



**T.C.
AKSARAY ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**SÜRDÜRÜLEBİLİR ÇEVRE DOSTU GERİ KAZANIM SÜRECİ:
MUZ ATIKLARI VE SİMBİYOZ YAKLAŞIM**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Gözde ACAR ÜRESİN

**DANIŞMAN
Doç. Dr. Hakan ÇELEBİ**

AKSARAY, 2024

Aksaray Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 212301005 numaralı Yüksek Lisans öğrencisi, **Gözde ACAR ÜRESİN** tarafından hazırlanan **“SÜRDÜRÜLEBİLİR ÇEVRE DOSTU GERİ KAZANIM SÜRECİ: MUZ ATIKLARI VE SİMBİYOZ YAKLAŞIM”** adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından OY BİRLİĞİ ile Çevre Mühendisliği Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Doç. Dr. Hakan ÇELEBİ

Aksaray Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum

.....

Üye: Doç. Dr. Gülden GÖK

Aksaray Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum

.....

Üye: Doç. Dr. Sezen Küçükçongar

Selçuk Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum

.....

Tez Savunma Tarihi: 18/04/2024

Jüri tarafından kabul edilen bu tezin Yüksek Lisans Tezi olması için gerekli şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

.....

Prof. Dr. Mehmet Ali HINIS

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

DOĞRULUK BEYANI

Yüksek lisans tezi olarak sunduğum bu çalışmayı, akademik kurallara ve bilimsel etik, ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yol ve yardıma başvurmaksızın yazdığımı, yararlandığım eserlerin kaynakçada gösterilenlerden oluştuğunu, çalışmamda kullandığım verilerin orijinalliğini ve her türlü intihalden uzak olduğunu beyan ederim.

Enstitü tarafından belli bir zamana bağlı olmaksızın, tezimle ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçlara katlanacağımı bildiririm.

Gözde ACAR ÜRESİN

TEŞEKKÜR

Tez sürecinde desteğini esirgemeyen, değerli bilgi ve tecrübelerini benimle paylaşan, her zaman çözüm odaklı yaklaşımları ile yol gösteren, birlikte çalışmaktan ve öğrencisi olmaktan onur ve gurur duyduğum değerli danışman hocam Doç. Dr. Hakan ÇELEBİ'ye teşekkür ederim.

Gözde ACAR ÜRESİN

Aksaray, 2024



İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR	i
İÇİNDEKİLER	ii
ÖZET.....	iii
ABSTRACT	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ	v
ÇİZELGELER DİZİNİ	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	vii
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	5
2.1 Muz Yetiştiriciliği	5
2.1.1 Tanımı ve önemi	5
2.1.2 Muzun botanik özellikleri.....	6
2.1.2.1 Kök yapısı	6
2.1.2.2 Gövde yapısı	6
2.1.2.3 Yaprak yapısı.....	6
2.1.2.4 Tomurcuk ve çiçekler	7
2.1.3 Muz üretimi	7
2.2 Sürdürülebilirlik Açısından Gıda Atıklarının Değerlendirmesi.....	8
2.2.1 Atıkların geri kazanım süreci.....	13
2.2.2 Endüstriyel simbiyoz yaklaşımı.....	14
2.3 Muz Atıklarının Durumu	15
2.3.1 Literatür taraması.....	17
3. MALZEME VE YÖNTEM	22
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA.....	24
4.1 Dünyada ve Türkiye’de Muz Üretim Verileri.....	24
4.2 Antalya’da Muz Üretimi.....	27
4.3 Muz Sahte Kök Atığının Tanıtılması	29
4.4 Muz Bitki Atıkları İçin Alternatif Değerlendirme Olanakları	31
4.4.1 Muz bitki atıklarından gübre/lif üretilmesi.....	31
4.4.2 Muz bitki atıklarının gıda üretiminde kullanımı.....	33
4.4.3 Muz bitki atıklarının kâğıt, plastik yerine kullanımı	34
4.4.4 Muz gövde atıklarından enerji eldesi.....	36
4.4.5 Muz gövde atıklarının sağlık sektöründe kullanımı	36
4.4.6 Muz gövde atıklarının absorbent olarak kullanımı	37
4.5 Simbiyoz Yaklaşımın Değerlendirilmesi	38
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	40
KAYNAKLAR.....	41
ÖZGEÇMİŞ.....	56

YÜKSEK LİSANS TEZİ

SÜRDÜRÜLEBİLİR ÇEVRE DOSTU GERİ KAZANIM SÜRECİ: MUZ ATIKLARI VE SİMBİYOZ YAKLAŞIM

Gözde ACAR ÜRESİN

Aksaray Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Hakan ÇELEBİ

ÖZET

Gıda kaybı ve israfı evrensel bir sorun olup, muz gibi birçok meyve ve sebze önemli miktarda tüketilmektedir. Hem tüketim hem de üretim süreçlerinde çöp olarak nitelendirilen yoğun bir atık açığa çıkmaktadır. Bu atıkların geri dönüştürülmesi ve sürdürülebilir ekolojik bir çevre için kullanılması çok önemlidir. Modern toplumlarda, evlerden ve endüstrilerden kaynaklanan gıda atıkları, yetersiz kullanımı ve sürdürülebilir geri dönüşümün bulunmaması nedeniyle kritik bir çevresel sorun olarak kabul edilmektedir. Özellikle muz gibi meyve atıklarının sürdürülebilir şekilde değerlendirilmesi, Birleşmiş Milletlerin sürdürülebilir kalkınma hedefleri kapsamında değerlendirilmelidir. Üretim sürecinde oluşan atıkların çevresel etkilerinin azaltılması, doğal kaynakların sürdürülebilirliğinin sağlanması ve ekonomik fayda elde edilmesi insanlığın elinde olan bir durumdur. Aslında çöp döngüsü içerisinde ve hasat sonucunda açığa çıkan muz atıkları birçok alanda kullanılabilir. Gıda ve tarımsal atıkların çoğunluğu organiktir ve bunların sıfır atık veya simbiyotik yaklaşıma göre toplanması ve değerlendirilmesi çok önemlidir. Türkiye'de muz üretimi ağırlıklı olarak Akdeniz Bölgesi'nde gerçekleşmekte olup, üretim sonrası ürünler etkin bir şekilde değerlendirilememektedir. Bu kapsamda muz sahte gövde atığının ele alındığı tez çalışmasında sürdürülebilir kalkınma hedefi (SKH-12) kapsamında bu atığın durumu ve kullanım alanları uluslararası ölçekte incelenmiş olup, Türkiye'deki mevcut uygulanabilirlik Antalya ili Alanya ilçesi özelinde ele alınmıştır. Bu kapsamda, muz sahte kökün özellikleri, ülkelere göre üretim miktarları, tesis odaklı uygulama ve genel kullanımların değerlendirmesi ve öneriler sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Geri kazanım, Gıda atığı, Muz Sahte Gövde, Sürdürülebilirlik, Simbiyoz Yaklaşım

Mart, 2024; 56

M.Sc. THESIS

SUSTAINABLE ECO-FRIENDLY RECYCLING PROCESS: BANANA WASTE AND SYMBIOSIS APPROACH

Gözde ACAR ÜRESİN

**Aksaray University
Science Institute
Department of Environmental Engineering**

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Hakan ÇELEBİ

ABSTRACT

Food loss and waste are a universal problem and many fruits and vegetables, such as bananas, are consumed in significant quantities. Both consumption and production processes generate a large amount of waste, which is characterized as garbage. This waste must be recycled and utilized for a sustainable ecological environment. In modern societies, food waste from households and industries is recognized as a critical environmental problem due to its underutilization and lack of sustainable recycling. Sustainable utilization of fruit waste, especially bananas, should be considered in the context of the United Nations' sustainable development goals. It is in the hands of humanity to reduce the environmental impact of wastes generated during the production process, to ensure the sustainability of natural resources, and to obtain economic benefits. Banana waste generated in the waste cycle and as a result of harvesting can be used in many areas. The majority of food and agricultural wastes are organic, and it is very important to collect and utilize them according to a zero-waste or symbiotic approach. Banana production in Turkey is predominantly in the Mediterranean region and post-production products are not effectively utilized. In this context, in this thesis where banana pseudo stem waste is discussed, the status and utilization areas of this waste within the scope of the sustainable development goal (SDG-12) are examined on an international scale and the current applicability in Turkey is analyzed.

Keywords: Recovery, Food waste, Banana Fake Stem, Sustainability, Symbiosis Approach

Mart, 2024; 56

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Gıda değeri zinciri kaynaklı farklı atık çeşitleri	2
Şekil 1.2. UNEP 2021 raporuna göre küresel olarak farklı bölgelerde üretilen kg/kişi/yıl başına gıda atık miktarı	3
Şekil 2.1. Gıda geri kazanım hiyerarşisi	14
Şekil 2.2. Endüstriyel Simbiyoz Kavramının Gelişimi.....	15
Şekil 2.3. Muz atık biyokütlesinin farklı kısımları	17
Şekil 3.1. Bibliometrik yaklaşımın aşamaları.	22
Şekil 3.2. Tesis fotoları	23
Şekil 4.1. Ülke bazlı dünya muz üretimi haritası.....	24
Şekil 4.2. En çok muz üreten ülkeler ve dağılımları (%).....	25
Şekil 4.3. Türkiye’de toplam üretilen meyvelerin üretim durumu	26
Şekil 4.4. FAO verilerine göre Türkiye’de toplam üretilen muz durumu.....	26
Şekil 4.5. Muz yalancı sapının görüntüleri	29
Şekil 4.6. Muz sahte kök lifinin ustalıkla çıkarılmasına yönelik işlem diyagramı	30
Şekil 4.7. Muz yalancı sapının tekstil ve el işi uygulama görüntüleri.	33
Şekil 4.8. Muz bitkisi kısımlarının gıda sektöründeki son uygulamaları	34
Şekil 4.9. Muz yalancı sapının kağıt ve ambalaj kullanım görüntüleri.	35

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1. Muzun biyolojik sınıflandırması	5
Çizelge 4.1. Türkiye’de meyve üretiminin en yüksek gerçekleştiği 5 ilin 2022 verileri	28
Çizelge 4.2. Muz sahte sapının besin bileşimi	32



SİMGELER VE KISALTMALAR

BS	Muz Sapı (Banana Stalk)
EPA	Birleşmiş Milletler Çevre Koruma Ajansı
FAO	Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü
GC-MS	Gaz Kromatografisi Kütle Spektrometresi
GKD	Gıda Tarım Kurtarma Derneği
SDG	Sürdürülebilir Kalkınma Hedefi
TTGV	Türkiye Teknoloji Geliştirme Vakfı
UNEP	Gıda Atığı Endeksi Raporu

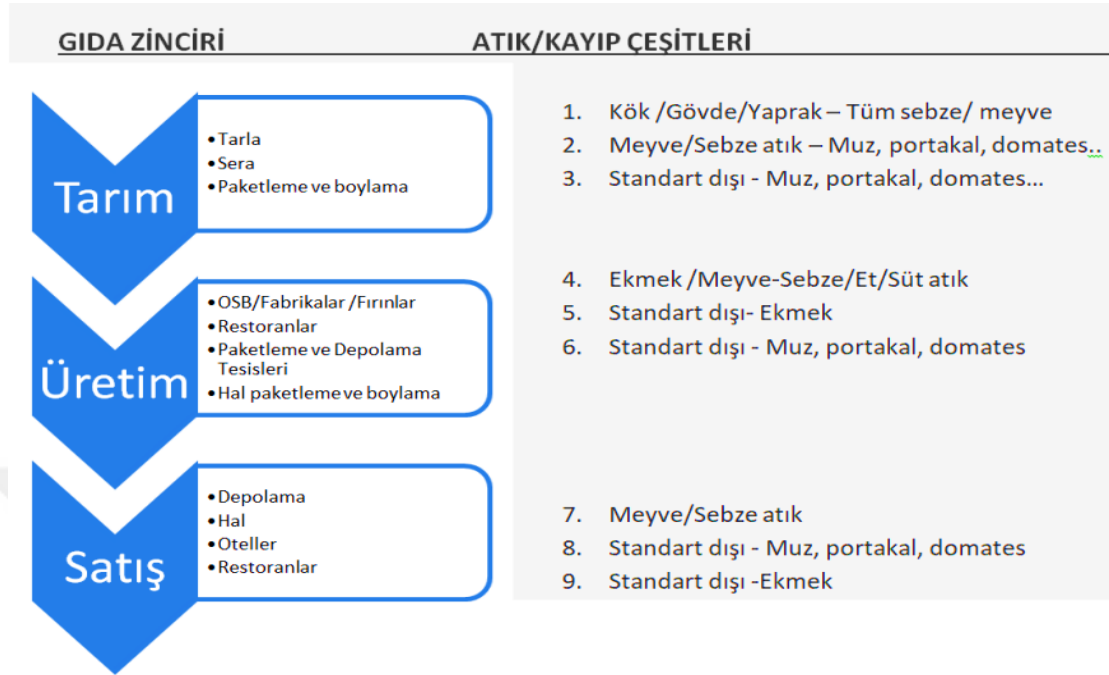


1. GİRİŞ

Dünyanın tüm ülkelerinde her yıl düzenli depolama alanlarına gönderilen malzemelerin en büyük bileşenini gıda ve tarımsal atıklar oluşturmaktadır. Ancak bu çöpler sadece yeme içme alışkanlığının bir sonucu olarak değerlendirilemez. Gıda ve tarım ürünlerinin (tarla ve seralar) toplanması, taşınması ve dağıtımı sırasında başka gıda atıkları da oluşabilmektedir. EPA'ya göre katı atık karakterizasyonunda gıda/tarımsal atık oranı %25 olup, bu oran tüm katı atık türlerinin ortalama oranından daha yüksektir (GKD, 2020). Gıda/tarımsal atıklar günümüzde ekonomiyi, nüfusu ve çevreyi doğrudan etkileyen önemli bir sorundur ve bu sorunlar birbirleriyle doğrudan ilişkilidir. Bu konuya en basit ve temel yaklaşım, tüm sektörlerin ürettiği gıda/tarımsal atık miktarını en aza indirmek için gıda/tarımsal atıkların başlangıç aşamasını değerlendirmektir. Bu değerlendirme, insanların neleri atmaları gerektiğini öğrenerek ve her birinin maliyetini hesaplayarak beslenme alışkanlıklarını kontrol altına almalarına olanak tanır. Besin zinciri kaynaklarından kaynaklanan atıklar üç temel kategoriye ayrılmaktadır: (i) tarım, (ii) üretim ve (iii) satış. Şekil 1.1'de Gıda Tarım Kurtarma Derneği (GKD) raporuna göre atık çeşitleri üç temel kategoride (GKD, 2020).

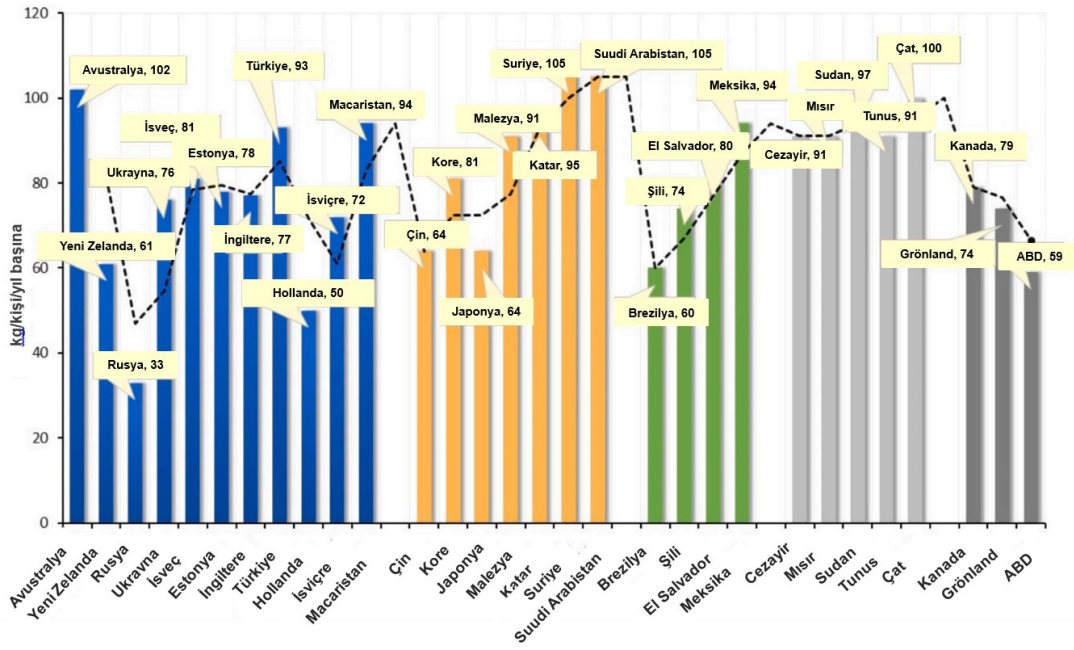
Gıda, tüm canlı organizmaların hayatta kalması için çok önemlidir. Besin zinciri döngüsünde tüketilen gıda maddelerinin çoğu döngü sırasında kaybolur. Ancak bu durumun olumsuz bir etkisi vardır. Yemek atıkları; tarımsal üretim, gıda üretimi/işleme, mutfaklar ve restoranlar dâhil olmak üzere çeşitli kaynaklardan gelen organik atıklardan oluşmaktadır. Birleşmiş Milletler Çevre Programı'nın (UNEP) Gıda Atığı Endeksi Raporu, tüketicilerin, üreticilerin ve dağıtım/pazarlama şirketlerinin, çöpe atılan 931 milyon ton mevcut gıdanın çoğunluğuna katkıda bulunduğunu belgeliyor (Chen vd., 2020; Ganesh vd., 2022; ReFED, 2016). Gıda israfının nedenleri, yoksulluk, gıda üretim sorunları, sosyo-ekonomik eşitsizlikler, coğrafya ve tüketim kalıpları gibi faktörlere bağlı olarak ülkeden ülkeye farklılık göstermektedir (Sagar vd., 2018). İnsanlar günlük tüketimlerine uygun olarak her türlü çöpü atmaktadır (Slorach vd., 2019). Meyve ve sebzelerden kaynaklanan atıklar en yaygın israftır ve tüm ülkelerde israf edilen toplam gıda miktarının yaklaşık %42'sini temsil etmektedir (Ganesh vd., 2022). Dünya çapında her yıl üretilen 1,3 milyar ton gıda çöpe atılıyor, bu sayı her geçen yıl artıyor (Du vd., 2018). Tüketim sonucu oluşan toplam gıda

atıklarının %20'si üretim, %1'i işleme, %19'u dağıtımdan ve %60'ı ise sosyal yaşam alanlarından kaynaklanmaktadır (Ganesh vd., 2022).



Şekil 1.1. Gıda değer zinciri kaynaklı farklı atık çeşitleri (GKD, 2020).

Dünya genelinde her yıl üretilen 2,01 milyar ton belediye katı atığının tahminen %33'ü çevresel açıdan sürdürülebilir bir şekilde işlenmiyor. Çöpün yarısından fazlası açık alanda biriktirildiğinden, atık artışının gidişatının çevre, insan sağlığı ve ekonomik büyüme üzerinde önemli etkileri olacaktır (Dünya Bankası, 2022; Çevre Koruma Ajansı, 2021). Gıda tedarik zinciri toprak, su, enerji ve kimyasal girdiler gibi çok çeşitli kaynaklardan yararlanır. Gıda tedarik zincirinin aşamaları arasında birincil üretim, en farklı çevresel girdi türlerinin kullanıldığı aşamadır. Sera gazı emisyonları, su ve enerji kullanımı ile pestisit ve gübre kullanımı çoğunlukla birincil üretimle ilişkili olsa da bunlar aynı zamanda tüm gıda tedarik zincirinde de mevcuttur (URL-1). Tüketici gereksinimleri geliştikçe ve tüketim kalıpları değiştikçe, gıda üretiminin ve tüketiminin bir bütün olarak sürdürülebilirliği ciddi şekilde tehdit ediliyor. Sonuç olarak, gıda ve enerjiye yönelik tedarik zincirleri, karmaşık ve birbiriyle ilişkili çevresel ve sosyoekonomik etkilerle bağlantılıdır (URL-2). Bu bağlamda, Şekil 1.2, Birleşmiş Milletler Çevre Programı (UNEP, 2021) tarafından rapor edildiği üzere dünya çapında farklı bölgelerdeki gıda atığı miktarını kg/kişi/yıl cinsinden göstermektedir. Gıda atık miktarı Asya ve Afrika'da kişi başına düşen oran diğer bölgelere göre biraz daha yüksektir (Elgarahy vd., 2023).



Şekil 1.2. UNEP 2021 raporuna göre küresel olarak farklı bölgelerde üretilen kg/kışı/yıl başına gıda atık miktarı (Elgarahy vd., 2023).

Muz, birçok ülkede yetiştirilen ve dünya çapında tüketilen tropik bir meyvedir (Fabre vd., 2020). Narenciyeden sonra en çok üretilen ikinci meyvedir ve dünya meyve üretiminin yaklaşık %16'sına katkıda bulunur (Osorio vd., 2021). Tüketilen gıda ürünleri arasında pirinç, buğday ve mısırdan sonra dördüncü en önemli besin kaynağıdır (Osorio vd., 2021). Muz, tüm insanlar tarafından günlük olarak tüketilen lezzetli bir meyvedir. Sarı veya yeşil kabuklar genellikle atılır ve meyve yenir. Bu kabuklar çok sayıda işlevsel bileşenle doludur. Bu atık ürünler uygun şekilde değerlendirilmezse, doğal parçalanma nedeniyle sera etkisine katkıda bulunan hoş olmayan kokular ve gazlar yayarlar (Tibolla vd., 2018). Gıda/tarımsal atıkların mevcut durumu ve potansiyeline ulaşmanın önündeki en önemli engellerden biri veri elde etmenin zorluğudur. Bir diğer sorun da üretimden kaynaklanan çöplerin bölgede durmaya devam etmesi.

Muz üretimi kilogram başına 0,86 kg sera gazı emisyonuna neden olmaktadır (URL-3). Ayrıca muz oldukça ticarileştirilmiş bir üründür ve üretiminin kademeli olarak artmasıyla birlikte atık oluşumunda da doğru orantılı bir artış söz konusudur (Chávez ve Rodríguez, 2016). Mahsul yönetimi uygulamalarına göre, sahte sap hasattan hemen sonra elimine edilir ve hasat edilen her ton salkım için yaklaşık üç ton kalıntı oluşur ve bu da yaklaşık 3:1 atık oranına neden olur (Balda vd., 2021). Muz yan ürünlerinin

bolluğu, onları hammaddeye dönüştürülebilen ve kolayca biyolojik olarak parçalanma potansiyeline sahip, pozitif çevresel kabule ve daha fazla ticari uygulanabilirliğe sahip yenilenebilir bir kaynak haline getirmektedir. Ayrıca muz lifinin yüksek mukavemet, iyi parlaklık, hafiflik ve mükemmel nem emme özelliklerine sahip olduğu ve bu özelliklerin onu tekstil uygulamaları için ideal bir aday haline getirdiği belirlenmiştir (Delgado Moreira vd., 2023).

Aslında çöp döngüsü içerisinde organik atıklar (meyve ve sebze atıkları ve bunların tarımsal hasat sonrası yan ürünleri gibi) birçok alanda kullanılabilir. Gıda ve tarımsal atıkların çoğunluğu organiktir ve bunların sıfır atık veya simbiyotik yaklaşıma göre toplanması ve değerlendirilmesi çok önemlidir. Bu kapsamda muz sahte gövde atığının ele alındığı tez çalışmasında sürdürülebilir kalkınma hedefi (SDG) 12 kapsamında bu atığın durumu ve kullanım alanları uluslararası ölçekte incelenmiş olup, Türkiye'deki mevcut uygulanabilirlik Antalya ili Alanya ilçesi özelinde ele alınmıştır. Bu kapsamda, muz sahte kökün özellikleri, ülkelere göre üretim miktarları, tesis bazlı uygulama ve genel kullanımların değerlendirmesi ve öneriler sunulmuştur.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

2.1 Muz Yetiştiriciliği

2.1.1 Tanımı ve önemi

Muz (Musa), Güneydoğu Asya'nın tropikal bölgelerinde doğal olarak yetişen bir ağaçsı bitkiye ve bu bitkinin yeşil kabuklu (bazı türlerinde kırmızı veya pembe kabuklu) uzun meyvelerine verilen bir ad olup, dünya üzerinde meyvesi belki de en fazla tüketilen bitkilerden biridir. Çizelge 2.1'de muz bitkisinin sınıflandırması açıklanmıştır.

Çizelge 2.1. Muzun biyolojik sınıflandırması (URL-4).

Âlem	Plantae (Bitkiler)
Bölüm	Magnoliophyta (Kapalı tohumlular)
Sınıf	Liliopsida (Bir çenekliler)
Takım	Zingiberales
Familya	Musaceae (Muzgiller)
Cins	Musa

Muz, dünya çapında en çok üretilen meyvelerden biridir ve dünya çapında 25 milyardan fazla muz veya muz ağacı yetiştirilmektedir (Castillo vd., 2023). Muz üretiminin büyük çoğunluğu Asya, Latin Amerika ve Afrika'da gerçekleşmektedir. Bunların ardından Güney Amerika, Orta Kuzey Amerika, Afrika, Okyanusya ve Avrupa ülkeleri gelmektedir. Muz ağaçlarının büyümesi ve meyve vermesi 8-13 ay sürer. Muz hasadı için ideal zaman ve hasat aralığı çeşide ve iklim bölgesine göre farklılık gösterebilir. Muzun varlığına dair en eski belge M.Ö. 600-550 yıllarına aittir ve Hindistan'da bulunmuştur (URL-5).

Muz, yüksek miktarda diyet lifi, temel vitamin ve mineral içeriği nedeniyle değerli bir diyet bileşeni olarak kabul edilir. Muz kabuğu, muzun sahte sapları, yaprakları ve çiçekleri gibi tüm yan ürünlerinden meyvenin toplam kütlesinin yaklaşık yarısını (%35-50) oluşturur (Ahmadi vd., 2019; URL-6). Muz sahte sapı (BPS) yaklaşık 6-7,6 m boyunda büyür ve çiçekler, yapraklar ve meyveler taşır. Genellikle yakılan ve atılan bitki biyokütlesinin çoğunluğunu oluşturur (Al-Mqbali ve Hossain, 2019). Son yıllarda BPS kullanımına yönelik artan talep, onun artan besinsel faydalarına katkıda

bulunan protein, karbonhidrat ve diyet lifi gibi çok sayıda besin maddesinin yüksek bulunabilirliğine bağlanabilir (Ho vd., 2017).

2.1.2 Muzun botanik özellikleri

2.1.2.1 Kök yapısı

Muzun kökleri yeraltındaki yumrudan kaynaklanır, bu ana gövdeyi oluşturur. Muzun kökleri 5-8 mm çapında olup, bu kökler yumrudan ayrıldığında kendilerinden daha az kalınlığa sahip ek kökler oluştururlar. Bunların da çapı 4-5 mm civarındadır. Muz köklerinin dış kısmı koyu kahverengimsi, neredeyse siyahtır ve iç kısmı kremsi, neredeyse beyazdır. Muzda oluşan köklerin miktarı bitkinin sağlığından etkilenir. Bir yumru 200-300 veya daha fazla kök üretebilir. Uygun durumlarda kökler maksimum 50 cm derinliğe ve 75 cm yanal mesafeye kadar büyüyebilir. Köklerin çoğu 15-40 cm derinlikte bulunur. Muzun kökleri geçicidir (URL-7).

2.1.2.2 Gövde yapısı

Muzun asıl gövdesi yeraltındadır ve yumruya benzemektedir. Muz sapının üst kısmına yalancı kök denir. Buna yer üstü gövdesi de denir. Yaprakların bir araya gelmesiyle oluşan sahte sap, yerdeki bir kütüğü andırıyor. Cüce muzlarda gövde uzunluğu tipik olarak 1,5 ila 2,25 metre arasındadır. Üst kısmında dört yöne yayılan yaprakları vardır. Sapın orta kısmından yeni yapraklar oluşur. Sahte sap yeşilimsi bir görünüme sahiptir ve yaşlandıkça kabarık bir örtü ile kaplanır. Yalancı gövde yapraklarını tamamladıktan sonra meyve salkımına benzeyen bir tomurcuk (dal) oluşturur. Muz hasadı sonrasında yanına bırakılacak fidelerin beslenmesi için meyvesini vermiş olan sahte sapın kesilmemesi ve yerinde bırakılması gerekir (URL-8).

2.1.2.3 Yaprak yapısı

Muz yaprakları başlangıçta küreseldir, ancak açığa çıktıklarında boru şeklinde bir şekle dönüşecektir. Bundan sonra uç, tipik muz yaprağını oluşturana kadar büyür. Muz yaprakları büyüktür. Yaprığın uzunluğu 2 metre, genişliği ise genellikle 60-90 cm'dir. Yaprak sapı ince bir kanala benzer ve alt kısmı küreseldir. Yaprak ayasının ortasında bir ana damar bulunur, yere bakan kısmı kavisli, yukarı bakan kısmı ise yalancı gövdeye doğru olukludur. Birincil kan damarına neredeyse dikey olan küçük bir açıyla

bağlanır ve birbirine dik yan damarları vardır. Bu yan damarlar arasındaki alan yaprağın yüzeyidir. Rüzgârlı havalarda bu yan dallar ana dalla birleşerek yaprak dilimlere dönüşür. Yapraklar yaşlandıkça yeşil görünür ve tüylü bir maddeyle kaplanır. Yaprığın kenarında, yaprak ucu adı verilen bir kısım bulunur. Bu, yaprak ararken uzama fırsatlarını aramak için kullanılan bir araçtır. Yaprak oluşumu süreci sona erdikçe azalır (URL-7; URL-8).

2.1.2.4 Tomurcuk ve çiçekler

Muzda tomurcuk kümeleri, çiçekler ve meyveler bulunur. Sahte sapın sonunda üzerinde bir çiçek sapı ve büyük bir tomurcuk oluşur. Tomurcukta çok sayıda çiçek var. Muzun ana çiçekleri tomurcuktaki braktenin altında bulunur. Muz salkımlarında üç çeşit çiçek bulunur. İlk braktelerin tabanından çıkan çiçeklere dişi çiçek adı verilir, bu çiçekler daha sonra muza dönüşecektir. Sonuç olarak muz, özelliklerinden dolayı partenokarpi olarak anılmaktadır. Kurutulmuş tepecikler hasat süreci boyunca meyvenin üst kısmında kalabilmektedir. Salkımdaki çiçek sayısı ne kadar fazla olursa ağırlığı da o kadar fazla olacaktır. Salkımdaki dişi çiçeklerin miktarı sıcaklığa bağlı olup, sıcak aylarda artar, soğuk ve sıcak aylarda ise azalır (URL-7; URL-8).

2.1.3 Muz üretimi

Muz üretimi üç farklı şekilde gerçekleştirilir. Tohumlu yöntem: Tohumlu yöntem ülkemizde uygulanmamaktadır. Yaşlı muz bitkisinin budaması sırasında topraktan 40-50 cm uzunluğundaki dar (kılıç) yaprakların alınmasıyla toprak altındaki yumrudan çıkan kısaçlı bitki üretimi sağlanır. Bu işlem sırasında kök, gövde ve yaprakların aşırı derecede olumsuz etkilenmemesi, bitkinin herhangi bir hastalığının bulunmaması gerekir. Bu şekilde elde edilen saplar Mart-Mayıs aylarında toplanıp bahçeye 3-4 metre aralıklarla tekrar bağlanarak muz olarak yetiştiriliyor. Dikim için çukurlar (ocaklar) 1,5-2,0 m çapında ve 60-70 cm derinliğinde kazılır. Toprakaltı yumrularıyla üretim: Toprakaltı yumruları patates üretiminde olduğu gibi üç gruba ayrılır. Bu bileşenler sıcak noktalara veya seralara yerleştirilir. Bileşenlerin büyümesine izin verilir. Ortaya çıkan sürgünler istenilen yerlere dikilir (URL-7; URL-8).

Muz toplanırken meyvenin zarar görmemesine dikkat edilir ve akşam saatlerinde hasat yapıp güneşten korunur. Muz meyvesini toplamak için meyvenin tam olgunluğa

ulaşmasını beklemenize gerek yoktur. Muzlar genellikle sağlıklı bir ortamda ve uygun ekolojiyle birlikte doğduktan sonra 80-100 gün içinde hasat edilir. Ülkemizde bu süre yaklaşık 125-150 gün kadardır. Güneş ışığının kısıtlandığı ve sıcaklığın azaldığı durumlarda hasat zamanı ileri alınır. Hasat edilen muzlar uygun nakliye ile depolama tesislerine nakledilir. Hasat edilen muzun dış yüzeyi koyu yeşildir. Bu rengin açılmasıyla olgunlaşma süreci başlar, meyvenin çekirdeği yumuşar ve donuk beyaz görünür. Kabuğun rengi başlangıçta açık yeşil olur, daha sonra yeşilimsi, sarı ve en sonunda parlak sarı olur. Bu son aşamada meyvenin ucu ve sapı hala yeşildir. Kabuğu tamamen sarı renkle kaplandığında meyve yenmeye hazırdır. Muzun hasat sonrası ömrünü uzatmak için en kısa sürede uygun koşullarda depolanması gerekir. Bu koşullar genellikle çeşitli taşıma araçlarında ve soğuk hava depolarında karşılanır. Muzun solunum hızı diğer meyvelere göre yüksektir (URL-7; URL-8).

2.2 Sürdürülebilirlik Açısından Gıda Atıklarının Değerlendirmesi

Depolama alanlarındaki işlenmemiş gıda atıkları çevre kirliliğine önemli bir katkıda bulunmaktadır, bunun nedeni küresel ısınmaya neden olan sera gazlarını serbest bırakmasıdır, kirliliğin azaltılması için bu gazların azaltılması gerekmektedir. ABD'de perakende ve tüketici düzeyinde gıda atığı olarak kaybedilen besinler üzerine yapılan bir araştırma, meyve atıklarının toplam lif kaybının %22'sini, magnezyum içeriğinin %10'unu, potasyum içeriğinin %16'sını, 11 B6 vitamini içeriğinin %'si ve C vitamini içeriğinin %51'i. Araştırmaya kendisinin de katıldığını söyledi. Bu çalışmada bitkisel atıklar toplam lif kaybının %34'üne, kalsiyum (Ca) kaybının %10'una, toplam demir kaybının %12'sine, magnezyumun %20'sine, potasyumun %29'una, sodyumun %18'ine, vitaminin %18'ine katkıda bulunmuştur. Bir kayıp. Tiamin'in %15'ini, B6 vitamininin %25'ini, folatın %11'ini, C vitamininin %48'ini, E vitamininin 12'sini ve K'nın %40'ını üretmektedir (Spiker vd., 2017).

Kimyasal bileşikler, prebiyotikler, polisakkaritler ve peptidler gibi katma değeri olan ürünler, mikrobiyal etki yoluyla çevre dostu bir şekilde üretilebilir. FAO, besin zincirindeki A ve C vitamini kaybını araştırmış ve mikro besin maddelerinde en fazla kaybın hasat, hasat sonrası ve tüketim dönemlerinde olduğunu, bunun ülkeden ülkeye farklı olduğunu bildirmiştir (Lee vd., 2015). Bu tüketilebilir atıkların bir kısmının yeniden geri kazanılması durumunda, bunun savunmasız popülasyonların düşük besin değerinin azaltılmasına yardımcı olacağı belgelenmiştir (Willett vd., 2019). Meyve ve

sebze atıklarının değeri, çabuk bozulan doğası ve çeşitliliği nedeniyle karmaşıktır; diğer hususların yanı sıra, lojistikle ilgili konular da sorundur. Günümüze gelen en iyi çözüm, geleneksel atık yönetimi yöntemleri ile değerlendirme konusunda gelişen bazı teknolojiler arasında orantılı bir denge kurmak olsa da, meyve ve sebze atık yönetiminin farklı işleme yöntemleriyle mümkün olduğu söylenebilir. Hayvan besleme, arazi doldurma (basura imhası), kompostlama ve ısıtma işlemi dahil olmak üzere geleneksel atık yönetimi yöntemleri. Değerlendirme yöntemleri; ekstraksiyon, kimyasal dönüşümler, biyolojik dönüşümler ve kombinasyonlardan oluşmaktadır.

Değerlendirme teknolojileri; Geleneksel yönetim yöntemlerinden daha üstündürler çünkü değerli bileşenlerin geri kazanılması ve bunların gıda zincirine yeniden dahil edilmesinin yanı sıra başka amaçlar için (eczacılık, kozmetik, sanayi) yeniden birleştirilmesiyle nihai olarak atılan atık miktarının azalmasına yol açarlar. vesaire.). Bunun tersine, geleneksel teknolojiler, insan sağlığına ve çevreye olan etkileri ve zararları en aza indirmeyi ve sonuçta zaten var olan atıkların bertaraf edilmesini içeren bir "borunun sonu" felsefesini izlemektedir. Tüketicilerin bu konulardaki farkındalığının artması nedeniyle, gıda üretim sektörü, sürdürülebilirliğin iyileştirilmesine ve eylemlerinin olumsuz çevresel ve ekolojik etkilerinin azaltılmasına yol açacak her türlü girişimin farkında olmalıdır. Sonuç olarak, 'yeşil' veya çevre dostu gıda üretiminin, bu önemli ekonomik sektörün gelecekteki gelişimi açısından büyük öneme sahip olduğu düşünülmelidir (Esparza vd., 2020).

Atıkların değerlendirilmesi yaklaşımı, çevresel kaygıların ürünlerin geliştirilmesine ve gıda üretimine entegre edilmesini, her zaman en yüksek güvenlik ve kaliteye sahip olmanın yanı sıra verimliliği en üst düzeye çıkarmaya çalışmayı içerir. Bu bağlamda gıda atıklarından biyoaktiviteye sahip, katma değeri yüksek bileşikler elde edilmektedir. Bu biyobileşikler gıda katkı maddeleri, sağlık takviyeleri veya antibiyotikler, enzimler, biyopolimerler ve biyoyakıtlar dahil olmak üzere diğer faydalı biyoürünlerin üretilmesi için bir araç olarak kullanılabilir (Kumar vd., 2018; Kosseva, 2009).

Geleneksel atık değerlendirme yöntemlerinden biri olan hayvan besleme; dikkatli bir şekilde ele alınması gerekir çünkü her hayvan her yiyecek veya kalıntıyı alma yeteneğine sahip değildir (Kunz vd., 2003). Ek olarak, hayvan tüketimine yönelik

artıkların hastalığa neden olan veya besin açısından dengesiz olan toksik bileşikler içermesi olasılığı da vardır. Ek olarak, ulaşım maliyetleri ve buna bağlı koruma harcamaları çoğu zaman bu alternatifini kullanışsız hale getirmektedir (Ottles vd., 2015). Isıl işlemler yoluyla gıda atıklarıyla baş etmenin güvenli yöntemlerinin de maliyeti yüksektir. Ancak kontrollü koşullarda hayvan beslemenin, depolama veya anaerobik sindirim gibi diğer seçeneklere göre önemli ölçüde daha faydalı olduğunu göstermiştir (Saleemdeen vd., 2017). Faydalar, üretimi önemli çevresel ve sağlıkla ilgili etkiye sahip olan geleneksel gıda kaynaklarının kısmen değiştirilmesinden kaynaklanmaktadır. Aslında Japonya ve Güney Kore gibi bazı ülkelerde yem olarak geri dönüştürülen gıda atıklarının yüzdesi sırasıyla %35,9 ve %42,5 gibi yüksek bir seviyeye ulaşılıyor. Bu ülkelerde bu gelenekler büyük ölçüde kısıtlanmış olsa da, AB'de gıda atıklarının çoğunun hayvan yemi olarak kullanılması şu anda yasa dışıdır (Saleemdeen vd., 2017).

Arazi doldurma (çöp atma); Çevresel etkilerine rağmen katı atıkların bertaraf edilmesinde en yaygın ve basit yöntemdir. Gıda israfının temel nedeni, yüksek biyolojik bozunabilirlik ve yüksek besin içeriğidir (Vickers, 2017). Depolama alanlarından salınan metan, metanın atmosfere antropojenik salınımına üçüncü en büyük katkıyı sağlar; bu salınım, atılan organik maddenin anaerobik bozunması ile üretilir. Oluşturulan gaz biyogaz da denir (temel olarak CH₄ ve CO₂'den oluşan bir karışım), genellikle atmosfere salınır. Ancak düzenlemeler ve gazın, onu yakıt olarak kullanan jeneratörlerde güç üretme veya ısı ve güç üretme aracı olarak kullanılmasına ilgi duyması nedeniyle biyogaz üretim sürecinde giderek artan sayıda tesis yer almaktadır. Ek olarak biyogaz, biyometan üretmek amacıyla CO₂ ve diğer küçük bileşenleri izole etmek için daha da rafine edilebilir (Pearse vd., 2018). Depolama alanlarında, organik maddede bulunan besinlerin büyük bir kısmı, metanojenez yoluyla çözünabilir ürünlere ve son olarak da biyogaza dönüştürülür. Bununla birlikte, lignin ve lignoselüloz anaerobik koşullara dirençlidir, bunun sonucunda ek bir ön işlem yapılmazsa, bu bileşenler selülozun biyoyararlılığını engelleyecek ve bu da üretilen biyogazın hacmini azaltacaktır (Kibler vd., 2018).

Kompostlama, atıktaki organik içeriğin yönetimini kolaylaştıran bir prosedürdür; bu özellikle gıda atıklarının ve özellikle sebze ve meyve atıklarının işlenmesinde faydalıdır. Çevresel faydalar, çöp sahalarına kıyasla daha düşük sera gazı emisyonları ve sızıntı suyu üretiminden kaynaklanmaktadır. Ancak atık ayrımı organik bileşenin

ayrılması için gereklidir, bu da karışım ve havalandırma ile ilgili enerji harcanmasını, su eklenmesini ve koşulların dikkatle kontrol edilmesini gerektirir. Buna karşılık, depolama alanlarında meydana gelen işlemler anaerobiktir, ancak kompostlaştırma aerobiktir ve organik maddenin bozulmaya karşı dirençli katı bir malzemeye dönüştürülmesini içerir; bu malzemeye daha sonra kompost adı verilir. Ayrıca CO₂, N₂, NH₃ ve çoğunlukla humik maddeler içerir. Kompost, su tutulmasını teşvik eden bir toprak geliştirici olarak kullanılır ve bunun sonucunda sulama ihtiyacını azaltır. Ancak bu uygulama ağır metallerin, patojenlerin ve mikro kirleticilerin dışlanması gerektirir (Kibler vd., 2018).

Yakma, nihai olarak atılan atık hacmini önemli ölçüde azalttığı için faydalı olabilecek bir prosedürdür ve bu, düzenli depolama sahalarının ömrünün uzatılmasına katkıda bulunacaktır. Önemli atmosferik kirlilik sorunlarından kaçınmak için yakma fırını dikkatli bir şekilde inşa edilmeli ve dikkatle çalıştırılmalıdır, ancak modern yakma fırınları, uygun hava kirliliği kontrol yöntemlerinin uygulanmasıyla atmosfere zararlı olan son derece düşük kirletici emisyonlarına sahiptir (Noma vd., 2017). Ancak uygulanması daha pahalıdır ve daha fazla yatırım gerektirir. Bunun nedeni gıda atıklarının, özellikle de meyve ve sebze atıklarının kalorifik değerinin düşük ve su içeriğinin yüksek olması, gıda atıklarının enerji içeriği yüksek diğer atıklarla birlikte yakılmasını zorunlu kılmaktadır. Karışıma plastik eklenirse, üretim riski de artar. Son derece zararlı hava kirleticileri (örneğin dioksinler), CO₂'nin atmosfere toplam salınımı önemli ölçüde artar (Kibler vd., 2018).

Atık değerlendirme yaklaşımlarından biri olan biyoaktif bileşenlerin etkin kullanımı, önemli çevresel etkilere neden olmadan yüksek derecede verimliliğe sahip teknolojilerin yaratılmasına yol açmıştır (Plaza vd., 2010). Atık meyve ve sebzelerden elde edilebilecek biyoaktif bileşikler, Fenolik bileşikler, terpenler, yağ asitleri, diyet lifi, saponinler, fitostrojenler vb. Çeşitli yapısal ve fonksiyonel özelliklere sahip çok miktarda molekül içerir; bu maddeler kozmetik ürünlere veya takviyelere dahil edilebilir. Ek olarak, son birkaç yılda birçok gıda kaynaklı biyoaktif içerik, diyet takviyeleri veya sağlıkla ilgili moleküller olarak pazarlanıyor. Atık değerlendirme yöntemlerinden elde edilen enzimler, ılımlı koşullar altında reaksiyonlarında hem aktif hem de seçici olan bir katalizör görevi gören proteinlerdir (Esparza vd., 2020). Ticari enzimler genellikle maliyetlidir; bunun temel nedeni yüksek üretim ve hammadde

maliyetleridir. Enzim oluşturmak için meyve ve sebze yan ürünlerinin kullanılması bu masrafları azaltma potansiyeline sahiptir (Vickers, 2017). Ayrıca bu substratlardan farklı tipte enzimler de türetilir. İlgili bazı örnekler şunlardır: selüloolitik enzimler, hemiselülozlar, lakkazlar ve ksilanazlar (bunların tümü lignin bazlı biyokütleden türetilir); amilazlar (mango, muz, muşmula, manyok); pektinolitik enzimler (ananas, portakal ve limon kabukları, üzüm); tanenler (greyfurt kabukları, kirazlar); proteazlar (nar, bambu filizleri ve soya); lipazlar (limon ve hindistan cevizinin yanı sıra soya); invertaz (muz ve portakal kabuklarının yanı sıra soya); peroksidazlar (kuşkonmaz, brokoli ve turp).

Farklı ticari özelliklere ve uygulamalara sahip yeni biyopolimerlere olan talebin artması, son yıllarda mikrobiyal ekzopolisakkaritlerin üretimine olan ilginin yeniden artmasına yol açmıştır. Mikroorganizmalar benzersiz fiziksel ve kimyasal özelliklere sahip çeşitli ekzopolisakkaritler salgılar. Ekzopolisakkaritler, mikroorganizmanın kendisi tarafından üretilen veya büyüme sırasında mikroorganizma tarafından çevreye salınan polisakkaritlerdir. Meyve ve sebze yan ürünlerinin karbon kaynağı olarak kullanılması, mikrobiyal ekzopolisakkaritlerin üretim maliyetini azaltacak ilgi çekici bir alternatiftir, ancak bu biyopolimerlerin bu kaynaklardan başarılı bir şekilde ekstraksiyonu hala gerçekleştirilememiştir. Fermantasyon koşullarının (sıcaklık, pH, mikro besinler vb.) optimizasyonu ve bu polisakkaritleri üreten farklı suşların genetik değişimi, bu polisakkaritlerin verimini artırmanın yanı sıra bu soruna da katkıda bulunabilir (Freitas vd., 2011).

Biyo bazlı polimerlere, özellikle de gıda atıklarından ve meyve ve sebze atıklarından türetilen biyoplastik polimerlere olan talebin öngörülen artışına rağmen, plastik pazarındaki biyoplastik yüzdesi öncelikle üretimle ilgili yüksek maliyetler nedeniyle sınırlıdır. Esas olarak kullanılan bileşenlerden türetilen malzeme, Sonuç olarak atıkların hammadde olarak kullanılması üretim masraflarını azaltacak, rekabet gücünü artıracak ve biyoplastik hacmini genişletecektir (Esparza vd., 2020, Murariu vd., 2016). Gıda sektörüyle rekabet etmeyen, düşük karbon ayak izine sahip biyokütle kaynaklarından elde edilen biyoyakıtlar, beklenen sürdürülebilir enerji sistemi açısından çok önemli kabul ediliyor. Bu alan her zaman gelişmektedir ve bugün, önemli ilerlemelere rağmen, biyoyakıt üretimi hala dünyadaki toplam ulaşım yakıtı talebinin düşük bir yüzdesini temsil etmektedir. Lignoselüloz olan biyokütleyi,

tanımlanmış bir bileşime sahip biyoyakıtlar oluşturmak için kullanılabilecek moleküllere dönüştürme yöntemleri incelenmiştir (Leitner vd., 2017). Gıda kaybı ve israfı evrensel bir sorundur. Gıda atığı, uygun şekilde yönetilmediği takdirde çevresel ve ekonomik sorunlara yol açabilir; Öte yandan kaynak olarak değerlendirilebilirse ülkenin çeşitli boşluklarını da doldurabilir. Bitkisel üretim Türkiye'de tarımın en önemli sektörüdür. Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), Türkiye'de üretilen toplam sebze miktarının yaklaşık %45'inin meyve ve sebze endüstrisinden elde edildiğini tahmin etmektedir. Muz, elma, domates, marul, tatlı biber, armut, üzüm, soğan, enginar ve kuşkonmaz gibi pek çok meyve ve sebzede önemli miktarda atık bulunmaktadır (Akgün vd., 2019). Muz işlendikten veya tüketildikten sonra arta kalan muz kabukları besin değeri yüksek olup, istenilen ölçüde ekonomik olarak değerlendirilebilmektedir. Muz meyvesinin yaklaşık %18-35'i kabuktan oluşur (Şengül vd., 2019).

2.2.1 Atıkların geri kazanım süreci

Sektörel gelişmeler ve insanların yaşamsal faaliyetleri dünya çapındaki atık miktarını önemli miktarda arttırmaktadır. Ancak tarımsal atıkların arıtılmasına, geri kazanımına yönelik uygulamalar ve değerlendirmeler eksiklik olarak görülmektedir. Bu bağlamda, Sürdürülebilir Kalkınma Gündemi 2030'un Sürdürülebilir Kalkınma Hedefi (SDG) 12, *"Sürdürülebilir tüketim ve üretim biçimlerinin sağlanması"* olarak tanımlanmakta ve hedef 12, *"2030 yılına kadar üretimi önemli ölçüde azaltma" ihtiyacını doğrulamaktadır. Önleme, azaltma, geri dönüşüm ve yeniden kullanım yoluyla atıkların azaltılması.*" (United Nations, 2015).

Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Ajansı tarafından önerilen yaklaşıma göre, yan ürünlerin yani atıkların kullanımı i) iklim değişikliğini ele almak; ii) gıda güvenliğini, üretkenliği ve ekonomik verimliliği artırmak ve iii) enerji ve diğer kaynakların korunması açısından önem arz etmektedir. Ayrıca, bu önlemlerin uygulanmasının istihdamı artırma, depolama alanlarındaki metan emisyonlarını azaltma ve kaynakları koruma potansiyeli vardır. Ayrıca, EPA'nın muz gibi organik atıkların geri kazanımı için önerdiği hiyerarşik piramit bu atıklara uygulanacak modelleri ve geri kazanımı ortaya koymaktadır (Şekil 2.1). FAO istatistiklerine göre üretilen gıdanın yaklaşık %33'ü küresel olarak tedarik zinciri boyunca kaybolmakta veya israf edilmektedir (Santiago vd., 2022). "Sorumlu Tüketim ve Üretim" başlıklı Sürdürülebilir Kalkınma Hedefi 12 (SDG 12), diğerlerinin yanı sıra, gıda kayıplarını

azaltmak için üretim ve tedarik zincirlerinde geri dönüşüm ve yeniden kullanım stratejilerinin uygulanmasını amaçlamaktadır (United Nations, 2015). 2008/98/EC sayılı Konsey Direktifi'ne göre gıda atıklarının düzenli depolama sahasına atılmasının kısıtlanması göz önüne alındığında, gıda atıklarının yönetimi için yakma veya kompostlama gibi diğer teknikler ortaya çıkmaktadır. Bununla birlikte, bu atıklarda bulunan çeşitli bileşenlerin (örneğin lipitler, pektinler veya fitokimyasallar) içeriği, değerli kaynakların geri kazanılmasında bir alternatif olarak ortaya çıkmaktadır. (Santiago vd., 2022).

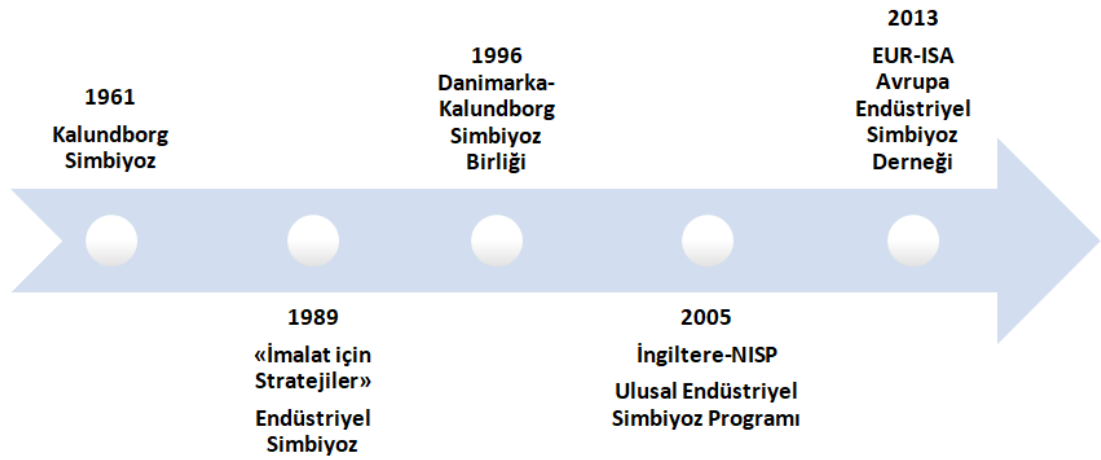


Şekil 2.1. Gıda geri kazanım hiyerarşisi (URL-9).

2.2.2 Endüstriyel simbiyoz yaklaşımı

"Simbiyoz" biyolojik bir terimdir ve iki canlının tek bir organizma gibi birbirleriyle yardımlaşarak bir arada yaşamaları anlamına gelmektedir. Endüstriyel ekoloji ile aynı yaklaşımı işaret eden endüstriyel simbiyoz doğadakine benzer şekilde birbirine yakın iki bağımsız endüstriyel işletme arasındaki madde ve enerji değişimi olarak tanımlanmıştır. Bu kapsamda, endüstriyel simbiyoz tercihen birbirine fiziksel olarak

yakın olup, normalde birbirlerinden bağımsız çalışan iki veya daha fazla işletmenin bir araya gelerek hem çevresel performansı hem de rekabet gücünü artıracak uzun süreli ortaklıklar kurması ve dayanışma içinde çalışmasını ifade eder (Uslu, 2019). Diğer bir ifadeyle endüstriyel simbiyoz bağımsız işletmeleri, daha sürdürülebilir ve yenilikçi bir kaynak kullanım yaklaşımı çerçevesinde bir araya getirmektedir. Bu ağ yapı, malzeme, enerji, su ve yan ürünlerin fiziksel değişimi de dahil olmak üzere, her türlü varlığın paylaşımı anlamına gelmektedir. Bu sayede endüstriyel kaynaklı çevresel ve sosyal problemlerin önüne geçmekle kalınmayıp aynı zamanda ekonomik getiri de sağlanmış olunacaktır. 1961 yılında Kalundborg bölgesinde gerçekleştirilen endüstriyel ortaklık 1996 yılında Kalundborg Simbiyoz Birliği'nin kurulmasıyla devam etmiştir (URL-10). 2005 yılında İngiltere Ulusal Endüstriyel Simbiyoz Programının başlatılması ve 2013 yılında Avrupa Endüstriyel Simbiyoz Derneği'nin kurulmasıyla bu kavram Avrupa genelinde yaygınlaştırılmıştır (Şekil 2.2) (URL-10). Tez kapsamında sıvı gübre sektörü, yem sektörü ve yakın sektörler arasındaki ilişki ortaya konulmaya çalışılacaktır.



Şekil 2.2. Endüstriyel simbiyoz kavramının gelişimi (URL-10).

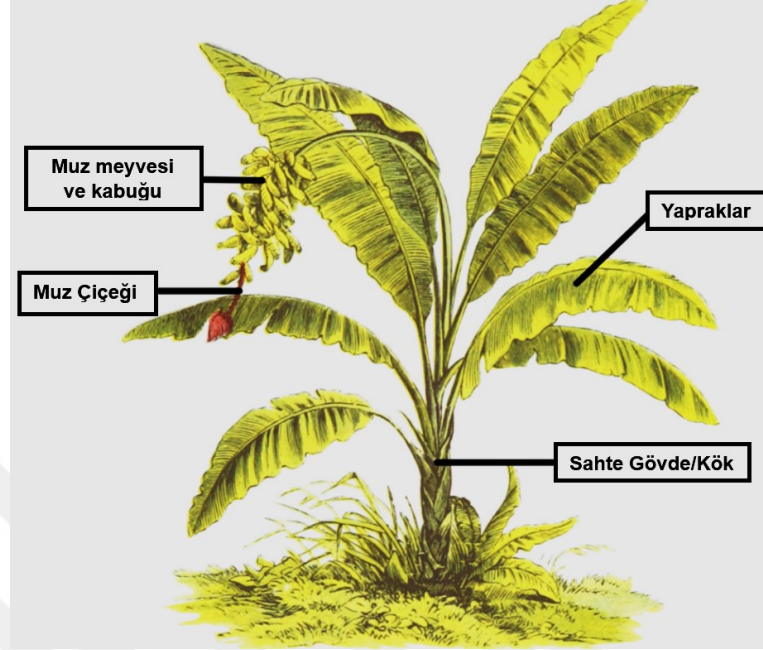
2.3 Muz Atıklarını Durumu

Muz meyvesinin yaklaşık %40'ını oluşturan muz kabukları (BP), tipik olarak israf edilir ve atmosferde amonyak ve hidrojen sülfür gibi zararlı gazların üretimine yol açabileceği gibi çeşitli çevresel sorunlara katkıda bulunur (URL-11). Yaygın olarak diyet sebzesi olarak kullanılan muz çiçeği, muz bitkisinin daha az kullanılan bileşenlerinden birini temsil eder (Suprayitno vd., 2022; Kumari vd., 2023). Meyve kabuklarının besin takviyesi olarak kullanımı öncelikle kimyasal bileşimlerine

dayanmaktadır. Muz kabuğu, meyve kısmına benzer şekilde, meyvede bulunan çeşitli fonksiyonlara sahip biyoaktif bileşiklerin çoğunluğundan birincil olarak sorumlu olan organik içerik açısından zengindir (Zaini vd., 2023.).

Önceki bölümde söylendiği gibi, gıda zinciri veya üretim sürecindeki kayıplar veya atıklar, muz atığı veya yan ürünlerinin kaynağıdır. Muz bitkisinin gövdesine verilen isim olan yalancı gövde, yumuşak bir iç çekirdek ile çevrelenen yaprak kılıflarından oluşur. Ayrıca muz bitkilerinin biyokütle atıklarının çoğunluğu, değiştirilmeden önce ömürleri boyunca yalnızca bir kez meyve veren sahte gövdelerdir. Muz tarlalarının her hektarının yaklaşık 220 ton biyokütle çöpü ürettiği tahmin edilmektedir (Balda vd., 2021). Bir muz bitkisinin kütlelerinin yaklaşık %60'ını oluşturan muz sahte sapları (BPS), her hasattan sonra kesildiğinden muz çiftliklerinde önemli bir atık kısmını temsil eder. Muz, sıcak iklimlerde tüm yıl boyunca yetiştirilir ve boyu 15 m'ye kadar büyüyebilir (Delgado Moreira vd., 2023). Ebeveyn sahte gövdesi meyve verdikten sonra doğal olarak öldüğü için ağaca benzer çok yıllık bir bitki olarak sınıflandırılırlar (URL-12). Bu hasat ve kesme sistemi, muz endüstrisindeki muazzam miktardaki ürün artıklarının ardındaki ana nedendir. Tek bir muz bitkisi, toplam bitki kütlelerinin %80'ini oluşturan atık üretir. Ayrıca bir muz çiftliğinin hektar başına yıllık yaklaşık 220 ton yan ürün veya atık ürettiği rapor edilmiştir (Castillo vd., 2023). Bu muz atıkları tipik olarak iki kategoriye ayrılır: a) bitkisel ve organik ve b) sentetik ve inorganik. Bununla birlikte, bitkinin toplam ağırlığının (yenilebilir meyve) yalnızca %12'si ticari endüstri tarafından kullanılırken geri kalanı genellikle hasattan sonra atılır (URL-13). Muz bitkilerinin esas olarak meyveleri için yetiştirildiği göz önüne alındığında, muz endüstrisinde büyük miktarda yan ürün ve atık üretiliyor; bunun başlıca nedeni, muz bitkisinin toplam kütlelerinin yaklaşık %60,5'ini oluşturan muz sahte gövdesidir (URL-12). Muz sahte gövdesinin sadece su açısından değil aynı zamanda iyi mekanik özelliklere sahip bir lif oluşturan selüloz, hemiselüloz, pektin ve lignin gibi polimerler açısından da zengin olduğu bilinmektedir (Fonseca-Pinheiro vd., 2022). Hasat edilen her ton muz meyvesi için yaklaşık 3 ton yalancı gövde, 150 kg rakis ve 480 kg yaprak oluştuğu, ayrıca 100 kg meyvenin reddedildiği rapor edilmiştir (Subagyo ve Chafidz, 2020; Diaz vd., 2019). Muzun sahte sapları ve yaprakları gibi atıkları, ek takviye görevi görmek üzere sıklıkla toprağa yeniden entegre edilir (URL-13). Muz atığı genellikle Şekil 2.3'te gösterildiği gibi muz kabuğunu, muz sahte sapını, muz kabuklarını ve muz yapraklarını içerir. Büyük ölçekli muz tarlalarında hasat kaybı olan

muzlar ve sahte gövdeler tarlada bırakılabilmektedir. Yanlış muz atık yönetimi, su ve toprak kirliliği gibi çevre kirliliğine yol açabilir (Zaini vd., 2023).



Şekil 2.3. Muz atık biyokütlesinin farklı kısımları (Zaini vd., 2023).

Türkiye’de muz üretimi ağırlıklı olarak Akdeniz Bölgesi’nde gerçekleşmekte olup, üretim sonrası ürünler etkin bir şekilde değerlendirilememektedir. Atıkların geri dönüştürülmesi yöntemi ve farklı sektörlerde değerlendirme ön plana çıkmaktadır. Muz sahte sapları söz konusu olduğunda, muz lifi, özsuğu ve diğer ürünler kullanılmakta ve gıda, gübre, sağlık, enerji, atıksu arıtımı, kağıt ve tekstil ürünlerinin imalatı, el sanatları yapımı gibi birçok sektörde değerlendirilmektedir (Castillo vd. 2023; URL-14). Son yıllarda ve özellikle Alanya’da sıvı gübre ve el işi üretimi sektörlerinde muz sahte kök atıkları alternatif olarak etkin bir şekilde uygulanmaktadır.

2.3.1 Literatür taraması

Balakrishnan vd. yaptıkları çalışmada, Sri Lanka’nın Kurunagala bölgesinden elde edilen muz lifleri ile muz gövde atıklarının katman bazlı özelliklerini Fourier dönüşümü kızılötesi spektrofotometre (FTIR) ile tanımlamaktadırlar (URL-15). Tanımlamada sahte gövdenin orta katmanlarının diğer katmanlara göre hem daha ince ve güçlü hem de selüloz içeriklerinin yüksek seviyelerde olduğu tespit edilmiştir.

Cai vd. (2023) yaptıkları makale çalışmasında, farklı büyüme koşullarına sahip muz sahte gövdelerinin bulundukları ve yetiştirildikleri ortamda gelişim düzeyi açısından YOLOV7 ve YOLOV7-FM derin öğrenme nesnesi algılama algoritması ile tespit etmek için modelleme uygulamışlardır.

Zaini vd. (2022) gıda endüstrisinde muz biyomass atığının spesifik özelliklerine ve nano selülozik yapısına göre uygulanabilirliğini incelemişlerdir. Çalışmada muz gövde atığının lignoselülozik içeriğin yüksek olması nedeni ile hem gıda hem de farklı sektörlerde kullanımının avantajlı olacağı sunulmuştur.

Biyorafineri yaklaşımı kapsamında muz atık değerlendirme stratejilerinin çevresel açıdan karşılaştırılması üzerine yapılan çalışmada araştırmacılar yaşam döngüsü analizini kullanarak süreci daha net değerlendirmişlerdir. Sonuçlar biyoetanol üretimi açısından muz atıklarının başarılı olacağını ortaya koymuştur (Santiago, 2022).

Bu çalışmada, muz yaprağı kılıfı, piroliz yöntemiyle biyokömüre dönüştürülmüştür. Ayrıca, hazırlanan biyokömür, yavaş salımlı bir azotlu gübrenin hazırlanması için araştırılmıştır. Çalışma, büyük miktarlarda oluşan tarımsal atık sorununun azaltılmasına ve bunun değerli bir ürüne dönüştürülmesine imkân vermektedir. Bu sayede, geliştirilen çevre dostu malzeme, ticari gübre kullanımını büyük ölçüde azaltarak çevre kirliliğini düşürecektir (Ramesh ve Rahavan, 2024).

Pillai vd. (2024) yaptıkları çalışmada muz sahte köklerinde bulunan biyoaktif kimyasalların türlerini ve bu bileşenlerin sürdürülebilir gıda sektöründe uygulanabilirliği ile diğer sektörlerdeki kullanım dağılımlarını ortaya koymak için ekstarksiyon yöntemleri ile değerlendirmeler yapmışlardır. Sahte kök atığının %75 gibi yüksek bir oranla muz bitkisinin ana atığı olduğunu belirtmişlerdir.

Castillo vd. (2023) muz atıklarının gıda ambalajı ve sıvı gübrede kullanımının çevresel sürdürülebilirlik değerlendirmesi üzerine bir araştırma gerçekleştirmişlerdir. Bu değerlendirmenin sonuçları, belirlenen patentli teknoloji sayesinde çevre açısından tercih edilebilir ürünler ortaya koymaktadır.

Bu çalışmada, siliko perspektifiyle antidiyabetik etkilerini değerlendirmek üzere muz sahte sapı ve çiçeğinin spesifik fitobileşenleri üzerinde karakterizasyon testleri gerçekleştirilmiştir. Bu bağlamda, GC-MS analiziyle tanımlanan muz sahte sapı ve

çiçeğinin çeşitli fitobileşenleri kimyasal veri tabanlarından elde edilmiştir (Patil vd., 2022).

Kumar vd. (2022) dünya çapında yaklaşık 200 milyon insanı etkileyen, içme suyunda bulunan en toksik metaloid olan arseniğin gideriminde muz sahte kök atıklarını mikroalg biyofilmi için bir substrat olarak kullanmışlardır. Karşılaştırmalı deneylerle muz sahte gövde atığının biyofilme katkısı ve etkinliği test edilmiştir. Deneyler sonucunda arseniğin alıcı su ortamından gideriminde muz sahte kök atıklarının etkili olduğu gözlenmiştir.

Bu çalışmada, muz sahte kök atıklarından elde edilen posa, potasyum bazlı bir hamur oluşturma süreciyle ekstrakte edildi. Elde edilen hamur kağıt üretim sektörü için uygunluk testlerine tabi tutulduktan sonra atığın selülozik bileşen potansiyeli ortaya konmuştur. Bu çalışma, tarımsal atıklardan çevre dostu bir süreçle elde edilen selülozik hamurların, kağıt hamuru ve kağıt endüstrilerinde kullanım ve yeni sürdürülebilir ambalaj üretimi için önem arz etmektedir.

Polimer sertliğini arttırmak için yalancı muz köklerinin lifleri yenilenebilir bir kaynak olarak değerlendirilmiştir. Bu kapsamda Polilaktik Asit / Muz Lifi Kompozitinin performansı test edilerek yapısal özellikler taramalı elektron mikroskobu ile açıklanmıştır. Ayrıca liflerin hidrofilik özellikleri de ortaya konulmuştur (Al-Daas vd., 2023).

Oyewo vd. (2023), Nijerya'daki dört yaygın muz sözde kök Lif çeşitlerinin fiziko-kimyasal, termal ve mikro-yapısal karakterizasyonunu araştırmışlardır. Bu çalışma, bu çeşitlerin fiziksel, termal ve mikroyapısal özelliklerine ilişkin fikir edinmek için karakterizasyon testlerini kapsamaktadır. Karakterizasyon testlerine göre her türün kendine özgü avantaj ve dezavantajları belirlenmiştir.

Adsorpsiyon sürecinde lignoselülozik açıdan zengin muz sapı kullanımı sonucunda kurşun ağır metalinin alıcı su ortamından giderimi sağlanmıştır. Alternatif adsorbent olarak değerlendirilen muz sapının kurşun giderim verim etkinliği farklı adsorpsiyon faktörlerine göre değerlendirilmiş ve %75 civarında giderim verimi bulunmuştur (Kokate vd., 2022).

Mostafa (2021) araştırmasında değerli antimikrobiyal bileşiklerin kaynağı olarak muz bitkisinin özelliklerini ve gıda sektöründeki güncel uygulamalarını araştırmıştır. Özellikle, doğal antioksidan özellikte fırıncılık, süt ürünleri, içecek ve et ürünlerinin işlenmesinde muz atık parçalarının uygulanabilirliği ve etkinliği tartışılmıştır. Ayrıca, gıda paketlenmede de bu atıklardan fayda sağlandığı gözlenmiştir.

Son zamanlarda muz sahte kök atığının lifinin polimer kompozitlerde uygulama alanı bulmasını sağlamak için yoğun araştırmalar gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda Oyewo vd. (2023) yaptıkları makalede muz sahte kök lifinin ekstraksiyonu ve uygulanabilirliği üzerine test çalışmaları gerçekleştirmişlerdir. Sonuçlar kimyasal kompozisyon açısından elde edilen liflerin selüloz, hemiselüloz, lignin açısından son derece yüksek içeriklere sahip olduğunu göstermiştir. Bu bileşen içeriğine göre de çalışmada hibrit kompozitlerin eldesi hedeflenmiştir.

Abera vd. (2023) yaptıkları araştırmada muz sahte kök selülozik lifi ile elde edilen biyoplastik filmin sentezi ve karakterizasyonunu gerçekleştirmişlerdir. Çalışma sonuçları Muz sahte kökünden elde edilen lifin diğer lifli ticari yan ürünlerden elde edilen liflere göre fiziksel güç ve selüloz içeriği açısından nispeten iyi olduğu tespit edilmiştir.

Pawar vd. (2023)'nin adsorpsiyon sürecindeki ana amacı muz sahte sapından adsorbent hazırlamak, elde edilen adsorbenti karakterize etmek, farklı adsorpsiyon parametrelerine göre sentetik sudan Pb(II) iyonlarının arıtım etkinliğini test etmektir. Pb(II)'nin uzaklaştırılması için en uygun koşulları belirlemektir. Muz sahte sapı gibi çevre dostu adsorbentler, ağır metallerin atık sudan uzaklaştırılmasında temel bir rol oynar.

Sharma ve Wadhwa (2023) muz sahte sapının yapısında yer alan selüloz ve ligninden sonraki en önemli bileşen pektinin ekstraksiyonunu sağlamak için araştırma yapmışlardır. Farklı ekstraksiyon solüsyonlarında gerçekleştirilen deneylere göre muz sahte sapından %35 oranında pektin eldesi sağlanmıştır.

Farklı tarımsal atıklardan elde edilen biyokömür ile boyar madde giderimi bilim insanlarının ilgisini çekmiştir. Bu kapsamda, Baharim vd. (2023) atık sulardan kristal mor boyar maddesinin giderimi için muz sahte sapı atığını, 300 °C, 500 °C, 700 °C ve

900 °C sıcaklıklarda yavaş piroliz yoluyla biyokömür hazırlamak için kullanmışlardır. Deneyler, 300 °C'de optimize edilen biyokömürün sırasıyla %96,4 ve 48,2 mg/g ile en yüksek giderim ve adsorpsiyon kapasitesi sergilediği ortaya çıkmıştır.



3. MALZEME VE YÖNTEM

Tezin hazırlanmasında literatür taraması ve seçilen tesis hakkında iki aşamalı yöntem gerçekleştirilmiştir. İlk aşamada “Web of Science; Science Direct, Springer, Wiley, Taylor ve François, Scopus” ve “Google Scholar” veritabanları kullanılarak bibliyometrik araştırma yapıldı. Öncelikle "gıda atığı", "tarımsal atık", "muz", "muz bitkisi" gibi anahtar kelimeleri kullanarak genel bir arama yapıldı. Bu araştırma için arama belirli anahtar kelimelere kadar daraltıldı. Bu kapsamda son 5 yılı kapsayacak şekilde "lignoselülozik", "muz gövde atığı", "muz sahte kök", "simbiyoz yaklaşım", "endüstriyel simbiyoz" anahtar kelimeleri araştırılarak spesifik muz gövde atıkları ile ilgili akademik çalışmalar değerlendirilmiştir. Tez kapsamında ilgi alanlarına göre seçilen tez, makale, rapor vb. akademik literatür ayrıntılı bir şekilde incelenmiştir. Şekil 3.1’de bu çalışmanın literatür taramasının aşamaları gösterilmektedir.



Şekil 3.1. Bibliometrik yaklaşımın aşamaları.

İkinci aşamada Antalya bölgesinde Alanya ilçesinde yer alan sıvı gübre üretim tesisinin mevcut izinler ölçeğinde incelemesi sağlanmıştır. Tesis $36^{\circ}21'47.12''K$ ve $32^{\circ}13'11''D$ boylamlarında Alanya merkeze 30 km uzaklıkta yerleşim yerlerinden uzak konumlandırılmıştır (Şekil 3.2). 17 dönüm arazide, 1900 m² kapalı alana sahip sıvı gübre üretimi odaklı muz atıkları geri dönüşüm tesisi, Alanya Belediyesi'nin katkıları ve Antalya İl Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü tarafından sağlanan finansmanlarla kurulmuştur. Tesisin temel amacı, Türkiye'nin önemli bir tüketim meyvesi olan muzun, meyvesi alındıktan sonra geriye kalan bitki atığının değerlendirilerek ekonomiye kazandırılması, muz ağacı kütüğü ve dallarının hammadde olarak kullanılarak bitkisel menşeli katı ve sıvı organik ve mikrobiyal gübre üretilmesidir. Tesisin Kapasitesi yıllık olarak; 2873 ton/yıl Katı Gübre ve 7056 ton/yıl Sıvı Gübre olarak belirtilmiştir.

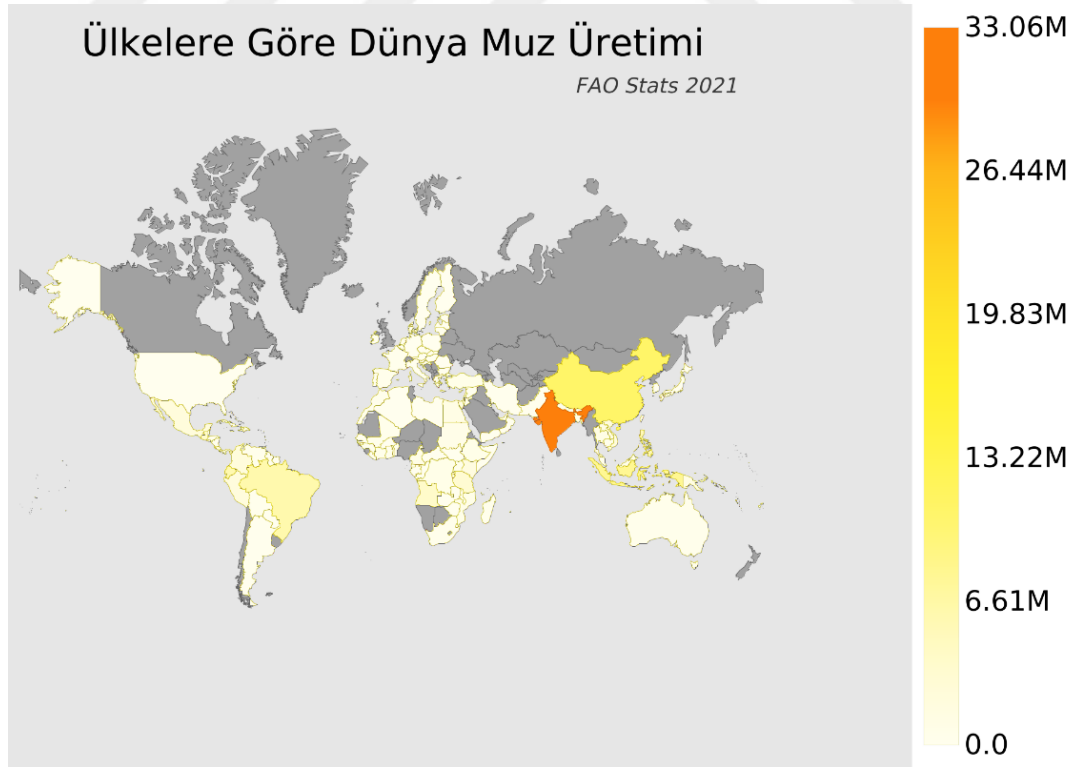


Şekil 3.2. Tesis fotoları (URL-16).

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

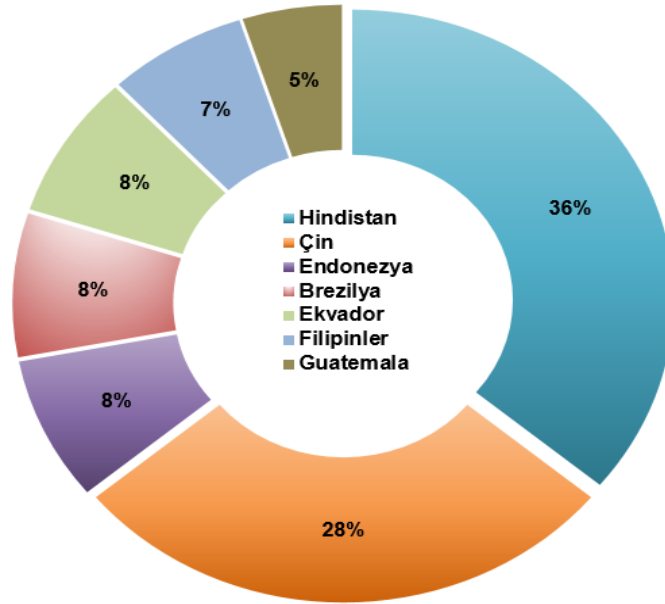
4.1 Dünyada ve Türkiye’de Muz Üretim Verileri

Muz, dünyanın birçok bölgesinde yaygın olarak yetiştirilen bir meyve türüdür. Botanik terminolojisinde "muz", Musaceae familyasına ve Musa cinsine ait, yaprak dökmeyen, çok yıllık, büyük, subtropikal bir bitki olan monokot anlamına gelir. Dünya çapında binden fazla muz türü yetiştiriliyor ve üretiliyor. Bu türler arasında yaygın olarak Musa Cavendishi, Musa paradisiaca ve Musa sapientum olmak üzere üç tür yetiştirilmektedir (Kumari vd. 2023). Muz üretimi ülkeye ve bölgeye göre değişir, ancak en çok muz üreten ülkelerden bazıları Hindistan, Çin, Ekvador, Filipinler ve Brezilya’dır. Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü’ne (FAO) göre, en çok muz üreten kıtalar arasında Asya (68041,17 ton) lider üretici olurken, bunu Afrika (22941,96 ton), Güney Amerika (19421,82 ton), Orta Amerika (10188,53 ton) takip etmektedir. Ayrıca, üretimin 2017 tonunu Karayipler, 1696,17 tonunu Okyanusya, 668,17 tonunu Avrupa ve 2,78 tonunu Kuzey Amerika oluşturmaktadır (URL-17). (Şekil 4.1).



Şekil 4.1. Ülke bazlı dünya muz üretimi haritası (FAO, 2022; URL-18).

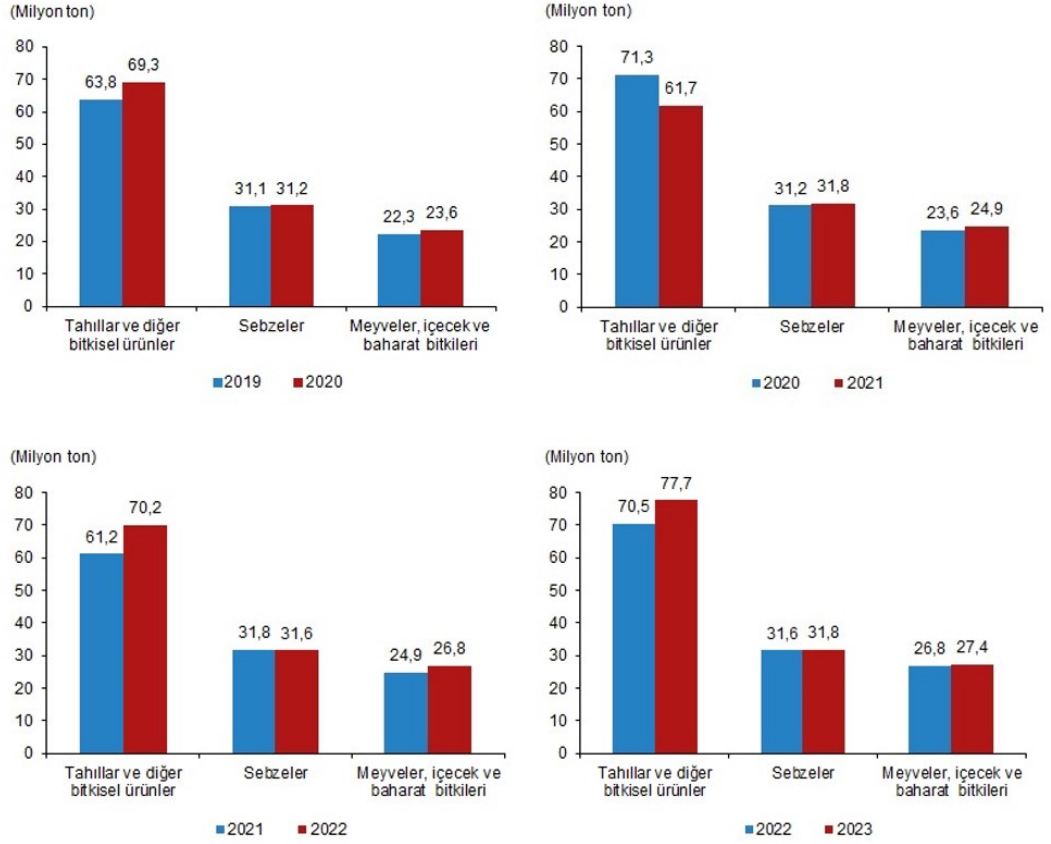
FAO tarafından yayınlanan son istatistikler, Hindistan'ın yıllık 30.460.000 ton muz ürettiğini, ardından Çin ve Endonezya'nın geldiğini göstermektedir (Mostafa, 2021). Hindistan'da muz önemli bir mahsuldür ve ülkenin birçok bölgesinde, yetiştirilmektedir. Dünyanın önemli muz üreticilerinden biri olan Hindistan, dünyadaki muz alanlarının yaklaşık %15'ini kaplamaktadır (Kumari vd., 2023). FAO'ya göre dünya muz üretiminde Hindistan %36'lık üretim payı ile ilk sırada yer alırken, %28'lik üretim payı ile Çin ikinci sırada, %8'lik üretim payları ile Endonezya, Brezilya ve Ekvator üçüncü sırada yer almaktadır (Şekil 4.2). Üretimde ilk sıralarda yer alan diğer ülkeler ise sırasıyla Filipinler ve Guatemala'dır (URL-17). Tropikal ve subtropikal bölgelerde yaygın olarak yetiştirilen muz bitkisi yıl boyunca tek tip sıcak ve yağışlı bir iklime ihtiyaç duymaktadır. Optimum koşullar altında neredeyse bir yıl süren ve daha düşük sıcaklıklar veya daha düzensiz su kaynağı ile daha da uzun bir ürün döngüsüne sahip yarı çok yıllık bir ürün olarak kabul edilirler (Kumari vd., 2023).



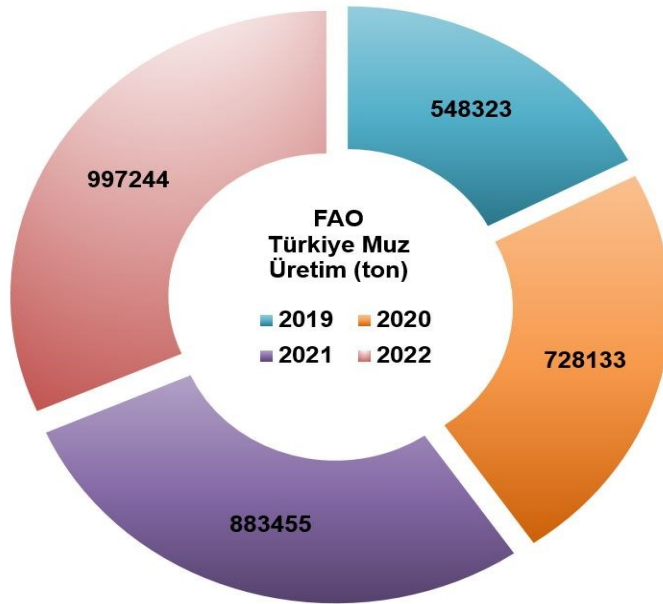
Şekil 4.2. En çok muz üreten ülkeler ve dağılımları (%) (URL-17; Mostafa, 2021).

Şekil 4.2 Türkiye'deki tüm meyvelerin üretim dağılımını ifade ederken, Şekil 4.3 FAO'nun Türkiye muz üretimini göstermektedir. Özellikle, 2019 yılında meyve üretimi 22,3 milyon ton iken 2023 yılında 27,4 milyon tona çıkmıştır. Meyveler içinde önemli ürünlerin üretim miktarlarına bakıldığında, 2019 verilerine göre muz üretiminde %9,9 oranında artış olurken, 2023'te ise muz üretiminde %6,7 oranında azalış gerçekleşmiştir. Bu değişiklik ulusal ölçekli üretim alışkanlıklarının değişimi ile

açıklanabilmektedir. FAO verileri dikkate alındığında 2019-2022 yıllarını kapsayan Türkiye muz üretimi rakamları sürekli bir artış göstermiştir (Şekil 4.4).



Şekil 4.3. Türkiye’de toplam üretilen meyvelerin üretim durumu (TUIK, 2022).



Şekil 3. FAO verilerine göre Türkiye’de toplam üretilen muz durumu (TUIK, 2022).

4.2 Antalya’da Muz Üretimi

Muz bitkisinin ülkemizde görülmesi 19. yy’ın ortalarına rastlamaktadır. Mısır’dan Alanya’ya süs bitkisi olarak getirilen muzun meyvesinin tanınmasıyla birlikte ilgi görmüş ve ekilişine önem verilmeye başlanmıştır. 1930’larda Alanya’dan Anamur’a taşınan muzun meyve vermeye başlamasıyla 1935 yılında Türkiye’de muz artık ticari olarak yetiştirilmeye başlanmıştır (TSKB, 2023; Matso Muz Raporu, 2019). Bu açıdan ekonomik değeri haiz bir şekilde Türkiye’de muz yetiştiriciliğinin 75 yılı aşkın bir mazisi vardır denilebilir. Musaceae familyasından olan muz, Ensete ve Musa olarak iki cinse ayrılmaktadır. Ülkemizde Musa cavendishii çeşidi ve özellikle bu türden Giant Cavendish yetiştirilmektedir (Demirel ve Hatırlı, 2022; Akova ve Şahin, 2018). 2022 yılındaki meyve üretim verileri incelendiğinde; meyve üretiminin iklim avantajı paralelinde Ege ve Akdeniz bölgelerinde yoğunlaştığı ve Türkiye’de meyve üretiminin en yüksek gerçekleştiği 5 ilin 2022 verileri incelendiğinde (Çizelge 4.1) muz için Antalya ve Mersin’in milyon ton cinsinden en yüksek üretime sahip olduğu görülmektedir (TSKB, 2023)

Çizelge 4.1. Türkiye’de meyve üretiminin en yüksek gerçekleştiği 5 ilin 2022 verileri (TSKB, 2023).

Mersin (%12)			Antalya (%7)			Adana (%8)			Hatay (%5)			Manisa (%8)		
Ürün	Miktar	Dağılım	Ürün	Miktar	Dağılım	Ürün	Miktar	Dağılım	Ürün	Miktar	Dağılım	Ürün	Miktar	Dağılım
Limon	0,61	%19	Elma	0,48	%25	Mandalina	0,74	%36	Mandalina	0,68	%47	Üzüm	1,67	%74
Muz	0,54	%26	Portakal	0,44	%23	Limon	0,42	%21	Zeytin	0,22	%15	Zeytin	0,42	%19
Üzüm	0,38	%14	Muz	0,38	%20	Portakal	0,33	%16	Portakal	0,17	%11	Kiraz	0,05	%2
Zeytin	0,36	%14	Nar	0,17	%9	Greyfurt	0,17	%8	Limon	0,13	%9	Çilek	0,03	%1
Çilek	0,24	%7	Zeytin	0,07	%4	Nar	0,09	%4	Üzüm	0,10	%7	Erik	0,01	%1
Diğer	1,08	%18	Diğer	0,36	%19	Diğer	0,29	%14	Diğer	0,16	%11	Diğer	0,06	%3
Toplam	3,22	%100	Toplam	1,91	%100	Toplam	2,04	%100	Toplam	1,45	%100	Toplam	2,24	%100

4.3 Muz Sahte Kök Atığının Tanıtılması

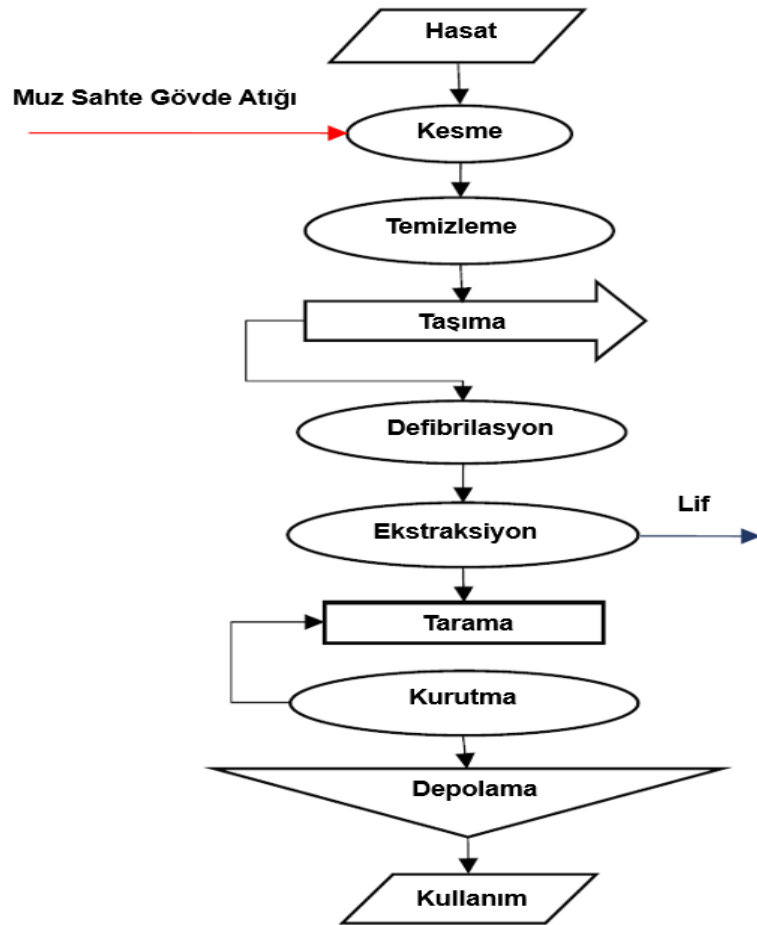
Muz Antalya bölgesi için önemli bir tarımsal öneme sahiptir. Antalya Bölgesi'nde son yıllarda muz üretimi ciddi oranda artış göstermiştir. Bu artışla birlikte atık oluşumunda doğrusal bir artış içerisinde olup, özellikle muz sahte gövde/kök atıkları tez kapsamında değerlendirilmiştir. Bu kapsamda Alanya ilçesinde yer alan seraların muz atıkları araştırılmıştır. Bu bölümde muz sahte kök atığının genel durumu ve spesifik tercih nedenleri açıklanmaya çalışılmıştır. Bir muz bitkisinin sahte gövdeleri, gövdeyi oluşturan ve 2,7 m uzunluğa ve 0,6 m genişliğe kadar 8-12 yaprak taşıyan yaprak kılıflarına sahip çok yıllık büyük bir bitkidir (URL-15). Muz bitkisinin boyu 7,5 m civarında değişebilir (Subagyo ve Chafidz, 2020). 18-24 ay sonra muz bitkisinin dış yalancı sapları olgunlaşır ve çiçek çıkar, ardından yalancı sap nihayet hasada hazır hale gelir (Subagyo ve Chafidz, 2020). Şekil 4.5'te karmaşık bir ortamda muz sahte gövdelerinin resimlerini göstermektedir (Cai vd., 2023).



Şekil 4.5. Muz yalancı sapının görüntüleri (Cai vd., 2023).

Gerçek ve yalancı gövde olmak üzere iki kısımdan oluşan muz bitkisinin yalancı gövde kısmı meyve hasadının ardından kesilerek atılmaktadır. Her yıl muz ekim alanlarında önemli miktarlarda atık ürünler oluşmaktadır. Muz üretim seralarında her hafta yapılan yalancı gövde kesimi nedeniyle üretim sırasında ortaya çıkan atık,

Ülkemiz için de ciddi bir potansiyel oluşturmaktadır. Demirel ve Pınar (2019), 2018 yılı için üretimi yapılan 498.888 ton muz için tarımsal faaliyetler sonucunda yaklaşık olarak 209.448 ton kuru biyokütle artığı açığa çıktığı belirtilmiştir. Genellikle yakılarak imha edilen veya hiç işlem yapılmadan çöpe atılan bitkinin bu atık kısmı yüksek selüloz yüzdesine ve nispeten iyi mekanik özelliklere sahip olarak kağıt-karton üretiminde hammadde olarak avantajlı özelliklere sahiptir ve umut vaat etmektedir (Kalyoncu ve Ondaral, 2021). Muz yan ürünlerinin bolluğu, onları hammaddeye dönüştürülebilen ve kolayca biyolojik olarak parçalanma potansiyeline sahip, pozitif çevresel kabule ve daha fazla ticari uygulanabilirliğe sahip yenilenebilir bir kaynak haline getirmektedir (Delgado Moreira vd., 2023). Yalancı sapların toplanması, muz bitkilerinin dokuz aylıkken, yani meyvelerin hasat edildiği dönemde gerçekleştirilmekte olup, muz sahte gövde atığından liflerin elde edilmesi için 10 cm’lik yükseklikten kesimler sağlanmaktadır (URL-19). Liflerin elde edilme süreci şekil 4.6’da gösterilmektedir.



şekil 4.6. Muz sahte kök lifinin ustalıkla çıkarılmasına yönelik işlem diyagramı (Delgado Moreira vd., 2023).

4.4 Muz Bitki Atıkları İçin Alternatif Değerlendirme Olanakları

4.4.1 Muz bitki atıklarından gübre/lif üretilmesi

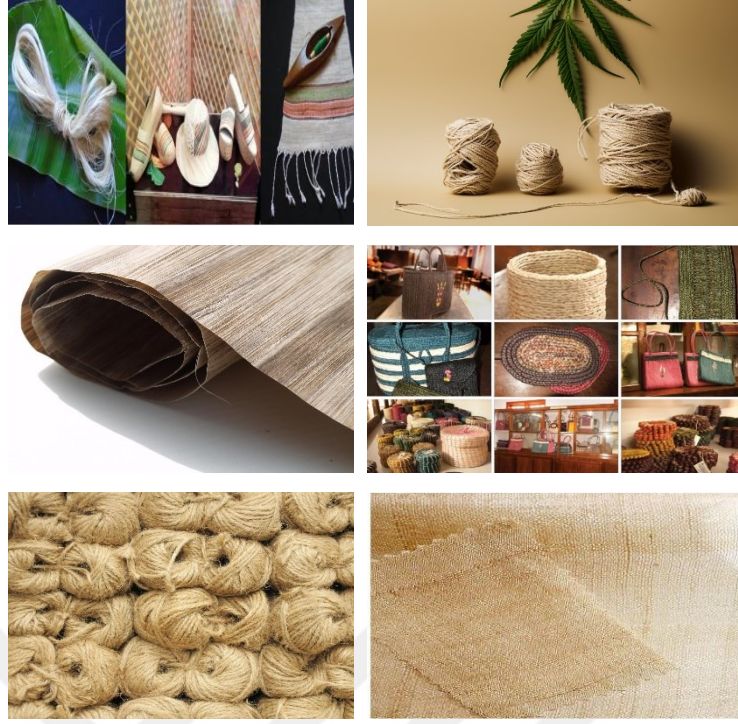
Muz üretiminde toprağın organik içeriği meyve verimini ve hasat zamanını doğrudan etkilediği için çiftlik gübresi yaygın olarak kullanılmakta, ayrıca bu gübreler hijyenik önlemler alınmadan kullanılmakta ve birçok hastalığa yol açabilmektedir. Muz bitkisi atıklarının toprağa yayılması ve yeni bitkiye çürüyerek besin sağlanması yönündeki yaygın öneriye rağmen, bu yaklaşımın dezavantajları vardır. Bunlara yangın ve hastalık potansiyeli de dahildir.

Muz bitkisi atıklarından gübre elde edilmesi, bu atıkların doğru şekilde değerlendirilmesini ve muz üretimi için gerekli bileşenleri içeren gübrenin oluşturulmasını garanti eder. Çizelge 4.2’de muz gövde atığının içeriğindeki bileşenler ve lignoselülozik yapı yer almaktadır. Çizelge 4.2’deki verilere göre muz gövde atığından sıvı gübre üretiminin daha uygun olacağı söylenebilir. Muz sahte gövde atıklarının gübre, lif ve diğer ürünlere dönüştürülmesi amacıyla Alanya’da kurulan tesis bu alanda bölgenin öncüsü olma konumundadır. Tesis sıvı gübre üretimini gerçekleştirirken öncelikle Alanya’daki muz seralarından toplanan muz sahte gövde atıklarını işleme tesisine getirdikten sonra lif çıkarma işleminde olduğu gibi temizleme ve ayırma işlemlerini sağlamaktadır. Ön işlem sonrası özellikli ekipmanlar vasıta ile presleme tekniği ile muz sahte gövde atığının bileşen açısından zengin öz suyu alınmaktadır. Alınan muz öz suyu sıvı gübre üretim aşamaları sonrası ürün formuna kavuşmaktadır. Tesis bu işlemler sonrası açığa çıkan sıvısı alınmış muz sahte gövde atığı posasını ilgili sektörlere özellikle yem üretimi ve çevredeki küçük ölçekli tekstil ve el işi firmalarına ham madde olarak sunmaktadır.

Çizelge 4.2. Muz sahte sapının besin bileşimi (Ramu vd, 2017; Mydhili vd., 2022; Kumari vd., 2023).

Bileşenler	Muz sahte Gövde
Yaklaşık bileşim (%)	
Nem	5-9
Kül	2-8
Yağ	1
Protein	2-5
Karbonhidrat	21-40
Selüloz	44
Hemiselüloz	25
Lignin	8
Mineraller (mg/100 g)	
Potasyum	10,63
Fosfor	2,2
Kalsiyum	4,01
Bakır	0,02
Çinko	16,60
Demir	30,65
Mangan	27,86
Flavonidler	78,60
Askorbik Asid	8,81

Doğal lifler, polimerik kompozitlerde, tarımsal saklama torbaları, tavan çatıları, otomotiv iç parçaları, akustik özellikler, spor ve tıbbi uygulamalar dâhil olmak üzere orta mukavemetli uygulamalarda sentetik liflerle rekabet etmeye uygun hale getiren mükemmel niteliklere sahiptir (URL-20; Sujithra vd., 2019). Doğal elyafların sentetik elyaflara göre avantajları arasında düşük maliyet ve yoğunluk, toksik olmaması ve ciltte tahriş olmaması, biyolojik olarak parçalanabilirlik, iyi termal özellikler ve yakılma kabiliyeti yer alır. Muz kabuğundan elde edilen muz lifi doğal bitkisel lif grubunda olup, dayanıklı ve uzun yapısı nedeniyle 13. yüzyıldan beri kullanılmaktadır. Muz lifi, tekstil, kâğıt, ip ve diğer ürünlerin yapımında yoğun bir şekilde uygulanmaktadır (Thandavamoorthy vd., 2023). Muz sahte kökünden elde edilen lifin yapısındaki ana bileşenler selüloz, hemiselüloz, lignin ve pektin olarak sıralanmaktadır (Badanayak vd., 2023; Nascimento vd., 2023). Bu atık kökten lif ekstraksiyonunda manuel, mekanik, kimyasal ve enzimatik yöntemler tercih edilmektedir. Tüm ekstraksiyon yöntemlerinde, sağlıklı ve taze kesilmiş muz sahte kökü öncelikle ayrılır (Shrivastava vd., 2023; OYEWO, 2023).

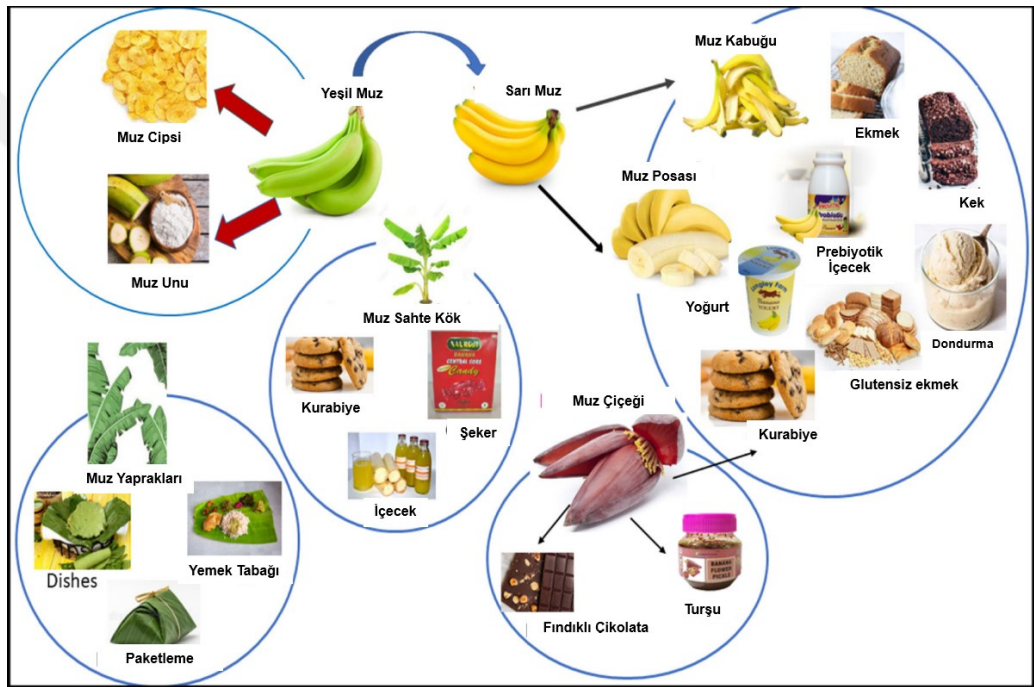


Şekil 4.7. Muz yalancı sapının tekstil ve el işi uygulama görüntüleri.

4.4.2 Muz bitki atıklarının gıda üretiminde kullanımı

Pek çok gıda katkı maddesi muz bitkisi artıklarından elde edilebilmektedir. Muz bitkisi atıklarının kullanım alanları arasında nişasta, pektin, selüloz, doğal boyalar (antosiyantinler), muz bitkisi atıkları, fonksiyonel gıdalar, doğal gıda koruyucuları ve deniz yosunu yer almaktadır. Gıda endüstrisinin yaygın olarak kullandığı ve muzun kabuğunda bol miktarda bulunan pektin önemli bir bileşendir. Narenciye kabuklarından pektin üretimi yaygın olmasına rağmen, muz üretiminin yoğun olduğu bölgelerde muz kabukları düşük maliyetli pektin kaynağı olarak kullanılabilir. Gıda sektörünün dışında pastaneler, oteller ve diğer işletmeler de bulunmaktadır. Muz bitkisinin atıklarından başka ürünler de elde edilebilir. Önceki araştırmalar, çeşitli gıda ürünlerinin (örneğin, unlu mamuller, eriştelere, jöleler ve et ürünleri) besinsel ve fiziksel-kimyasal özelliklerini geliştirmek için olgun ve olgunlaşmamış muz kabuklarını kullanmıştı. Ayrıca muz kabuğundaki kül, protein, yağ ve diyet lifi miktarının posaya göre daha fazla olması, kabuklu gıda maddelerinin faydalı bir etkiye sahip olmasını sağlar (Chakraborty vd., 2021; Nasrin vd., 2015; Agama-Acevedo vd., 2016). Gıda ürünlerindeki yüksek konsantrasyonlarda muz kabuğu, kimyasal ve antioksidan özelliklerin potansiyelini artırabilir.

Muz bitkisi parçaları, birçok amaç için çeşitli gıda maddelerine (un, yağ, diyet ürünler, prebiyotikler vb.) dâhil edilmiş, ayrıca gıdaların paketlenmesinde de kullanılmıştır (Mostafa, 2021) (Şekil 4.8). Unlu mamullerin besin değerinin son zamanlarda yükseltilmesi, bu ürünlerin gıda marketlerinde ve restoranlarda yaygın olarak sunulması nedeniyle büyük ilgi görmüştür. Ekmek, günlük olarak tüketilen temel bir gıda olup, kıvamı ve duysal özellikleri tüketiciler için önemlidir (Eshak, 2016). Bu nedenle muz atıkları un katkı maddesi olarak kullanılarak ekmek kalitesi arttırılmaktadır. Gövde atıkları ise çoğunlukla sıvı içeriği beslenmede sporcular için değerlendirilirken, sıvısı alınmış kökler hayvan yeminde kullanılmaktadır.



Şekil 4.8. Muz bitkisi kısımlarının gıda sektöründeki son uygulamaları (Kumari vd.,2023).

4.4.3 Muz bitki atıklarının kâğıt, plastik yerine kullanımı

Muz bitkisi atıklarının ambalaj, biyolojik olarak parçalanabilen plastikler ve benzeri ürünlerde kullanılmasına yönelik yeni uygulamaların sayısı her geçen gün artıyor. Muz yapraklarının ambalaj malzemesi olarak doğrudan kullanımının yanı sıra, son yıllarda öne çıkan kullanımları sonucunda kâğıt üretimi, biyolojik olarak parçalanabilen plastik üretimi ve bu ürünlerin tek kullanımlık ürün olarak değerlendirilmesi de popüler hale gelmiştir (Deshmukh vd., 2019). Bu girişimlerden biri olan muz yaprağı teknolojisi ilk olarak 2010 yılında Hindistan'dan genç bir girişimci tarafından plastik kullanımının

yerini almak üzere tasarlandı (Şekil 4.9). Patentli yöntemde, normal şartlarda 3 gün sonra çürümeye başlayan muz yaprakları kimyasallardan korunarak ömrünü 1 yıl uzatıyor, esnekliğini, yırtılmasını ve sağlamlığını artırıyor. Şu anda 30'un üzerinde farklı üründe kullanılan yöntemle tabak, bardak, kutu, kâğıt, zarf gibi ürünler üretilabiliyor. Yakın gelecekte doğal ambalaj malzemeleri gibi ürünlerin piyasaya sürülmesi bekleniyor.



Şekil 4.9. Muz yalancı sapının kâğıt ve ambalaj kullanım görüntüleri.

Yukarıda anlatılan yöntemle işlenen yapraklar, kullanım ömrünün bitiminden sonra hayvan yemi olarak değerlendirilebilmektedir. Muz bitkisinin yan ürünlerinin benzer bir kullanımı biyolojik olarak parçalanabilen plastik üretiminde de söz konusudur. Muz bitkisi, çoğunlukla israf edilen yüksek biyokütle üretimi nedeniyle büyük önem taşıyor. Üretim hacminin yüksek olduğu bölgelerde büyük önem taşıyan biyoplastik bir hammaddedir. Önerilen yaklaşımda, muz sapı önce düşük sıcaklıkta kurutuluyor, ardından toz haline getiriliyor. Toz haline getirilmiş malzeme ilk önce bireysel nanoselüloz parçacıklarını ayıran kimyasallarla işlenir. Nanoselülozdan elde edilen ürün, kâğıt havlulara benzer bir yapıya sahip ve diğer şeylerin yanı sıra gıda ambalajı veya plastik torbalarda da kullanılabilir. İşlevseldir. Biyoplastik pazarının hızlı büyümesi, mevcut petrol bazlı plastiklerle karşılaştırılabilir fiyatlara yol açtı. Ortalama %20 oranındaki talep artışlarının karşılanmasının, muz bitkisi atığı gibi organik maddelere olan talebin de artmasına yol açacağı varsayılıyor.

4.4.4 Muz gövde atıklarından enerji eldesi

Tock vd. (2010) yenilenebilir enerji üretimi için muzun biyolojik kaynak olma kapasitesini araştırmış ve bu araştırma sonucunda iki yöntem bulmuştur; bunlardan biri muz kabuklarının enerjiye dönüştürülmesiydi. Termal yöntemde (süperkritik sıcaklıkta suyun gazlaştırılması ve doğrudan yakılması) ısı ve elektrik enerjisi üretilir (Tock vd., 2010). Kuru muz kabuğunun besin değerinin kilogram başına 18,89 MJ olduğu kabul edilmektedir. Muz kabuğundan yapılan briketler de enerji üretmek amacıyla kullanılabilir (Wilaipon, 2009). Biyolojik yöntemde (anaerobik çürütme) biyogaz üretilir ve daha sonra elektriğe dönüştürülür. Muz gövdesini enerji üretimi için hammadde olarak kullanmanın iki amacı vardır: enerji üretmenin temiz bir yöntemi ve katı atıkların çevreye duyarlı bir şekilde bertaraf edilmesi (Tock vd., 2010). Biyogazdaki metan gazı elektrik üretiminde kullanılmaktadır (Bardiya vd., 1996; Roozbahani vd., 2013; Zafar vd., 2014). Metan ayrıca muz kabuğunun diğer katı maddelerle kombinasyonu (%2,5-10 ağırlık/hacim bileşimi) veya muz kabuğunun saf veya atık gliserol ile birlikte mezofilik bir fermantasyon ortamı olarak kullanılmasıyla üretilir. Pisutpaisal ve ark. toplam katı içeriğin %7,5'i ve 439 ml/g TVS ile mümkün olan en yüksek biyometan veriminin yanı sıra 5,31 ml/saat üretim hızına ulaştı (Housagul vd., 2014). Ancak muz kabuğundan %90 metan verimi elde etmek için 40-50 günlük fermantasyona ihtiyaç vardır (Gunaseelan, 2004). Metan ve hidrojen dâhil diğer kimyasallar da muz ağacı atıklarının anaerobik sindiriminden elde ediliyor. Fermantasyon sırasında ayrıca uçucu yağ asitleri (asetil asit) de üretilir (Nathoa vd., 2014). Etanol, benzine kısmen benzeyen başka bir enerji şeklidir ve ayrıca başka kullanımları da vardır (Daimary vd., 2023). Etanol, *Aspergillus niger* ve *Saccharomyces cerevisiae*'nin substrat olarak muz kabuğunun şekere dönüştürülmesi ve fermantasyonunda kullanılmasıyla başarılı bir şekilde üretilmiştir (Itelima vd., 2013; Benjamin vd., 2014).

4.4.5 Muz gövde atıklarının sağlık sektöründe kullanımı

Genel olarak, muz kabuklarının yapısındaki flavonoidler, tanenler, antosiyaninler gibi bileşenler ve vitaminler farmakolojik açıdan önemli etkilere sahiptir. Bitkilerin sekonder metabolizmasından elde edilen biyoaktif bileşikler antioksidan etkiye neden olarak önemli bir tedavi edici kapasiteye sahiptir (Singh vd., 2015). Fenolikler ve karotenoidler, meyve ve sebzelerde insan sağlığıyla ilgili en yaygın kimyasal

bileşiklerdir. (Boots vd., 2008; Cheng vd., 2007; Nisha. ve Mini., 2014; Agourram vd., 2013). Düşük maliyet ve yeni besleyici gıdalar oluşturmak için antioksidan olarak kullanılabilecek büyük miktarlarda bitki biyoatığının mevcudiyeti son yıllarda önem kazanmıştır (Zaini vd., 2022). Fenolikler, diğer meyvelerle karşılaştırıldığında muzun kabuğunda yoğunlaşan önemli ikincil metabolitlerdir (Sidhu vd., 2018, Someya vd., 2002, Vu vd., 2018). Bu bileşiklerin antioksidan etkisinin önerilen mekanizması, toksik oksijen türlerinin oluşumunu önlemek, ve antioksidan enzimlerin üretimini arttırmaktır. (Valko vd., 2007,). (Winterbourn, 2007; Lu vd., 2019; Mittal vd., 2014). Kolektif ve sinerjik etkileri dikkate alındığında, meyve ve sebzelerden elde edilen kompleks ekstraktlardaki kimyasal bileşenler, kanserin önlenmesinde tek tek bileşenlerden daha etkilidir. Ek olarak yenilebilir kimyasal bileşikler, kanseri düzenlemek ve yönetmek için basit, erişilebilir ve kullanışlı bir yol sağlar (Zaini vd., 2022). Muz gövdesi atığının flavonoid içeriğinin kanser önleyici özelliklerine katkıda bulunduğu varsayılmaktadır. (Phacharapiyangkul vd., 2019). Daha önce yapılan bir çalışmada muz atığının antibakteriyel özelliklerinin *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus cereus*, *Salmonella enteritidis*'e karşı etkili olduğu kanıtlanmıştır (Mokbel vd., 2005).

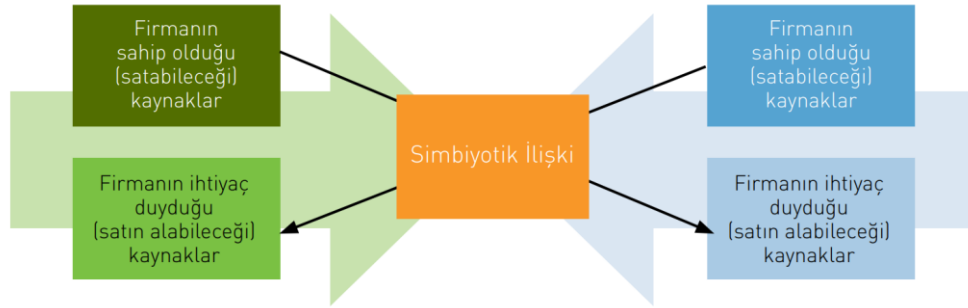
4.4.6 Muz gövde atıklarının absorbent olarak kullanımı

Literatürde çok çeşitli adsorbent materyali olmasına rağmen atık olarak nitelendirilen ve çöplere atılan tarımsal atık bazlı materyallerin kullanımı hem arıtım hem de atığın atıkla giderilmesi açısından yenilikçi bir yaklaşımdır. Aynı zamanda, yeşil kimya üretimine dayalı ve döngüsel ekonomi çerçevesinde, tarımsal atıklar, emici özelliklere sahip malzemelerin geliştirilmesi için de potansiyel adaylardır (Bahsaine vd. in press). Tarımsal bazlı atık grubunda, biyosorbent hazırlanması için sifıra yakın maliyet ve basitlik göz önüne alındığında, arıtımda meyve kabuklarının kullanımı çok umut vericidir (Rigueto vd., 2021). İnsanların günlük beslenmesinde meyve ve sebzelerin tüketimi önem taşımaktadır. Muz, birçok ülkede (>130) yetişen ve dünya çapında tüketilen tropikal bir meyvedir (Fabre vd., 2020). Turunçgillerden sonra en çok üretilen ikinci meyvedir ve dünya meyve üretiminin yaklaşık %16'sına katkıda bulunur (Ossoido vd., 2021). Tüketilen gıda ürünleri arasında ise, pirinç, buğday ve mısırdan sonra dördüncü en önemli besin kaynağıdır. Muz, tüm insanlar tarafından günlük olarak tüketilen lezzetli bir meyve olup, sarı veya yeşil kabuklar genellikle atılır ve

meyve tüketilir. Bu kabuklar, çeşitli fonksiyonel gruplar açısından zengindir. Bu atıklar uygun şekilde değerlendirilmezse doğal ayrışma nedeniyle rahatsız edici koku ve sera etkisine katkıda bulunan gazlar üretir (Tibolla vd., 2018). Bu nedenle, son yıllarda araştırmacılar muz kabuğunu, farklı su ortamlarından organik ve inorganik kirleticilerin uzaklaştırılması için potansiyel bir biyosorbent olarak kullanmışlardır. (Çelebi vd., 2023).

4.5 Simbiyoz Yaklaşımın Değerlendirilmesi

Endüstriyel Simbiyoz, birbirinden bağımsız çalışan, tercihen fiziksel olarak birbirine yakın olan, iki veya daha fazla ekonomik işletmenin bir araya gelerek hem çevresel performansı hem de rekabet gücünü artıracak uzun süreli ortaklıklar kurması ve dayanışma içinde çalışması anlamına geliyor. Dünyanın pek çok yerinde uygulanan güncel bir yaklaşım olan Endüstriyel Simbiyoz, eko-verimlilik (temiz üretim), Ar-Ge, inovasyon, ağyapı kurma ve rekabetçilik gibi pek çok kavramla da doğrudan ilişkili olup Şekil 4.10'da görüldüğü gibi firmanın/sektörün birbiri ile etkileşiminde kaynak kullanım temelli bir yaklaşım olarak ön plana çıkmaktadır. Sektörler arasında çapraz sistemle bir etkileşim sağlanmaktadır.



Şekil 4.10. Simbiyotik ilişkinin temel kaynak elemanları (TTGV, 2014).

Muz gövde atığı ve diğer muz yan ürünlerinin geri kazanımı ve yeniden kullanımı, sıfır atık ve endüstriyel simbiyoz kavramlarını içeren döngüsel ekonomi modeline göre gerçekleştirildi. Bu modele göre gıda atığı ile ilgili çalışma Sarker vd. (2024) tarafından da gerçekleştirilmiştir. Öncelikle kaynak paylaşımı üç şekilde gerçekleşebilir: yan ürün değişimi (atık materyal muz sahte gövde atığı gibi), hizmet/altyapı paylaşımı veya paylaşılan hizmet satın alımı (Hamam vd., 2023). Bu çalışmada kaynak paylaşımı yan ürün değişimi şeklinde gerçekleşmektedir. Yan

ürünün yani atık materyalin sektör değerlendirmesi sonrası açığa çıkan ham maddenin yeniden kullanımı, iki veya daha fazla sektör arasındaki malzeme akışının değişimidir; burada sıvı gübre üretimi sonrası açığa çıkan muz gövde atığı posası, hayvan çiftliklerinde yem amaçlı değerlendirilebilmektedir. Aynı şekilde muz sahte gövde atığından sıvı gübre üretimi sonucu oluşan posa materyali arıtım (adsorbent), gıda (katkı maddesi), tekstil/el işi (selüloz/lif) ve enerji (ethanol/biyogaz) sektörlerinde simbiyoz yaklaşım ile değerlendirilebilmektedir. Simbiyoz yaklaşımda öncelikle muz sahte gövde atığı gibi değerlendirilebilir atık türünün tanımlanması, miktarının belirlenmesi ve karakterizasyonunun yapılması gerekmektedir. Daha sonra sektör odaklı ham madde tanımına göre kullanımlar gerçekleştirilebilir. Kullanımlar sonrası her sektörün simbiyoz yaklaşıma uygun geri kazanım adımları ve teknolojileri belirlemesi gerekmektedir. Şekil 4.11’de tez kapsamında uygulanabilir nitelikte bir dağılım yer almaktadır.



Şekil 4.11. Uygulanabilir simbiyoz yaklaşım diyagramı (URL-21).

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Dünyanın tüm ülkelerinde her yıl düzenli depolama alanlarına gönderilen malzemelerin en büyük bileşenini gıda ve tarımsal atıklar oluşturmaktadır. Üretim aşamasında oluşan gıda ve tarımsal atıklar tüm dünyada büyük paya sahiptir. Bu tez ile dünyanın birçok bölgesinde yaygın olarak yetiştirilen muzun sahte gövde atıklarının simbiyoz yaklaşımla geri kazanım sürecinin durum araştırması yapılmıştır. Çalışma öncelikle dünya ve Türkiye'deki muz üretim miktarlarının ortaya konulması ile ele alınmıştır. Muz üretimi ülkeye ve bölgeye göre değişirken en çok muz üreten ülkeler Hindistan, Çin, Ekvador, Filipinler ve Brezilya olarak bilinmektedir. Türkiye'de muz yetiştiriciliğinin 75 yılı aşkın bir mazisi vardır ve ülkemizde Ege, Akdeniz bölgelerinde üretimin yoğunlaştığı ve muz için Antalya ile Mersin'in en yüksek üretime sahip olduğu görülmektedir. Muz gövde atığı ve diğer muz yan ürünlerinin geri kazanımı ve yeniden kullanımı, sıfır atık ve endüstriyel simbiyoz kavramlarını içeren döngüsel ekonomi modeline göre gerçekleştirilmiştir. Sıvı gübre üretim tesisinden çıkan atık posanın simbiyoz değerlendirilmesi net bir şekilde ortaya konulmuş ve bu kapsamda diyagram oluşturulmuştur. Muz bitkisi atıklarından gübre elde edilmesi, bu atıkların doğru şekilde değerlendirilmesini ve muz üretimi için gerekli bileşenleri içeren gübrenin oluşturulmasını sağlamaktadır. Bu durum muz sahte gövde atığının içeriğindeki selüloz, ligni, hemiselüloz ve diğer aktif bileşenlerden kaynaklanmaktadır. Ayrıca çalışmada muz sahte gövde atığının sıvı gübre üretimi dışında kalan farklı sektörlerdeki uygulamaları da incelenmiştir. Sektörel gelişmeler ve insanların yaşamsal faaliyetleri dünya çapındaki atık miktarını önemli miktarda arttırmaktadır. Ancak tarımsal atıkların arıtılmasına, geri kazanımına yönelik uygulamalar ve değerlendirmeler eksiklik olarak görülmektedir. Gıda atıklarının değerlendirilmesi hem etki hem de katma değer açısından önemli olmakla birlikte araştırmacıların değerlendirmeleri son derece kısıtlıdır. Özellikle çöp olarak görülen bu atık gruplarının değerlendirilmesi için mevcut atık yönetim sisteminin günümüzün sorunlarına uygun olarak revize edilerek sürdürülebilir bir ekonomi modeline dönüştürülmesi gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- Abera W.G., Kasirajan R. ve Majamo S.L., 2023. Synthesis and characterization of bioplastic film from banana (*Musa Cavendish* species) peel starch blending with banana pseudo-stem cellulosic fiber, *Biomass Conversion and Biorefinery*.
- Adeniran, H. A., Abiose, S. H. ve Ogunsua, A. O., 2010. Production of fungal α -amylase and amyloglucosidase on some Nigerian agricultural residues, *Food and bioprocess technology*, 3, 5, 693-698.
- Agama-Acevedo, E., Sanudo-Barajas, J. A., Velez De La Rocha, R., Gonzalez-Aguilar G. A. ve Bello-Perez, L. A., 2016. Potential of plantain peels flour (*Musa paradisiaca* L.) as a source of dietary fiber and antioxidant compound, *CyTA-Journal of Food*, 14, 1, 117-123.
- Agourram, A., Ghirardello, D., Rantsiou, K., Zeppa, G., Belviso, S., Romane, A., Oufdou, K. ve Giordano, M., 2013. Phenolic content, antioxidant potential, and antimicrobial activities of fruit and vegetable by- product extracts, *International Journal of Food Properties*, 16, 5, 102-104.
- Ahmadi, A., Salehi, A., Dadmehr, A., Ghodarzi, S., Sadighara, P., Samarghandian, S., ve Farkhondeh, T., 2019. The effect of banana leaf package on the shelf life of rainbow trout fillet in comparison with plastic bags, *Journal of Bioscience*, 35, 2, 503–508.
- Akgün, B., Güzelsoy, N. A., Yavuz, A., İstanbullu, Y. ve Budaklier, A., 2019. Alternative techniques for fruit and vegetable waste valorization in Turkey, *Gıda ve Yem Bilimi Teknolojisi Dergisi*, 22, 45- 53.
- Almada, C. N., Almada, C. N., Martinez, R. C. ve Sant'Ana, A. S., 2016. Paraprobiotics: Evidences on their ability to modify biological responses, inactivation methods and perspectives on their application in foods, *Trends in food science and technology*, Dec 1, 58, 96-114.
- Anal, A. K., Jaisanti, S. ve Noomhorm, A., 2014. Enhanced yield of phenolic extracts from banana peels (*Musa acuminata* Colla AAA) and cinnamon barks (*Cinnamomum varum*) and their antioxidative potentials in fish oil, *Journal of food science and technology*, 51, 10, 2-9.
- Anhwange, B. A., Ugye, T. J. ve Nyiaatagher, T. D., 2009. Chemical composition of *Musa sapientum* (banana) peels, *Electronic Journal of Environmental, Agricultural and Food Chemistry*, 8, 6, 37-42.
- Arun, K. B., Thomas, S., Reshmitha, T. R., Akhil, G. C. ve Nisha, P., 2017. Dietary fibre and phenolic-rich extracts from *Musa paradisiaca* inflorescence ameliorates type 2 diabetes and associated cardiovascular risks, *Journal of Functional Foods*, 31, 198-207.
- Augustin, M. A., Sanguansri, L., Fox, E. M., Cobiac, L. ve Cole, M. B., 2020. Recovery of wasted fruit and vegetables for improving sustainable diets, *Trends in Food Science ve Technology*, 1, 95, 75-85.

- Avram, I., Gatea, F. ve Vamanu, E., 2022. Functional compounds from banana peel used to decrease oxidative stress effects, *Processes*, 10, 2, 248.
- Babbar, N., Oberoi, H. S., Uppal, D. S. ve Patil, R. T., 2011. Total phenolic content and antioxidant capacity of extracts obtained from six important fruit residues, *Food research international*, 44, 1, 391-396.
- Badanayak, P., Jose S., ve Bose, G., 2023. Banana pseudostem fiber: A critical review on fiber extraction, characterization, and surface modification, *Journal of Natural Fibers*, 2168821, 1-20,
- Baharim, N. H., Sjahrir, F., Taib, R. M., Idris, N., Azmar, T., ve Daud T., 2023. Removal of crystal violet from aqueous solution using post-treated activation biochar derived from banana pseudo stem, *Chemical Engineering Transactions*, ISSN 2283-9216, 45-50.
- Bahsaine, K., Chakhtouna, H., El Mehdi Mekhzoum, M., Zari, N., Benzeid, H., El Kacem Qaiss ve Bouhfd, R., 2023. Efcient cadmium removal from industrial phosphoric acid using banana pseudostem-derived biochar, 5, 399,
- Balcı Akova, S. ve Şahin, G., 2018. Mersin meyveciliğinde muzun yeri ve önemi, *Marmara Coğrafya Dergisi*, 37, 271-289
- Balda, S., Sharma A., Capalash, N. ve Sharma, P., 2021. Banana fibre: a natural and sustainable bioresource for eco-friendly applications, *Clean Technologies and Environ-mental Policy*.
- Bardiya, N., Somayaji, D. ve Khanna, S., 1996. Biomethanation of banana peel and pineapple waste, *Bioresource technology*, 58, 1, 73-76.
- Behiry, SI., Okla, M. K., Alamri, S. A., El-Hefny, M., Salem, M. Z., Alaraidh. I. A., Ali, H. M., Al-Ghtani, S. M., Monroy, J. C. ve Salem, A. Z., 2019. Antifungal and antibacterial activities of *Musa paradisiaca* L. peel extract: HPLC analysis of phenolic and flavonoid contents, *Processes*, 7, 4, 215.
- Benjamin, C., Singh, P. K., Dipuraj, P. S., Singh, A., Rath, S., Kumar, Y., Masih, H. ve Peter, J., 2014. Bio-ethanol production from banana peel by simultaneous saccharification and fermentation process using cocultures *Aspergillus niger* and *Saccharomyces cerevisiae*, *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 3, 5, 84-96.
- Besler, H., Rakıcıoğlu, N., Ayaz, A., Büyüktuncer Demirel, Z., Gökmen Özel, H., Samur, F., Yıldız, E., Bilgiç, P., Dikmen, D., Göktaş, Z. ve Kızıl, M., 2015. Türkiye ye Özgü Besin ve Beslenme Rehberi, Ankara
- Bharathiraja, S., Suriya, J., Krishnan, M., Manivasagan, P., ve Kim, S. K., 2017. Production of enzymes from agricultural wastes and their potential industrial applications. In *Advances in food and nutrition research*, 80, 125-148.
- Boots, A. W., Haenen, G. R. ve Bast, A., 2008. Health effects of quercetin: from antioxidant to nutraceutical. *European journal of pharmacology*, 585, 2-3, 325-337.

- Breeze, P. A. ve Breeze, P., 2018. Landfill waste disposal, anaerobic digestion, and energy production, *Energy from waste*, 39-47.
- Brooks, A. A., 2008. Ethanol production potential of local yeast strains isolated from ripe banana peels, *African journal of Biotechnology*, 7, 20.
- Burlingame, B. ve Dernini, S., 2012. Sustainable diets and biodiversity: directions and solutions for policy, *Research and Action*, 309.
- Cai L., Liang J., Xu X., Duan J., ve Yang Z., 2023. Banana pseudostem visual detection method based on improved YOLOV7, *Detection Algorithm*, 13, 1-20.
- Castillo, M., M. J. K. de Guzman ve J. M. Aberilla, 2023. Environmental sustainability assessment of banana waste utilization into food packaging and liquid fertilizer, *Sustainable Production and Consumption*, 37, 356-368.
- Chakraborty, R., Sabruna, S., Roy, R., Majumdar, S. ve Roy, S., 2021. Banana pseudostem substitution in wheat four biscuits enriches the nutritional and antioxidative properties with considerable acceptability, *Research Article*, 3-75, 1-12.
- Chen, C., Chaudhary, A. ve Mathys, A., 2020. Nutritional and environmental losses embedded in global food waste, *Resources, Conservation and Recycling*, 160, 104912.
- Cheng, J. C., Dai, F., Zhou, B., Yang, L. ve Liu, Z. L., 2007. Antioxidant activity of hydroxycinnamic acid derivatives in human low density lipoprotein: mechanism and structure-activity relationship, *Food Chemistry*, 104, 1, 132-9.
- Colapinto, C. K., Graham, J. ve St-Pierre, S., 2018. Trends and correlates of frequency of fruit and vegetable consumption 2007 to 2014, *Health Reports*, 29, 9-14.
- Comim, S. R., Madella, K., Oliveira, J. V. ve Ferreira, S. R., 2010. Supercritical fluid extraction from dried banana peel (*Musa spp.*, genomic group AAB): Extraction yield, mathematical modeling, economical analysis and phase equilibria, *The Journal of Supercritical Fluids.*, 54, 1, 30-7.
- Dahham SS., Mohamad TA., Tabana YM. ve Majid AM., 2015. Antioxidant activities and anticancer screening of extracts from banana fruit (*Musa sapientum*), *Academic Journal of Cancer Research*, 8, 2, 28-34.
- Dahiya, S., Kumar, A. N., Sravan, J. S., Chatterjee, S., Sarkar, O., ve Mohan, S. V., 2018. Food waste biorefinery: Sustainable strategy for circular bioeconomy, *Bioresource technology.*, 248, 2-12.
- Daimary, N., Eldiehy, K. S. H., Bora, N., Boruah, P., Rather, M. A., Mandal, M., Bora, U. ve Deka, D., 2023. Towards integrated sustainable biofuel and chemical production: An application of banana pseudostem ash in the production of biodiesel and recovery of lignin from bamboo leaves, *Chemosphere*, 314, 137625.

- De Vuyst, L., De Vin, F., Vanningelgem, F. ve Degeest, B., 2001. Recent developments in the biosynthesis and applications of heteropolysaccharides from lactic acid bacteria, *International Dairy Journal*, 11, 9, 687-707.
- Demirel, B. ve Pınar, H., 2019. Determination of possible energy potential of banana residues in Turkey, *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 7, 41-45.
- Demirel, O. ve Hatırlı, S.A., 2022. Dünya muz piyasa yapısı: 1990-2019 Dönemi Structure Of Global Banana Market: 1990-2019, Period, 4, 73-83.
- Deshmukh, G. M., Sawarkar, H. A. ve Varu, T. D., 2019. Banana pseudo-stem: an alternative raw material for paper making, *International Journal of Engineering Applied Sciences and Technology*, 4, 68-73,
- Dhesinghraj, J., Mayandi, K., Rajini, N. ve Prakash, C., 2023. A potential renewable energy resource from the biomass of banana pseudo-stem (*Musa acuminata*) wild species variety, *Biomass Conversion and Biorefinery* 1-12.
- Diaz, S., Ortega Z., Benitez, A. N., Ramirez, S. ve Fernandes, M. C., 2019. Characterization of banana crop's by-products, Wastes: solutions, treatments and opportunities, 5th International Conference.
- Du, C., Abdullah, J. J., Greetham, D., Fu, D., Yu, M., Ren, L., Li, S., ve Lu, D., 2018. Valorization of food waste into biofertiliser and its field application, *Journal of Cleaner Production*, 187, 273-284.
- Durgadevi, P. K., Saravanan, A. ve Uma, S., 2019. Antioxidant potential and antitumour activities of Nendran banana peels in breast cancer cell line, *Indian Journal of Pharmaceutical Sciences*, 81, 3, 464-473.
- Elgarahy M. A., Eloffy M.G., Alengebawy A., El-Sherif D. M., Gaballah M. S., Elwakeel K. Z., ve El-Qelish M., 2023. *Environmental Research*, 225, 115588.
- Emaga TH., Andrianaivo RH., Wathélet B., Tchango JT., ve Paquot M., 2007. Effects of the stage of maturation and varieties on the chemical composition of banana and plantain peels, *Food Chemistry*, 103, 2, 590-600.
- Ersoy Kalyoncu, E. ve Ondarala M., 2021. Muz yalancı gövde atığının kağıt hamuru ve kağıt üretimine uygunluğunun kimyasal ve morfolojik açıdan değerlendirilmesi, *Türkiye Ormancılık Dergisi*, 22, 2, 143-150.
- Eshak, N. S., 2016. Sensory evaluation and nutritional value of balady flat bread supplemented with banana peels as a natural source of dietary fiber, *Annals of Agricultural Sciences*, 61, 2, 229-235.
- Esparza, I., Jimenez-Moreno, N., Bimbela, F., Ancm-Azpilicueta, C. ve Ganda, L. M., 2020. Fruit and vegetable waste management: Conventional and emerging approaches, *Journal of Environmental Management*, 265, 110510.

- Essien, J. P., Akpan, E. J. ve Essien, E. P., 2005. Studies on mould growth and biomass production using waste banana peel. *Bioresource Technology*, 96, 13, 1451-1456.
- Fabre, E., Lopes, C. B., Vale, C., Pereira, E. ve Silva, C.M., 2020. Valuation of banana peels as an effective biosorbent for mercury removal under low environmental concentrations, *Science of the Total Environment*, 709, 135883.
- Fonseca-Pinheiro, L., Elisa M., Garavello P. G., Baruque-Ramos J., Kohan L., Oliveira-Duarte L., Fernandes P. R. B., Siqueira M. U. ve Fanguero R., 2022. Banana Pseudostem Fibers (*Musa* sp.—cultivar AAB Prata): Physicochemical Characteristics, *Environmental Science, Materials Science, Agricultural and Food Sciences*, 4, 21, 14.
- Freitas F., Alves VD. ve Reis, M. A., 2011. Advances in bacterial exopolysaccharides: from production to biotechnological applications, *Trends in biotechnology.*, 29, 8, 388-98.
- Ganesh, K. S., Sridhar, A. ve Vishali, S., 2022 . Utilization of fruit and vegetable waste to produce value-added products: Conventional utilization and emerging opportunities-A review, *Chemosphere*, 287, 132221.
- GKD (Gıda Kurtarma Derneği), 2020. Türkiye’de gıda atığını önleme ve azaltımı için GKTD kapasite artırımı projesi: endüstriyel simbiyoz olanakları, Ankara.
- Gonzalez-Montelongo, R., Lobo MG. ve Gonzalez M., 2010. Antioxidant activity in banana peel extracts: Testing extraction conditions and related bioactive compounds, *Food Chemistry*, 119, 3, 1030-9.
- Gunaseelan, V. N., 2004, Biochemical methane potential of fruits and vegetable solid waste feedstocks, *Biomass and bioenergy*, 26, 4, 389-99.
- Hamam, M., Spina, D., Raimondo, M., Di Vita, G., Zanchini, R., Chinnici, G., Tóth J. ve D’Amico, M., 2023. Industrial symbiosis and agri-food system: Themes, links, and relationships, 6:1012436.
- Herrero, M., Plaza, M., Cifuentes, A. ve Ibanez, E., 2010. Green processes for the extraction of bioactives from Rosemary: Chemical and functional characterization via ultra-performanceliquid chromatography-tandem mass spectrometry and in-vitro assays. *Journal of Chromatography A.*, 1217, 16, 2512-20.
- Ho H., 2015. Xylanase production by *Bacillus subtilis* using carbon source of inexpensive agricultural wastes in two different approaches of submerged fermentation (SmF) and solid state fermentation (SsF), *Journal of Food Processing and Technology*, 6, 4.
- Ho, L. H., Tan, T. C., Aziz, N. A. A. ve Muhamad N., 2017. Physical and functional properties of banana pseudostem flour and its effect on the quality (texture and microstructure) of formulated bread. *Journal of Agricultural Biotechnology*, 8, 1, 1–12.

- Housagul S., Sirisukpoka U., Boonyawanich S. ve Pisutpaisal N., 2014. Biomethane production from co- digestion of banana peel and waste glycerol, *Energy Procedia*, 61, 2219-23.
- Itelima, J., Onwuliri, F., Onwuliri, E., Onyimba, I. ve Oforji, S., 2013. Bio-ethanol production from banana, plantain and pineapple peels by simultaneous saccharification and fermentation process, *International Journal of Environmental Science and Development*, 4, 2, 213-216.
- Jadhav, M. S., Chougule, D. ve Rampure, S., 2013. Lipase production from banana peel extract and potato peel extract, *International J.Res. Pure Application Micrbiol*, 3, 11-3.
- Kajiwara, N., Noma, Y., ve Sakai, S., 2017. Environmentally sound destruction of hexabromocyclododecanes in polystyrene insulation foam at commercial-scale industrial waste incineration plants. *Journal of environmental chemical engineering*, 5 4, 3572-3580.
- Khan, M., Khan, SS., Ahmed, Z. ve Tanveer, A., 2010. Production of single cell protein from *Saccharomyces cerevisiae* by utilizing fruit wastes. *Nanobiotechnica Universale*, 1, 2, 127-32.
- Khawas, P., Deka, S. C., 2016. Comparative nutritional, functional, morphological, and dffractogram study on culinary banana (*Musa ABB*) peel at various stages of development, *International Journal of Food Properties.*, 19, 12, 2832-2853.
- Kibler, K. M., Reinhart, D., Hawkins, C., Motlagh, A. M. ve Wright, J., 2018. Food waste and the food-energy- water nexus: a review of food waste management alternatives, *Waste management*, 74, 52-62.
- Kokab, S., Asghar, M., Rehman, K., Asad, M. J. ve Adedyo, O., 2003. Bio-processing of banana peel for a- amylase production by *Bacillus subtilis*, *International Journal of Agriculture and Biology*, 5, 1, 36-39.
- Kokate, S., Parasuraman, K., Prakash, H., 2022. Adsorptive removal of lead ion from water using banana stem scutcher generated in fiber extraction process, *Results in Engineering*, 14, 100439.
- Kosseva, M. R., 2009. Processing of food wastes, *Advances in Food and Nutrition Research*, 1, 58, 57-136.
- Kumar, K. V., Sankar, R. N., Shailaja, R., Saritha, K., Siddhartha, E., Ramya, S., Giridhar, D. ve Sahaja, R. V., 2011. Purification and characterization of [alpha]-amylase produced by *aspergillus niger* using banana peels, *Journal of Cell and Tissue Research*, 11, 2, 2775.
- Kumar, S. V., Sarkar, D. J., Das, B. K., Samanta, S., Tripathi, G., Behera, B. K. ve Das Sarkar, S., 2022. Recycling banana pseudostem waste as a substrate for microalgae biofilm and their potential in arsenic removal, *Journal of Cleaner Production*, 367, 132772.

- Kumari, P., Gaur, S. S., Tiwari, R. K., 2023. Banana and its by-products: A comprehensive review on its nutritional composition and pharmacological benefits, *eFood*, 4, 5, e110, 1-23.
- Kunfong, N., Rattanawongkun, P., Tawichai, N., Intatha, U., Soykeabkaew, N., 2023. The Influence of Refining on Molded Pulps from Banana Pseudostem Waste After NH₄OH–KOH Based Pulping and Single-Stage Bleaching, *Waste and Biomass Valorization*, 15, 3, 1565–1575.
- Laufenberg, G., Kunz, B. ve Nystroem, M., 2003. Transformation of vegetable waste into value added products: (A) the upgrading concept; (B) practical implementations, *Bioresource Technology*, 87, 2, 167-198.
- Lee, E. H., Yeom, HJ., Ha, M. S. ve Bae, D. H., 2010. Development of banana peel jelly and its antioxidant and textural properties, *Food Science and Biotechnology*, 19, 2, 449-455.
- Leitner, W., Klankermayer, J., Pischinger, S., Pitsch, H., ve Kohse-Höinghaus, K., 2017. Advanced biofuels and beyond: chemistry solutions for propulsion and production. *Angewandte Chemie International Edition*, 56, 20, 5412-5452.
- Makris DP., 2015. Recovery and applications of enzymes from food wastes, *InFood Waste Recovery*, Academic Press, 361-379,
- MATSO, 2019. Muz Yetiştiriciliği, Antalya. Erişim adresi: <https://www.matso.org.tr/images/raporlar/muz-raporu-2019.pdf>, Erişim tarihi: 15.07.2024.
- Mittal, M., Siddiqui, M. R., Tran, K., Reddy, S. P. ve Malik, A. B., 2014. Reactive oxygen species in inflammation and tissue injury, *Antioxidants ve redox signaling*, 20, 7, 1126-1167.
- Mohamed, S. A., Al-Malki, A. L., Khan, J. A., Kabli, S. A. ve Al-Garni, S. M., 2013. Solid state production of polygalacturonase and xylanase by *Trichoderma* species using cantaloupe and watermelon rinds. *Journal of microbiology*, 51, 5, 605-611.
- Mohanty, A., Mankoti, M., Rout, P. R., Meena, S. S., Dewan, S., Kalia, B., Varjani, S., Wong, J. W. ve Banu, J. R., 2022. Sustainable utilization of food waste for bioenergy production: A step towards circular bioeconomy, *International Journal of Food Microbiology*, 365, 109538.
- Mohapatra, D., Mishra, S., ve Sutar, N., 2010. Banana and it's by-product utilization: an overview, *Journal of Scientific & Industrial Research*, 69, 232-329.
- Mokbel, MS ve Hashinaga, F., 2005. Antibacterial and antioxidant activities of banana (Musa, AAA cv. Cavendish) fruits peel. *American journal of Biochemistry and Biotechnology*, 1, 3, 125- 131.
- Mostafa, H. S., 2021. Banana plant as a source of valuable antimicrobial compounds and its current applications in the food sector, *Journal of Food Science*, 86, 3778–3797

- Murariu, M. ve Dubois, P., 2016. PLA composites: From production to properties, *Advanced Drug Delivery Reviews*, 107, 17-46.
- Mydhili, M., Pugalendhi, L., Indu Rani, C., Auxcilia, J., ve Uma, D. ,2022. Proximate composition of different varieties of banana pseudostem powder for nutritional and biochemical properties, *Biological Forum*, 14, 3, 331–334.
- Narra, M., Dixit, G., Divecha, J., Madamwar, D. ve Shah, AR., 2012. Production of cellulases by solid state fermentation with *Aspergillus terreus* and enzymatic hydrolysis of mild alkali-treated rice straw, *Bioresource Technology*, 121,355-361.
- Nascimento, R. E. A., Carvalheira, M., Crespo, J. G., ve Neves, L. A., 2023. Extraction and characterization of cellulose obtained from banana plant pseudostem, *Clean Technol*, Taurino R., *Clean Technol*, 5, 1028-1043.
- Nasrin, T. A., Noomhorm, A. ve Anal, A. K., 2015. Physico-chemical characterization of culled plantain pulp starch, peel starch, and flour, *International Journal of Food Properties*, 18, 1, 165-77.
- Nathoa, C., Sirisukpoca, U. ve Pisutpaisal, N., 2014. Production of hydrogen and methane from banana peel by two phase anaerobic fermentation, *Energy Procedia*, 50, 702-710.
- Nisha, P. ve Mini, S., 2014. In vitro antioxidant and antiglycation properties of methanol extract and its different solvent fractions of *Musa paradisiaca* L. (Cv. Nendran) inflorescence, *International Journal of Food Properties*, 17, 2, 399-409.
- Oberoi, H. S., Sandhu, S. K., ve Vadlani, P. V., 2012. Statistical optimization of hydrolysis process for banana peels using cellulolytic and pectinolytic enzymes, *Food and Bioproducts Processing*, 90, 2, 257-265.
- Omojasola PF., Jilani OP., 2008. Cellulase production by *Trichoderma longi*, *Aspergillus niger* and *Saccharomyces cerevisiae* cultured on waste materials from orange, *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 11, 20, 2382-2388.
- Osorio L.L.D.R., Flórez-López E., Grande-Tovar C.D., 2021, The potential of selected agri-food loss and waste to contribute to a circular economy: applications in the food, cosmetic and pharmaceutical industries, *Molecules*, 26, 515.
- Otles, S., Despoudi, S., Bucatariu, C., ve Kartal, C., 2015. Food waste management, valorization, and sustainability in the food industry, *InFood waste recovery*, 3-23
- Oyewo ,A. T., , Oluwole, O. O., Ajide, O. O., Omoniyi, T. E., Akhter P., Hamayun, M. H., Kang, B. S., Park, Y-K. ve Hussain, M., 2023. Physico-chemical, Thermal and Micro-structural Characterization of Four Common Banana PseudoStem Fiber Cultivars in Nigeria, *Journal of Natural Fibers*, 2167031, 1-20.

- Oyewo, A. T., Oluwole, O. O., Ajide, O. O., Omoniyi, T. E. ve Hussain, M., 2023. Banana pseudo stem fiber, hybrid composites and applications: A review, 4, 100101.
- Panda, S. K., Mishra, S. S., Kayitesi, E., ve Ray, R. C., 2016. Microbial-processing of fruit and vegetable wastes for production of vital enzymes and organic acids: Biotechnology and scopes, Environmental Research, 146,161-72.
- Panel, G., 2017. Healthy diets for all: A key to meeting the SDGs, Policy Brief, 10.
- Pathak, P. D., Mandavgane, S. A. ve Kulkarni, B. D., 2016. Valorization of banana peel: a biorefinery approach. Reviews in Chemical Engineering, 32, 6, 651-666.
- Patila, S. M., Martizb, R. M., Ramua, R., Shirahattic, R. S., Prakashb, A., Kumard, B. R. P. ve Kumar, N., 2022. Evaluation of flavonoids from banana pseudostem and flower (quercetin and catechin) as potent inhibitors of α -glucosidase: An in silico perspective, Journal of Biomolecular Structure and Dynamics, 40-23, 12491-12505.
- Pawar, S., Bagali, S., Uma, K. ve Gowrishankar, B. S., 2023. Column study using modified banana pseudo stem as adsorbent for removal of Pb (II), e15469, 1-8
- Pearse, L. F., Hettiaratchi, J. P. ve Kumar, S., 2018. Towards developing a representative biochemical methane potential (BMP) assay for landfilled municipal solid waste-A review, Bioresource Technology, 254, 312-24.
- Pereira, A. ve Maraschin, M., 2015. Banana (*Musa spp*) from peel to pulp: ethnopharmacology, source of bioactive compounds and its relevance for human health, Journal of Ethnopharmacology, 160,149-63.
- Phacharapiyangkul, N., Thirapanmethee, K., Sa-Ngiamsumtorn, K., Panich U., Lee, CH. ve Chomnawang, M.T., 2019. Effect of sucrier banana peel extracts on inhibition of melanogenesis through the ERK signaling pathway, International journal of medical sciences, 16, 4, 602.
- Pillai, G. S., Morya, S., Khalid, W., Khalid, M. Z., Almalki, R. S. ve Siddee, A., 2024. Banana pseudostem: an undiscovered fiber enriched sustainable functional food, Journal of Natural Fibers, 2304004, 1-21.
- Plaza-Diaz, J, Ruiz-Ojeda, F. J, Gil-Campos, M, ve Gil, A., 2019 Mechanisms of action of probiotics, Advances, in Nutrition, 1, 10, 49-66.
- Ramesh, K. ve Raghavan, V., 2024. Agricultural Waste-Derived Biochar-Based Nitrogenous Fertilizer for Slow-Release Applications, 9, 4, 4377-4385.
- Ramu, R., Shirahatti, P. S., Anilakumar, K. R., Nayakavadi, S., Zameer, F. ve Dhananjaya, B. L., 2017. Assessment of nutritional quality and global antioxidant response of banana, Journal of Nutrition and Metabolism, 9, 74-83.
- ReFED, 2016. A roadmap to reduce U.S. Food waste by 20 percent, Journal of Chemical Information and Modeling, 53, 1689-1699.

- Reynolds, A. N., Akerman, A. P. ve Mann, J., 2020. Dietary fibre and whole grains in diabetes management: Systematic review and meta-analyses, *PLoS Medicine*, 17, 3, e1003053.
- Rigueto, V. T. C., Alessandretti, I., Silva, D. H., Rosseto, M., Loss R. A. ve Geraldí, C. A. Q., 2021. Agroindustrial Wastes of Banana Pseudo-stem as Adsorbent of Textile Dye: Characterization, Kinetic, and Equilibrium Studies, *Chemistry Afric* 4, 2, 3, 1069-1078.
- Roosbahani, M. M., Rouzbahani, A. ve Harirforoush, A., 2013. Economic and technical comparison of corn stalks and banana peel for electricity production from wastes biogas, *International Research Journal of Applied and Basic Sciences*, 4, 6, 1514-1517.
- Rosso, S. R., Franceschi, E., Borges, G. R., Corazza, M. L., Oliveira, J. V. ve Ferreira, S. R., 2009. Phase equilibrium measurements of ternary systems formed by linoleic and linolenic acids in carbon dioxide/ethanol mixtures. *The Journal of Chemical Thermodynamics*, 41, 11, 1254-1258.
- S. Sujithra, T., 2019. Manikkandan, Extraction of anthocyanin from banana (*Musa paradisiaca*) flower bract and analysis of phytochemicals, antioxidant activities and anthocyanin content, *Journal of Chemical and Pharmaceutical Sciences*, 12, 102-104.
- Saeed, S., Baig, U. U., Tayyab, M., Altaf, I., Irfan, M., Raza, S. Q., Nadeem, F. ve Mehmood, T., 2021. Valorization of banana peels waste into biovanillin and optimization of process parameters using submerged fermentation, *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 36, 102154.
- Sagar, N. A., Pareek, S., Sharma, S., Yahia, E. M., Lobo, M. G., 2018. Fruit and vegetable waste: bioactive compounds, their extraction, and possible utilization, *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 17, 512-531.
- Salemdeeb, R., Zu Ermgassen, E. K., Kim, M. H., Balmford, A., ve Al-Tabbaa, A., 2017. 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.
- Santiago, B., Moreira, M. T., Feijoo, G., Gonzalez-García, S., 2022. Environmental comparison of banana waste valorisation strategies under a biorefinery approach, *Waste Management*, 142, 77-87.
- Sathishkumar, P., Murugesan, K., ve Palvannan, T., 2010. Production of laccase from *Pleurotus florida* using agro-wastes and efficient decolorization of Reactive blue 198, *Journal of Basic Microbiology*, 50, 4, 360-367.
- Serafini, M., Lee, W.T., Toti, E., Bucatariu, C., Fonseca, J. M., ve Van Otterdijk, R., 2015. Global variations in micro-nutrient losses in the fruit and vegetables supply chain [Internet], In *Presentado en: The First International Congress on Postharvest Loss Prevention*, 4-7

- Sharma, R., Oberoi, H. S., ve Dhillon, G. S., 2016. Fruit and vegetable processing waste: renewable feed stocks for enzyme production, In *Agro-Industrial Wastes As Feedstock For Enzyme Production*, 23-59.
- Sharma, S. ve Wadhwa, N., 2023. Extraction of pectin from banana pseudo stem, *Current Trends in Biotechnology and Pharmacy*, 17, 4, 1390-1398.
- Shripada, R., Gayatri, A. J. ve Sanjay, P., 2020. Paraprobiotics. In *Precision Medicine for Investigators, Practitioners and Providers*; Faintuch, J., Faintuch, S., Eds.; Academic Press: Cambridge, MA, USA, pp. 39-49.
- Shrivastava, P., Nageshkumar, T., Jagadale, M., Shambhu, V. B., ve Nayak, L. K., 2023. Design and Simulation of Banana Pseudo-stem Fibre Extracting Raspador (Cylinder), Using FEA Technique 2200986.
- Siciliano, R. A., Reale A., Mazzeo M. F., Morandi S., Silvetti T. ve Brasca M., 2021. Paraprobiotics: A new perspective for functional foods and nutraceuticals, *Nutrients*, 13, 4, 1225.
- Sidhu, J. S. ve Zafar, T. A., 2018. Bioactive compounds in banana fruits and their health benefits, *Food Quality and Safety*, 2, 4, 183-188.
- Singh, J. P., Kaur, A., Shevkani, K. ve Singh, N., 2015. Influence of jambolan (*Syzygium cumini*) and xanthan gum incorporation on the physicochemical, antioxidant and sensory properties of gluten-free eggless rice muffins. *International Journal of Food Science ve Technology*, 50, 5, 1190- 1197.
- Slorach, P. C., Jeswani, H. K., Cuellar-Franca, R., Azapagic, A., 2019. Environmental and economic implications of recovering resources from food waste in a circular economy, *Science of the Total Environment*, 693, 133516.
- Someya, S., Yoshiki, Y. ve Okubo, K., 2020. Antioxidant compounds from bananas (*Musa Cavendish*), *Food chemistry*, 79, 3, 351-354.
- Soni, R., 2011. Production, purification and industrial applications of cellulase from *aspergillus* sp, AMA. PhD Thesis, Guru Nanak Dev University INFLIBNET Centre.
- Spiker, M. L., Hiza, H. A., Siddiqi, S. M. ve Neff, R. A., 2017 Wasted food, wasted nutrients: nutrient loss from wasted food in the United States and comparison to gaps in dietary intake, *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics.*, 117, 7, 1031-1040.
- Subagyo, A. ve Chafidz, A., 2020. Banana pseudo-stem fiber: preparation, characteristics, and applications, *Banana Nutrition - Function and Processing Kinetics*.
- Sun, H. Y., Li, J., Zhao, P. ve Peng, M., 2011. Banana peel: A novel substrate for cellulase production under solid-state fermentation, *African Journal of Biotechnology*, 10, 77, 17887-90.

- Suprayitno, E., Sulistiyati, T. D., Sasmito, B. B., Chamidah, A., Panjaitan, M. A. P., Tambunan, J. E. ve Djamaludin, H., 2022. Banana blossom addition to increase food fiber in tuna (*Thunnus* sp.) floss product as functional food for degenerative disease's patient, IOP Conference Series: EES, 1036, 1, 012095.
- Swiğtek, M., Lu Y. C., Konefal, R., Ferreira, L. P., Cruz, M. M., Ma, Y. H. ve Horak, D., 2019. Scavenging of reactive oxygen species by phenolic compound-modified maghemite nanoparticles, Beilstein journal of nanotechnology., 10, 1, 1073-1088.
- Şengül, A. Y., Şengül Ö. ve Daş A., 2019. The Possibilities of Using Fruit Waste in Nutrition of Poultry, Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology, 7, 5, 724-30.
- Tallapally, M., Sadiq, A. S., Mehtab, V., Chilakala, S., Vemula, M., Chenna, S. ve Upadhyayula, V., 2020. GC-MS based targeted metabolomics approach for studying the variations of phenolic metabolites in artificially ripened banana fruits, LWT, 130, 109622.
- Thandavamoorthy, R., Devaraja, N. Y., ve Kaliappan, N., 2023. Antimicrobial, function, and crystalline analysis on the cellulose fibre extracted from the banana tree trunks, Scientific Reports, 13, 15301.
- Tibolla, H., Pelissari, F. M., Martins J. T., Vicente, A. A., Menegalli F. C., 2018. Cellulose nanofibers produced from banana peel by chemical and mechanical treatments: Characterization and cytotoxicity assessment, Food Hydrocolloids, 75, 192-201.
- Tock, J. Y., Lai, C. L., Lee, K. T., Tan, K. T., ve Bhatia, S., 2010. Banana biomass as potential renewable energy resource: a Malaysian case study, Renewable Sustainable Energy Reviews, 14, 798-805.
- Tsado, A. N., Okoli, N. .R., Jiya, A. G., Gana, D., Saidu, B., Zubairu, R., ve Salihu, I. Z., 2021. Proximate, Minerals, and Amino Acid Compositions of Banana and Plantain Peels, BIOMED Natural and Applied Science, 1, 01, 32-42.
- Türkiye Teknoloji Gelistirme Vakfı, 2014. (EKOSKOP, 19-32) URL Adres: <https://ttgv.org.tr/index&lang=en>, Erişim tarihi: 15.07.2024.
- Uçkun Kiran, E., Trzcinski, AP., Ng, WJ., ve Liu, Y., 2014. Enzyme production from food wastes using a biorefinery concept, Waste and Biomass Valorization, 5, 6, 903-917.
- Uğur, E., Öner, Z. Bektas, A. ve Ulusoy, M., 2021. Paraprobiyotikler, Postbiyotikler ve Sağlık Üzerine Etkileri, Gıda, 1, 46, 2, 428-442.
- Unakal, C., Kallur, R. I., ve Kaliwal, B. B., 2012. Production of α -amylase using banana waste by *Bacillus subtilis* under solid state fermentation, European Journal of Experimental Biology, 2, 1044-52.
- UNEP, 2021. UNEP Food Waste Index Report 2021, UN Environment Programme.

- United Nations, 2015. Transforming our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development, A/RES/70/1.
- Uslu, G., 2019. Bir sürdürülebilir kalkınma modeli olarak endüstriyel simbiyoz ve KOBİ'lerde endüstriyel simbiyoz uygulamaları üzerine öneriler, Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Çalışma İktisadı Anabilim Dalı, Tekirdağ.
- Valko, M., Leibfritz, D., Moncol, J., Cronin, M. T., Mazur, M. ve Telser, J., 2007. Free radicals and antioxidants in normal physiological functions and human disease. The international journal of biochemistry ve cell biology, 39, 1, 44-84.
- Varvaringos, I., Skourtanioti, E., Letsos, G., Rizoudi, E., Makras, E., Panagiotopoulou M., Papadaki, S., Valtas, K., 2023. Promoting sustainable fruit and vegetable biowaste management and industrial symbiosis through an innovative web platform, In Waste 1, 532–548.
- Vickers, N. J., 2017. Animal communication: when i'm calling you, will you answer too?. Current biology, 27, 14, 713-715.
- Vijayakumar, S., Vaseeharan, B., Malaikozhundan, B., Gopi, N., Ekambaram, P., Pachaiappan, R., Velusamy, P., Murugan, K., Benelli, G., Kumar, RS. ve Suriyanarayanamoorthy, M., 2017. Therapeutic effects of gold nanoparticles synthesized using Musa paradisiaca peel extract against multiple antibiotic resistant Enterococcus faecalis biofilms and human lung cancer cells (A549). Microbial pathogenesis, 102, 173-183.
- Vivekanand, V., Dwivedi, P., Pareek, N., ve Singh, RP., 2011. Banana peel: a potential substrate for laccase production by Aspergillus fumigatus VkJ2. 4.5 in solid-state fermentation, Applied biochemistry and biotechnology, 165, 1, 204-220.
- Vu, H. T., Scarlett, C. J. ve Vuong, Q. V., 2018. Phenolic compounds within banana peel and their potential uses: A review, Journal of Functional Foods, 40, 238-248.
- Wilaipon, P., 2009. The effects of briquetting pressure on banana-peel briquette and the banana waste in Northern Thailand, American Journal of Applied Sciences, 6, 1, 167.
- Willett, W., Rockström, J., Loken, B., Springmann, M., Lang, T., Vermeulen, S., Garnett, T., Tilman, D., DeClerck, F., Wood, A., ve Jonell, M., 2019. Food in the Anthropocene: the EAT-Lancet Commission on healthy diets from sustainable food systems, The Lancet, 393, 10170, 447-492.
- Winterbourn, CC., 2008. Reconciling the chemistry and biology of reactive oxygen species, Nature chemical biology, 4, 5, 278-86.
- Yousufi, MK., 2012. Utilization of various fruit wastes as substrate for the production of single cell protein using Aspergillus oryzae and Rhizopus oligosporus, International Journal of Advanced Science and Technology, 2, 92-95.

Zafar, ZA., Jamil M., Ahmed MA., Imtiaz S., ve Abid N., 2014. Evaluation of mixing cow dung with apple and banana peels on biogas yield, World Applied Sciences Journal, 29, 7, 903-907.

Zaini, H. M., Roslan J., Saallah S.,Munsu E., Sulaiman N. S.,Pindi W., 2022. Banana peels as a bioactive ingredient and its potential application in the food industry, 92, 105054.

Zaini, H. M., Roslan J., Saallah S.,Munsu E., Sulaiman N. S.,Pindi W., 2023. Banana biomass waste: A prospective nanocellulose source and its potential application in food industry – A review, 9, E18734.

Zhou, J., Kang L., Wang HW., Yang T., ve Dai CC., 2014. Liquid laccase production by *Phanerochaete chrysosporium* B3 accelerated phenolic acids degradation in long-term cropping soil of peanut, Acta Agriculturae Scandinavica, Section B—Soil and Plant Science, 64, 8, 683-693.

URL-1 <<https://www.epa.gov/system/files/documents/2021-11/from-farm-to-kitchen-the-environmental-impacts-of-u.s.-food-waste508-tagged.pdf>>, Erişim tarihi: 25.12.2023

URL-2 <<https://doi.org/10.1016/j.jcle-pro.2016.09.054>>, Erişim tarihi: 08.01.2024

URL-3 <<https://ourworldindata.org/environmental-impacts-of-food>>, Erişim tarihi: 25.12.2023

URL-4 <<https://tr.wikipedia.org/wiki/Muz>>, Erişim tarihi: 08.01.2024

URL-5 <<https://smallcaps.com.au/papyrus-australia-commercialviability-banana-waste-conversion-technology/>>, Erişim tarihi: 08.01.2024

URL-6 <<https://doi.org/10.1111/jfpp.14441>>, Erişim tarihi: 03.01.2024

URL-7 <<https://bitkifidan.com/urun/2-Yas-Muz-Fidani/272>>, Erişim tarihi: 08.01.2024

URL-8 <<http://silifke.ziraatodasi.org.tr/muz-yetistiriciligi>>, Erişim tarihi: 15.01.2024

URL-9 <<https://www.epa.gov/sustainable-management-food/food-recovery-hierarchy>>, Erişim tarihi: 06.01.2024

URL-10 <<https://www.temizuretimmerkezi.org/endustriyel-simbiyoz>>, Erişim tarihi: 15.01.2024

URL-11 <<https://doi.org/10.1016/j.msec.2016.11.104>>, Erişim tarihi: 03.01.2024

URL-12 <<https://greenbananapaper.com/blogs/about-us/banana-fiber-paper>>, Erişim tarihi: 03.01.2024

URL-13 <<https://doi.org/10.3389/fsufs.2018.00052>>, Erişim tarihi: 17.01.2024

URL-14 <rkvy.nic.in/Uploads/SucessStory/MAHARASHTRA/2018/20181019311.%20Psuedo%20stem.pdf>, Erişim tarihi: 27.12.2023

URL-15 <<https://doi.org/10.1177/15589250211059832>>, Erişim tarihi: 25.12.2023

URL-16 <<https://www.bmusa.com.tr/>>, Erişim tarihi: 03.01.2024

URL-17 <<https://www.fao.org/3/cc1610en/cc1610en.pdf>>, Erişim tarihi: 17.01.2024

URL-18 <<https://atlasbig.com.tr/ulkelerin-muz-uretimi>>, Erişim tarihi: 17.01.2024

URL-19 <<https://doi.org/10.3390/polym13213744>>, Erişim tarihi: 17.01.2024

URL-20 <<https://doi.org/10.1063/1.5098288>>, Erişim tarihi: 27.12.2023

URL-21 <<https://www.biorender.com/>>, Erişim tarihi: 17.01.2024



ÖZGEÇMİŞ

Adı ve Soyadı : Gözde ACAR ÜRESİN

EĞİTİM BİLGİLERİ (Kurum ve Yıl)

Lisans : Aksaray Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Bölümü,
2013-2019

Yüksek Lisans : Aksaray Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Anabilim
Dalı, 2021-2024

MESLEKİ DENEYİM VE ÖDÜLLERİ

1. Özencam Geri Dönüşüm – Çevre Mühendisi
2. A. Tuluk Çevre Danışmanlık ve Mühendislik Hizmetleri – Çevre Mühendisi
3. Baysal Çevre Danışmanlık ve Mühendislik Hizmetleri – Çevre Mühendisi
4. Dönüşüm Çevre Danışmanlık ve Mühendislik Hizmetleri – Çevre Mühendisi

TEZDEN ÜRETİLEN YAYINLAR, SUNUMLAR VE PATENTLER

Uluslararası Hakemli Dergilerde Yayınlanan Makaleler

1. Acar, G. ve Çelebi, H., 2023. Muz yalancı gövde atıklarının sektör bazlı değerlendirilmesi, ICHEAS 4th International Conference On Health, Engineering and Applied Sciences, April 14 - 16, Dubai.