklarının yaşam döngüsü değerlendirmesi ile yönetimi sağlanması ve daha fazla çaba ve bilinçlenme ile maliyetlerin düşürülmesi gerektiğı vurgulamıştır [21].

Gao ve ark. (2017), yaptıkları bu çalışmada gıda atıklarının çevresel faydasını incelerken nakliyenin olumsuz etkilerinin de tartışılması gerekliliğini vurgulamıştır. Çin'de bulunan Shandong Üniversitesi'nde yapılan bu araştırmada depolama, yakma, anaerobik sindirim, kompostlama ve ısı-nem reaksiyonu gibi 5 metodolojik yöntem denenmiştir. Üniversite gıda atık karakterizasyonun hayvansal gıda atığı %11, sebzedden kaynaklı %42, tahıl kaynaklı %22'dir. Bu 5 farklı yöntem içerisinde sera gazı etkisi depolama yönteminde en yüksek çıkmış ve anaerobik sindirime göre 10 kat daha fazla etkisi olduğu ifade edilmiştir. Depolamayı, kompostlama, ısı-nem reaksiyonu ve yakma izlemiştir. Asitleştirme ve ötrofikasyon parametresinde en yüksek etkiyi yakma alırken sırasıyla yakmayı depolama, kompostlama, ısı-nem reaksiyonu ve anaerobik sindirim takip etmiştir. Yakma, anaerobik sistemden 5,5 kata daha fazla azot dioksit emisyonuna sahip olduğu izlenmiştir. Bu sonuçlar göz önüne alındığında en çevresel etkiyi anaerobik sindirim sergilerken depolama en kötü sonucu ortaya koymuştur [22].

Dou ve ark. (2018), yaptıkları çalışma ile gıda atıklarının ortalama kuru madde %21,7, proteinin %19,2, yağ içeriğinin ise %21,5 oranına sahip olması nedeniyle hayvan yemi olarak kullanılmasının sürdürülebilir, güvenilir, uygulanabilir ve daha çevreci yaklaşım olduğunu ortaya koymuştur [23].

Chen ve ark. (2015), yaptıkları bu çalışma neticesinde gıda atıklarından üretilen hayvan yemlerinin yüksek besin değerine sahip olmasına rağmen oluşan ürün değerleri sabit olmayıp atığın içeriğine göre değişkenlik gösterdiğini belirtmiştir. Hayvan yeminin analizi için fermantasyon, ısıtma işlemi ve birleşik hidrotermal gibi üç işlem uygulanmıştır. Mikrobiyolojik ve kimyasal kirleticiler üretilen hayvan yeminde kabul edilir miktarda olduğunu ancak bu sınırı koruyabilmek için hayvan yemi üretiminde yeterli dezenfeksiyonu karşılayabilmek için ısıtma işlemine tabi tutulması gerektiği belirtilmiştir. Bu durum besin değerini düşerse bile hayvan yemi için uygun olduğunu ancak geviş getiren hayvanlara verilmemesi gerektiğini hatırlatmıştır [24].

Garcia-Garcia ve ark. (2017) yaptıkları çalışma ile gıda atığının %20-40 arasında gıda üretim aşamasında oluştuğunu izlemişlerdir. Öncelikle gıda atıklarının hammadde içeriğinin belirlenmesi, etki kategorisi çalışması yapılması ve bu doğrultuda hangi ürünlere geri dönüştürüleceği tespit edilmiştir [25].

Kartchner (2001), yaptığı bu çalışmada kafeterya, kantin, restoran, yemekhane gibi yerlerden çıkan gıda atıklarının hayvan yemi olarak kullanımını araştırmıştır. Gıda atıklarından elde edilen hayvan yemi protein açısından zengin olup %25 oranındayken hazır hayvan yemi %10-12 civarında protein içerdiğini belirtmiştir. Toplanan gıda atıklarının mikrobiyal içeriğini engellemek için 110-160°C'de 2 atm basınç altında tutulmuş ve böylece bozulmasını engellemiştir. Yiyecek atıkları kıyılarak 3 mm altında öğütmüştür. Ardından fiziksel yollarla gıdadaki su %75'e varan oranda kurutmuş ve kalan suyun stabilizasyonu için radyo dalgaları kullanmıştır. Artık gıda atıkları hayvan yemine dönüştüğünden paketlenerek ilgili yerlere ulaşmasını sağlamıştır.

Gıda atıklarından proteini zengin hayvan yemi oluşumunu üç aşamada değerlendirmiştir. Birinci aşama; 3 mm'den daha küçük boyutta öğütülen gıda atığının akışkan nitelik kazanması için buharla pişmesi (yaklaşık 110-160°C'de) ve

su içeriğinin %80-85 civarına gelmesi, ikinci aşama yaklaşık su içeriği %10-%35 civarına çekebilmek için pişen atığın süzerek sudan ayrılması, akışkan atığın susuzlaştırılması, üçüncü ve son aşama ise gıda atığının neminin sıcak akım gazı ile kurutulması ve yaklaşık 915MHz-2450MHz frekans aralığındaki mikrodalga enerjisinde atığın patojenlerini öldürerek stabilize olması şeklinde derecelendirmiştir. Ardından sterilize edilen gıda atıklarının hayvan yemi kullanımına uygun olduğunu savunmuştur. İyi bir hayvan maması içeriği %5-%10 arasında su içerdiğini bununda gıda atığının ağırlıkça %12'si olduğunu vurgulamıştır. [26].

Sugiura ve ark. (2009), yaptıkları bu çalışmada gıda atıkları yüksek oranda nem içerdiğinde patolojik sonuçlar doğurduğunu ifade etmiş ve bunun için atıkların toplanması, taşınması, depolanması ve hayvan yemine yani Ecofeed diye adlandırdıkları nihai ürüne dönüşmesi için bazı kurallar koyulduğunu belirtmiştir. Buna göre gıda atıkları koku ve patojen oluşumuna yol açmadan hızlıca kaynaktan toplanmalı, eğer toplamak hemen mümkün değilse haşeratlardan korumak için kapalı kaplarda tutulması gerektiğini vurgulamıştır. Hatta mümkünse nakliye için soğutucu araçların kullanılmasını daha uygun olacağını ortaya koymuştur. Gıda atıkları öncelikle tesise getirilmiş, sınıflandırılmış, ayıklanmış ve makineye yerleştirilerek ambalaj ve kaplarından çıkarılmıştır. Düşük basınçta uygulanan kurutma yöntemiyle Ecofeed elde edilmiştir [27].

Adhikari ve ark. (2007), Kanada'nın Montreal şehrinde yaptıkları bu çalışmada restoran ve şehir merkezindeki haneler tarafından kış ve yaz aylarını temsilen mayıstan ağustos ayına kadar oluşturulan gıda atıklarının miktarını, hacimlendirme ajanlarının (buğday artıkları, karton, saman, ahşap talaşı, sığır yemi gibi.) özelliklerini karakterize etmek ve bunlardan elde edilecek kompost miktarındaki değişikliği ölçmeyi hedeflemiştir. Öncelikle buradan kaynaklı oluşan gıda atıklarının karbon (C), kuru madde, ıslak hacim yoğunluğu, pH ve toplam Kjeldahl Azot tayinleri yapılmıştır.

Gıda atık numuneleri, haziran ayında 20, temmuz ayında 28, ağustos ayında 40 hanenin katılımıyla veriler toplanarak, gıda atıklarının mayıstan ağustos ayına kadar ki değişimi izlenmiştir. C miktarı da mayıs ayında ortalama aylık %49,3 iken ağustos

ayında %47,9 seviyesinde izlenmiştir. Mayıs ayından ağustos ayına sırasıyla kuru maddede %33,95 oranında, pH'nın %15,19 oranında, C/N miktarı %53,4 oranında azalma olduğu tespit edilmiştir. Toplam azot miktarında mayıs ayına oranla ağustos ayında %54,9'luk, ıslak hacim yoğunluğu ise %105,2 oranında artış olduğu gözlenmiştir. Ayrıca bu dört aylık süreçte restoran müşterilerinin artması sebebiyle çıkan atıklarda ortalama %50 artış gösterdiği tespit edilmiştir. Bu veriye dayanarak gıda atıklarının kompostlanması amacıyla kurulacak tesisin %50'ye varan kapasite artışına uygun olması gerektiği sonucu ortaya konmuştur. Hacimlendirme ajanlarından sırasıyla buğday artıkları ve saman %500'ün üzerinde nem tutma kapasitesine ve dengeli C/N oranına sahip olduğundan kompost için uygun olduğu anlaşılmıştır. Ancak sığır yeminin asitli yapısı ve kartonlarınsa nem tutma kapasitesinin düşük olması nedeniyle kompostlamadaki sızıntı suyunu emmesi yeterli olmadığından kompostlama için uygun olmadıkları anlaşılmıştır [28].

Betz ve ark. (2014), yaptıkları bu çalışmada İsviçre'de bulunan eğitim ve üretim yerlerindeki iki farklı sektörün gıda atık miktarını ve bu miktarın azaltma potansiyelini incelemişlerdir. Buna göre bu sektörlerin atıklarını depolamada, hazırlık aşamasında, servis edilme sırasında ve tabak atıklarında olmak üzere dört kademeli ve 5 günlük süre boyunca izlenmiştir. Gıdanın eğitim sektöründe %10,73, üretim sektöründe ise %7,69'u boşa harcandığı bunun eğitim sektöründen kaynaklı atığın %91,98'i, üretim sektörünün ise %78,14'ü önlenebileceğini ortaya konmuştur. Bu veriler ışığında eğitim sektörü yılda ortalama 10.47 ton, üretim sektörü ise 16.55 ton gıda atığı ürettiği belirlenmiştir. Tabak sonrası oluşan atık ise eğitimde %15,79, üretimde %18,32 oranında olduğu belirlenmiştir. Bu oranlar her yıl eğitim sektöründe 78,957 CHF (1 CHF = 5,82 TL erişim tarihi: 27.04.2019), üretim sektöründe ise 68,346 CHF para kaybına neden olmaktadır. Bu atıkların oluşmasını engellemek için porsiyon büyüklüğünün azaltılması, daha küçük servis tabaklarının kullanılması tavsiye edilmiştir [29].

Parizeau ve ark. (2014), Kanada'nın Ontario eyaletinde bulunan Guelph şehrinde, hane halkının gıda atıklarına karşı olan tutumlarını belirlemek amacıyla, 2013 yılında 68 hane halkı ile anket çalışması yapmıştır. Yapılan ankette yemek hazırlama, alışveriş, oluşan gıda atıklarının yönetimi ile ilgili sorular sorularak gıda bilinci, gıda

atığının nasıl oluştuğunu ve israfın boyutunu rapor etmiştir. Buna göre sosyal, ekonomik, kültürel farklılıklarının gıda atıklarına da yansıdığı gözlenmiş ve gıda israfı ile ilgili bilincin artırılması ve daha çok ekipmanla desteklenmesi görüşü ortaya çıkmıştır [30].

Giroto ve ark. (2015), yaptıkları bu çalışmada gıda atıklarının küresel bir sorun olduğunu ve herkesin sorumlu olduğunu vurgulamıştır. Gıda atıkları atık hiyerarşisine göre sınıflandırıldığında ilk olarak gıda atıklarının oluşumunun önlenmesi, sosyal hizmetlere bağışlanması belirtilmiştir. Ardından biyoyakıt üretimini sırasıyla, kompostlama, yakma ve depolama alanına gönderilmesi takip etmiştir [31].

Lee ve ark. (2007), Kore'nin başkenti Seul'da yaptıkları bu çalışmada 1997'den 2005 yılına kadar atık yönetim sistemindeki değişiklikleri gözlemlemiş ve kıyaslamıştır. Buna göre 1997 yılında çöpe gönderilen atıklar 2005 yılında geri dönüşüme gönderilmiştir. 1997 yılında depolama sahasına giden atıkların 2005 yılına kıyasla küresel ısınmaya, insan toksisitesine daha fazla etkisi olmasına rağmen, 2005 yılında 1997 yılına göre atıkların geri dönüşümünden kaynaklı olarak ötrofikasyon, asitlenme, su toksisitesi ve enerji tüketiminin arttığı vurgulanmıştır. Kore hükümeti öncelikli olarak gıda atıklarının azaltılması gerektiğini belirtmiştir. Gıda atıklarını depolama, kompostlama, yakma ve hayvan yemi ya da elektrik, soya fasulyesi ve kimyasal gübre olarak kullanımı değerlendirilmiştir. Hayvan yemi küresel ısınmaya en az yükü getirirken yakma en fazla yük getiren olmuştur. Kompostlamanın depolama alanına göre daha çevreci olduğu sonucuna varılmış, depolama yakmaya göre küresel ısınmayı daha çok etkilediği rapor edilmiştir. [32].

Stancu ve ark. (2014), yüksek gelir düzeyine sahip insanların evlerinden çıkan gıda atığının toplamda oluşan gıda atık miktarının yarısı olduğunu belirtmiştir. Buna göre 1062 kişi arasında Danimarka'da yapılan anket çalışması, insanların gıda atık oluşumuna dikkat etmediğini, gıda alışverişini planlamadıklarını göstermiştir. İnsanların ilerisi düşünülerek tasarruf yapması ahlaki normdan daha etkili olduğu ortaya çıkmıştır [33].

Thi ve ark. (2015), gelişmekte olan ülkelerin, gelişmiş ülkelerdeki gıda atık yönetiminin örnek alınması gerektiğini ifade etmiştir. Özellikle Tayvan sürdürülebilir atık politikasına sahip olduğundan bu çalışmada örnek olarak verilmiştir. Ayrıca Tayvan bu sistemi kurmak için eğitim, teşvik için esnek bir ekonomi paketi ve kanunda düzeltmeler yapmıştır. Bunun sonucu olarak sıfır atıkta ciddi bir adım kaydedildiğini belirtmiştir [34].

Garrone ve ark. (2013), gıda atıklarının yönetimi için bir model ortaya koymuştur. Bu araştırmada 20 firma incelenmiş ve 10 endüstri uzmanı ile görüşülmüştür. Gıda atıkları; tüketilen yiyecek, artan yemek ve imha edilecek gıda (retim artıkları) şeklinde üç farklı alanda kategorize edilmiştir. Aynı şekilde artan yemeklerde; insan tüketime uygun, hayvan yemi, enerji kazanımı ve depolama olarak 4 farklı şekilde değerlendirilmesi uygun bulunmuştur. Atıkların tedarik zinciri ise tarım ve balıkçılık, üretim aşaması, perakende, yemek sunumu ve hane halkının tüketimi şeklinde sınıflandırılmıştır. Bu sınıflandırmalara göre atık yönetiminin değerlendirilmesi gerektiği vurgulanmıştır [35].

Halloran ve ark. (2013), Danimarka'daki gıda atıklarının mevcut durumunun araştırılması amacıyla gerçekleşen bu çalışmada gıda atıklarının yakma ile geri kazanım yapıldığı vurgulanmıştır. Ayrıca gıda atığının azaltılabilmesi için tketicili alışkanlıklarının değerştirilmesi ve tüm işletmelerin iş birliği içinde olması gerektiği ifade edilmiştir [36].

Secondi ve ark. (2014), AB-27 lkelerinde yaptıkları üç aşamalı çalışmada ilk olarak bölgesel davranışları benzer olan ülke grupları, ikincisi şehirlerdeki atık üretimini ve üçüncüsü kamu ve özel sektörde incelenmelerde bulunmuştur. Bölgesel yapılan araştırmada ortak kamu politikasının gerekli olduğunu, şehirlerde atıkların diğer yerlere göre fazla olduğunu ve üçüncü olarak toplumun uygulayabileceği politikaların etkili olduğu ifade edilmiştir [37].

Zhang ve ark. (2005), California eyaletindeki San Francisco şehrinde yapılan 2 aylık bu çalışmada oluşan gıda atıklarından anaerobik sindirim potansiyeli hesaplanmıştır. Gıda atıkları 300 restoran, 50 market ve 150 otel, işyeri gibi 500 noktadan temin



edilmiştir. Elde edilen gıda atıkları elenerek öğütülmüştür. Gıda atıklarının değişken yapıda olması sebebiyle günlük ve haftalık olarak kayıt altına alınmış ve 50°C'deki anaerobik sindirim potansiyel testleri yapılmıştır. Buna göre nem miktarı ve uçucu madde miktarının toplam madde miktarı oranı günlük %70 ve %83 iken sekiz haftalık ortalama %74 ve %87 olarak hesaplanmıştır. İlk 10 günde yapılan metan verimlilik testi sonuçları 348 mL/gVS iken ve 28 günün sonunda yapılan testin sonunda metan daha yüksek olup 435 mL/gVS bulunmuştur. Bu oluşan verimlilik biyogazda istenen ortalama metan verimliliği %73'ünü karşılamaktadır. Ayrıca gıda atığı içerisinde C/N oranı %14,8 olarak ölçülmüştür. Buna göre metan veriminin yüksek olması ve biyolojik parçalanabilirliği olması ve besin içeriğinin istenen düzeyde olması nedeniyle gıda atıkları uygun bulunmuştur [38].

Dünya'da 2016 yılında ortalama günlük 2,01 milyar ton katı atık oluşmuş, 2050 yılında ise %70 artışla 3,4 milyar ton olması tahmin edilmiştir. Genellikle belediyelerin bütçesinin %20-50'sini atık yönetimi oluşturduğu belirtilmiştir [39].

Gıda kayıpları enerji, zaman, toprak, su, hava gibi birçok kaynağın israf edilmesine neden olmuştur. Gıda kayıplarının neden olduğu yerleri ise tarımsal üretim-hasat dönemi, nakliye ve depolama, hammaddenin işlenmesi, dağıtım ve tüketim şeklinde sınıflandırılmıştır. Gıda kayıplarının yaklaşık üçte biri yani 1,3 milyar ton yenilebilir olup israf edilmiştir. Aynı şekilde en fazla gıda kayıpları %40 oranında tarımsal üretim aşamasında oluşmuştur [40].

Abdel-Shafy ve ark. (2018), 4 kıtada ve 22 gelişmekte olan ülkede yapılan bu çalışmada belediye atıklarının organik fraksiyonunun küresel bir sorun olduğunu ve en büyük çevre sorunu olduğunu belirtmiştir. Belediye organik atıklarının birçoğu tarımsal atıklardan, yemek artıklarından, mutfak atıklarından ve insan, hayvan atıklarından oluşup atıkların değerlendirilmesinde en yaygın kullanılan yöntem kompostlama ve anaerobik sindirim, ardından hayvan yemi, yakma ve depolama olarak ifade edilmiştir.

Belediye atıkları ülkeye, belediyeye, kanunlara sosyo-ekonomik şartlara ve zamana bağlı olarak değiştiği belirtilmiştir. ABD'de belediye atık miktarı 2013 yılında 254

milyon ton olabileceği ifade edilmiştir. 2013 yılında ABD’de genelinde katı atık kompozisyonları gıda için %15, ahşap %6, plastik %13, kağıt %27, metal %9, cam %4 bahçe %14, tekstil %9, ve %3 oranında diğer atıklardan oluşmuştur.

Gelişmekte olan ülkelerde belediye atıklarının %55-80 oranında evsel atık kaynaklı, olup %10-30 civarında pazar ve ticari alanlardan kaynaklanmıştır. Belediye atıklarının heterojen bir yapıda olması, farklı fiziksel ve kimyasal özellikleri olması nedeniyle zorlayıcı ve maliyet gerektirdiği vurgulanmıştır [41].

Eurostat 2016 verilerine göre AB-28 ülkelerinde toplam 2.533 milyon ton atık (mt) üretilmiştir. En fazla atık üretilen sektör %36,4 ile inşaat olurken %25 oranıyla maden atıkları inşaat atıklarını takip etmiştir. Hanelerden üretilen atık miktarı ise toplam atığın %8,5’luk kısmını temsil etmiştir. Üretim alanında en fazla atık üreten ülke Makedonya, haneden kaynaklı en fazla atık üreten ülke ise Türkiye olmuştur [42]. Avrupa Birliği ülkelerinde üretilen evsel atık miktarı toplamda 247 milyon ton olup 52 mt ile en fazla üreten Almanya olmuştur. Almanya’yı 34 mt ile Fransa ve Türkiye, 32 mt ile İngiltere, 30 mt ile de İtalya takip etmiştir [43].

Hoornweg (2012) yaptığı çalışmada Dünya üzerinde 2016 yılında ortalama kişi başı 1,2 kg atık üretildiği tahmininde bulunmuştur. 2025 yılında ise bu atık miktarının 1,42 kg/kişi.gün olacağını öngörmüştür. Dünya’da organik atık oranı %62 iken, 36 ülkenin oluşturduğu OECD ülkelerinde ise %27 oranında olduğu belirtmiştir [44].

Srijuntrapun (2017) Tayland’ın tarihi yerlerinden biri olan Ayutthaya’da Katılımcı Eylem Araştırması metoduyla yaptığı bu çalışmada çalışmaya katılan grubun %19,1’i çöplerini ayırmak istemediğini, %27,6’sı ise yemek atıklarını ayırmak istemediğini belirtmiştir [45].

Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK, 2018) veri istatistiğine göre Türkiye’nin 2018 yılı nüfusu 82.003.882 kişidir [46]. TÜİK verilerine göre 2016 yılında 1390 belediye tarafından günlük yaklaşık olarak 87.000 ton katı atık toplanmıştır. Belediyelerin yıllık topladığı atık miktarı 31.583.553 ton iken kişi başına düşen ortalama atık miktarı ise 1,17 kg/kişi.gün olarak hesaplanmıştır [47].

Salihoğlu ve ark. (2017) yaptıkları bu çalışmada yenilebilir atık miktarının yıllık olarak 26 milyon ton olduğunu ifade etmiş ve tahmini olarak Türkiye’de biyobozunur atığın yıllık 20 milyon ton olduğunu belirtmiştir. Gıda atıklarının kaynağının, tarımsal üretim, hasat sonrası ve depolama, işleme ve paketleme, tüketim olduğunu belirtmiştir. Bu 20 milyon ton atığın 8,6 milyon tonu dağıtım ve tüketimden kaynaklı olduğunu rapor etmiştir. 2016 yılında Türkiye’nin tarımsal üretim aşamasında 13.7 mt gıda kaybı oluşmuş bu miktar toplam gıda kaybının %11,9’unu temsil etmiştir. Bu miktar, Dünya’daki tarımsal üretimden kaynaklanan kaybın %3,33’ünü oluşturmuştur [8].

Dünya genelinde hasat sonrası ve depolama aşamasında oluşan gıda atığı 293,40 milyon ton olup gıda atıklarına oranı %24 olduğunu belirtmiştir. Türkiye’deki bu miktar ise 4,35 milyon ton olup Türkiye’deki gıda atık miktarının %3,75’ine denk gelmiştir. Türkiye’nin bu aşamadaki gıda kaybı küresel kaybın %1,48’dir [8].

İşleme ve paketleme aşamasında Türkiye’de oluşan gıda atığı 3,44 milyon ton olup Dünya genelinde 147,5 milyon tondur. Dünya’daki gıda kaybının yaklaşık %3,44’ünü Türkiye oluşturmaktadır. Dağıtım aşamasında ise Türkiye’nin kaybı 2,25 milyon ton olduğunu, küresel anlamdaki yeri ise 160,60 milyona oranla yaklaşık %2,25 olduğunu ifade etmiştir. 2015 yılında gıda sektörü tarafından yapılan açıklamada gıda atık miktarının yıllık 501.000 ton olduğunu ifade etmiştir. Hanelerden kaynaklı tüketim aşamasındaki gıda atıkları ise 1,10 milyon ton atık ile meyve ve sebzeler ilk sırada yer alırken tahıl ve süt ikinci sırada olduğu belirtilmiştir. Türkiye’deki hanelerden kaynaklı gıda atık miktarı yıllık kişi başı 76-132 kg arasında olduğu ifade edilmiştir. Türkiye’deki toplam belediye atıklarının içerisinde organik atığın haneden kaynaklı 8,8 mt, toplamda ise 16,5 mt olduğunu tahmin etmiştir [8].

Sancho ve ark. (2004), yaptıkları çalışmada toplanılan gıda atıklarının mikrobiyolojik parametrelerini incelemek amacıyla 65°C’de 20 dakika boyunca bekletmiş ve çıkan sonuç doğrultusunda mikrobiyolojik özelliklerinin yem üretimi için uygun olduğunu gözlemlemiştir [6].

Kelley ve ark. (1998) yaptıkları bu çalışmada gıda atıklarından elde edilen hayvan yeminin ve ticari domuz yeminin mikrobiyolojik uygunluğunu araştırmıştır. Illinois Üniversite'sinin yemekhanesinden elde ettikleri gıda atığı, öncelikle hamur haline getirilerek öğütülmüştür. Ardından diğer yem bileşenleri olan mısır ve soya fasulyeleriyle karıştırılmış. Gıda atığından oluşan hayvan yemi analiz için tek vidalı ekstrüzyon makinesi ile 30 sn. boyunca 110-135°C'de tutulmuştur. Ekstrüzyon sonrası patojen indikatör bakterilerin (toplam ve fekal koliform, Stafilokok, Enterokok, heteroferik ve spesifik olmayan anaerobik ya da fakültatif bakteriler) belirlenmesi için yapılan analizin sonuçlarına göre hayvan yemindeki bakterilerin tek vidalı kuru ekstrüzyon işlemiyle büyük ölçüde azaldığını gözlemlemiştir. Hayvan yeminin heterojen yapısı nedeniyle bakteri konsantrasyonlarındaki düşüşler değişkenlik göstermiştir. Bu sebeple domuz yemi ile mukayesesi biraz daha zor olmasına karşın domuz yeminin bakterilere daha dirençli olduğunu savunmuştur. Hayvan yeminin bakteri konsantrasyonunun yüksek çıkma nedenleri arasında insanları, doğayı göstermiştir. Ayrıca soya fasulyesi ve mısırında bakteri konsantrasyonunu artmasında etkili olacağını belirtmiştir. Bu araştırmanın sonucunda tek vidalı ekstrüzyonun bakteri konsantrasyonlarının azaltılması için uygun olduğunu ortaya koymuştur [48].

Omay (2010), bu çalışmada yemekhane atıklarının içeriğini belirlemek amacıyla öncelikle atık öğütülerek boyutu küçültülmüştür. Öğütülen atıklar suyla seyreltilmiş ve pH'ın 6 olabilmesi için H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> çözeltisi eklenmiştir. Atıkları 5 dakika düşük, 15 dakika yüksek hızda santrifüjleyerek kaba filtre kağıdından geçirmiştir. Ardından 100oC etüvde kuru madde tayini, kül tayini, azot tayini. Proteini indirgen ve toplam şeker, laktik asit tayini yapılmıştır [49].

Kawashima (2004), yaptığı bu çalışmada gıda atıklarının Japonya'da hayvan yemi olarak kullanımını araştırmıştır. Japonya'daki gıda atık miktarının 20 milyon ton olduğunu bunun sadece %3'ü gübre için, %5 ise hayvan yemi olarak kullanıldığını belirtmiştir. Gıda atıklarının hayvan yemi olarak kullanılabilmesi için üç farklı yöntem sunmuştur. Birincisi, dehidrasyon olup üç çeşit yöntemi oluğu belirtilmiştir. Isı ile dehidrasyon, fermantasyon, kızartma ve pişirme yöntemleri olduğunu ve bu

sayede gıda atığının kuru madde oranını %70-%97 arasında değiştiğini vurgulamıştır. İkincisi silaj, üçüncüsü ise sıvı besleme olarak belirtmiştir [50].

Bu çalışmada kızartma yöntemiyle hayvan yemi eldesi için Sappora kentinde okul, hastane ve işletmeler olmak üzere 180 yerden numune alınarak 50 ton gıda atığı oluşturulmuştur. Oluşan gıda atığını 110°C'de düşük basınç altında bitkisel atık yağda kızartılarak kurutulmuştur. Bu yöntem ile elde edilen unun kimyasal bileşimi için protein, yağ ve karbonhidrat içeriğine bakılmıştır [50].

Protein miktarı %19,8 ile %25,8 arasında, yağ içeriği ise %7,2-%12,4 arasında, karbonhidrat ise %52-%67,7 arasında değişkenlik göstermiştir. Kuru madde içeriği ortalama %95 civarında, kimyasal bileşimindeki değişim ise %1,2-1,8 arasında sonuçlanmış ve bu yöntem yem üretimi için uygun bulunmuştur [50].

Ogino ve ark. (2007) gıda atıklarının çevresel etkilerini araştırdıkları bu çalışmada yaşam döngüsü değerlendirmesi yönteminden yola çıkılmıştır. Bu değerlendirmenin amacı gıda atıklarının hangi amaçla ve hangi bölgelerden toplandığını belirlemek, kayıt altında tutmak, çevreye olan etkilerini belirleyip ona göre bu etkileri en aza indirecek uygulamalar ortaya koymaktır [51].

Isı ile sterilizasyon, dehidrasyon ile kurutma ve yakmaya göre daha çevreci olup sera gazı emisyonu LQ yönteminde 268 g CO<sub>2</sub> ile en çevreci, 1.066 g CO<sub>2</sub> ile ikinci sırada IC, üçüncü sırada ise 1.073 g CO<sub>2</sub> ile DH olarak sonuçlanmıştır. Sahadan toplanan gıda atığının çevresel etkisini araştırmak amacıyla 5 farklı ünite kurulmuştur. Ünite A ısıtma yöntemiyle toplanan gıda atıklarının sterilize edilmesi amacıyla gıda atıkları karıştırılmış ve yüksek oranda su ilave edilmiştir. Ünite B gıda atığına az miktarda su eklenmiştir. Ünite C, toplanan gıda atıkları buhar ile kurutulmuş ve koku giderme cihazı ile oluşabilmesi muhtemel kokunun yok edilmesi amaçlanmıştır. Ünite D gıda atığını susuzlaştırmak için düşük basınçta gıda atıklarını kurutup kızartmıştır. Ünite E ise, endüstriyel atık yakma fırınının atık ısı ile kurutulmuştur. Gıda atıklarını kurutmak için kullanılan yakıtın oluşturduğu sera gazı emisyonu dehidrasyon yoluyla kurutulan C ve D ünitelerinde daha fazla olduğunu

göstermiştir. Isı ile sterilizasyon yöntemiyle yapılan çalışmada ise Ünite B'nin sera gazı emisyon değeri Ünite A'nın 1,5 katı olarak tespit edilmiştir [51].

García ve ark. (2005) İspanya'nın Salamanca şehrinde yaptıkları bu çalışma ile gıda atıklarının karakterizasyonu ve hayvan yemi potansiyelini araştırmışlardır. Buna göre öncelikle, 9 ay boyunca haftalık olarak kasaplardan alınan et atıkları, balık atıkları, meyve ve sebze atıkları, restoran atıkları ve 6 ay boyunca toplanan evsel atık gibi beş farklı fraksiyondan numune alınmıştır. Ardından numuneler tartılıp 1 mm boyutuna ulaşıncaya kadar öğütülmüştür. Homojenleşen bu atıklardan 0,5 kg alınmış ve sıcaklığı 4°C'de olan soğutucu da tutulmuştur. Mikrobiyolojik içeriğin minimum düzeye gelmesi için uygun olan özelliği belirleyebilmek için 10-60 dakika farklı süreler ve 65-80°C gibi farklı sıcaklıklar uygulanmıştır [52].

Kuru madde, ham protein, ham kül, eter ekstresi, ham selüloz gibi kimyasal içeriği analiz edilmiştir. Kuru madde tayini için, 105oC'de kurutulmuştur. Ham protein tayini ise yarı mikro Kjeldhal tekniği ile, eter ekstresi petrol eteri ekstraksiyonu, HC1-hidroliz ve yeniden ekstraksiyonu ile, ham kül içeri sıcak plaka üzerinde ön yanma ile, ham lif ise H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ve KOH hidroliziyle belirlenmiştir.

Kuru madde içeriği; en yüksek et atıklarında bulunmuş olup %60 civarındadır. Et atıklarını sırasıyla %40 restoran atıkları, %33 evsel atıkları, %26 balık atıkları, %12 meyve ve sebze atıkları takip etmiştir.

Protein içeriği; en yüksek balık atıklarında bulunmuş olup %57 civarındadır. Balık atıklarını sırasıyla %28 restoran atıkları, %25 et atıkları, %16 evsel atıkları, %12 meyve ve sebze atıkları takip etmiştir.

Kül içeriği; en yüksek balık atıklarında bulunmuş olup %21 civarındadır. Balık atıklarını sırasıyla %18 evsel atıkları, %14 restoran atıkları, %8 meyve ve sebze atıkları, %5 et atıkları takip etmiştir.

Ham selüloz içeriği; en yüksek meyve ve sebze atıklarında bulunmuş olup %13 civarındadır. Meyve ve sebze atıklarını sırasıyla %12 evsel atıkları, %2 restoran atıkları, %1 balık atıkları, %1'e yakın et atıkları takip etmiştir.

Sonuç olarak, evsel ve restoran atıkları içerik olarak daha dengeli bulunmuştur. Et ve balık atıkları en iyi protein kaynağı iken; meyve ve sebze atıkları karbonhidrat açısından daha zengin bulunmuştur. Mikrobiyolojik faktör içinse 65°C'de 20 dakika boyunca tutulması numunelerin zararsız hale gelmesi için yeterli olacağını ortaya koymuştur [52].

Castrica ve ark. (2018) AB'de hayvan yemi değerlendirmelerini yaptıkları bu çalışmada 1 yıl sürece boyunca 2 ayda bir numune toplamıştır. Hayvan yemi için toplanan bu atıkların kuru madde, ham selüloz, ham kül, ham protein, mineral, eter ekstresi ve kuru madde ve yağ içeriklerinin uygunluğu analiz edilmiştir [53].

Gıda atığı sahadan toplandıktan sonra koku oluşumunun önlenmesi, böcek ve kemirgenlerden korunması amacıyla özel kaplara konur. Bu gıda atıkları eleme işlemlerinden geçirilmiş ve püre haline gelinceye kadar işlenmiştir. Pürenin nem içeriğini %10-%20'lere varıncaya kadar azaltmak için 120°C'de kurutucudan geçirilmiş ve ekstrüde edilmiştir. Bu yapılan analizlere göre, kuru madde %87, ham protein %24, yağ içeriği %17, ham kül %13, eter ekstresi %8 olarak bulunmuştur. Yemin hammaddesinin gıda atığı olması gerektiği vurgulanmış ve bu akışın sürdürülebilir olması gerektiği, ayrıca daha ekonomik ve çevreci olduğu sonucu çıkarılmıştır. Gıda atıklarının yönetiminin uygun olması için kesinlikle kontrollü sistemlerin geliştirilmesi gerektiği üzerinde durulmuştur [53].

Baran (2007) yılında yaptığı çalışmada kedi ve köpeklerin sağlıklı ve mutlu olabilmesi için yedikleri mamanın besin değerinin uygun olması gerektiğini vurgulamıştır. Köpeklerin hem etçil hem otçul olduğunu, kedilerin ise ağırlıklı olarak etçil olduğunu ifade etmiştir. İyi bir mamanın kedi köpeklerin enerji, protein, yağ, karbonhidrat, kalsiyum, fosfor gibi mineral madde gereksinimlerini sağlaması gerektiğini belirtmiştir. Kedilerin protein ihtiyacı köpeklere göre daha fazla olma nedeniyle kedilerin mamalarında taurin maddesine (kükürtlü aminoasitlerin bir

metaboliti) ihtiyaç olduğunu köpeklerde ise bu maddenin vücutlarında var olduğunu anımsatmıştır [54].

Kedi ve köpeklerde enerji gereksinimi; yaşa, gebelik, cinsiyet, aktivite durumuna, ağırlığına göre değişkenlik göstermekte olduğunu belirtmiştir. Kedi ve köpek mamaları yaş, kuru ve yarı kuru mamalar olarak üçe ayrıldığını içerdikleri su miktarının kuru mamalarda %12, yarı kuru mamalarda %20-40 arası, yaş mamalarda ise %70-80 arasında olduğunu ifade etmiştir. Kuru mama özelinde bakıldığında besin içeriği kediler için protein %28, karbonhidrat %20, yağ içeriği %9, köpekler içinse protein %22, karbonhidrat %71, yağ içeriği %5,5 olarak belirlenmiştir.

Buradan da anlaşıldığı gibi kedilerin köpeklere göre daha fazla protein ve yağ miktarına, köpeklerin ise kedilere nazaran daha fazla karbonhidrata ihtiyacı vardır [54].

Başer (2015), yaptığı çalışmada kuru kedi ve köpek mamalarında raf ömrünü etkileyen faktörleri belirleyebilmek amacıyla nem, su aktivitesi ve pelet dayanıklılığını araştırmıştır. Nem içeriğinin düşük olması bozulma ihtimalinin, su aktivitesinin 0.60'ın altında olması mikroorganizmaların üreme ihtimalinin ve pelet dayanıklılığının yüksek olması ise ufalanma ihtimalinin düşük olduğu anlamına geleceğini ifade etmiştir. Yaptığı çalışmada çıkan sonuçlar ise aşağıdaki tabloda yer almaktadır. Kuru mamanın daha düşük oranda nem içermesi yaş ve yarı yaş mamaya oranla daha uzun raf ömrüne sahip olduğunu vurgulamıştır [55].

2016 yılı verilerine göre, Türkiye'de hayvan yemi 162 işletme tarafından 20,4 mt hayvan yemi üretilmiş ve 1,7 mt ihraç edilmiştir. Aynı zamanda 9,15 mt hayvan yemi de ithal edilmiştir. Yani ihtiyaç olunan hayvan yemi %31 oranında ithal edilmiştir [8].

Kedi mamalarının içeriğinde olmaması veya dikkat edilmesi gereken besin maddeleri, tuz miktarı, renklendirici ve katkı maddesi şeklinde sıralanmıştır [56]. Soğan, alkol, alkollü içecekler, kafein, çikolata, çiğ yumurta, çiğ et ve balık, üzüm,



ekmek hamur da verilmemesi gerekenlerdendir. Köpeklerin uzak durması gereken yiyecekler ise üzüm, çikolata, soğan, kafein, tarçın ve çiğ gıdalardır [57].

## BÖLÜM 3. MATERYAL VE METOT

### 3.1. Yemekhane Atıklarının Miktarı ve Mevcut Durumunun Belirlenmesi

Yemekhane atıkları için işlevsel ve sürdürülebilirliği olan bir bertaraf alternatifi oluşturabilmek amacıyla yapılan bu çalışmada, yemekhane atıklarının miktar ve mevcut durumunun belirlenmesi amacı ile bir anket çalışması kullanılmıştır. Bu amaçla hazırlanan ve 16 sorudan oluşan anket çeşitli iş kollarında faaliyet gösteren kamu ve özel sektörlere ait işletmelere gidilerek, işletmelerde yemekhane ve atık sorumluları ile yüz yüze görüşülerek uygulanmıştır. İki yüz işletmede uygulanan anketin uygulandığı işletmelerin faaliyet alanları Tablo 3.1.'de verilmiştir.

Tablo 3.1. Anket uygulanan işletmelerin faaliyet alanları

Faaliyet Alanları	Anket Uygulanan İşletme Sayısı
Otomotiv ve Otomotiv Yan Sanayi	12
Metal Sanayi	18
Tekstil Sanayi	14
Geri Dönüşüm	16
Plastik Enjeksiyon	2
İçme Suyu Şişeleme	4
İnşaat	28
Kağıt Üretimi	2
Danışmanlık Hizmetleri	24
Hastaneler	12
Öğrenci Yurtları	19
Okullar	28
Belediye ve Kamu Kurumları	21

Anket çalışmasında sorular hazırlanırken üç ana başlık belirlenmiş ve sorular, her biri yemekhane atıklarının farklı yönlerini ortaya koyacak şekilde gruplanmıştır. Birinci grup sorular işletmelerdeki yemekhanelerin kapasitesinin ve yemek temin yöntemlerinin belirlenmesi, ikinci grup sorular işletmelerde oluşan yemekhane atıklarının miktarı ve içeriğinin belirlenmesi ve son olarak üçüncü grup sorular ise işletmelerin yemekhane atıkları ile ilgili farkındalık düzeyleri ve bu atıklar için oluşturulacak bertaraf sistemine destek seviyelerini belirlemeye yöneliktir.

Bunun sonucunda anketin sonunda katılımcıların ilave görüş ve önerilerinin alınması için bir bölüm ayrılmıştır. Anket sorularına verilen cevaplar bilgisayar programı kullanılarak istatistiki olarak incelenmiş ve sonuçlar yüzde olarak verilmiştir.

### **3.1.1. Yemekhane atıklarının miktarının belirlenmesi**

Bu çalışma kapsamında yemekhane atıklarının miktarının belirlenmesi için öncelikli olarak anket çalışmasının kullanılması düşünülmüş ve böylece işletmelerin konuyla ilgili tuttıkları atık kayıtlarından faydalanılabileceği göz önünde bulundurulmuştur. Ancak anketlerin uygulanmasında ziyaret edilen işletmelerin büyük bölümünde atıklarının ayrı olarak kayıt altına alınmadığı, genellikle bu atıkların evsel katı atıkların tamamı ile birlikte kayıt altına alındığı veya konuyla ilgili hiç kayıt tutulmadığı gözlenmiştir. Anketlerde yemekhane atıkları ile ilgili verilen miktarlar genellikle yemekhane sorumlularının verdiği tahmini bilgiler olup çok geniş bir aralıkta verilen değerlerdir.

Bundan dolayıdır ki anketler aracılığı ile elde edilen yemekhane atıklarının miktarı ile ilgili veriler yeterli görülmemiş ve ilave bir ölçüm çalışması planlanmıştır.

Bu çalışmada işletmeler çalışan sayısına göre gruplara ayrılmış ve her gruba giren işletmelerden gönüllü olarak çalışmayı destekleyen beş tanesi seçilerek, bu işletmelerin yemekhane atıkları 20 gün süre ile ölçülerek ortalama günlük atık miktarları belirlenmeye çalışılmıştır. Elde edilen veriler istatistiki olarak incelenmiş ve ortalaması maksimum ve minimum değerleri ile standart sapmaları belirlenmiştir.

Tablo 3.2. İşletme grupları ve yemek yiyen kişi sayıları

Gruplar	Yemek Yiyen Kişi Sayısı
I. Grup	1-50
II. Grup	50-100
III. Grup	100-200
IV. Grup	200-300
V. Grup	300+

### 3.2. Yemekhane Atıklarının Karakterizasyonunun Belirlenmesi

Yemekhane atığı denildiğinde akla ilk gelen bu atık türünün tamamen yemeklerden ve yemek yapımından arta kalan organik malzemelerden oluşacağı olsa da, mevcut durum farklıdır. Yemekhane atıklarının içerisinde önemli oranda plastik, metal, cam, kağıt, karton malzemeler bulunur. Bunlar genellikle yemeğin yanında verilen içecek, tatlı vb. gibi paketli ürünlerin ambalaj atıklarıdır.



Şekil 3.1. Mutfak atıkları genel görünüm



Şekil 3.2. Karakterizasyon tartım aşaması



Şekil 3.3. Tabaklardan artan yemek atık miktarı

Bundan dolayıdır ki bu çalışmada yemekhane atığını oluşturan bileşenlerin belirlenmesine büyük önem verilmiş ve bu amaçla karakterizasyon çalışması yapılmıştır. Yemekhane atıklarının karakterizasyonu için özel olarak geliştirilmiş bir karakterizasyon yöntemi yoktur. Bununla birlikte literatürde birçok çalışmada evsel katı atıkların karakterizasyonu için geliştirilen ve kabul gören karakterizasyon yöntemleri olduğu bildirilmektedir. Bu yöntemlerden en çok kullanılanı Amerika

Birleşik Devletleri'nde geliştirilen ve ASTM D5231 koduyla bilinen işlem görmemiş evsel katı atıkların bileşiminin belirlenmesi için kullanılan test yöntemidir [58].

Bu çalışmada yemekhane atıklarının içeriğinin belirlenmesin de, evsel katı atık atıkların karakterizasyonunun belirlenmesinde kullanılan bu yöntemden yola çıkılmış ve genel ilkeleri aynı kalmakla birlikte yöntem yemekhane atıklarına uygulanmıştır.



Şekil 3.4. Mutfak atık karakterizasyon çalışmasının ilk aşaması





Şekil 3.5. Mutfak atıklarını ayıklama işlemi

Buna göre, öncelikli olarak işletmeler yemek yiyen kişi sayısına göre gruplara ayrılmış, daha sonra bu grupların her birinden yemekhane atıkları toplanmıştır ve homojen şekilde karıştırılarak ayırım yapılmış ve örnekler alınmıştır. Daha sonra organik, plastik, cam, metal, kağıt, karton şeklinde atık türleri elle ayrılarak tartılmış ve toplam örnek içerisindeki oranları belirlenmiştir.



Şekil 3.6. Ayıklanan atıkların tartım işlemi

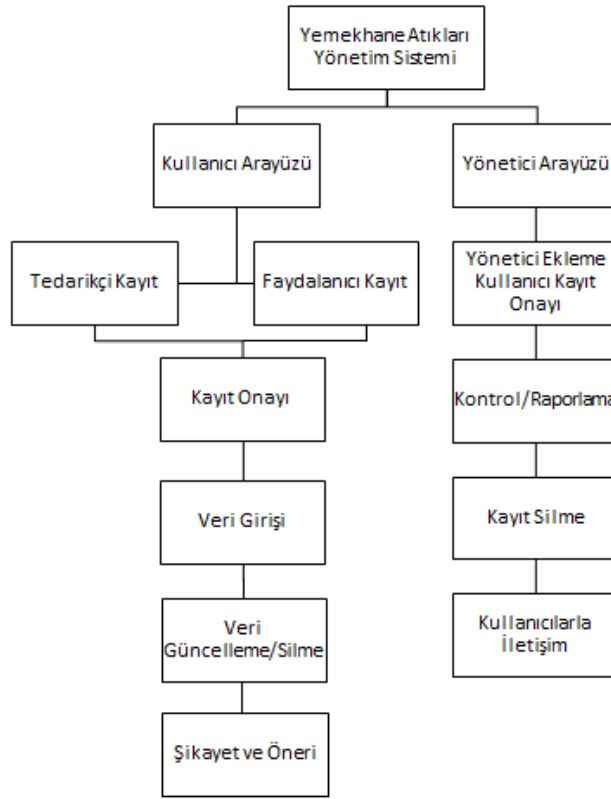
### 3.3. Yemekhane Atıkları Yönetim Sisteminin Kurulması

Bu çalışmada yemek atıklarının etkin ve sürdürülebilir bir şekilde toplanması ve gerek doğrudan gerekse işlendikten sonra ihtiyaç duyulan alanlara yönlendirilebilmesi amacı ile bir yemek atıkları yönetim sistemi geliştirilmeye çalışılmıştır. Bu amaç doğrultusunda günümüzün en fonksiyonel araçları olan bilişim teknolojilerinden faydalanılarak web tabanlı bir program geliştirilmiştir. Geliştirilen sisteme internet üzerinden erişim sağlanmakta olup, sistemin her biri farklı görev ve yetkilere sahip kullanıcılar için tasarlanmış, yönetici ve kullanıcı ara yüzleri mevcuttur.

Sistemde yönetici arayüzü kullanıcısı, sistemin tüm işleyişini kontrol edebilecek şekilde yetkilendirilmiş olup, program kapsamında yapabildiği işlemler, yeni yöneticiler ekleme ve eklenen bu yeni yöneticileri çeşitli kademelerde yetkilendirme, yeni kayıt yaptıran kullanıcıların kayıt onaylarını gerçekleştirerek sistemde aktif hale getirme, sistemin tüm işleyişi ile ilgili bilgileri görme, kontrol etme ve ihtiyaca göre raporlama, aktif kullanıcıların şikayet ve önerilerini görme ve gerekli iletişimi



sağlama ve gerekli durumlarda yönetici veya kullanıcı kayıtlarını silme işlemlerine yetkilidir.



Şekil 3.7. Yemekhane Atıkları Yönetim Sistemi Şeması

Hazırlanan sistemin diğer arayüzü kullanıcı ara yüzü olup, bu arayüzde iki temel kullanıcı profili oluşturulabilir. Birinci kullanıcı profili atık tedarikçisidir. Bu kullanıcılar, yemek atığına sahip işletmelerden oluşmaktadır. İkinci kullanıcı profili ise yemek atıklarını almak isteyen kullanıcılar olup bu kullanıcılar faydalanıcı olarak kaydedilmektedir. Faydalanıcı profilinin sisteme eklenmesinin amacı, bu sistemin yemek atıklarının toplanıp işlenmesinin yanı sıra, bazı durumlarda işlenmeden de hayvan barınakları gibi kurumlara ulaştırılabilmesinin sağlanmasıdır.

Şekil 3.8. Yemekhane Atıkları Yönetim Sistemi giriş ekranı

Şekil 3.9. Sistem yeni kullanıcıların tanımlanması

Her iki kullanıcı da sisteme bilgilerini girerek kayıt olmaktadır. Bu bilgiler, işletmenin adı, sicil ve faaliyet bilgilerini, adres ve iletişim bilgilerini içermektedir.

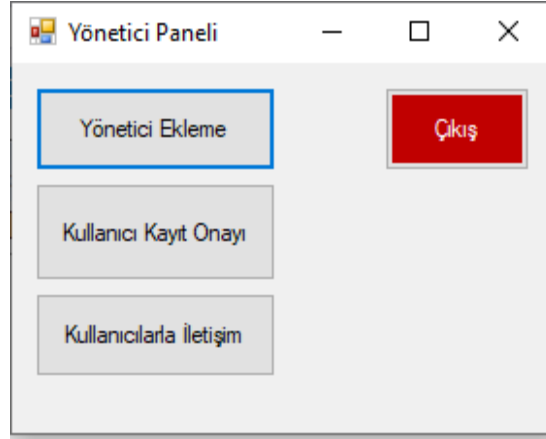
Bunun yanında işletmenin varsa oluşan yemek atıkları ile ilgili ilave bilgiler verilebileceği bir giriş alanı bulunmakta ve buraya girilen bilgiler yönetici veya isteğe bağlı olarak diğer kullanıcılar tarafından görülebilmektedir. Kullanıcı ile ilgili tüm bilgiler girildikten sonra bu bilgiler kayıt edilerek, kaydı onaylanması için yöneticiye gönderilir. Kaydı onaylanan kullanıcı için geçici bir kullanıcı adı ve

parola üretilir. Bu kullanıcı adı ve parola isteğe bağlı olarak değiştirilip, güncellenebilir.

Şekil 3.10. Yönetim Sitemine Tedarikçi Kayıt Formu

Şekil 3.11. Yönetim Sitemine Faydalanıcı Kayıt Formu

Kullanıcı arayüzünün ana amacı yemek atıklarının miktar ve genel özellikleri ile ilgili güncel verilerin girilmesi olup, sisteme girilebilen atık bilgileri güncellenip silinebilmektedir. Yine kullanıcı arayüzünde tüm kullanıcılar, sistemi kullanırken karşılaştıkları problemleri ve sistemin daha etkin hale getirilmesi için sahip oldukları fikir ve önerileri yöneticilere iletebilecekleri bir bölümde bulunmaktadır.



Şekil 3.12. Yönetim Sitemine Yönetici Ekranı

Tasarlanan sistemin kod yazılım işlemleri, kod düzenleme programı kullanılarak C# dili ile gerçekleştirilmiştir. Sistemin kullanılması sırasında kullanıcılar tarafından girilecek veriler bir veri tabanında saklanmaktadır. Yemekhane Atıkları Bilgi Sistemi'ne giriş kullanıcı kodu ve şifre ile yine bu veri tabanından yapılan sorgulama ile sağlanmaktadır.

## **BÖLÜM 4. BULGULAR VE TARTIŞMA**

### **4.1. Yemekhane Atıkları Anketi**

Yapılan anket çalışmalarında işletmelerin yemekhane atıklarının yönetimi ile ilgili bilgi alınmıştır. İşletmelerin %38'i çalışan personeline sadece bir öğün, %23'ü 2 öğün ve %33'ü işletmenin vardiya sistemiyle çalışması nedeniyle üç öğün yemek verirken %6'sı ise diğer cevabını vermiştir. Anket yapılan işletmelerde yemekler %58 oranında firmanın kendi bünyesinde, kendi aşçısı tarafından hazırlanırken %42'si anlaşmalı şirket aracılığıyla bu hizmeti çalışanlarına verdiğini ifade etmiştir. Ayrıca dışarıdan yemek hizmeti alan firmalar yemek miktarını belirlerken günlük kişi sayısını baz alanlar %25 iken aylık olarak yemek yiyen kişilerin ortalaması üzerinden sipariş veren firmalar %18'lik kısmı oluşturmuştur. İşletmelerin %84'ü yemeğin arttığını, %9'u yemeğin bittiğini, %7'si ise bazen yemeğin arttığını bazen de bittiğini belirtmiştir.

İşletmelerde verilen yemeğin beğenilmemesi, tabak boyutlarının büyük olması, yemek çeşitliliğinin çok olması gibi nedenlerden dolayı yemek atığı oluşmuştur. Tabaklarda artan yemekler için işletmelerin %63'ü çöpe attığını, %12'sinin artan yemekleri üretici firmaya geri ilettiğini, %16'sının ise hayvan barınaklarına gönderdiğini belirtmiştir. %9'u ise personelin eve götürdüğünü, ertesi gün yenildiğini ya da bir sonraki gün hazırlanan yemeklere ilave edildiğini gibi nedenler belirtmiştir. Artan gıda atıkları arasında en fazla israf edilen %40 oranında ekmek olmuştur. Ekmeği sırasıyla %23 etli yemekler, %21 salata, %13 diğerleri ve %3 süt ve süt ürünleri takip etmiştir. Genellikle tabak atığının oluşma sebebi fazla yemek almak veya alınan yemeğin beğenilmemesi gibi sebepler gösterilebilir. Yemekhane atıklarının genel durumuna bakılırsa ankete katılan işletmelerin %62'sinin atıklarını çöpe attığını, %21'inin geri dönüşüme gönderdiğini belirtmiştir. %17'lik kısım ise diğer yani sokak hayvanlarının beslenmesi şeklinde cevap vermiştir. Yemekhane

atıklarının hayvanlara verilebilmesi için peçete, kürdan gibi malzemelerin bu atıkların içerisinde olmaması gerekmektedir. Buna göre yapılan anket çalışmasında, firmaların %32'si yemekhane atıklarında ürün ambalajı, peçete, kürdan vb. malzemelerin olduğunu, %54'ü ise bu malzemelerin olmadığını belirtmiştir. İşletmelerin %14'ü ise bazen olabileceğini ifade etmiştir. Bu sebeple yemekhane bünyesinde atıkların ayrı toplanması için ortam şartlarının uygunluğu araştırılmış %53'ü atıklarını ayrı topladığını, %47'si ise uygun şartlarının olmadığını belirtmiştir.

Yemekhane atıklarının yönetiminin çıkış noktasından bertarafına kadar olan süreçte çıkan atığın azaltılabilmesi için eğitim ve farkındalık çalışmaları üzerinde durulmuştur. Buna göre yemekhane atıkları ile ilgili işletmesinde eğitim verenlerin oranı %57 iken, eğitim vermeyenlerin oranı %43'tür. %43'lük oranın içerisinde işletmesinde yemekhane atıklarıyla ilgili eğitim verilmesini isteyen işletmelerin oranı ise %31 olarak belirlenmiştir. Dou ve ark. (2018), gıda atıklarından hayvan yemi olarak kullanılmasının sürdürülebilir, güvenilir, uygulanabilir ve daha çevreci yaklaşım olduğunu ortaya koymuştur [23]. Bu yaklaşım anket yapılan işletmeler arasında değerlendirilmiş olup yemekhane atıklarından hayvan maması yapılabileceğine kesinlikle katılanların oranı %48, katılanların oranı %29, kararsız kalan işletmelerin oranı %10'dur. Yemekhane atıklarından hayvan yemi yapılmasının güvenilir ve mümkün olmadığını ifade edenler %9, kesinlikle güvenilir olmadığını belirtenler ise %4 oranındadır.

Castrica ve ark. (2018) hayvan yeminin hammaddesinin gıda atığı olması gerektiği vurgulamış ve bu akışın sürdürülebilir olması gerektiğini ifade etmiştir [53]. Sürdürülebilirliğin sağlanması için, yemekhane atıklarından hayvan maması üretilebilirse yemekhane atıklarını ilgili toplayıcıya düzenli olarak teslim edecek işletmeler, genel işletmelerin %69'unu oluşturmaktadır. İşletmelerin %12'si ise sokak hayvanlarını kendileri beslemeleri nedeniyle toplayıcıya teslim etmeyeceğini, %19'u ise bazen teslim edeceğini belirtmiştir. Yemekhane atıklarının bertarafı için ise işletmeler tarafından herhangi bir ücret ödenmediği belirtilmiştir.

Tablo 4.1. Anket sonuçlarının yüzdeleri

İşletmelerdeki yemek verilen öğün sayısı	1 öğün	%38
	2 öğün	%23
	3 öğün	%33
	Diğer	%6
Yemeğin temin şekli	İşletmede Hazırlanan	%58
	Anlaşmalı Şirket	%42
İşletmede artan yemek var mı?	Evet	%84
	Hayır	%9
	Bazen	%7
Yemekhane atıklarının bertaraf yöntemi	Çöpe Atılıyor	%62
	Geri Dönüşüme Gidiyor	%21
	Diğer	%17
Yemekhane atıkları ile ilgili eğitim durumu	Evet	%57
	Hayır/İstemem	%12
	Hayır/İsterim	%31
Yemekhane atıklarından sokak hayvanlarına mama yapılabilir mi	Kesinlikle katılanlar	%48
	Katılanlar	%29
	Karasızlar	%10
	Katılmayanlar	%9
	Kesinlikle Katılmayanlar	%4
Artan yemek atığı miktarı	1-10 kg/gün	%21
	10-25 kg/gün	%34
	25-50 kg/gün	%19
	50-100 kg/gün	%13
	100-200 kg/gün	%7
	200+ kg/gün	%6
Yemek çeşidine göre artma miktarı	Ekmek	%40
	Salata	%21
	Süt ve Süt Ürünleri	%3
	Etlü Yemekler	%23
	Diğer	%13
Yemekhane atıklarının ayrı toplanabilmesi için şartların uygunluk durumu	Evet	%53
	Hayır	%47
Artan yemeklerin değerlendirilmesi	Geri Yollanan	%12
	Barınaklara	%16
	Çöpe Atılan	%63
	Diğer	%9

Tablo 4.1. (Devamı)

Artan yemeklerin değerlendirilmesi	Geri Yollanan	%12
	Barınaklara	%16
	Çöpe Atılan	%63
	Diğer	%9
Yemekhane atıklarında ürün ambalajı, peçete, vb. bulunma durumu	Evet	%32
	Hayır	%54
	Bazen	%1
Çalışma hayata geçerse yemekhane atıklarını toplayıcıya düzenli olarak teslim eder misiniz?	Evet	%69
	Hayır	%12
	Bazen	%19

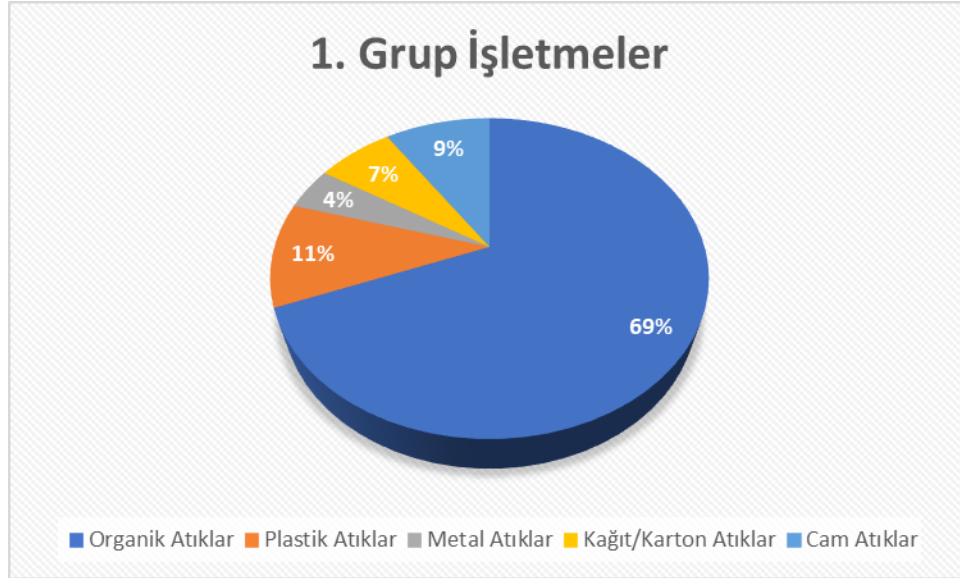
## 4.2. Yemekhane Karakterizasyon Sonuçları

İşletmede çalışan kişi sayılarına göre oluşturulan işletme gruplarının oluşturduğu yemekhane atıklarının miktarlarına ilişkin bilgiler Tablo 4.2.'de verilmiştir. Buna göre çalışan sayısı 1-50 arasında olan işletmelerden günlük olarak ortalama 8,7 kg yemek atığı çıkmaktadır. Çalışan sayısının 300 ve üzeri olan işletmelerde ise yemekhane atığı miktarı 109,06 kg/gün olmaktadır.

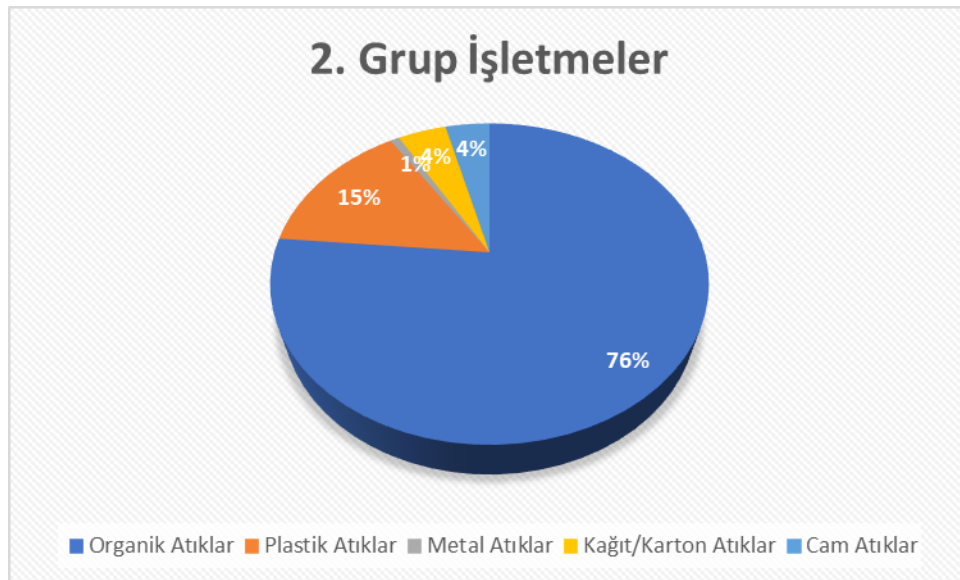
Tablo 4.2. İşletme gruplarında belirlenen yemekhane atığı miktarları (kg/gün)

İşletme Grupları	Ortalama Değer	En Yüksek Değer	En Düşük Değer	Standart Sapma
1. Grup	8,7	12,5	5,8	2,94
2. Grup	19,54	20,9	16,5	1,82
3. Grup	30,34	39,3	22,8	5,94
4. Grup	61,72	73,3	40,3	7,39
5. Grup	109,06	122,6	73,8	12,07

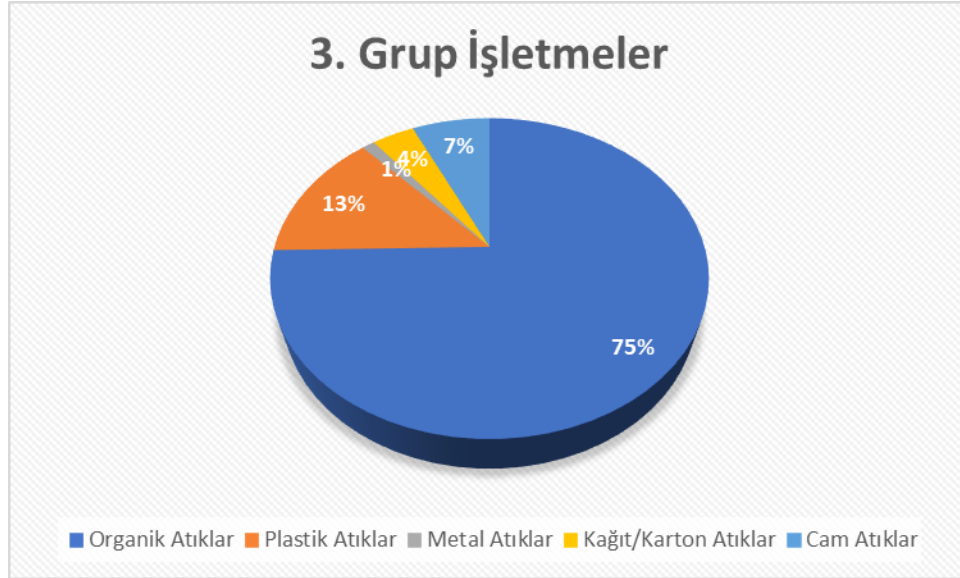




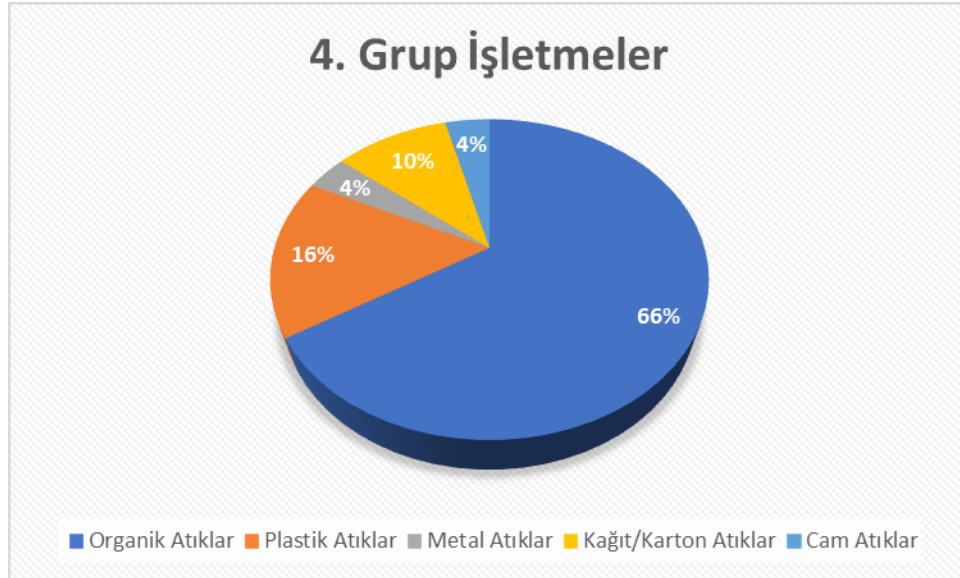
Şekil 4.1. I. Grup İşletmelerde (1-50 Kişi) oluşan yemekhane atıklarının içeriği



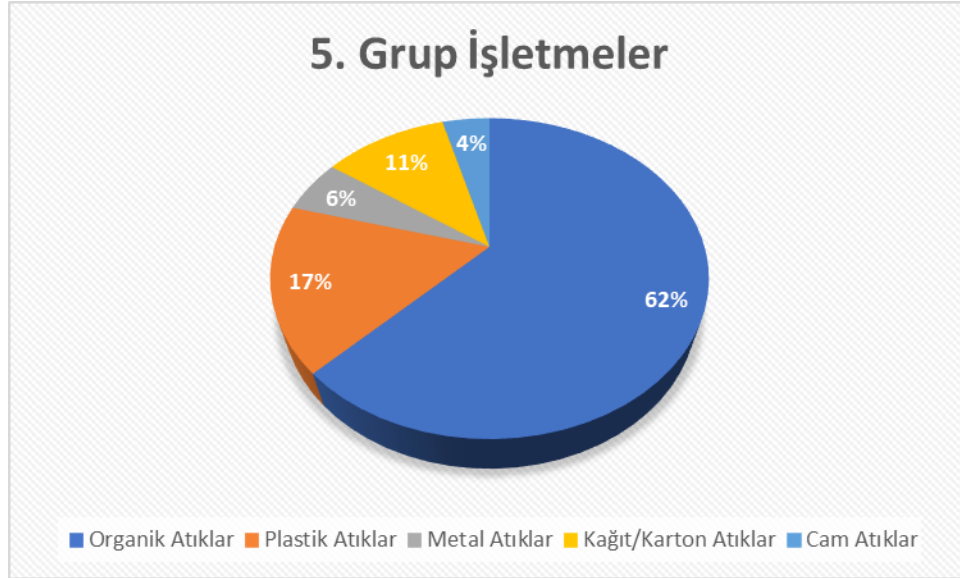
Şekil 4.2. II. Grup İşletmelerde (50-100 Kişi) oluşan yemekhane atıklarının içeriği



Şekil 4.3. III. Grup İşletmelerde (100-200 Kişi) oluşan yemekhane atıklarının içeriği



Şekil 4.4. IV. Grup İşletmelerde (200-300 Kişi) oluşan yemekhane atıklarının içeriği



Şekil 4.5. V. Grup İşletmelerde (>300 Kişi) oluşan yemekhane atıklarının içeriği

Tablo 4.3. Farklı yemekhane kapasitesine sahip işletmelerde yemekhane atığının içeriği

İşletmeler	Yemekhane Atığının İçeriğindeki Atık Türleri (%)				
	Organik	Plastik	Metal	Kağıt / Karton	Cam
1. Grup İşletmeler	69.01	10.52	4.35	6.76	9.36
2. Grup İşletmeler	76.44	14.52	0.82	4.29	3.93
3. Grup İşletmeler	74.67	13.52	1.13	3.76	6.92
4. Grup İşletmeler	66.18	16.08	3.62	10.16	3.96
5. Grup İşletmeler	62.48	16.82	5.50	11	4.20

Farklı yemekhane kapasitelerine sahip işletmelerin yemekhane atıklarının karakteri arasındaki farkların ortaya koyulması amacı ile daha önce yemek yiyen kişi sayısına göre belirlenen beş grup işletmede atık karakterizasyonu çalışması yapılmış ve elde edilen sonuçlar şekil 4.1, şekil 4.2, şekil 4.3, şekil 4.4 ve şekil 4.5'te ayrı ayrı tablo 4.3'te ise toplu halde sunulmuştur.

Karakterizasyon çalışmasının sonuçlarına göre en yüksek organik atık miktarı %76,44 ile 2. Grup İşletmelerde (50-100 kişi), en düşük organik madde içeriği ise %62,48 ile 5. Grup İşletmelerde (>300 kişi) belirlenmiştir. Bununla birlikte yemekhane atığı içeriğinde en fazla plastik materyal bulunan 5.grup işletmeler (%16,82) olurken, en az plastik materyal içeren 1. Grup işletmeler (%10,52) olmuştur. Metal atıkların yemekhane atıkları içerisindeki değişimi incelendiğinde ise en yüksek oranın %5,5 ile 5. Grup işletmeler en yüksek orana sahip bulunurken,

%0,82 ile 2. Grup işletmelerin en düşük orana sahip oldukları tespit edilmiştir. Benzer durum Kağıt / Karton materyallerde de görülmekte olup burada da en yüksek oran 5. Grupta (%11) belirlenirken en düşük orana sahip grup 3. Grup işletmelerdir. Cam materyallerde ile en yüksek oran 1. Grup (%9,36) işletmelerde, en düşük oran ise 2. Grup (%3,93) işletmelerdedir.

Elde edilen tüm sonuçlar bir bütün olarak incelendiğinde yemekhaneyi kullanan kişi sayısı arttığında organik atık ve cam hariç tüm materyallerin oranının da yükselme olduğu görülmektedir. Bu durumun artan kişi sayısı ile birlikte özellikle içecek çeşitliliğinin artmasından ileri geldiği düşünülmektedir. Bununla birlikte yemekhane atıklarının içerisinde bulunan materyallerin oranının yemekhane kapasitelerinden bağımsız olarak farklılık gösterdiği söylenebilir. Yiyecek ve içecek menülerindeki farklılıklardan dolayı bu durumla ilgili daha kesin çıkarımlar yapılabilmesi için, karakterizasyon çalışmasının süresinin arttırılması gerekmektedir.

### **4.3. Yemek Atıkları Yönetim Sistemi**

Yemek ve yemekhane atıkları diye adlandırılan atıklar, özellikle nüfus yoğunluğunun fazla olduğu şehir merkezlerinde ve okul, hastane ve ticari işletmelerin ağırlıklı olduğu alanlarda bol miktarda ortaya çıkmaktadır. Bununla birlikte bu atıkların toplanması ve bertarafı oldukça zor ve karmaşık bir çalışmadır. Bu durumun en önemli sebeplerinden birisi bu atıkların her gün farklı miktarlarda ve gün içindeki her öğünde ise farklı karakterizasyonda olmasıdır. Bununla birlikte bu atıklar ile ilgili bir diğer önemli problem ise her ne kadar sabit bir kaynaktan oluşuyor olsalar da, bu kaynakların geniş bir alanda dağılmış olması ve toplanma zorluklarıdır. Bu durum özellikle katı atıklarda çok sık karşılaşılan bir durum olup, evsel katı atıklar, hayvan gübreleri ve tarımsal kökenli organik atıklar içinde en önemli sorunlardan birisidir. Bununla birlikte günümüzde bu atıkların kontrolü, toplanması ve yönetiminin de bilişim teknolojilerinin kullanımı oldukça yaygınlaşmıştır.

Literatürde, evsel katı atıklar başta olmak üzere birçok organik atığın toplanması ve yönetiminin de başarı ile kullanılan bilişim sistemleri ve internet teknolojileri

kullanılarak oluşturulmuş sistem olduğu ve bu sistemlerin etkinliğinin yüksek olduğunun bildirildiği birçok çalışma bulunmaktadır [59].

Bu yaklaşımdan yola çıkılarak, bu çalışmada yemek atıklarının toplanması ve bertarafında kullanılmak üzere, web tabanlı bir sistem kurulmuştur. Kurulan sistem, yemek atıklarının miktarlarının güncel olarak belirlenmesi ve bu atıkların hayvanların beslenmesinde doğrudan veya işlenerek kullanılmasını hedeflemektedir. Bu amaçla yapılacak çalışmaların sürdürülebilirliği açısından önemlidir. Bu sistemin sağlanması düşünülen avantajlar aşağıda ki gibi sayılabilir:

1. Yemek atıklarının mevcut miktarının belirlenmesi ve güncel verilerle takip edilebilmesi
2. Yemek atıklarının hayvanların beslenmesinde oluşturacağı potansiyelin ortaya koyulması
3. Bu atıkların toplanması ve bertarafı için sonuçları öngörülebilir planların yapılmasına olanak sağlaması
4. Yemek atıkları için dünyada ve ülkemizde çok kısıtlı olan veriler için arşiv oluşturulması
5. Evsel katı atık toplama ve bertaraf sistemine giden yemek atığı miktarının azaltılması
6. Sokak hayvanlarının bakıldığı barınakların en önemli sorunu olan, hayvanların beslenmesi konusu için sürdürülebilir bir alternatif oluşturulması
7. Hayvan barınaklarının en önemli masraflarından biri olan yem ve mama ihtiyacının ve dolayısıyla masrafının azaltılması ile bu barınakların daha çok hayvana hizmet etmesine katkı sağlaması
8. Sürdürülebilir atık yönetiminde bilişim teknolojilerinin kullanılması konusunda literatüre katkı sağlaması
9. Konu ile ilgili, ilgi ve farkındalık düzeyinin artırılması

Bunun yanında yemek ve yemekhane atıklarının toplanması konusunda taşıma ve depolama gibi konularda önemli sorunlar oluşturmakta ve ciddi maliyetlere ulaşmaktadırlar.

Bu program kapsamında olmamakla birlikte, yapılacak ilave çalışmalar ile, bu programdaki kayıt ve veriler kullanılarak bu atıkların toplanması ve uygun yerlerde depolanması için bilişim tabanlı çözümler geliştirilebilir.

FormTedarikVeriOlustur

Atık Türü: Yemek Atığı

Atık Tarihi: 2 Mayıs 2019 Perşembe

Lokasyon: Caddebostan

Atık Miktar: 15

Tedarikçi Firmalar: SD Tekstil A.Ş.

Unit Type: Kg

Ekle Geri

Şekil 4.6. Tedarikçinin oluşan yemek atığı ile ilgili ilanı

FormVeriFaydalanici

WasteOrderID	SupplierID	WasteTypeID	Unit Type	WasteDate	Location
2	1	2	Kg	6.05.2019	İstanbul
3	2	1	Gr	6.05.2019	Kadıköy
4	4	1	Kg	2.05.2019	Caddebostan

Seçili Atıkları Onayla Seçili Atıkları Sil

Şekil 4.7. Faydalanıcının uygun lokasyondaki yemek atıklarını seçmesi

Mevcut atık miktarları ve lokasyonları kesin olarak bilindiğinde, en uygun araç seçeneği ve yol alternatifleri (rota seçimi) rahatlıkla belirlenebilir. Bu tür çalışmaların başarılı olduğu ve önemli tasarruflar sağladığını rapor eden çalışmalar mevcuttur [60]. Bundan dolayıdır ki, özellikle yemek atıklarının işlendikten sonra hayvanlar için kuru veya konserve mama üretimi yapılması faaliyetinde bu atık

miktarlarının belirlenmesi ve en uygun yollardan toplanması, maliyetleri önemli ölçüde düşürecektir.

## **BÖLÜM 5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER**

Gıda atıklarının yaşam döngüsü değerlendirmesi yani üretiminden imhasına kadar olan süreç, çevrenin kalkınması ve doğal kaynaklarımızın korunması açısından önemli bir paya sahiptir. Yemek atıklarının önlenmesi, değerlendirilmesi kısaca bu atıkların yönetiminin uygun olmasıyla Türkiye'deki mutfak atıklarının, toplam atıkların çok büyük yüzdesini oluşturduğu varsayılırsa depolama alanlarından da ciddi ölçüde tasarruf yapılacaktır. Gıda atıklarının yenilebilir olması durumunda ihtiyaç sahiplerine verilebilir ya da insan tüketimine uygun olmayanlar hayvan yemi olarak kullanılabilir. Kompost ve yakma gibi geri kazanım yöntemleriyle de depolama alanına giden gıda atıkları önlenebilir ve karbon ayak izi en aza indirgenebilir. Gıda atıkları oluştukları yerde fazla bekletilmeden, kokuya ve patolojik durumlara sebep olmadan işlem görmelidir. Yemekhane atıklarının mevcut durumunun ve tahmini miktarlarının belirlenmesi amacıyla 200 firma ile anket çalışması yapılmıştır. Yapılan karakterizasyon ve anket çalışmalarında yemekhane atıklarının çöpe, değerlendirilebilir atıklarla birlikte atıldığı gözlenmiştir. Anket sonuçlarından yola çıkarsak işletmelerde çöpe atılan yemek atığı %62 gibi ciddi oranlara sahiptir. Ankete katılan işletmelerin en fazla ekmeği çöpe attığı belirlenmiştir. %53 oranında yemek atığının olduğu işletmelerde atıkları ayrı toplamam için fiziki şartların uygun olduğu ifade edilmiştir. Bu durum ciddi çevresel sorunlar ve ekonomik olarak zarara uğratmaktadır. Yemekhane atıklarının geri kazanımı için bilgilendirme faaliyetleri artırılarak farkındalık sağlanmalıdır.

Çeşitli yerlerden numune toplanarak yapılan karakterizasyon çalışmasında ise çalışan sayısının 300 ve üzeri olan işletmelerde, 1-50 çalışanı olan işletmelere oranla ise oluşan günlük yemek atığı miktarı ortalama %1254 daha fazla olduğu belirlenmiştir.

Anket ve karakterizasyon çalışmaları neticesinde uygun toplama yöntemi geliştirebilmek için tedarikçi, faydalanıcı ve yönetici kullanıcılarından oluşan



modelleme geliştirilmiştir. Geliştirilen bu modelde tedarikçi elinde bulunan gıda atığı için veri oluşturur. Ardından faydalanıcı oluşturulan bu gıda atığı verilerinden kendisine lokasyon, atık türü ve miktar bazında uygun olanı seçerek atığın yeni sahibi olur.

Yemekhane atıklarının hayvan yemi için hammadde oluşturması isteniyorsa oluşan atığın sürdürülebilir, mikrobiyolojik olarak uygun ve parametrelerinin güvenilir aralıkta olması gerekmektedir.

Yemekhane atıklarının uygun geri kazanımı sağlanmadığı takdirde önemli çevresel problemler yol açmaya devam edecektir. Ayrıca bu atıkların evsel atıklarla birlikte çöpe atılması hammadde olan bir kaynağın yok edilmesi demektir.

## KAYNAKLAR

- [1] Dede, O.H., Oztekin, M.H., Relationship between optical microscopic structure and physical characterization of organic wastes originated peat substitutes. *Applied Ecology And Environmental Research* 16(2):1173-1184, 2018.
- [2] Gustafsson, J.; Cederberg, C.; Sonesson, U.; Emanuelsson, A. *The Methodology of the FAO Study: Global Food Losses and Food Waste-Extent, Causes and Prevention-FAO*, 2011; SIK Institutet för Livsmedel och Bioteknik: Göteborg, Sweden, 2013.
- [3] Choy, S.Y., Wang, K., Qi W., Wang, B., Chen, C.L., Wang, J.Y. 2015. Co-composting of horticultural waste with fruit peels, food waste, and soybean residues. *Environmental Technology*, 36(11), 1448-1456.
- [4] Bastidas-Oyanedel, J.B., Fang, C., Almardeai, S., Javid, U., Yousuf, A., Schmidt, J.E. 2016. Review: Waste biorefinery in arid/semi-arid regions. *Bioresource Technology*, 215, 21-28.
- [5] Beline, F., Rodriguez-Mendez, R., Girault, R., Bihan, Y.L., Lessard, P. 2017. Comparison of existing models to simulate anaerobic digestion of lipid-rich waste. *Bioresource Technology*, 226, 99-107.
- [6] Sancho, P., Pinacho, A., Ramos, P., Tejedor, C., Microbiological characterization of food residues for animal feeding. *Waste Manag.*, 24, 919-926, 2004.
- [7] Bellemare, M.F.; Çakir, M.; Peterson, H.H.; Novak, L.; Rudi, J. On the Measurement of Food Waste. *Am. J. Agric. Econ.* 2017, 99, 1148–1158.
- [8] Salihoğlu, G., Salihoğlu, N.K., Uçaroğlu, S., Banar, M., Food loss and waste management in Turkey. *Bioresour. Technol.*, 248, 88-99, 2018.
- [9] Edwards, J., Othman, M., Crossin, E., Burn, S., Life cycle assessment to compare the environmental impact of seven contemporary food waste management systems, Australia, *Bioresour. Technol.*, 248, 156-173, 2018.
- [10] Tonini, D., Albizzati, P.F., Astrup, T.F., Environmental impacts of food waste: Learnings and challenges from a case study on UK. *Waste Manag.*, 76, 744–766, 2018.

- [11] Cristóbal, J., Castellani, V., Manfredi, S., Sala, S., Prioritizing and optimizing sustainable measures for food waste prevention and management. *Waste Manag.*, 72, 3-16, 2018.
- [12] Scherhauser, S., Moates, G., Hartikainen, H., Waldron, K., Obersteiner, G., Environmental impacts of food waste in Europe. *Waste Manag.*, 77, 98-113, 2018.
- [13] Vandermeersch, T., Alvarenga, R.A.F., Ragaert P., Dewulf, J., Environmental sustainability assessment of food waste valorization options. *Resour. Conserv. Recycl.*, 87, 57-64, 2014.
- [14] Ho, K.S., Chu, L.M., Characterization of food waste from different sources in Hong Kong. *Journal of the Air & Waste Management Association*, 69:3, 277-288, 2018.
- [15] Salemdeeb, R., Ermgassen, E.K.H.J.Z., Kim, M.H., Balmford, A., Al-Tabbaa, A., Environmental and health impacts of using food waste as animal feed: a comparative analysis of food waste management options. *Journal of Cleaner Production*, 140, 871-880, 2017.
- [16] Papargyropoulou, E., Lozano, R., Steinberger, J.K., Wright, N., Ujang, Z., The food waste hierarchy as a framework for the management of food surplus and food waste. *Journal of Cleaner Production*, 76, 106-115, 2014.
- [17] Martin, D.S., Ramos, J.Z., Valorisation of food waste to produce new raw materials for animal feed. *Food Chemistry*, 198, 68-74, 2016.
- [18] Schanes, K., Dobernig, K., Gözet, B., Food waste matters - A systematic review of household food waste practices and their policy implications. *Journal of Cleaner Production*, 182, 978-991, 2018.
- [19] Thyberg, K.L., Tonjes, D.J., The environmental impacts of alternative food waste treatment technologies in the U.S. *Journal of Cleaner Production*, 158, 101-108, 2017.
- [20] Ahamed, A., Yin, K., Ng, B.J.H., Ren, F., Chang, V.W.-C., Wang, J.-Y., Life cycle assessment of the present and proposed food waste management technologies from environmental and economic impact perspectives. *Journal of Cleaner Production*, 131, 607-614, 2016.
- [21] Menna, F.D., Dietershagen, J., Loubiere, M., Vittuari, M., Life cycle costing of food waste: A review of methodological approaches. *Waste Manag.*, 73, 1-13, 2018.
- [22] Gao, A., Tian, Z., Wang, Z., Wennersten, R., Sun, Q., Comparison between the technologies for food waste treatment. *Energy Procedia*, 105, 3915-3921, 2017.

- [23] Dou, Z., Toth, J.D., Westendorf, M.L., Food waste for livestock feeding: Feasibility, safety, and sustainability implications. *Global Food Security*, 17, 154-161, 2018.
- [24] Chen, T., Jin, Y., Shen, D., A safety analysis of food waste-derived animal feeds from three typical conversion techniques in China. *Waste Manag.*, 45, 42-50, 2015.
- [25] Garcia-Garcia, G., Woolley, E., Rahimifard, S., Optimising industrial food waste management. *Procedia Manufacturing*, 8, 432-439, 2017.
- [26] Kartchner, H.H., Process for Preparation of animal feed from food waste. United States Patent, 2003.
- [27] Sugiura, K., Yamatani, S., Watahara, M., Onodera, T., Optimising industrial food waste management. *Veterina Italiana*, 45(3), 397-404, 2009.
- [28] Adhikari, B.K., Barrinhton, S., Martinez, J., King, S., Characterization of food waste and bulking agents for composting. *ScienceDirect, Waste Manag.*, 28, 795-804, 2008.
- [29] Betz, A., Buchli, J., Göbel, C., Müller, C., Food waste in the Swiss food service industry – Magnitude and potential for reduction. *Waste Manag.*, 35, 218-226, 2015.
- [30] Parizeau, K., Massow, M.V., Martin, R., Household-level dynamics of food waste production and related beliefs, attitudes, and behaviours in Guelph, Ontario. *Waste Manag.*, 35, 207-217, 2015.
- [31] Giroto, F., Alibardi, L., Cossu, R., Food waste generation and industrial uses: A review. *Waste Manag.*, 45, 32-41, 2015.
- [32] Lee, S., Choi, K., Osaako, M., dong, J., Evaluation of environmental burdens caused by changes of food waste management systems in Seoul, Korea. *Science Direct*, 387, 42-53, 2007.
- [33] Stancu, V., Haugaard, P., Lähteenmäki, L., Determinants of consumer food waste behaviour: Two routes to food waste. *Appetite*, 96, 7-17, 2016.
- [34] Thi, N.B.D., Kumar, G., Lin, C.Y., An overview of food waste management in developing countries: Current status and future perspective. *Journal of Environmental Manag.*, 157, 220-229, 2015.
- [35] Garrone, P., Melacini, M., Perego, A., Opening the black box of food waste reduction. *Food Policy*, 46, 129-138, 2014.
- [36] Halloran, A., Clement, J., Kornum, N., Bucatariu, C., Magid, J., Addressing food waste reduction in Denmark. *Food Policy*, 49, 294-301, 2014.

- [37] Secondi, L., Principato, L., Laureti, T., Household food waste behaviour in EU-27 countries: A multilevel analysis. *Food Policy*, 56, 25-40, 2015.
- [38] Zhang, R., El-Mashad, H.M., Hartman, K., Wang, F., Liu, G., Choate, C., Gamble, P., Characterization of food waste as feedstock for anaerobic digestion. *ScienceDirect Bioresour. Technol.*, 298, 929-935, 2007.
- [39] <http://www.worldbank.org/en/topic/urbandevelopment/brief/solid-waste-management> Erişim Tarihi: 27.04.2019.
- [40] [https://translate.googleusercontent.com/translate\\_c?depth=1&hl=tr&prev=search&rurl=translate.google.com.tr&sl=en&sp=nmt4&u=http://www.fao.org/3/mB060e/mb060e00.htm&xid=25657,15700021,15700186,15700190,15700253,15700256,15700259&usg=ALkJrhjTCDDCcz5R7gusr2LtPGXt6N3DaA](https://translate.googleusercontent.com/translate_c?depth=1&hl=tr&prev=search&rurl=translate.google.com.tr&sl=en&sp=nmt4&u=http://www.fao.org/3/mB060e/mb060e00.htm&xid=25657,15700021,15700186,15700190,15700253,15700256,15700259&usg=ALkJrhjTCDDCcz5R7gusr2LtPGXt6N3DaA) Erişim Tarihi: 28.04.2019.
- [41] Abdel-Shafy, H.I., Mansour, M.S.M., Solid waste issue: Sources, composition, disposal, recycling, and valorization. *Egyptian Journal of Petroleum*, 27, 1275-1290, 2018.
- [42] [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Waste\\_statistics](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Waste_statistics) Erişim Tarihi: 28.04.2019.
- [43] <http://ec.europa.eu/eurstat/statistics-explained/> Erişim Tarihi: 28.04.2019.
- [44] Hoonweg, D., What a waste: a global review of solid waste management. 2012.
- [45] Srijuntrapun, P., Appropriate participatory food waste management in the World Heritage Site, the Historic City of Ayutthaya. *Kasetsart Journal of Social Sciences*, 39, 381-386, 2018.
- [46] <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=95&locale=tr> Erişim tarihi: 27.04.2019.
- [47] <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=19&locale=tr> Kawashima Erişim Tarihi: 27.04.2019.
- [48] Kelley, T.R., Walker, P.M., Bacterial concentration reduction of food waste amended animal feed using a single-screw dry-extrusion process. *Bioresour. Technol.*, 67, 247-253, 1999.
- [49] Omay, D., Yemekhane Atıklarından Poli (L-Laktik Asit)'in Enzimatik Polimerizasyonu ve Sentezlenen Polimerin Karakterizasyonu ve Biyobozundurulması. Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2010.

- [50] Kawashima, T., The use of food waste as a protein source for animal feed - current status and technological development in Japan. *Protein Sources for the Animal Feed Industry*, 303-309, 2004.
- [51] Ogino, A., Hirooka, H., Ikeguchi, A., Tanaka, Y., Waki, M., Yokoyama, H., Kawashima, T., Environmental Impact Evaluation of Feeds Prepared from Food Residues Using Life Cycle Assessment. Published Online, 1061-1068, 2007.
- [52] García, A.J., Esteban, M.B., Márquez, M.C., Ramos, P., Biodegradable municipal solid waste: Characterization and potential use as animal feedstuffs. *Waste Manag.*, 25, 780-787, 2005.
- [53] Castrica, M., Tedesco, D.E.A., Panser, S., Ferrazzi, G., Ventura, V., Frisio, D.G., Balzaretto, C.M., Pet Food as the Most Concrete Strategy for Using Food Waste as Feedstuff within the European Context: A Feasibility Study. 2018.
- [54] Baran, M.S., Kedi ve Köpeklerin Beslenmesi. *İst. Üniv. Vet. Fak. Derg.* 33(3), 89-97. 2007.
- [55] Başer, Ö., Kedi ve Köpek Mamalarında Raf Ömrünü Etkileyen Özelliklerin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2015.
- [56] <http://blog.mamasepeti.com/kedi-mamasinda-olmasi-ve-olmamas-gerekenler/> Erişim Tarihi: 25.04.2019.
- [57] <https://pets.webmd.com/cats/ss/slideshow-foods-your-cat-should-never-eat> Erişim Tarihi: 25.04.2019.
- [58] <https://www.astm.org/Standards/D5231.htm> Erişim Tarihi: 05.05.2019.
- [59] Hannan, M.A., Akhtar, M., Begum, R.A., Basri, H., Hussain, A., Scavino, E., Capacitated vehicle-routing problem model for scheduled solid waste collection and route optimization using PSO algorithm. *Waste Manag.*, 71, 31-41, 2018.
- [60] Kim, B., Kim, S., Sahoo, S., Waste collection vehicle routing problem with time Windows. *Computers & Operations Research*, 33, 3624–3642, 2006.

## ÖZGEÇMİŞ

Serap DEĞİRMENCİ, 22.03.1989 tarihinde İstanbul'da doğdu. İlk, orta ve lise eğitimini İstanbul'da tamamladı. 2006 yılında Üsküdar Mehmet Rauf Yabancı Dil Ağırlıklı Lisesinden mezun oldu. 2008 yılında Sakarya Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Bölümüne girdi ve 2012 yılında mezun oldu. 2013 yılında Sakarya Üniversitesi Çevre Mühendisliği bölümünde yüksek lisans eğitimine başladı. Sakarya Üniversitesi'nde halen devam etmekte olup özel bir firmada 4,5 yıl Çevre ve Atık Yönetimi Uzmanı olarak çalıştı. 2018 yılından beri özel sektörde Endüstriyel İlişkiler Yöneticisi olarak görevini sürdürmektedir.