

# Mutfak Kaynaklı Gıda Atıklarının Biyoteknolojik Yöntemlerle Değerlendirilmesi ve İleri Dönüşümü

Merve AYDIN<sup>1\*</sup> Zühal ALKAY<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Necmettin Erbakan Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Konya, Türkiye

<sup>2</sup> Yıldız Teknik Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, İstanbul, Türkiye

## Makale Bilgisi

**Geliş Tarihi:** 07.11.2025  
**Kabul Tarihi:** 25.02.2026  
**Yayın Tarihi:** 30.06.2026

### Anahtar Kelimeler:

Gıda israfı,  
Sürdürülebilirlik,  
Yiyecek hizmet sektörü,  
Biyoteknoloji.

## ÖZET

Yiyecek-içecek hizmet sektörlerinde ve evsel mutfaklarda açığa çıkan gıda atıkları sürdürülebilirliğin birçok yönünde etkili bir küresel sorun oluşturmaktadır. Böylece gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde görülen gıda israfı beslenme, sosyoekonomik ve çevresel olumsuzluklara yol açmaktadır. Bu çalışmada yemekhaneler ve kantinler, oteller, havayolu ikram şirketleri, hastaneler ve restoranlarda açığa çıkan mutfak gıda atıkları, bunların biyoteknolojik yöntemlerle değerlendirilmesi ve ileri dönüşümü incelenmiştir. Çalışma kapsamındaki tüm hizmet sektörlerinin mutfak atıkları değerlendirildiğinde ekmek, ana yemek, taze meyve ve sebzelerin daha fazla gıda atığı açığa çıkardığı tespit edilmiştir. Özellikle ise restoranlarda en fazla ekmek ve sebzeler, okul yemekhanesi ve kantinlerde et yemeği, garnitür, makarna ve içecek, hastanelerde ekmek ve garnitür ve hava servis hizmetlerinde de sebzelerin atık olarak açığa çıktığı ve israf edildiği belirlenmiştir. Bu mutfak gıda atıklarının protein, yağ, karbonhidrat, diyet lifi, antioksidan, vitamin ve mineral gibi önemli bileşenleri içerdiği gözlenmiştir. Nitekim bu atıkların katma değerli biyokütle kaynağı olarak enzimlerin (amilaz, selüloz, pektinaz ve lipaz), organik asitlerin (laktik asit, sitrik asit ve asetik asit), tek hücre proteininin, antioksidanların ve biyoetanölün biyoteknolojik yöntemlerle eldesinde iyi birer substrat kaynağı olduğu bulunmuştur. Ayrıca mutfak atıklarının atık olmaktan çıkarak katma değerli ürünlere işlenmesiyle ileri dönüşümleri de gerçekleşmektedir. Sonuç olarak, mutfak gıda atıklarının biyoteknolojik dönüşümleri (*Chryseobacterium*, *Bacillus*, *Actinobacteria*, *Aspergillus* türleri, *Serratia marcescens*, *Penicillium chrysogenum*, *Lactobacillus plantarum*, *Rhizopus delemar* ve *Ananas comosus*) birçok sektörde değerlendirilmesi ve katma değeri artırılarak ileri dönüşümü gıda israfını azaltmaya ve üretim maliyetlerini düşürmeye yardımcı olmuştur. Ayrıca gıda sisteminde verimliliği artırmaya ve sürdürülebilirliği sağlamaya yönelik çözümler üretme potansiyeline sahip olduğu ortaya konmuştur.

## Evaluation and upcycling of kitchen food waste using biotechnological methods

### Article Info

**Received:** 07.11.2025  
**Accepted:** 25.02.2026  
**Published:** 30.06.2026

### Keywords:

Food wastage,  
Sustainability,  
Food service sector,  
Biotechnology

### ABSTRACT

Food waste generated in the food and beverage service sectors and in home kitchens constitutes a critical global problem affecting many aspects of sustainability. Therefore, food wastage in both developed and developing countries leads to nutritional, socioeconomic, and environmental negative effects. This study examined the potential utilisation and upcycling of kitchen food waste generated in cafeterias, canteens, hotels, airline catering companies, hospitals and restaurants using biotechnological methods. When the kitchen waste generated by all the service sectors covered by the study was evaluated, it was found that the most food waste was produced by bread, main dishes, fresh fruit and vegetables. Specifically, it has been determined that bread and vegetables are the most commonly wasted items in restaurants; meat dishes, side dishes, pasta and beverages in school cafeterias and canteens; bread and side dishes in hospitals; and vegetables in air services. These kitchen food waste products have been found to contain valuable components, including protein, fat, carbohydrates, dietary fibre, antioxidants, vitamins and minerals. Indeed, these wastes have been found to be good substrate sources for the biotechnological production of enzymes (amylase, cellulase, pectinase, lipase), organic acids (lactic acid, citric acid, and acetic acid), single-cell protein, antioxidants, and bioethanol, providing a value-added biomass source. Furthermore, these kitchen waste products are being upcycled by transforming them into value-added products. Consequently, the biotechnological transformation of these kitchen waste (including *Chryseobacterium*, *Bacillus*, *Actinobacteria*, *Aspergillus* spp., *Serratia marcescens*, *Penicillium chrysogenum*, *Lactobacillus plantarum*, *Rhizopus delemar*, and *Ananas comosus*) in many sectors has increased their added value by upcycling, helping to reduce food waste and lower production costs. Furthermore, it has been demonstrated that it has the potential to generate solutions that increase efficiency and ensure sustainability in the food system.

### Bu makaleye atıfta bulunmak için:

Aydın, M. & Alkay, Z. (2026). Mutfak Kaynaklı Gıda Atıklarının Biyoteknolojik Yöntemlerle Değerlendirilmesi ve İleri Dönüşümü. *NEUGastro*, 5(1), 30-47. <https://doi.org/10.54497/neugastro.2026.24>

\*Sorumlu Yazar: Merve Aydın, [merveaydn@hotmail.com](mailto:merveaydn@hotmail.com)



This article is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License (CC BY-NC 4.0)

## 1. GİRİŞ

Dünya nüfusunun 2050 yılına kadar yaklaşık 10 milyara ulaşmasının beklenmesiyle gıdaya olan talep giderek artmaktadır. Beraberinde açığa çıkan gıda atık miktarında da hızla bir artış meydana gelmektedir. Bu konuda yiyecek ve içecek hizmet sektörlerinde yer alan işletmeler ile evler, önemli miktarda mutfak gıda atıklarının açığa çıktığı alanlar olmaktadır (Sharma vd., 2025). FAO'ya (Gıda ve Tarım Örgütü) göre gıda zincirlerinde insan tüketimine yönelik ürünler kısmında kaybolan ve/veya atılan gıda miktarı, gıda israfı olarak tanımlanır (FAO, 2011). Küresel Gıda İsrafı Endeksi Raporuna (UNEP, 2024) göre dünya genelinde 2022 yılına ait gıda israfı 1.05 milyar tona ulaşmıştır. Bu israf edilen miktar, tüketici tarafından gıdanın 1/5'inin israf edildiğini göstermekte ve maddi değeri yaklaşık 1 trilyon ABD doları bulmaktadır (UNEP, 2024). Türkiye'de ise her yıl yaklaşık 18 milyon gıda çöpe atılmaktadır (Türkiye BM, 2021). Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde oluşan gıda israfı ise beslenme, sosyal, ekonomik ve çevresel açıdan etkilere neden olmaktadır. Bu durum sürdürülebilirliğin birçok yönünde etkili kritik bir küresel sorun oluşturmaktadır. Bunun yanı sıra bu atıkların yüksek miktarda organik madde içermeleri de katma değerli ve ileri dönüştürülmüş ürünlerin eldesinde önemli bir kaynak sunmaktadır (Aires vd., 2021; Alasinrin Babatund, 2025). Ayrıca gıda ve beslenme güvenliğini iyileştirmede ve çevresel sürdürülebilirliğe katkı sağlamada da etkisi göz ardı edilemez (Aires vd., 2021). Yapılan son çalışmalar bu gıda atıklarını mikrobiyal kaynak olarak kullanmanın yollarını geliştirmeye daha fazla odaklanmaktadır. Bu çalışma mutfak gıda atıklarının biyoteknolojik yöntemlerde enzimlerin, organik asitlerin, tek hücre proteininin, antioksidanların ve biyoetanolin üretiminde substrat olarak kullanılma potansiyelini incelemiştir.

## 2. Mutfak Gıda Atıkları

Mutfak gıda atıkları; ev mutfakları ve restoranlar gibi alanlarda atılan organik maddeler ve yemek atıkları / tabak atıklarıdır (Sharma vd., 2025). Üç farklı türde sınıflandırılmaktadır: (1) belirli bir sürede yenilebilir ancak bertaraf edildiğinde yenilemez haldeki atıklar (zamanında tüketilmediğinde bozulup atılan), (2) üretim sürecinden kaynaklı doğal atıklar (yumurta kabukları gibi) ve (3) arada açığa çıkan gıda atıkları (patates kabukları gibi) (Papargyropoulou vd., 2014). Bir başka sınıflandırmada gıda atıkları; yenilebilir ve yenilemez olarak ikiye ayrılmaktadır. Yenilebilir atıklar; yenebilen ancak hasarlı, yanlış işlenen, son kullanma tarihi geçen gıdalar ve yemek artıklarıdır. Yenilemez gıda atıkları ise insan tüketimine uygun olmayan ve gıda hazırlama aşamasında açığa çıkan maddelerdir (meyve-sebze kabukları, kemikler, yumurta kabuğu ve etin yağı/sinirleri gibi) (Turan ve Türkay, 2024). Genel olarak mutfak gıda atıklarına örnek olarak; fırın ürünleri, pişmiş yemek artıkları (et ve balık, çorba vb.), çürük meyve ve sebzeler, yumurta kabukları, meyve ve sebze atıkları, yiyecek veya süt atıkları, salatalar, tavuk kemikleri, balık kılçıkları, atık yağlar veya gresler ve kahve telvesi verilebilir (Sharma vd., 2025). Dolayısıyla evde ve yemek hizmet sektöründe büyük miktarda açığa çıkan bu atıklar, genellikle gıdaların uygun olmayan koşullarda depolandığını gösterir. Ayrıca yemek planlamasındaki eksiklik ve aşçıların düşük farkındalığından da kaynaklanabilir (Aires vd., 2021).

### 2.1. Mutfak Atıklarının Açığa Çıktığı Alanlar

UNEP 2024'e göre küresel gıda israfı; hane halkı, yemek sektörü ve perakende sektörü tarafından oluşmaktadır. Aralarından en fazla gıda atığı, %60 ile hane halkından, geri kalanı ise %28 ile yemek sektöründen ve %12 ile perakende sektöründen açığa çıkmaktadır. Gıda atıklarından çöpe giden gruplara bakıldığında ise sıralamanın başında %45 ile meyve ve sebze ürünleri gelmektedir. Bu sıralamayı çoktan aza göre sırasıyla deniz mahsülleri (%35), tahıllar (%30), et ve et ürünleri (%20) ve süt ve süt ürünleri (%20) takip etmektedir (UNEP, 2024). Bu rapora göre Türkiye'deki gıda israfı bir yılda hane halkında kişi başına 102 kg, toplam nüfusa göre ise 8.694,318 ton olarak tahmin edilmektedir. Ayrıca bu raporda yer alan G20 ülkeleri arasında sadece Türkiye'nin hane halkı, yemek servisi ve perakende üzerine gıda

israfı hakkında tanımlanmış verisi bulunmamaktadır. Yapılan bir araştırmada Türkiye’de en fazla israf edilen gıda ürünlerinin başında %42 oranıyla meyve ve sebzeler (taze) gelirken, bunu %41 oranıyla süt ve süt ürünleri takip etmiştir (Gıda Güvenliği Derneği, 2019).

**Tablo 1**  
*Restoranlardaki Gıda Atıkları ve Oranları*

Yemek Hizmet Sektörleri	Atık Gıda Grupları	Atık Oranları (%)	Kaynaklar
Restoran	Ekmek	%61.4*	
	Pişmiş sebzeler	%34	Principato vd. (2018)
	Çiğ sebzeler	%23	
	Sebzeler	%68.9*	
	Etler	%13.7	
	Ekmekler	%13.7	Çirişoğlu ve Akoğlu (2021)
	Garnitürler	%10.3	
	Yağlar	%3.4	
	Kahvaltılık ürünler	%3.4	
	Sebzeler	%29**	
	Pirinç	%14	
	Deniz ürünleri	%11	
	Buğday	%10	Wang vd. (2017)
	Kırmızı et	%11	
	Fasulye	%7	
Kümes hayvanları	%6		

\*Servis edilen her bir yemeğe oranla yemek artıkları, \*\*Toplam yemek artığına oranla yemek atıkları

### 2.1.1. Restoranlar, yemekhaneler ve kantinler

Restoranlar, yemekhaneler ve kantinlerde kabul edilemez düzeyde yemek israfı olduğunu ortaya koyan çeşitli çalışmalar *Tablo 1* ve *Tablo 2*’de özetlenmiştir (Aires vd., 2021; Lonska vd., 2022). Bu yerlerde yemek üretim sürecinin farklı aşamalarında üç farklı türden gıda atığı açığa çıkmaktadır. Bunlar; depolama ve hazırlık süreçlerinden kaynaklı atıklar (1), gerekli miktarların yetersiz planlanmasıyla hazırlanan ancak servis edilmeyen artık gıdalar (2) ve servis edilen ancak tüketilmeyen gıdalardır (tabak atığı) (Aires vd., 2021). Aires vd., (2021), kantinlerdeki gıda israfının kabul edilebilir sınırların (%10 sınırı) oldukça üzerinde olduğu gösterilmiştir. İsveç’te yapılan bir çalışmada, belediye yemekhanelerinde yemek atığının 75 g/porsiyon olduğu ve bunun da servis edilen yemeğin %23’ünü oluşturduğu belirlenmiştir. Ayrıca yaşlı bakım evlerinde en yüksek atık (90 g/porsiyon) miktarı açığa çıkarken, bunu okullar (79 g/porsiyon) ve anaokulları (51 g/porsiyon) takip etmiştir. Anaokullarında gıda atık miktarının düşük olmasının, bakıcıların çocuklarla beraber yemek yemesinden kaynaklandığı belirtilmiştir (Eriksson vd., 2017).

### 2.1.2. Oteller

Şahin ve Bekar (2018), Türkiye'nin bazı illerindeki 24 farklı beş yıldızlı otelde yaptıkları bir araştırmada aylık gıda atığı miktarını yaklaşık 180 ton olarak belirlemişlerdir. Bu atık miktarı toplam atığın %70'ine denk gelmektedir. Bu çalışmada gıda israfının miktarını olumsuz etkileyen en önemli nedenler arasında; kalitesiz ürün kullanımı, bilinçsiz satın alma, yemeklerin büyük porsiyonlarla servisi, depolama ve pişirme hataları ile personel eğitimindeki yetersizlikler olduğu belirlenmiştir. Şenel ve Çılgınoğlu (2022) Kastamonu'da 6 tane otelde yürüttükleri çalışmalarında, öğle ve akşam yemeklerinde açığa çıkan gıda atıklarını incelemişlerdir. Her bir otel için açığa en fazla çıkan gıda atıkları sırasıyla, patates kızartması (1), pilav-salata (2), kızartma-sebze ürünleri-garnitür (3), salata-meze çeşitleri-pilav (4), ekmek (5) ve soğuk mezeler-pilav (6) olarak rapor edilmiştir. Bu sonuçlara göre en fazla gıda atığının açığa çıktığı öğün %83.3 oranıyla kahvaltılı olurken, kalan kısmını %16.7'lik oranla ise öğle ve akşam yemekleri oluşturmuştur. Kahvaltıda en çok israf edilen gıdanın reçel, öğle ve akşam yemeklerinde ise pilav olduğu görülmüştür. Bir başka çalışmada ise Trabzon'daki otel (yerleşik) mutfaklarında en fazla gıda atığı; meyve ve sebze kabukları (kavun, karpuz, patlıcan, soğan, patates, kabak), biber tohumları, unlu mamuller, kullanım ömrü dolan yağlar ve deniz ürünlerinde çıkmıştır (Turan ve Türkay, 2024).

**Tablo 2**

*Kantin ve Lise Catering Hizmeti/Yemekhane Gıda Atıkları ve Oranları*

Yemek Hizmet Sektörleri	Atık Gıda Grupları	Atık Oranları (%)	Kaynaklar
Kantin	Et yemeği	%12.1 ve %14.3*	Aires vd. (2021)
	Çorba	%11.5 ve %11.6	
	Balık yemeği	%10.3 ve %10.4	
	Sebze yemeği	%7.5 ve %16.8	
	Garnitür (sebzeler, tofu, yumurta ve diğer işlenmiş ürünler gibi)	%11.45 ve %30.49*	
	Pirinç ve erişte	%17.78 ve %27.91	
	Ana yemek (balık veya et)	%11.5 ve %23.23	
	Meyveler	%21.53 ve %17.93	
Lise Catering Hizmeti/Yemekhane	Balıklı ragu soslu makarna	%45.73*	Falasconi vd. (2015)
	Domatesli ragu soslu makarna	%22.35	
	Ana yemek	%12.59	
	Yumurta	%18.51	
	Peynir	%9.57	
	İçecek	%42.24**	
	Temel gıda (makarna, patates)	%28.38	
	Et	%11.77	
	Çorba	%8.37	
	Sebzeler	%4.89	

\*Servis edilen her bir yemeğe oranla yemek artıkları, \*\*Toplam yemek artığına oranla yemek atıkları

### **2.1.3. Havayolu ikram şirketleri**

Dünya çapındaki her yıl bir milyardan fazla müşteriye hizmet eden havayolu ikram şirketlerinin gıda israfı nedenleri arasında başlıca talep belirsizliği gelmektedir (*Tablo 3*). Uçuşlar öncesinden rezerve edilse de öngörülemez şekilde son dakikada yükler ve özel yemek siparişleri değişebilir. Bu gibi durumlarda uçağa alınamayan/yanlış hazırlanan her türlü fazla veya artan yemek atığa dönüşür (van der Walt ve Bean, 2022). Havacılık gıda güvenliği kuralları, belirli bekleme sürelerini aşması durumunda yemeklerin servisini ve mühürlenmekten sonra yeniden dağıtılmasını yasaklamaktadır. Bu durum son kullanma tarihi yakın yemeklerin bağışlanamayacağını ve sıkı alerjen ve hijyen kurallından dolayı açılmamış tepsilerin (menü yemek) atık olarak değerlendirilmesi gerektiğini ifade eder (You vd., 2020). Havayolu ikram sektöründeki araştırmalar, hazırlanan yemeklerin yaklaşık %20'sinin tüketilmediğini ve kabinlerin genellikle hazırlanan yemeklerin büyük çoğunluğunu iade ettiğini bildirmektedir (Ross, 2014; Alasinrin Babatund, 2025). Bu gıda atıklarını genel olarak unlu mamuller (ekmek, hamur işleri), sıcak yemekler (pilav, makarna, proteinli ürünler), ekmek ve salatının oluşturduğu bildirilmiştir (Alasinrin Babatund, 2025). Ayrıca atıkların çoğunun üretim artıklarından ve kullanılmayan pişmiş yemeklerden kaynaklandığı bildirilmiştir (Ross, 2014; Thamagasorn ve Pharino, 2019). Bir çalışmada, bir uçuş ikram hizmeti işletmesinin toplam gıda atığının %60'ını yenilebilir kısımların, %40'ını ise yenilemez kısımların (kemikler, kabuklar ve çekirdekler/taşlar) oluşturduğu belirlenmiştir (Thamagasorn ve Pharino, 2019). Alasinrin Babatund (2025) bir havayolu şirketinin ikram hizmeti mutfağındaki bitkisel atıkların, toplam gıda atığının %32'sine denk geldiğini belirlemiştir. Özellikle sıcak mutfak, gıda atıklarının önemli bir kaynağını oluşturmuştur. Çok bileşenli karmaşık menülerin (taze salatalar, soğutulmuş tatlılar gibi) ve daha az tercih edilen yemeklerin (bazı vejetaryen yemekleri gibi) daha fazla atığa yol açtığı bildirilmiştir (Ross, 2014).

### **2.1.4. Hastaneler**

Portekizde bir hastanede yapılan araştırmada, ortalama olarak her hastanın günde 953 g gıdayı çöpe attığı ve bunun da servis edilen gıdanın %35'ini oluşturduğu belirlenmiştir. Bu da ülke genelindeki hastanelerde yılda 8.7 bin ton gıda atığının çöpe atılmasıyla eşdeğer bulunmuş olup, *Tablo 3*'de yapılan çalışmalar bu sonucu desteklemektedir (Dias-Ferreira vd., 2015). Sahal Alharbi vd. (2020) hastalar üzerinde yürüttükleri bir çalışmalarında, kahvaltı, öğle yemeği ve akşam yemeğinde tabak atık oranlarını sırasıyla %18.8, %15.5 ve %22 olarak tespit etmişlerdir. Ayrıca ortalama olarak her hastanın günde 412 g yemek atığı açığa çıkarttığı bu miktarın ise servis edilen toplam yemeğin %18.2'sine denk geldiği bildirilmiştir. Baygut ve Bilici (2025) hastane catering hizmetlerinde en fazla gıda israfına neden olan yemek çeşidini etli sebze yemekleri, mantı ve çorba olarak belirlemişlerdir. En az gıda israfına neden olan çeşit ise büyük parçalı etli yemekler olmuştur. Bu durumda dondurulmuş mantı kullanıldığı ve sıcak servis edilmediği, ayrıca görünümünün hoş olmadığı gözlenmiştir. Bunun yanı sıra menüde her gün çorba bulunmasından dolayı da genellikle tüketilmediği tespit edilmiştir.

**Tablo 3**  
Hastane ve Havayolu Servis Hizmeti Gıda Atıkları ve Oranları

Yemek Hizmet Sektörleri	Atık Gıda Grupları	Atık Oranları (%)	Kaynaklar
Hastane	Ekmek	%54*	Dias-Ferreira vd. (2015)
	Ana yemek	%52	
	Çorba	%12	
	Tatlı/meyvede	%10	
	Garnitür	%58.6*	Gomes vd. (2020)
	Sebzeler	%57.6	
	Konduit	%45.2	
	Çorba	%32.4	
Havayolu Servis Hizmeti	Sebzeler	%40.3**	Ross (2014)
	Et/balık	%11.9	
	Çeşniler, sos, baharat	%10	
	Sebzeler	%47.58**	
	Et	%13.98	Thamagasorn ve Pharino (2019)
	Karışık gıda atıkları	%9.73	
	Deniz ürünleri	%8.44	
	Meyveler	%7.94	
Tatlılar	%6.16		

\*Servis edilen her bir yemeğe oranla yemek artıkları, \*\*Toplam yemek artığına oranla yemek atıkları

## 2.2. Atıkların Besinsel Bileşimi

Mutfak gıda atıkları iyi birer besin (protein, yağ, karbonhidrat, lif ve diğer biyoaktif bileşikler) kaynağıdır (Zubair vd., 2023; Sharma vd., 2025). Genelde mutfakta atık olarak kabul edilen meyvelerin ve sebzelerin sap, gövde, yaprak ve kabuk gibi kısımları diyet lifi, antioksidan, vitamin ve mineral içeriğince zengindir (Sun vd., 2024; Yılmaz ve Pehlivan, 2024). García-Herrero vd. (2021), ABD'deki ilköğretim kantininde atık yemeğin kalorisini 163 Kcal (%25 atık), protein içeriğini 5 g (%23 atık), karbohidrat içeriğini 22 g (%35 atık), toplam şeker içeriğini 7 g (%28 atık), sodyum içeriğini 283 mg (%26 atık) ve doymuş yağ içeriğini ise 7 g (%7) olarak belirlemişlerdir. Fakülte kantininde ise bu miktarlar; 103 Kcal (%13) kalori, 4 g (%14) protein, 13 g (%15) karbonhidrat, 4 g (%17) toplam şeker, 31 g (%13) sodyum ve 5 g (%16) doymuş yağlar olarak hesaplanmıştır.

## 3. Mutfak Gıda Atıklarının Biyoteknolojik Yöntemlerle İleri Dönüşümü

Son yıllarda, sanayileşme ve uygunsuz atık yönetiminin, büyük miktarlarda mutfak ve gıda atığının birikmesine yol açtığı bilinmektedir (Sindhu vd., 2019). Bu durum gıda israfının, olumsuz ikincil çevresel ve ekonomik etkileri nedeniyle önemli bir konu haline gelmesine sebebiyet vermiştir (Ozturk vd., 2021). Dolayısıyla gıda atıklarıyla ilgili mevcut koşulların incelenmesi ve sorunun

azaltılması için katı atıkların (büyüklüğü ve biyokimyasal özelliklerinden dolayı) yeni ve katma değerli biyo-ürünlere ileri dönüştürülmesi için dünya genelinde çeşitli çalışmaların yürütüldüğü kaydedilmiştir (Panda vd., 2016; 2018; Ozturk vd., 2021). Bunun sebebi katı atıkların, kaynaklarına bağlı olarak besinsel içeriğinin (nem, karbonhidrat ve diğer bileşikler açısından) oldukça zengin olmasına atfedilebilir (Wijngaard vd., 2009). Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) tarafından yayınlanan rapora göre, her yıl dünya çapında yaklaşık 1.3 milyar ton gıda kaybolduğu / israf edildiği göz önüne alındığında çalışmaların çoğunlukla mikrobiyal işlemeye (enzimler, organik asitler, antioksidanlar, gıda renklendiricileri, biyoetanol, biyobütanol vb. ürünlerin mikrobiyal uygulamalar yoluyla işlenmesi) dayandığı görülmüştür (Panda vd., 2016; Ozturk vd., 2021). Bu yüzden bu bölüm mutfak gıda atıklarından üretilen farklı katma değerli ürünlere ileri dönüşümü üzerine genel bir bakış sunmaktadır.

### 3.1. Enzimler

#### 3.1.1. Amilaz

Amilazlar, nişastayı glikoz, maltoz ve maltotrioz gibi daha küçük karbonhidrat birimlerine parçalayan enzimler olarak bilinmektedir ve en önemli endüstriyel enzimlerden birini oluşturmaktadır (Sindhu vd., 2019). Kağıt, tekstil, gıda, deterjan ve yakıt etanolü gibi ürünlerin üretiminde uygulama alanına sahiptir. Tarımsal artıklara ek olarak gıda ve mutfak atıkları kullanımının, uygun maliyetli amilaz üretimi için alternatif bir kaynak görevi gördüğünü belirtmekte yarar vardır (Sindhu vd., 2019). Örneğin, Dündar (2021) farklı bitki bazlı atıkların (elma kabuğu, muz kabuğu, portakal kabuğu ve kavun kabuğu) ve inkübasyon sürelerinin  $\alpha$ -amilaz üretimi üzerindeki etkisini doğrulamıştır. Bu doğrulama Hasan vd. (2017) ile Dobariya vd. (2023) tarafından da desteklenmiştir. Nitekim, çalışmalarında mutfak atıklarını kullanarak *Chryseobacterium*, *Bacillus*, *Actinobacteria* türleri tarafından amilaz üretimini gözlemlemiş ve bu türlerin nişastalı mutfak atıklarının amilaz üretimi için kullanılabileceğini ortaya koymuşlardır (Hasan vd., 2017; Dobariya vd., 2023). Öte yandan bazı raporlarda yumurta kabuğu, kullanılmış kahve telvesi gibi yan ürünlerin de amilaz üretiminde etkin olabileceği bildirilmiştir (Murthy vd., 2009; Narula, 2023).

#### 3.1.2. Selülaz

Üç ana enzim türünün (selobiyohidrolaz, endo- $\beta$ -glukanaz ve  $\beta$ -glukozidaz) kompleksi olan selülaz, selülozu (glikoz, selobiyoz ve diğer oligosakkaritler üretmek için) hidrolize eden bir enzimdir (Panda vd., 2016). Selülaz; biyoyakıt, kağıt ve kağıt hamuru, tekstil, deterjan, gıda ve yem gibi farklı endüstrilerde kullanım alanına sahip olmaktadır (Sindhu vd., 2019). Özellikle selülozlu biyoetanoller günümüzde karbon nötr bir teknoloji ve yenilenebilir bir yakıt olarak giderek daha sık kullanılmaktadır. Bu yüzden selüloolitik enzimlere olan talep ve önemin hızla arttığı görülmektedir (Panda vd., 2016). Bansal vd. (2012) çalışmalarında, tarımsal ve mutfak atıklarının (katı halde fermantasyon yoluyla) kullanılması ile *Aspergillus niger* NS-2 tarafından tam selülaz üretim sistemi rapor etmiştir. Dahası bazı raporlar havuç kabuğu, portakal kabuğu, yumurta kabuğu gibi mutfak atıklarının selülaz üretimi için uygun bir hammadde olma potansiyelini ortaya çıkarmıştır (Verma vd., 2012; Srivastava vd., 2024; Mora-Villalobos vd., 2025).

#### 3.1.3. Pektinaz

Pektinleri hidrolize eden bir enzim grubu olarak bilinen pektinazlar, genellikle bitkisel materyalin parçalanmasında (özellikle meyvelerden meyve suyu çıkarmayı hızlandırmak için) kullanılır (Panda vd., 2016). Çay ve kahve fermantasyonu için gıda endüstrisinde geniş uygulama alanları bulmalarının yanı sıra pektin oligosakkaritlerinin üretimi, bitkilerden DNA ekstraksiyonu ve liflerin zamkının giderilmesinde de rol alabilmektedir (Sindhu vd., 2019). Dolayısıyla bu enzimlerin üretiminde narenciye gibi artıkların substrat olarak kullanılması, meyve suyu endüstrisinden elde edilen yan ürünleri yüksek

değerli ürünlere dönüştürerek sürdürülebilir ve ekonomik açıdan uygun bir alternatif sunar. Öte yandan uygunsuz atık bertarafıyla ilişkili çevresel yükümlülükleri de azaltabilmektedir (Lima vd., 2025). Bu faktörler baz alındığında artan talepleri karşılamak için, uygun maliyetli üretim stratejilerinin geliştirilmesi oldukça önem arz etmektedir. Dolayısıyla çeşitli tarımsal/endüstriyel atıkların yanı sıra mutfak atıklarının, pektinaz üretimi için ideal bir substrat görevi görebileceği söylenebilir. Bu durum, avokado kabuk atığının *Serratia marcescens* tarafından pektinaz üretimi için bir kaynak olarak kullanılma potansiyelini değerlendiren Haile vd. (2022) tarafından yapılan çalışma ile de doğrulanmıştır. Öte yandan Ahmed ve Abd El Rahman, (2021) çalışmalarında *Penicillium chrysogenum* MF318506'de altı doğal substrat (portakal kabuğu, muz kabuğu, patates kabuğu, nar kabuğu, buğday kepeği ve pirinç kepeği) kullanarak pektinaz ürettiğini göstermiştir. İncelenen substratlar arasında en iyi kaynağın portakal kabuğu olduğu bildirilmiştir.

### 3.1.4. Lipaz

Esterazlar grubuna (EC 3.1.1.X) ait olan lipazlar (triasilgliserol hidrolaz, EC 3.1.1.3), benzersiz substrat seçiciliğine sahip enzimlerin en iyi örneklerinden biri olarak kabul görür (Park vd., 2022). Lipaz üretiminde genellikle limon kabuğu, meyve çekirdekleri, kahve kabuğu, karat (sert doğal taş) işleme atıkları ve soya kalıntıları kullanılmaktadır (Kumar vd. 2012). Diğer yandan prokaryotlardan ökaryotlara kadar pek çok çeşitli organizmada lipaz enziminin varlığı bildirilmiştir (Javed vd., 2018; Bharathi vd., 2019). Dolayısıyla araştırmacıların esas olarak lipazların içsel substrat seçiciliklerine odaklandığı görülür (Sarmah vd., 2018). Örneğin yapılan bir çalışmada, *Aspergillus niger* FCC-ASQ-06'dan çoklu enzim (amilaz, proteaz ve lipaz) üretiminin gerçekleştirilmesi için muz kabuğu, portakal kabuğu, limon gibi meyve atıkları ile bezelye kabuğu gibi sebze atıklarının karbon kaynağı olarak kullanımı değerlendirilmiştir. Karbon kaynağı olarak kullanılan muz kabuğunun lipaz üretiminde artış meydana getirdiği bildirilmiştir (Samoo vd., 2019). Endüstriyel ölçekli proseslerde fermantasyon ortamı maliyeti, biyoetanol, organik asitler ve lipaz, amilaz ve proteaz gibi enzimlerin üretiminin zorlu bir teknik olduğu göz önüne alındığında, meyve ve sebze gibi mutfak atıklarının biyoteknoloji endüstrisinde kullanılması ile emtia üretim maliyetinin düşürülmesi ve kirlilik sorunlarının çözülmesi büyük bir avantaj sağlayabilir (Samoo vd., 2019).

## 3.2. Organik Asitler

### 3.2.1. Laktik asit

Laktik asit, dünya çapında sadece fermantasyonla değil aynı zamanda kimyasal sentez yoluyla da üretilen en yaygın organik asit olarak bilinir (Panda vd., 2016). Gıda, ilaç ve kozmetik endüstrilerinde geniş uygulama alanlarına sahiptir (Sindhu vd., 2019). Ayrıca, laktik asit genellikle insan tüketimi için güvenli ve gıda katkı maddesi olarak sınıflandırılmıştır (Panda vd., 2016). Tarımsal atıkların yanı sıra meyve ve sebze gibi mutfak atıklarından da laktik asit üretimini özetleyen çalışmalar literatürde yer almaktadır. Bu çalışmaların birinde, laktik asidin metanogenez üzerindeki etkisini değerlendirmek için, mutfak atıklarının anaerobik sindirimi öncelikle iki fazlı anaerobik sindirim prosesinde gerçekleştirilmiş ve ardından laktik asit ve glikoz ile beslenen iki sindiricinin performansı karşılaştırılmıştır. Nitekim çalışmada laktik asidin, mutfak atıklarının iki fazlı anaerobik sindirim prosesinde hidroliz-asitleştirme aşamasının ana fermantasyon ürünü olduğu bildirilmiştir (Bo vd., 2007). Başka bir çalışmada ise mutfak atıklarının (depolanması sonucunda) laktik asit fermantasyonunda substrat olarak kullanılması ile çürütücü bakterilerin büyümesinin engellendiği ve atığa zayıf asit eklenerek L-laktik asidin daha yüksek optik saflıkta elde edilebileceği vurgulanmıştır (Zhao vd., 2016). Bu koşul baz alındığında yapılan çalışmada, mutfak kalıntılarının organik asit üretiminde kullanım etkinliğinin belirtildiği, sürdürülebilir biyoteknolojik süreçlerin geliştirilmesine ve endüstriyel yan ürünlerin değerlendirilmesine katkıda bulunulduğu söylenebilir.

### 3.2.2. Sitrik asit

2-hidroksipropan-1,2,3-trikarboksilik asit olarak da bilinen sitrik asit, kan, kemik ve kas gibi bitki ve hayvan dokularında bulunur. Canlı organizmalar için sitrik asit, glikozu CO<sub>2</sub> ve H<sub>2</sub>O'ya oksitleyerek enerji açığa çıkaran bir dizi reaksiyon olan Krebs döngüsündeki temel karboksilik asitlerden birini temsil eder (Książek, 2023). Sitrik asit üretimindeki sürekli büyüme, hem gıda ve ilaç endüstrilerinde (asitlendirici ve lezzet artırıcı olarak) hem de biyopolimer üretimi, çevre koruma ve biyomedikal alanlarındaki de geniş kapsamlı uygulamalara atfedilmektedir (Sindhu vd., 2019; Książek, 2023). Sitrik asit fiziksel ve kimyasal yöntemlerle sentezlenebilmesine rağmen, yüksek maliyeti ve düşük verimi nedeniyle üretimi sınırlıdır (Książek, 2023). Sitrik aside olan talebin artması, üretim prosesinin basit olması, düşük enerji gereksinimine sahip olması ve üretim için alternatif, yeni ve ekonomik olarak uygun substratların aranmasına (yaygın olarak fermantasyon yoluyla üretilmesi) yol açmaktadır (Sindhu vd., 2019; Książek, 2023). Bu nedenle günümüzde, araştırmacıların temel hedefi, çevresel olarak sürdürülebilir ve ekonomik olarak uygulanabilir sitrik asit üretimi için tarımsal ve endüstriyel kaynaklardan potansiyel biyokütle aranması olmaktadır (Parveen vd., 2025). Bu bağlamda yapılan bir çalışmada *A. tubingensis* ve *A. niger* suşlarının sitrik asit üretim potansiyeli değerlendirilmiştir (Parveen vd., 2025). Çalışmada mutfak atıklarının, ham melasın ve sakkarozun substrat olarak kullanıldığı belirtilip, pH, karbon, azot ve metanolün etkileri izlenmiştir. Bulgular, en yüksek verimin (16.14 g/L), sakkaroz, %1 amonyum nitrat (AN) ve %2 metanol içeren fermantasyon ortamında *A. tubingensis* tarafından, 15.97 g/L sitrik asidin ise sakkaroz, %1 AN ve %1 metanol içeren fermantasyon ortamında *A. niger* suşları tarafından üretildiğini göstermiştir (Parveen vd., 2025). Nitekim *A. niger* kültürünün kullanımının diğer potansiyel sitrik asit üreten mikroorganizmalara göre avantajları arasında, düşük pH'da toksik metabolit salgılamadan yüksek sitrik asit verimliliği sağlaması, kolay kullanımı ve çok çeşitli ucuz hammaddeleri fermente edebilme yeteneği yer alır. Çünkü bu küf suşunun fermantasyon ortamındaki mevcut şekerleri sitrik aside dönüştürme yeteneği %70-90 arasında değişen çok yüksek bir verimliliğe sahiptir (Oryza vd., 2021). Dolayısıyla bu kültürlerin mutfak atıklarının fermentasyonu sonucu sitrik asit üretimi için kullanılması sürdürülebilir ve uygun maliyetli bir substrat olabilir ve çevre dostu bir şekilde yönetilebilir. Dahası bazı raporlarda muz kabuğu, nar kabuğu, mandalina kabuğu, yumurta kabuğu, pirinç gibi yan ürünlerin de sitrik asit üretiminde kullanıldığı kaydedilmiştir (Pratiwi vd., 2017; Odu vd., 2020; Roukas vd., 2020; Oryza vd., 2021; Quan vd., 2023). Dolayısıyla sitrik asit üretimi, mutfak atığı kaynak ürünlerinin katma değerini artırırken, oldukça büyük önem taşıyan yeşil ve düşük karbonlu enerji dönüşümüne yardımcı olabilir.

### 3.2.3. Asetik asit

Asetik asit, iki karbon atomundan oluşan bir monokarboksilik asit olup, çeşitli bileşiklerin sentezi (asetik anhidrit, esterler, vinil asetat monomeri, sirke ve çok sayıda polimerik malzeme dahil) için önemli bir kimyasal reaktif görevi görür (Wang vd., 2025). Pal ve Nayak (2016) tarafından yapılan çalışmada atık peynir altı suyundan asetik asit ve peynir altı suyu proteini üretimi için ekonomik olarak uygulanabilir bir stratejinin geliştirildiği bildirilmiştir. Çalışmada atık peynir altı suyundan yüksek saflıkta asetik asit ve peynir altı suyu proteini üretimi için çok aşamalı membran entegre hibrit bir reaktör sistemi geliştirilmiştir. Sonuç olarak mevcut çalışma %98 saflıkta asetik asidin sürekli üretimi için çevre dostu ve uygun maliyetli bir süreç ortaya koymuştur (Pal vd., 2016). Başka bir çalışmada, fermantasyon koşullarının ve biyolojik çoğaltmanın düzenlenmesinin asetik asit verimini artırma üzerindeki etkileri araştırılmıştır. %11 toplam katı madde, 7'lik başlangıç pH'ı ve *L. plantarum* ile %8 biyolojik çoğaltma koşulları altında, asetik asit veriminin 35.68 g/L'ye yükseldiği bildirilmiştir. Bu da mutfak atıklarından elde edilen 341.44 g/kg uçucu katılara (uçucu haldeki organik maddeler) karşılık gelmektedir (Wang vd., 2025). Dolayısıyla bu koşulların mutfak atığı fermantasyonuyla asetik asit üretimini artırmak için bir etkili strateji olduğu söylenebilir. Yapılan bir diğer çalışmada, nötr koşullarda hidrolitik ve asit

oluşturan bakterileri güçlendirerek mutfak atıklarından asetik asit üretimini iyileştirmek için rumen sıvısı ile biyolojik çoğaltma yöntemi araştırılmıştır. Sonuçlar, en yüksek asetik asit veriminin rumen sıvısı:granül çamur oranında (1:1) 1.52 g/L'ye ulaştığını göstermiştir. Bu yüzden biyolojik çoğaltma stratejisi ve proses optimizasyonu dikkate alındığında, bu prosesin mutfak atıklarından asetik asit üretimi için enerji ve maliyet tasarrufu sağladığı belirtilebilir (Miao vd., 2024).

### 3.3. Tek Hücre Proteini

Tek hücre proteini, büyük ölçekte yetiştirilen algler, bakteriler, filamentli mantarlar ve maya gibi mikroorganizmaların (kurutulmuş ve ölü) biyokütlesinden meydana gelmektedir (Ahmed vd., 2025). Bu protein formunun, uygun fiyatlı olması, birincil substrat olarak atık ürünleri kullanması ve yeterli besin değerine sahip olması (lipitler, karbonhidratlar, nükleik asitler, vitaminler ve minerallerin varlığına ek olarak amino asit bileşimine dayalı) gibi çeşitli avantajları bulunmaktadır (Ahmed vd., 2025). Dolayısıyla gıda atıklarında bulunan karbonhidratlar ve diğer temel elementlerin mikrobiyal gelişim için doğal substratlar olarak kabul edilebileceği baz alındığında gıda atıklarının tek hücre proteini üretiminde kullanılması, küresel protein açısından zengin beslenme eksikliğini gidermenin yanı sıra kirliliğin azaltılmasına da yardımcı olacaktır (Ahmed vd., 2025). Bu yüzden gıda atıklarının tek hücre proteininde substrat olarak kullanımını ele alan çalışmalar umut verici sonuçlar göstermiştir. Örneğin, tek hücre protein üretiminde *Rhizopus delemar* olarak bilinen küf ile ekmek atığının karbon kaynağı olarak kullanılması durumunda %27 ila %36 arasında değişen maksimum protein içerikleri elde edilmiştir (Svensson vd., 2021). Öte yandan teknolojik ve ekonomik açıdan bakıldığında meyve ve sebze atıkları, yüksek monomerik şeker (glukoz ve sakkaroz) bileşimleri, düşük lignin içerikleri, biyolojik olarak parçalanabilirlikleri, geniş bir mikroorganizma yelpazesi tarafından asimile edilebilme kabiliyetleri ve yüksek erişilebilirlikleri nedeniyle tek hücre proteini üretimi için uygun kabul edilmektedirler (Svensson vd., 2021). Ek olarak bazı raporlar balık atığı, peynir altı suyu gibi tek bir tür gıda işleme veya tarımsal atığı test ederek fermantasyon yoluyla tek hücre proteini üretim potansiyellerine atıfta bulunmuştur (Schultz vd., 2006; Tropea vd., 2021).

### 3.4. Antioksidanlar

Moleküllerin oksidasyonunu önleyerek serbest radikaller oluşturan bileşiklere antioksidanlar denilmektedir. Bu nedenle, bu bileşikler gıdalarda ve kozmetiklerde koruyucu olarak önemli bir rol oynar. Ayrıca yakıtlarda oksidasyon inhibitörleri olarak da işlev görürler (Sindhu vd., 2019). Ek olarak bazı hastalıkların riskini de azaltma görevine sahiptirler. Fakat sentetik antioksidanların potansiyel sağlık tehlikeleri olduğundan bu durum daha fazla sağlık faydası olan doğal antioksidanların tüketiminde bir atışa sebebiyet vermiştir. Antioksidan üretimi için kaynak görevi görebilecek substratlar kabuklar, çekirdekler vb. gibi çeşitli gıda endüstrisi atıkları olmaktadır (Sindhu vd., 2019). Atıkların geri dönüşümü ile ilgili yapılan bir çalışmada mutfak sebze atıklarından (polifenoller, flavonoidler ve karotenoidler) antioksidan özellikteki biyoaktif molekülleri geri kazanıp ayırabilen ve ayrıca atıkların birikmesinden kaynaklanan kirliliği azaltabilen bir SUPRAS (polar ve polar olmayan moleküllerin kendi aralarında oluşturdukları çözücüler) geliştirilmiştir. Elde edilen FOWT-SUPRAS-Ekstresi'nin antioksidan aktivite değerinde artış sağlandığı bildirilmiştir. Nitekim bu araştırma ile hem kızartma yağı kullanarak supramoleküler çözücüler araştırma ve oluşturma becerisi hem de pişirmeden kaynaklanan sebze kalıntılarını azaltmanın yeni yolları sağlanmış olabilir (Hadj Daoud ve Bahi, 2022). Başka bir çalışmada ise patates ve domates yan ürünlerinden elde edilen ekstraktların bileşimi ve antioksidan etkinliği (gıda katkı maddesi olarak potansiyellerini değerlendirmek amacıyla) belirlenmiştir. Mevcut çalışmada, patates ve domates atıklarının etanol ekstraktlarının bitkisel yağların korunmasında doğal antioksidan katkı maddeleri olarak kullanılabilirliği ortaya konmuştur (del Carmen Robles-Ramírez vd., 2016). Öte yandan balık atıklarındaki yağların oksidasyonunun önlenmesi (patates posasının yardımıyla oksidasyonun engellenmesi) ile bitkisel yağlardaki stabilitenin sağlanmasında (şarap yan ürünü olan

üzüm posası ile) bunların doğal bir antioksidan kaynağı olarak kullanılması ile yapılan çalışmalar da mevcuttur (Ayala vd., 2025; Safdari vd., 2025).

### **3.5. Biyoetanol**

Yakıt tüketimindeki artış ve fosil yakıtların tükenmesi enerji krizine sebebiyet verdiği için alternatif enerji stratejilerinin arayışına bir yönelim olmuştur. Dolayısıyla biyoetanol üretimi için ideal olan kaynakların başında tarımsal atıklar/gıda atıkları gelmektedir (Sindhu vd., 2019). Mohamed vd. (2025) yaptıkları çalışmada ananas kabuğu atığının (*Ananas comosus* L. Merr) fermantasyon bazlı etanol üretiminde substrat olarak kullanımını araştırmıştır. Bu çalışmada, ananas kabuğu atığının kontrollü fermantasyonunun etanol üretimi için uygulanabilir bir teknik olabileceği ortaya konmuştur. Nitekim bu bulgular fermantasyonun, atık yönetiminin iyileştirilmesine ve alternatif enerji kaynaklarının geliştirilmesine katkıda bulunabileceğini göstermektedir (Mohamed Shariff vd., 2025). Ek olarak ekmeke atığı, patates kabuğu atığı, narenciye kabuğu atığı, kakao kabuğu atığı, papaya ve muz kabuğu atığı gibi yan ürünlerin de biyoetanol üretiminde kullanıldığını bildiren çalışmalar literatürde mevcuttur (Fagundes vd., 2024; Baek vd., 2025; Kiteto vd., 2025; Mazaheri, 2025; Singh vd., 2025; Yadav vd., 2025; Zondi vd., 2025).

## **4. SONUÇ**

Küresel nüfusun artışıyla beraber yüksek miktarlarda gıda atığının açığa çıkması sürdürülemez bir sorun ortaya çıkarmıştır. Küresel tarım ve gıda sektörlerinin karşı karşıya kaldığı zorluklar ele alındığında gıda güvenliği ve gıda atıklarının uygun yönetimi hayati bir önem taşımaktadır. Mutfak atıkları yüksek besinsel içeriğe sahip olduklarından, katma değerli biyokütle kaynağı olarak biyoteknolojik yöntemlerle değerlendirilmede ve ileri dönüşümde önemli bir potansiyel oluştururlar. Mutfak atıklarının katma değerli ürünlere dönüştürülmesinin birçok avantajı ve sınırlaması olmasına rağmen, verimli bir dönüşüm için uygun teknolojinin eksik ve sınırlı olduğu görülür. Bu nedenle mutfak atıklarının biyoteknolojik yöntemlerle değerlendirilmesi ve ileri dönüşümüne dikkat çekilmiştir. Mutfak atıklarından biyoteknolojik açıdan (enzim, organik asit, tek hücre proteini, antioksidanlar ve biyoetanol) katma değerli ürünler üretmenin nasıl mümkün olduğu ele alınmıştır. Sonuçlar, daha önce yapılan gıda israfı çalışmaları ışığında geniş bir perspektiften tartışılmıştır. Gıda atıklarından katma değerli ürünler üretmek, çevre dostu ve yeşil bir süreç ve atıkların doğru yönetimi için çalışmaların bu alanda yoğunlaşması gerektiği belirtilebilir.

### **Etik Beyan**

Bu çalışma (10/12/2021 tarih ve 2021/586 sayılı Necmettin Erbakan Üniversitesi Sosyal ve Beşeri Bilimler Bilimsel Etik Kurulu Başkanlığı Etik Kurul Onay Belgesi ile) bilimsel araştırma ve yayın etiği kurallarına uygun olarak hazırlanmıştır.

### **Yazar Katkıları**

Yazar 1'in makaleye katkısı %50, Yazar 2'nin makaleye katkısı % 50'dir.

### **Finansman**

Çalışma için finansman desteği alınmamıştır.

### **Çıkar Çatışması**

Yazarlar açısından ya da üçüncü taraflar açısından çalışmadan kaynaklı çıkar çatışması bulunmamaktadır.

## Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları (SDG)

Çalışma Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları kapsamında yapılmamıştır.

## REFERANSLAR

- Ahmed, N. N. E., & Abd El Rahman, H. M. M. (2021). Optimizing the production of pectinase of orange peel waste by penicillium chrysogenum MF318506 using response surface methodology in submerged fermentation, *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*, 11(1), e3931-e3931. <https://doi.org/10.15414/jmbfs.3931>
- Ahmed, M. G., Gouda, S. A., Donia, S., & Hassanein, N. M. (2025). Production of single cell protein by fungi from different food wastes. *Biomass Conversion and Biorefinery*, 15(4), 5447-5462. <https://doi.org/10.1007/s13399-024-05478-5>
- Aires, C., Saraiva, C., Fontes, M. C., Moreira, D., Moura-Alves, M., & Gonçalves, C. (2021). Food waste and qualitative evaluation of menus in public university canteens—Challenges and opportunities, *Foods*, 10(10), 2325. <https://doi.org/10.3390/foods10102325>
- Alasinrin Babatunde, T. (2025). *A case study analysis of food waste in the production kitchen of an airline catering company in Sweden, (Yüksek Lisans Tezi)*. Uppsala: İsveç Tarım Bilimleri Üniversitesi Sürdürülebilir Gıda Sistemleri Programı Enerji ve Teknoloji Bölümü
- Ayala, J. R., Rojano, B. A., Coronado, M. A., Alzate-Arbeláez, A. F., Sagaste, C. A., Vélez, A. D., & Montes, D. G. (2025). Valorization pathway for grape pruning and pomace waste from the wine industry: energy and non-energy applications, *Molecules*, 30(11), 2332. <https://doi.org/10.3390/molecules30112332>
- Baek, J. S., Kim, S. R., & Chi, W. J. (2025). Development of efficient bioethanol-producing strains utilizing starch-rich potato peels, *Food Science and Preservation*, 32(3), 542-552. <https://doi.org/10.11002/fsp.2025.32.3.542>
- Bansal, N., Tewari, R., Soni, R., & Soni, S. K. (2012). Production of cellulases from *Aspergillus niger* NS-2 in solid state fermentation on agricultural and kitchen waste residues, *Waste Management*, 32(7), 1341-1346. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2012.03.006>
- Bharathi, D., & Rajalakshmi, G. (2019). Microbial lipases: An overview of screening, production and purification, *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 22, 101368. <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2019.101368>
- Bo, Z., Wei-Min, C., & Pin-Jing, H. (2007). Influence of lactic acid on the two-phase anaerobic digestion of kitchen wastes, *Journal of Environmental Sciences*, 19(2), 244-249. [https://doi.org/10.1016/S1001-0742\(07\)60040-0](https://doi.org/10.1016/S1001-0742(07)60040-0)
- Chu, C. M., Chih, C., & Teng, C. C. (2023). Food waste management: a case of taiwanese high school food catering service, *Sustainability*, 15(7), 5947. <https://doi.org/10.3390/su15075947>
- Çirişoğlu, E. ve Akoğlu, A. (2021). Restoranlarda oluşan gıda atıkları ve yönetimi: İstanbul ili örneği, *Akademik Gıda*, 19(1), 38-48. <https://doi.org/10.24323/akademik-gida.927664>
- del Carmen Robles-Ramírez, M., Monterrubio-López, R., Mora-Escobedo, R., & del Carmen Beltrán-Orozco, M. (2016). Evaluation of extracts from potato and tomato wastes as natural antioxidant additives, *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 66(1), 66-73.
- Dias-Ferreira, C., Santos, T., & Oliveira, V. (2015). Hospital food waste and environmental and economic indicators—A Portuguese case study, *Waste Management*, 46, 146-154. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2015.09.025>

- Dobariya, A., Mankad, G. P., Ramavat, H., & Singh, S. P. (2023). Efficacy of the fruit and vegetable peels as substrates for the growth and production of  $\alpha$ -amylases in marine actinobacteria, *Applied Biochemistry and Biotechnology*, 195(12), 7603-7623. <https://doi.org/10.1007/s12010-023-04422-z>
- Dündar, A. (2021). An investigation on physicochemical parameters and potential use of waste fruit peels as carbon sources for  $\alpha$ -amylase production, Akgül, H., Doğan, H. H., Yüksel, M. Karaman, O. (Eds.), *Research & Reviews in Science and Mathematics* içinde (67-80 ss.). Ankara; Gece Kitaplığı.
- Eriksson, M., Osowski, C. P., Malefors, C., Björkman, J., & Eriksson, E. (2017). Quantification of food waste in public catering services—A case study from a Swedish municipality, *Waste Management*, 61, 415-422. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2017.01.035>
- Fagundes, V. D., Machado, Ê. L., de Cássia de Souza Schneider, R., & Colla, L. M. (2024). Life cycle assessment of bioethanol production from banana, potato, and papaya waste, *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 29(10), 1846-1862. <https://doi.org/10.1007/s11367-024-02342-6>
- Falasconi, L., Vittuari, M., Politano, A., & Segrè, A. (2015). Food waste in school catering: an Italian case study, *Sustainability*, 7(11), 14745-14760. <https://doi.org/10.3390/su71114745>
- FAO (2011). Global food losses and food waste – extent, causes and prevention, *Save Food: an Initiative on Food Loss and Waste Reduction*, 9, 2011. <https://share.google/yYPIWOTcYYCOyn83V>
- Gıda Güvenliği Derneği. (2019). “Gıda kaybı ve etiket okuma araştırması”, Erişim adresi <https://ggd.org.tr/gida-kaybi-ve-etiket-okuma-arastirmasi/>, Erişim tarihi: 29.10.2025.
- Gomes, A., Saraiva, C., Esteves, A., & Gonçalves, C. (2020). Evaluation of hospital food waste—a case study in Portugal, *Sustainability*, 12(15), 6157. <https://doi.org/10.3390/su12156157>
- Hadj Daoud, A., & Bahi, M. (2022). *Innovative application of waste frying oil for the recovery of bioactive antioxidants from kitchen food waste via supramolecular solvents (Yüksek Lisans Tezi)*. Ouargla: Kasdi Merbah Ouargla Üniversitesi Doğa ve Yaşam Bilimleri Fakültesi Biyoloji Bölümü.
- Haile, S., Masi, C., & Tafesse, M. (2022). Isolation and characterization of pectinase-producing bacteria (*Serratia marcescens*) from avocado peel waste for juice clarification, *BMC Microbiology*, 22(1), 145. <https://doi.org/10.1186/s12866-022-02536-8>
- Hasan, M. M., Marzan, L. W., Hosna, A., Hakim, A., & Azad, A. K. (2017). Optimization of some fermentation conditions for the production of extracellular amylases by using *Chryseobacterium* and *Bacillus* isolates from organic kitchen wastes, *Journal of Genetic Engineering and Biotechnology*, 15(1), 59-68. <https://doi.org/10.1016/j.jgeb.2017.02.009>
- Javed, S., Azeem, F., Hussain, S., Rasul, I., Siddique, M. H., Riaz, M., Afzal, M., Kouser, A., & Nadeem, H. (2018). Bacterial lipases: a review on purification and characterization, *Progress in Biophysics and Molecular Biology*, 132, 23-34. <https://doi.org/10.1016/j.pbiomolbio.2017.07.014>
- Kiteto, M. K., Vidija, B. M., & Mecha, C. A. (2025). Production of bioethanol from citrus peel waste: a techno-economic feasibility study, *Energy Conversion and Management: X*, 26, 100916. <https://doi.org/10.1016/j.ecmx.2025.100916>
- Książek, E. (2023). Citric acid: properties, microbial production, and applications in industries, *Molecules*, 29(1), 22. <https://doi.org/10.3390/molecules29010022>
- Kumar, A., & Kanwar, S. S. (2012). Lipase production in solid-state fermentation (SSF): recent

- developments and biotechnological applications, *Dynamic Biochemistry, Process Biotechnology and Molecular Biology*, 6(1), 13-27.
- Lima, C. A., Contato, A. G., de Oliveira, F., da Silva, S. S., Hidalgo, V. B., Irfan, M., Gambarato, B. C., Carvalho, A. K. F., & Bento, H. B. (2025). Trends in enzyme production from citrus by-products, *Processes*, 13(3), 766. <https://doi.org/10.3390/pr13030766>
- Lonska, J., Zvaigzne, A., Kotane, I., Silicka, I., Litavniece, L., Kodors, S., Deksne, J., & Vonoga, A. (2022). Plate waste in school catering in Rezekne, Latvia, *Sustainability*, 14(7), 4046. <https://doi.org/10.3390/su14074046>
- Mazaheri, D. (2025). Valorization of *Zymomonas mobilis* for bioethanol production from waste bread: optimization of the enzymatic hydrolysis and fermentation processes, *Biomass Conversion and Biorefinery*, 15, 25407–25416. <https://doi.org/10.1007/s13399-025-06827-8>
- Miao, H., Yin, Z., Yang, K., Gu, P., Ren, X., & Zhang, Z. (2024). Bioaugmentation with rumen fluid to improve acetic acid production from kitchen waste, *Water, Air, & Soil Pollution*, 235(11), 683. <https://doi.org/10.1007/s11270-024-07484-9>
- Mohamed Shariff, S. S., Ramli, A., Samsudin, A. S., & Zaharudin, N. (2025). Enhancing waste management by utilizing pineapple waste via fermentation for ethanol production, in *Macromolecular Symposia*, 414(1), 2300265. <https://doi.org/10.1002/masy.202300265>
- Mora-Villalobos, V., González-Vargas, M., Cortés-Herrera, C., Velázquez-Carrillo, C., Koschny, M. E., & Barboza, N. (2025). Cellulase production using a combination of carrot peel and corn husk (tusa) residues under solid-state fermentation, *Systems Microbiology and Biomanufacturing*, 5(2), 843-853. <https://doi.org/10.1007/s43393-024-00319-y>
- Murthy, P. S., Madhava Naidu, M., & Srinivas, P. (2009). Production of  $\alpha$ -amylase under solid-state fermentation utilizing coffee waste. *Journal of Chemical Technology & Biotechnology: International Research in Process, Environmental & Clean Technology*, 84(8), 1246-1249. <https://doi.org/10.1002/jctb.2142>
- Narula, A. (2023). Kinetics of immobilized alpha amylase impregnated with silver nanoparticles in egg shell membrane for enhanced starch hydrolysis, *Egyptian Journal of Chemistry*, 66(2), 1-12. <https://doi.org/10.21608/ejchem.2022.110860.5050>
- Odu, N., Uzah, G., & Akani, N. (2020). Optimization of citric acid production by *Aspergillus niger* and *Candida tropicalis* for solid state fermentation using banana peel substrate, *Journal of Life and Bio Sciences Research*, 1(02), 51-60. <https://doi.org/10.38094/jlbr1214>
- Oryza, S. M., Wongtangtintharn, S., Tengjaroenkul, B., Cherdthong, A., Tanpong, S., Pootthachaya, P., Boonkum, W., & Pintaphrom, N. (2021). Investigation of citric acid by-products from rice produced by microbial fermentation on growth performance and Villi Histology of Thai Broiler chicken (KKU 1), *Veterinary Sciences*, 8(11), 284. <https://doi.org/10.3390/vetsci8110284>
- Ozturk, A. B., Arasoglu, T., Gulen, J., Cheng, S., Al-Shorgani, N. K. N., Habaki, H., Egashira, R., Kalil, M. H., Yusoff, W. M. W., & Cross, J. S. (2021). Techno-economic analysis of a two-step fermentation process for bio-butanol production from cooked rice, *Sustainable Energy & Fuels*, 5(14), 3705-3718. <https://doi.org/10.1039/D1SE00496D>
- Pal, P., & Nayak, J. (2016). Development and analysis of a sustainable technology in manufacturing acetic acid and whey protein from waste cheese whey, *Journal of Cleaner Production*, 112: 59-70. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.07.085>
- Panda, S. K., Mishra, S. S., Kayitesi, E., & Ray, R. C. (2016). Microbial-processing of fruit and

- vegetable wastes for production of vital enzymes and organic acids: biotechnology and scopes, *Environmental Research*, 146, 161-172. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2015.12.035>
- Panda, S. K., Ray, R. C., Mishra, S. S., & Kayitesi, E. (2018). Microbial processing of fruit and vegetable wastes into potential biocommodities: a review, *Critical Reviews in Biotechnology*, 38(1), 1-16. <https://doi.org/10.1080/07388551.2017.1311295>
- Papargyropoulou, E., Lozano, R., Steinberger, J. K., Wright, N., & Bin Ujang, Z. (2014). The food waste hierarchy as a framework for the management of food surplus and food waste, *Journal of Cleaner Production*, 76, 106-115. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.04.020>
- Park, J.-Y., & Park, K.-M. (2022). Lipase and its unique selectivity: A mini-review, *Journal of Chemistry*, 2022(1), 7609019. <https://doi.org/10.1155/2022/7609019>
- Parveen, A., Naveed, T., Jabeen, S., Ahmed, F., & Saleem, N. (2025). Production of citric acid from food waste using *Aspergillus tubingensis* and *Aspergillus niger*, *Advances in Environmental Technology*, 11(2), 207-219. <https://doi.org/10.22104/aet.2025.7212.1989>
- Pratiwi, F., Tinata, J. K., Prakasa, A. W., Hartini, E., & Isworo, S. (2017). Citric acid compounds of tangerines peel extract (*Citrus Reticulata*) as potential materials teeth whitening, *In Journal of Physics: Conference Series*, 824(1), 012071. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/824/1/012071>
- Principato, L., Pratesi, C. A., & Secondi, L. (2018). Towards zero waste: an exploratory study on restaurant managers, *International Journal of Hospitality Management*, 74, 130-137. <https://doi.org/10.1016/j.ijhm.2018.02.022>
- Quan, C., Cortazar, M., Santamaria, L., Lopez, G., Wu, C., & Gao, N. (2023). Valorization of waste eggshell for CO<sub>2</sub> sorbents production by sol-gel citric acid treatment in a fixed-bed reactor, *Journal of CO<sub>2</sub> Utilization*, 75, 102562. <https://doi.org/10.1016/j.jcou.2023.102562>
- Ross, J. (2014). *food waste in an airline caterer's production kitchen 81. (Yüksek Lisans Tezi)*. Dunedin: Otago Üniversitesi Diyetetik Bölümü.
- Roukas, T., & Kotzekidou, P. (2020). Pomegranate peel waste: a new substrate for citric acid production by *Aspergillus niger* in solid-state fermentation under non-aseptic conditions, *Environmental Science and Pollution Research*, 27(12), 13105-13113. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-07928-9>
- Safdari, H., & Hamidi-Esfahani, Z. (2025). Effect of potato pulp as a natural antioxidant on fat oxidation of fish waste during solid-state fermentation, *Applied Food Research*, 5(1), 101065. <https://doi.org/10.1016/j.afres.2025.101065>
- Sahal Alharbi, N., Yahia Qattan, M., & Haji Alhaji, J. (2020). Towards sustainable food services in hospitals: expanding the concept of 'plate waste'to 'tray waste', *Sustainability*, 12(17), 6872. <https://doi.org/10.3390/su12176872>
- Samoo, H. A., Maheshwari, J., Khushk, I., Ali, C. H., Mirjatt, A. N., & Qureshi, A. S. (2019). Coproduction of protease, amylase and lipase from fruit and vegetable waste using *Aspergillus niger* Fcc-Asq-06, *University of Sindh Journal of Animal Sciences (USJAS)*, 3(1), 36-42.
- Sarmah, N., Revathi, D., Sheelu, G., Yamuna Rani, K., Sridhar, S., Mehtab, V., & Sumana, C. (2018). Recent advances on sources and industrial applications of lipases, *Biotechnology Progress*, 34(1), 5-28.
- Schultz, N., Chang, L., Hauck, A., Reuss, M., & Syldatk, C. (2006). Microbial production of single-cell protein from deproteinized whey concentrates, *Applied Microbiology and Biotechnology*, 69(5), 515-520. <https://doi.org/10.1007/s00253-005-0012-z>

- Sindhu, R., Gnansounou, E., Rebello, S., Binod, P., Varjani, S., Thakur, I. S., Nair, R. B., & Pandey, A. (2019). Conversion of food and kitchen waste to value-added products, *Journal of Environmental Management*, 241, 619-630. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.02.053>
- Singh, S., Paul, D., Saha, P., Dutta, A., Roy, S., Saha, D., Azmin, A., Patikar, N., Ghosh, M., & Datta, D. (2025). A novel cost-effective chemo-catalytic pathway for sustainable bioethanol production from potato peel waste, *ChemistrySelect*, 10(36), e02975. <https://doi.org/10.1002/slct.202502975>
- Sharma, A., Kuthiala, T., Thakur, K., Thatai, K. S., Singh, G., Kumar, P., & Arya, S. K. (2025). Kitchen waste: sustainable bioconversion to value-added product and economic challenges, *Biomass Conversion and Biorefinery*, 15(2), 1749-1770. <https://doi.org/10.1007/s13399-022-02473-6>
- Srivastava, N., Mohammad, A., Pal, D. B., Srivastava, M., Alshahrani, M. Y., Ahmad, I., Singh, R., Mishra, P. K., Yoon, T., & Gupta, V. K. (2024). Enhancement of fungal cellulase production using pretreated orange peel waste and its application in improved bioconversion of rice husk under the influence of nickel cobaltite nanoparticles, *Biomass Conversion and Biorefinery*, 14(5), 6687-6696. <https://doi.org/10.1007/s13399-022-03070-3>
- Sun, X., Dou, Z., Shurson, G. C., & Hu, B. (2024). Bioprocessing to upcycle agro-industrial and food wastes into high-nutritional value animal feed for sustainable food and agriculture systems, *resources, Conservation and Recycling*, 201, 107325. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2023.107325>
- Svensson, S. E., Bucuricova, L., Ferreira, J. A., Souza Filho, P. F., Taherzadeh, M. J., & Zamani, A. (2021). Valorization of bread waste to a fiber-and protein-rich fungal biomass, *Fermentation*, 7(2), 91. <https://doi.org/10.3390/fermentation7020091>
- Şahin, S. K. ve Bekar, A. (2018). Küresel bir sorun “gıda atıkları”: otel işletmelerindeki boyutları (A global problem “food waste”: food waste generators in hotel industry), *Journal of Tourism & Gastronomy Studies*, 6(4), 1039-1061.
- Şenel, F. M. ve Çilginoğlu, H. (2022). Otel işletmelerinin gıda israfı konusundaki eğilimleri: kastamonu örneği (Tendencies of hotel businesses on food waste: the case of Kastamonu), *Journal of Tourism & Gastronomy Studies*, 10(2), 1088-1114.
- Thamagasorn, M., Pharino, C. (2019). An analysis of food waste from a flight catering business for sustainable food waste management: a case study of halal food production process, *Journal of Cleaner Production*, 228, 845-855. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.04.312>
- Tropea, A., Potortì, A. G., Lo Turco, V., Russo, E., Vadalà, R., Rando, R., & Di Bella, G. (2021). Aquafeed production from fermented fish waste and lemon peel, *Fermentation*, 7(4), 272. <https://doi.org/10.3390/fermentation7040272>
- Turan, F. ve Türkay, O. (2024). Otellerde atık gıda yönetimi: Trabzon örneği, *MANAS Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 13(2), 700-717. <https://doi.org/10.33206/mjss.1306637>
- Türkiye UN. (2021). “New collaboration addresses food waste in the food and hospitality sector in Turkey”. Erişim adresi <https://turkiye.un.org/en/114697-new-collaboration-addresses-food-waste-food-andhospitality-sector-turkey>, Erişim tarihi: 29.10.2025.
- United Nations Environment Programme (UNEP). (2024). “Food waste index report 2024: think eat save. tracking progress to halve global food waste”. Erişim adresi <https://www.ahgingos.org/wp-content/uploads/2021/03/FoodWaste.pdf>, Erişim Tarihi: 17.10.2025.
- van der Walt, A., & Bean, W. L. (2022). Inventory management for the in-flight catering industry: a case of uncertain demand and product substitutability, *Computers & Industrial Engineering*,

- 165, 107914. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2021.107914>
- Verma, N., Kumar, V., & Bansal, M. C. (2012). Utilization of egg shell waste in cellulase production by *Neurospora Crassa* under wheat bran-based solid state fermentation, *Polish Journal of Environmental Studies*, 21(2), 491-497.
- Wan, H., Huang, G. J., & Liu, H. C. (2017). Effects of lipid on anaerobic digestion of sludge and food waste, *Industrial Safety and Environmental Protection*, 44(5), 95-98.
- Wang, L. E., Liu, G., Liu, X., Liu, Y., Gao, J., Zhou, B., Gao, S., & Cheng, S. (2017). The weight of unfinished plate: a survey based characterization of restaurant food waste in Chinese cities, *Waste Management*, 66, 3-12. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2017.04.007>
- Wang, X., Sun, W., Sun, S., Cheng, S., Campos, L. C., & Li, Z. (2025). Process optimization and bioaugmentation for enhanced acetic acid fermentation from kitchen waste, *Journal of Water Process Engineering*, 78, 108690. <https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2025.108690>
- Wijngaard, H. H., Röbke, C., & Brunton, N. (2009). A survey of Irish fruit and vegetable waste and by-products as a source of polyphenolic antioxidants, *Food Chemistry*, 116(1), 202-207. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.02.033>
- Yadav, A., Dong, C.-D., Sharma, D., Tsai, M.-L., Sun, P.-P., Nargotra, P., Chen, C.-W., Choure, K., & Sharma, V. (2025). Integrated choline chloride/citric acid-microwave pretreatment for efficient nanolignin extraction and bioethanol production from cocoa pod husk waste, *Energy & Environment*, 36(5), 2213-2230. <https://doi.org/10.1177/0958305X241270269>
- Yılmaz, E. N. Ö., & Pehlivan, Ö. Ü. T. (2024). Using household fruit and vegetable waste in recipes to reduce kitchen food waste and their nutritional and functional values, *Akademik Gıda, Yeşil Dönüşüm Özel Sayısı*, 33-44. <https://doi.org/10.24323/akademik-gida.1554427>
- You, F., Bhamra, T., & Lilley, D. (2020). Why is airline food always dreadful? Analysis of factors influencing passengers' food wasting behaviour, *Sustainability*, 12(20), 8571. <https://doi.org/10.3390/su12208571>
- Zhao, N., Yu, M., Wang, Q., Song, N., Che, S., Wu, C., & Sun, X. (2016). Effect of ethanol and lactic acid pre-fermentation on putrefactive bacteria suppression, hydrolysis, and methanogenesis of food waste, *Energy & Fuels*, 30(4), 2982-2989. <https://doi.org/10.1021/acs.energyfuels.5b02779>
- Zondi, A. S., Sanusi, I. A., Sewsynker-Sukai, Y., Beukes, L. S., & Kana, G. E. (2025). Nano-based covalorization, detoxification, and fermentation of potato waste and black liquor for bioethanol production, *Biomass Conversion and Biorefinery*, 15, 19839–19851. <https://doi.org/10.1007/s13399-025-06515-7>
- Zubair, M. A., Esrafil, M., & Kona, F. T. (2023). Estimation of nutritional composition of kitchen wastes and comparison of the effect of different drying methods on bioactive compounds in the wastes, *Food and Humanity*, 1, 1547-1558. <https://doi.org/10.1016/j.foohum.2023.11.002>

## EXTENDED ABSTRACT

**Introduction:** The introduction section serves as the entry point to the research, providing a comprehensive overview of the study's context, rationale, and objectives. It begins by contextualizing the research topic within existing literature and identifying gaps, controversies, or areas that require further exploration. By reviewing prior studies and establishing the significance of the research problem, the introduction sets the stage for the current investigation. Furthermore, it outlines the specific aims, objectives, or research questions addressed in the study, thereby guiding the reader's understanding of its scope and purpose. Through a well-crafted introduction, researchers can effectively engage readers, justify the need for their study, and lay the groundwork for subsequent sections.

**Method:** The method section provides a detailed account of the research design, methodology, and procedures employed to address the study's objectives. It elucidates key aspects such as the study's design (e.g., experimental, correlational, qualitative), sampling procedures, participant characteristics, data collection methods (including instrumentation and materials), and data analysis techniques. By transparently documenting these methodological details, researchers enable readers to evaluate the validity, reliability, and generalizability of their findings. Moreover, the method section ensures research replicability by furnishing sufficient information for other scholars to replicate or build upon the study. Clear and systematic reporting of the methodological framework enhances the credibility and rigor of the research endeavor.

**Findings:** In the findings section, researchers present the empirical data collected during the study and report the outcomes of their analyses. This section typically begins with a descriptive summary of the data, including relevant statistics, frequencies, or distributions. Subsequently, researchers present the results of inferential statistical analyses, hypothesis testing, or thematic analysis, depending on the study's design and objectives. Data may be organized into tables, figures, or textual descriptions to facilitate comprehension and interpretation. Through the systematic presentation of findings, researchers enable readers to discern patterns, trends, or associations within the data, thereby supporting the study's conclusions and implications. It is essential to maintain clarity, accuracy, and objectivity in reporting findings, avoiding unwarranted interpretations or exaggerations.

**Discussion:** The discussion section offers a critical analysis and interpretation of the study's findings within the broader context of existing knowledge and theoretical frameworks. Researchers engage in a reflective dialogue, examining the implications, significance, and limitations of their findings. They contextualize their results by comparing them with prior research, identifying consistencies, discrepancies, or novel insights. Additionally, researchers explore potential explanations for observed patterns or phenomena, considering alternative interpretations or confounding factors. It is crucial to acknowledge and address any limitations or constraints inherent in the study, such as methodological shortcomings, sample biases, or data constraints. Furthermore, researchers speculate on the practical implications of their findings, offering recommendations for future research directions or practical interventions. The discussion section serves as the intellectual culmination of the research endeavor, synthesizing empirical evidence with theoretical insights and advancing scholarly discourse within the field.

**Conclusion:** The conclusion section encapsulates the key findings, contributions, and implications of the study, providing a concise summary and synthesis of the research journey. Researchers reiterate the main findings and underscore their significance in addressing the research problem or fulfilling the study's objectives. They reflect on the broader implications of their work, highlighting its theoretical, practical, or societal relevance. Moreover, researchers articulate the study's contributions to knowledge, identifying novel insights, methodological advancements, or theoretical refinements. Concluding remarks may also address unresolved questions, lingering uncertainties, or avenues for future inquiry. By offering closure and perspective, the conclusion section affirms the study's significance, invites scholarly dialogue, and inspires further exploration of the research topic.

**Recommendation:** The recommendations section offers actionable suggestions or proposals based on the study's findings and insights. Drawing upon the implications identified in the discussion section, researchers provide guidance for practitioners, policymakers, or other stakeholders. These recommendations may pertain to practical interventions, policy changes, or future research initiatives aimed at addressing the identified issues or capitalizing on opportunities identified by the study.