



T.C.
EGE ÜNİVERSİTESİ
Fen Bilimleri Enstitüsü



EGE BÖLGESİNDEKİ TARIM VE GIDA ENDÜSTRİSİ ATIKLARININ ENDÜSTRİYEL SİMBİYOZ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ

Yüksek Lisans Tezi

Aslıhan KURT

Sürdürülebilir Tarım ve Gıda Sistemleri Anabilim Dalı

İzmir

2025

T.C.
EGE ÜNİVERSİTESİ
Fen Bilimleri Enstitüsü

**EGE BÖLGESİNDEKİ TARIM VE GIDA ENDÜSTRİSİ
ATIKLARININ ENDÜSTRİYEL SİMBİYOZ İLE
DEĞERLENDİRİLMESİ**

Aslıhan KURT

Danışman: Prof. Dr. Şebnem TAVMAN
İkinci Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Neslihan ÇOLAK

Sürdürülebilir Tarım ve Gıda Sistemleri Anabilim Dalı
Sürdürülebilir Tarım ve Gıda Sistemleri Yüksek Lisans Programı

İzmir
2025

EGE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ETİK KURALLARA UYGUNLUK BEYANI

EÜ Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin ilgili hükümleri uyarınca Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Ege Bölgesindeki Tarım ve Gıda Endüstrisi Atıklarının Endüstriyel Simbiyoz ile Değerlendirilmesi” başlıklı bu tezin kendi çalışmam olduğunu, sunduğum tüm sonuç, doküman, bilgi ve belgeleri bizzat ve bu tez çalışması kapsamında elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara atıf yaptığımı ve bunları kaynaklar listesinde usulüne uygun olarak verdiğimi, tez çalışması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını, bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya diğer bir üniversitede başka bir tez çalışması içinde sunmadığımı, bu tezin planlanmasından yazımına kadar bütün safhalarda bilimsel etik kurallarına uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul edeceğimi beyan ederim.

21 / 02 / 2025

Aslıhan KURT

ÖZET**EGE BÖLGESİNDEKİ TARIM VE GIDA ENDÜSTRİSİ ATIKLARININ
ENDÜSTRİYEL SİMBİYOZ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ**

KURT, Aslıhan

Yüksek Lisans Tezi, Sürdürülebilir Tarım ve Gıda Sistemleri Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Şebnem TAVMAN

İkinci Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Neslihan ÇOLAK

Şubat 2025, 103 sayfa

Endüstriyel simbiyoz, farklı sektörler arasında atık, yan ürün ve enerji paylaşımını teşvik ederek döngüsel ekonomiyi destekleyen bir yaklaşımdır. Bu çalışma, Ege Bölgesi'nde tarım ve gıda sanayisinden kaynaklanan atıkların endüstriyel simbiyoz modeliyle değerlendirilme potansiyelini ortaya koymayı ve çok kriterli bir bakış açısıyla bu potansiyeli ölçmeye yönelik bir değerlendirme aracı tasarlamayı amaçlamaktadır. Bu doğrultuda, gıda, tarım ve sanayi sektörleri arasında kurulabilecek simbiyotik sinerjilerin keşfedilmesi hedeflenmiştir.

Araştırma kapsamında, firmaların sürdürülebilirlik, atık yönetimi, kaynak verimliliği ve iş birliğine açıklık düzeylerini ölçen kapsamlı bir anket aracı geliştirilmiş; organize sanayi bölgelerinde faaliyet gösteren firmalarla anket ve birebir görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Öncelikle endüstriyel simbiyozun teorik temelleri ve dünya genelindeki başarılı uygulamaları incelenmiş, ardından Ege Bölgesi'ndeki firmaların atık ve yan ürün profilleri analiz edilerek bölgesel simbiyotik iş birliklerinin potansiyeli değerlendirilmiştir. Araştırma kapsamında organize sanayi bölgelerinde faaliyet gösteren firmalarla anket ve birebir görüşmeler gerçekleştirilerek sürdürülebilirlik bilinci, kaynak paylaşımı eğilimleri ve endüstriyel simbiyoz uygulamalarına yönelik hazır bulunuşluk seviyeleri belirlenmiştir.

Bulgular, firmaların büyük çoğunluğunun sürdürülebilir üretim ve atık yönetimi konularında farkındalık sahibi olduğunu, ancak endüstriyel simbiyoz

modeline entegrasyon için devlet teşvikleri ve teknik destek ihtiyacının bulunduğunu göstermektedir. Ayrıca, yenilenebilir enerji sistemleri, atık geri dönüşüm sistemleri ve atık suyun geri dönüşümü gibi uygulamaların sanayi bölgeleri ve yerel yöneticilerin destek ve teşviği yaygınlaştırılması ile birlikte döngüsel üretim ve ekonomiye geçiş sürecinde önemli iyileştirmeler sağlanabileceği belirlenmiştir.

Sonuç olarak, bu çalışmada Ege Bölgesi'nde gıda ve tarım sektörleri ile potansiyel iş birliği kurulabilecek sektörler arasındaki simbiyotik ilişkiler detaylandırılmış; elde edilen bulgular, hem endüstriyel simbiyoz potansiyelinin ölçümüne yönelik araçların geliştirilmesine hem de organik atık temelli döngüsel üretim sistemlerinin oluşturulmasına katkı sağlamaktadır. Bu bağlamda, çalışmanın sürdürülebilir üretim sistemlerinin yaygınlaştırılması ve bölgesel iş birliklerinin artırılmasına önemli katkılar sunacağı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Endüstriyel simbiyoz, döngüsel ekonomi, gıda sanayii, sürdürülebilirlik, kaynak verimliliği, endüstriyel simbiyoz hazırlık ölçüm aracı.

ABSTRACT

ASSESSMENT OF AGRICULTURE AND FOOD INDUSTRY WASTES IN THE AEGEAN REGION THROUGH INDUSTRIAL SYMBIOSIS

KURT, Aslıhan

Master's Thesis, Department of Sustainable Agriculture and Food Systems

Supervisor: Prof. Dr. Şebnem TAVMAN

Co-Supervisor: Assist. Prof. Dr. Neslihan ÇOLAK

February 2025, 103 pages

Industrial symbiosis is an approach that supports the circular economy by promoting the sharing of waste, by-products, and energy among different sectors. This study aims to reveal the potential for evaluating waste originating from the agricultural and food industries in the Aegean Region through an industrial symbiosis model and to design a multi-criteria assessment tool to measure this potential. In this context, the study seeks to explore the possible symbiotic synergies that can be established among the food, agriculture, and industrial sectors.

As part of the research, a comprehensive questionnaire was developed to measure companies' levels of sustainability, waste management, resource efficiency, and willingness to collaborate. Theoretical foundations of industrial symbiosis and successful global practices were first examined, followed by an analysis of the waste and by-product profiles of companies operating in the Aegean Region. Surveys and in-depth interviews were conducted with companies located in organized industrial zones to assess their awareness of sustainability, tendencies toward resource sharing, and readiness for industrial symbiosis practices.

The results indicate that while the majority of firms demonstrate awareness regarding sustainable production and waste management, there is a need for government incentives and technical support to enable integration into the industrial symbiosis model. Moreover, it was determined that expanding the use of renewable energy systems, waste recycling technologies, and wastewater recovery practices—

with the support and encouragement of industrial zones and local administrations—could lead to significant improvements in the transition toward circular production and economy.

In conclusion, this study elaborates on the potential symbiotic relationships between the food and agriculture sectors and other related industries in the Aegean Region. The findings contribute to the development of tools for assessing industrial symbiosis potential and highlight the importance of integrating organic waste-based food production into circular systems. The study is expected to provide significant contributions to the promotion of sustainable production systems and the strengthening of regional collaborations.

Keywords: Industrial symbiosis, circular economy, food industry, sustainability, resource efficiency, industrial symbiosis readiness assessment tool.

ÖNSÖZ

Tez çalışması, akademik ve profesyonel gelişimim açısından oldukça öğretici ve dönüştürücü bir süreç olmuştur. Tez konusunun belirlenmesinden tamamlanmasına kadar geçen süreçte, akademik bir çalışmanın nasıl şekillendiğini ve sürdürülebilirlik, döngüsel ekonomi ve endüstriyel simbiyoz gibi kavramların gıda sektörüne olan etkilerini detaylı bir şekilde inceleme fırsatı buldum.

Araştırmamın başlangıcında, endüstriyel simbiyozun teorik altyapısını anlamak ve gıda sektörüne uygulanabilirliğini değerlendirmek adına geniş bir literatür taraması gerçekleştirdim. Bu süreç, yalnızca teorik bilgilere ulaşmayı değil, aynı zamanda farklı disiplinlerden gelen yaklaşımları sentezlemeyi gerektirdi. Akademik kaynakları incelerken, özellikle sürdürülebilir üretim, kaynak yönetimi ve çevresel etkiler konularında farkındalığım arttı.

Tezin saha araştırması kısmı ise, teorik bilgiyi pratikle buluşturduğum en önemli aşamalardan biri oldu. Türkiye’de endüstriyel simbiyoz uygulamalarının mevcut durumunu ve sektörel dinamikleri anlamak için çeşitli kurum ve işletmelerle görüşmeler gerçekleştirdim. Bu süreçte edindiğim deneyimler, teorik bilgiyi gerçek sektör dinamikleriyle bütünleştirmemin yanı sıra, sürdürülebilir üretim süreçlerinin uygulanabilirliği hakkında daha derin bir bakış açısı kazanmamı sağladı. Konuyu derinlemesine araştırdıktan sonra, konuya ilişkin geliştirilmesi gereken yönleri endüstriyel simbiyoz faydalanıcılarının seçiminde önemli olan konuları anlamamı ve bu konuya yönelik sorulması gereken ve durulması gereken noktaları belirlememi sağladı. Bu sayede endüstriyel simbiyoz hazır bulunuşluk seviyesini değerlendirme ölçeğini içeren anket çalışmamızı gerçekleştirme fırsatı bulduk.

Araştırma sürecinde karşılaşılan zorluklar, akademik dayanıklılığımı ve problem çözme becerilerimi geliştirmeme katkı sağladı. Özellikle veri toplama ve analiz aşamalarında karşılaştığım engeller, metodolojik yaklaşımlar konusunda daha bilinçli hareket etmemi gerektirdi. Bu durum, tezimin hem teorik hem de uygulamalı yönlerinin daha sağlam bir temele oturmasına yardımcı oldu.

Bu çalışma, sadece akademik bir gereklilikten öte, sürdürülebilir üretim ve endüstriyel simbiyoz konularında farkındalık kazanmamı sağlayan bir öğrenme yolculuğu oldu. Gelecekteki çalışmalarında ve mesleki hayatımda, bu süreçte edindiğim bilgiler ve geliştirdiğim akademik bakış açısının bana önemli katkılar sağlayacağına inanıyorum.

İZMİR

21/02/2025

Aslıhan KURT



İÇİNDEKİLERSayfa

İÇ KAPAK	ii
KABUL ONAY SAYFASI	iii
ETİK KURALLARA UYGUNLUK BEYANI.....	v
ÖZET	vii
ABSTRACT	ix
ÖNSÖZ	xi
İÇİNDEKİLER	xiii
ŞEKİLLER DİZİNİ	xvi
TABLolar DİZİNİ.....	xvii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xix
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI	4
2.1 Dünya’da Endüstriyel Simbiyoz Uygulama ve Araştırmaları	4
2.2 Gıda Endüstrisi ve Sürdürülebilirlik	14
2.2.1 Gıda atığının değere ve enerjiye dönüşümü	15
2.2.2 Gıda sektöründe endüstriyel Simbiyoz ve Nexus yaklaşımı	23

İÇİNDEKİLER (devam)

Sayfa

2.3 Türkiye’deki Endüstriyel Simbiyoz Araştırma Çalışmaları.....	24
3. TARIM VE GIDA ENDÜSTRİSİ ENDÜSTRİYEL SİMBİYOZ VE VAKA ANALİZLERİ	32
3.1. İtalya-Emilia-Romagna Bölgesi Endüstriyel Simbiyoz Projeleri ve Tarım-Gıda Endüstrisi Kümelenmesi	32
3.1.1 Yeni politika çerçevesi ve hareket planı	34
3.1.2 Bölgesel eylem planı (RAP) ve stratejileri	34
3.1.3 Stratejik öncelikler ve hedefler	35
3.1.4 FCD (Food Crossing District) projesi	36
3.2 Polonya Et Endüstrisi Vaka Çalışması İncelemesi	39
4. MATERYAL VE YÖNTEM	45
4.1 Uygulama Yönteminin Belirlenmesi ve Hazırlanması	45
4.2 Endüstriyel Simbiyoz Hazırlık Seviyesi Belirleme ve Potansiyel Değerlendirme.....	48
4.3 Firmaların Eşleştirilmesi ve Simbiyotik Ağın Kurulması.....	49
5. BULGULAR.....	50
5.1 Sürdürülebilirlik Bölümü Anket Sonuçları	50

İÇİNDEKİLER (devam)Sayfa

5.2 Firma İçi Döngüsel Yapı, Firma İş Birlikleri ve Endüstriyel Simbiyoz: Anket Sonuçları	54
5.3 Anket Sonuçları Analizi	68
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	91
KAYNAKLAR DİZİNİ.....	93
TEŞEKKÜR	102
ÖZGEÇMİŞ	103
EKLER	

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
2.1. Gıda ve tarım endüstrisindeki eğilimler ve zorluklar.....	14
2.2. Avrupa Birliği belediye atıklarının değerlendirme işlemleri yıllara göre değişim grafiği (2004-2023).	16
2.3. Gıda atığı değerlendirme işlemleri şeması.	17
2.4. Gıda atık değerlendirme hiyerarşisi.	17
2.5. Gıda atıklarından yüksek katma değerli bileşenlerin geri kazanım aşamaları: geleneksel ve yeni gelişen teknolojiler.	19
2.6. Su-Enerji-Gıda-Karbon Nexus bağlantısı.	24
2.7. Araştırma Çalışmalarının Sektörel Yoğunluğu.	25
3.1. Farmutil endüstriyel simbiyoz akış şeması.	41
4.1. Ön araştırma ve uygulama adımları.	45
5.1. Anket sürdürülebilirlik soruları sonuçlarının değerlendirilmesi.	51
5.2. Atık değerlendirme dağılım grafiği.....	55
5.3. Firmalar arası konum ve mesafe görünümü.	79
5.4. Materyal akış diyagramı.....	90

TABLolar DİZİNİ

<u>Tablo</u>	<u>Sayfa</u>
2.1. Dünyada yapılan akademik endüstriyel simbiyoz çalışma örnekleri.....	10
2.2. Çeşitli organik materyallerin TK, UK oranları ve biyogaz verim değerleri.	22
2.3. Türkiye’de yapılan akademik endüstriyel simbiyoz çalışma örnekleri	30
3.1. Emilia-Romagna atık yönetimi uygulamaları ve endüstriyel simbiyoz projeleri.....	33
3.2. Bölgesel Eylem Planı (RAP) ve stratejileri	34
3.3. Stratejik öncelikler ve hedefler	35
3.4. Avrupa Birliği Tarafından Finanse Edilen Projeler	35
3.5. Smilowo Eko-Park endüstriyel simbiyoz uygulamasına yönelik materyal eliminasyon miktarları.	42
5.1. Firmaların sürdürülebilirlikle ilgili ifadelere katılma durumu.....	50
5.2. Sürdürülebilirlik anketi firma katılma durumu ısı haritası ve Z-skor değerleri	52
5.3. Firmaların atık değerlendirme yöntemleri	54
5.4. Endüstriyel simbiyoz, döngüsel üretim uygulamaları ve firma iş birliklerine katılım değerlendirme tablosu.....	56
5.5. Anket çalışması sonucu firma girdi- çıktı verileri ve önerileri.	60

TABLÖLAR DİZİNİ (devam)

<u>Tablo</u>	<u>Sayfa</u>
5.6. Firmaların faaliyet alanları tablosu.	66
5.7. Gıda kazanım örnekleri tablosu.....	69
5.8. Firmalar arası potansiyel simbiyotik materyal paylaşım eşleştirme tablosu.	74



SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

<u>Kısaltmalar</u>	<u>Açıklamalar</u>
AB	Avrupa Birliği
BEBKA.	Bursa Eskişehir Bilecik Kalkınma Ajansı
CH ₄	Metan Gazı
EPA	Environmental Protection Agency
EPDK	Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu
EOSB	Eskişehir Organize Sanayi Bölgesi
ES	Endüstriyel Simbiyoz
GIS	Geographical Information Systems
KOBİ	Küçük ve Orta Büyüklükteki İşletme
LCA	Life Cycle Assessment
LPG	Sıvılaştırılmış Petrol Gazı
MFA	Materyal Akış Analizi
OSB	Organize Sanayi Bölgesi
RFID	Radyo Frekansı ile Tanımlama
SAA	Sosyal Ağ Analizi
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
WEF Nexus	Su Enerji Gıda Nexus

1. GİRİŞ

Günümüzde sanayi devrimi sonrası ortaya çıkan doğrusal iş modelinin yerini döngüsel ekonomi almaya başlamıştır. Kaynakların verimli kullanılması, üretimlerde fazla üretimin ve israfın önüne geçilmesi, atık kavramının yerinin ikincil veya üçüncül hammadde veya ürünlerin alması gibi sürdürülebilirlik odaklı kavramlar ortaya çıkmaya başlanmıştır (Kurt ve Ötleş, 2024). Beşikten beşiğe modeli ile döngüsel ekonomi, üret-al-kullan-at sistemine dayalı ve fosil yakıtlara bağımlı sisteme karşıtlık gösteren, gezegenimizin kaynak kullanım sınırlarının tanınmasını sağlayan bir iş modelidir. Döngüsel ekonomide ürün kullanım ömürlerinin uzatılması, yeniden kullanımı veya yan ürün olarak başka bir ürüne dönüştürülmesi gibi kapalı sistem döngüleri tasarlanmaktadır. Döngüsel ekonomik büyümenin modeli yenilenebilirliği ve yeniden üretilebilirliği tasarlayarak karakterize edilir, bunun amacı biyolojik ve teknolojik döngülerde ürünlerin, bileşenlerin ve malzemelerin en yüksek değerini ve faydasını sürekli olarak ayrı ayrı korumaktır. Malzemelerin doğada dönüştürülebilir, biyolojik olarak parçalanabilir ve çevreye zarar vermeden kullanılabilir olması biyolojik döngüyü, üretimden sonra tamamen geri dönüştürülebilir özellikte tekrar kullanılabilmesi, yenilenebilmesi ve yeniden üretim sürecine dahil edilebilmesi anlamına gelmektedir. Döngüsel bir iş modelinde, işletmenin amacı, ürünlerin satışından elde ettiği karı değil, zaman içinde malzeme ve ürün akışından elde ettiği karı arttırmaktır (Bocken et. al., 2016; Kowalski et. al., 2023).

Yaşamın sürdürülebilirliğinin devamlılığı açısından sürdürülebilir yaklaşımlar, sistemler, alt sistemler ve prensipler oluşturulmuştur. Ekonomik, çevresel ve sosyal sürdürülebilir sistemlerin uygulanmasında temiz üretim denetlemesi, yaşam döngüsü değerlendirme, karbon ayak izi, su ayak izi hesaplamaları ve endüstriyel simbiyoz gibi kaynak verimliliği araçlarının kullanılması önemli rol oynamaktadır. Sürdürülebilir endüstriyel üretim sistemlerinde, yaşam döngüsü analizi ve endüstriyel simbiyoz uygulamalarının üretimde, enerjide ve kaynak kullanımında verimliliğin artırılmasında önemli rol oynamaktadır. Özellikle biyolojik döngü potansiyeline sahip su, enerji ve organik hammadde kaynaklarının yoğun kullanıldığı gıda endüstrisinde israfın önlenmesi ve kaynakların kullanımının optimize edilmesi, insanlığın yaşamını sürdürebilmesi

açısından önemlidir. Ekolojik döngüsel yaklaşımlardan yola çıkarak endüstriyel simbiyoz kavramı da kaynak kullanımının azaltılması ve çevresel kirliliğinin önlenmesine yönelik etkili yöntemlerden biri olarak kabul görmektedir. Endüstriyel Simbiyoz, döngüsel ekonomi ve endüstriyel ekoloji fikirlerine bağlı eko-yenilikçi bir sistemdir. Endüstriyel simbiyoz ile yakın coğrafi konumlarda yer alan firmaların birbirleri ile etkileşimi sağlanarak birçok sektörün dahil olabileceği küçük veya büyük ölçekli firmalarla kaynak verimliliğinin sağlandığı sürdürülebilir ekosistem modelleri oluşturulmaktadır. Endüstriyel simbiyoz sisteminde bir fabrikanın çıktısı (atığı) diğerinin girdisi (hammaddesi) olarak alınmaktadır (Kurt vd., 2024).

Avrupa Parlamentosu tarafından 15 Ocak 2020 tarihinde kabul edilen Avrupa Yeşil Anlaşması, gıda sektörü için derin etkilere sahip olabilecek örneklerden biridir. AB içinde birçok üye ülke, kendi gıda sürdürülebilirlik ajandalarını geliştirmiştir. Gıda, tohum, araçlar ve girdilerin dayanıklı bir tedarik sağlaması, tüm uluslar için önemli bir güvenlik unsurunu temsil etmektedir (Haller et al., 2022). Dünya genelinde artan nüfus ve bununla birlikte artan gıda talebini ve fazlasını karşılamak amacıyla gıda ve tarım endüstrisi büyük ölçekte büyümeye devam etmektedir. Modernleşen ve büyüyen dünya düzeninde hazır üretim gıda ürünlerinin tüketimine artan ihtiyaç ile birlikte gıda sanayi kuruluşlarının üretimleri ve çevreye oluşturdukları etki de artmaktadır. Ekolojik, sosyal ve ekonomik açıdan dengeye getirilmesi gereken bir sistem söz konusudur. Gıda sistemini dönüştürmek için büyütme, dağıtma ve tüketme için yeni, yenilikçi yollar gerekecektir. Endüstriyel simbiyoz (ES) gibi kaynak verimliliği stratejileri, yerel olarak mevcut atıkların veya bir endüstriyel faaliyetin yan ürünlerinin başka bir endüstriyel faaliyet için hammadde haline geldiği yerel olarak yetersiz kullanılan kaynakları kullanarak, gıda üretimini sürdürülebilir bir şekilde artırma araçlarını sağlayabilecek bir oluşumdur. Bu, doğrudan veya dolaylı olarak toprak, tarım kimyasalları, taşımacılık ve enerji ihtiyacını azaltabilen kaynaklar kullanmaktadır.

Yapacağımız çalışma kapsamında Ege Bölgesi'nde yer alan Gıda ve Tarım alanında faaliyet gösteren firmaların endüstriyel simbiyoz uygulamalarına potansiyel olarak uygun olup olmadığı incelenecektir. Araştırma kapsamına alınan firmaların, sürdürülebilirlik genel kavramı ve bu konudaki farkındalık seviyeleri hangi ölçüde olduğu araştırılacaktır. Firmaların endüstriyel simbiyozla hazır

bulunuşluk seviyesi, tez kapsamında geliştirilecek olan endüstriyel simbiyoz ölçüm aracı modeli çalışması ile değerlendirilecektir. Bu kapsamda gıda, tarım ve sanayide kurulabilecek simbiyotik sinerji potansiyellerinin keşfedilmesi hedeflenmektedir. Bir fabrikanın veya endüstri atığının diğerinin hammaddesi olacak şekilde değerlendirilerek kaynakların kullanımının azaltılması, gıda ve tarım sanayi kaynaklı atık oluşumunun önüne geçilmesi ve bazı atıkların endüstriyel simbiyoz modelinde “WEF Nexus (Water-Energy-Food Nexus)” yaklaşımı ile gıda, su ve enerji ilişkisinin dengelenerek çeşitli metotlarla analiz edilmesi, atıktan enerji kazanımı, atıktan hammadde kazanımı, materyallerin transferi gibi konular örneklenerek ve tasarlanarak örnek bir eşleştirme çalışması gerçekleştirilecektir.

Ege bölgesi kapsamında gıda ürünü üreten, potansiyel yan ürün olan çıktıları firmaların ve potansiyel hammadde(girdi) olarak kullanabilecek firmaların araştırması yapılacaktır. Potansiyel taşıyan ve birbirlerine yakın bölgede olan firmalar saptanarak aralarında simbiyotik sinerjilerin kurulması konusunda analiz ve tasarlama çalışması gerçekleştirilecektir. Tasarım yapılırken firmaların kendi deneyim ve önerileri göz önünde bulundurularak, literatür araştırmalarındaki incelenen vaka analizler ve endüstriyel simbiyoz analizlerinden uygun olanı değerlendirildikten sonra Ege bölgesindeki oluşturulabilecek gıda-tarım sektörü ve konsorsiyumu odaklı potansiyel endüstriyel simbiyoz modeli tasarlanacaktır.

2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

2.1 Dünya’da Endüstriyel Simbiyoz Uygulama ve Araştırmaları

Literatür araştırması kapsamında araştırmamızı kapsayan en yaygın anahtar kelimeler “Industrial Symbiosis in Food Industry”, “Industrial Symbiosis”, “Water-Energy-Food Nexus (WEF Nexus) yaklaşımı”, “Endüstriyel Simbiyoz Vaka Çalışması” ve “endüstriyel simbiyozda su-enerji ve gıda nexus yaklaşımı” olarak aratılmıştır. Aratılan vaka çalışmalarından konumuza ve sektörümüze yakın olan Polonya, İtalya, Çin, İngiltere, İsveç ve diğer bölgelerde yapılan çalışmalar incelenmiştir.

Polonya’da yer alan Polonya’nın en büyük tarım-gıda konsorsiyumuna sahip Similowo Eko-endüstriyel parkı endüstriyel simbiyozla ilişkin vaka çalışması 2023 yılında yapılmıştır. Smilowo eko-parkı 13 firma, 36 üretim ve hizmet kuruluşları içermektedir. Firmalar arasında 50 km’den az mesafe olması taşımacılık ve kaynak kullanımı açısından avantaj sağlamıştır. Eko-endüstriyel parkta uygulanan endüstriyel simbiyoz, bitki yetiştirmeden hayvan yemi hazırlığına, hayvan yetiştiriciliğinden et hazırlıklarına, hayvan atıklarından et-kemik unu üretimine ve domuz gübresinin gübre olarak kullanımına kadar ürünlerin tüm yaşam döngüsünü kapsayan bir iş modelini teşvik etmektedir. Tahıl yetiştiriciliğinden başlayarak, endüstriyel yem üretimine ve et ürünleri üretimi için kümes hayvancılığı ve domuz yetiştiriciliğini kapsayan ürünlerin tüm yaşam döngülerini materyal ve enerji akışlarının birbirine bağlandığı bir sistem formuna dönüştürmektedir. Oluşturulan çapraz-değer zinciri kooperatifi ile park içerisinde kapalı döngü sistemi oluşturulmuştur. En fazla ekolojik problemlere sahip endüstri et endüstrisi olduğu için et atık dönüşümü ve tarım-gıda endüstrisini ES (Endüstriyel Simbiyoz) modeli ile değerlendirilmesi gereken önemli bir sektör olduğu için ele alınmıştır (Kowalski et al., 2023). İtalya’da yapılan başka bir çalışmada ise Emilia-Romagna tarafından finanse edilen “Food Crossing District” projesinde tarım-gıda zinciri çerçevesinde Emilia-Romagna bölgesinde yer alan sektör firmalarını ele almıştır. Projede atıkların ve yan ürünlerin değerlendirilmesi ve düşük çevresel etkili teknolojilerle yeni ürün elde edilmesi için, simbiyoz yollarını faaliyete geçirebilecek teknoloji ve sistem çözümlerinin saptanması amaçlanmıştır. Domates üretimi, öğütme

endüstrileri ve zeytinyağı üreticilerine, yan ürünler bazında domates kabukları ve çekirdekleri, buğday kepeğine odaklanılmıştır. Firmalara telefon e-mail vb. yollarla ulaşılarak haritalama çalışması yapılmış ve tüm hedeflenen firmaların (üretim süreci girdi-çıktıları, konumları, vb.) bilgilerinin yer aldığı bir modül ve platform oluşturulmuştur. Burada amaçlanan firmaların aralarında yan ürün değişimleri yapabilmeleri, konumlarını ve birbirlerine uzaklıklarını değerlendirebilmeleri, endüstriyel simbiyoz yolları oluşturabilmeleri için gerekli bireysel teknolojileri geliştirmeleridir (Symbiosis Users Network. et al., 2017). Emilia Romagna bölgesinde yapılan endüstriyel simbiyoz çalışmaları neticesinde Roma’da ENEA isimli yeni teknolojiler, enerji ve sürdürülebilir ekonomik kalkınma amaçlı araştırmayı, teknolojik yeniliği ve enerji, çevre ve sürdürülebilir ekonomik kalkınma sektörlerinde işletmelere, kamu yönetimine ve vatandaşlara gelişmiş hizmetler sağlayan Ulusal Ajans açılmıştır. Ek olarak Bölge Simbiosi Industriale platformunu kurarak bölgede bulunan işletmelere ve diğer operatörlere yönelik malzemeler, enerji yan ürünleri, su, hizmetler ve becerilerin birleştirildiği, kaynakların arz ve talebini bir araya getirmeyi ve şirketler arasındaki transferleri etkinleştirmişlerdir. Başka bir çalışma olarak Brezilya’da gerçekleştirilen gıda atığı değerlendirme endüstriyel simbiyoz çalışmasında ise kahve işlemenin ana sıvı kalıntılarından biyogaz enerji potansiyelini ve gliserin ve sığır gübresi ile entegrasyonlarını değerlendirmesine yönelik yapılmıştır. Çalışmanın birinci aşaması termal enerji ve elektrik biyogaz yakımından elde edilmiştir. LPG ve dizel biyo-metan ile yer değiştirilerek ve atık su çamuru ve gliserinden CH₄ üretilerek enerji ve materyal döngüsü sağlanmıştır (Albarracin et al., 2024).

Çin’de yapılan bir endüstriyel simbiyoz ve nexus birleşimine örnek çalışmada ise “WEF Nexus” modellemesi kullanarak simbiyotik çerçeve oluşturulması ve analizi yapılmıştır. Öncelikle su-enerji-gıda kompleks sistemi oluşturulmuştur, sonrasında simbiyoz seviyesini değerlendirilmiştir. Heilongjiang eyaletindeki su-enerji-gıda kompleksi sisteminin simbiyoz seviyesini objektif olarak değerlendirmek ve simbiyoz etkisini geliştirmenin etkili yollarını aramak için, etki faktörlerini belirlemek amacıyla geliştirilmiş bulut modelini kullanarak, hem bölgesel su-enerji-gıda kompleksi sisteminin hem de çoklu kaynak yönetiminin sürdürülebilir gelişimini iyileştirmek için politikalara destek olunması hedeflenmektedir (Fu et al., 2023). Yine Çin’in Hebei Tianjin ve Beijing

bölgelerinde yapılan bir çalışma WEF Nexus ile değerlendirilmiştir. Yazarlar WEF Nexus sinerjilerini ve onların simbiyotik ilişkilerini simbiyotik çevrelerini ve simbiyotik birimlerle olan sinerjilerini ayrı ayrı olarak 3 bölgede ele alıp sonrasında bütün halinde değerlendirmek için kullanılmıştır. Gri korelasyon modeli her bir bölgede WEF Nexus sinerjilerinin etki ettiği faktörleri analiz etmek için uygulanmıştır. Teknoloji yatırımı, popülasyon kalitesi, şehirleşme hızı ve iklim faktörlerini içeren bir index sistemi ve simbiyoz teorisi oluşturulmuştur (Wang et al., 2022). Yapılan başka bir çalışmada bir platform oluşturuluyor buraya farklı sektörlerden 306 kişi alınıyor. Atıktan-kaynağa doğru eşleştirecek şekilde iNex yazılımı kullanılarak potansiyel 148 firma bulunuyor. Daha sonra görüşme aşaması ile birlikte gereklilikler ve atık hammadde kaynakları belirginleştirilerek seçiliyor ve network sağlanıyor (Rincón-Moreno et al., 2020). Yapılan çalışmalarda endüstriyel simbiyoz platformları kurularak firmaların öncelikle birbirleri ile sözlü iletişimi sağlanması ve bunu bölgesel anlamda devlet destekleri ile tamamladıkları görülmektedir. İngiltere'de makro besin ve yeterli enerji sağlama açısından gıda güvenliği boşluğunu ortaya koyan vaka çalışması yapılmıştır. Makale Leeds bölgesindeki gıda sistemini haritalamak, Leeds'in kendine yeterliliği ve sistemi kaynakları optimize eden döngüsel ekonomi temelli bir yaklaşım ile nasıl optimize edileceği tartışılmaktadır. Bu kapsamda gıda sistemi performansını iyileştirmek için önerilen seçeneklerden biri endüstriyel simbiyozdur. Çalışmada GIS haritalama sistemi kullanılmıştır (Jensen and Orfila, 2021). İsveç'te yapılan vaka çalışmasında endüstriyel simbiyozla dayalı gıda üretimi için geçerli olan Härnösand belediyesi ve çevresindeki büyük atık akışları tanımlanmıştır. Yerel gıda üretimi için atık akışlarını ve yan ürünleri kullanma seçeneklerini ve yerel şirketler arasında endüstriyel simbiyoz ağ fırsatları oluşturma çalışmaları, kurallar ve düzenlemeler, pazarlar, bilgi ve yenilikle ilgili olarak endüstriyel simbiyoz tabanlı gıda sistemlerinin yaygın olarak uygulanması için zorluklar ve koşullar belirlenmiştir (Haller et al., 2022). Tareq El Ensari tarafından yapılan optimizasyon çalışmasında su ve iklim koşulları konusunda oldukça sıkıntı yaşanan Katar'da suyun önemi oldukça vurgulanmıştır. Bu kapsamda yapılan bir nexus çalışmasında biyokütlenin önemine değinilmiş, her bir senaryonun EWF (Enerji, Su, Gıda) kaynakları üzerindeki etkisini hesaplamak için bir sürdürülebilirlik metriği uygulanmıştır (Fouladi et al., 2021). Bir sonraki çalışmada ise su-enerji-gıda nexus'una karbondan eklenmiştir. Yapılan çalışmada güncel literatürde enerji, su ve gıda nexus

yoğunluğu üzerinde durulduğu fakat yapılan taramalarda karbona ilişkin herhangi bir çalışma yapılmadığı ifade edilmiştir. Çalışma enerji-su-gıda-karbon bağlantı konseptini teknoloji alt sistemleri ve karbon yakalama kullanım süreçleri ile birleştirerek farklı bir yaklaşım geliştirmeyi hedeflemektedir. Endüstriyel parklarda 4 önemli kaynağın etkileşimini ve entegrasyonunu sistematik bir şekilde enerji-su-gıda ve karbon yönetimi gibi farklı alt sistemler arasındaki ilişkileri anlamaya ve optimize etmeye odaklanmıştır (Fouladi et al., 2023).

Danimarka’da yapılan bir çalışmada, gıda üretimine bağlı çevresel etkiyi azaltmak amacıyla atık akışlarından kaynakların geri kazanılmasına dair dört farklı vaka çalışması ele alınmıştır. Keratin açısından zengin hayvan yan ürünleri (tüy, kıllar gibi) kullanılarak balık yemi üretimi hedeflenmiş, mikroorganizmalar aracılığıyla bu atıklar sindirilebilir proteinlere dönüştürülmüştür. Bu teknoloji, laboratuvar ortamında test edilmiş olup düşük bir olgunluk seviyesindedir (TRL 1-3). Benzer şekilde, doğalgaz atığı olan alev gazı fermantasyon yöntemiyle tek hücreli proteinlere dönüştürülmüş ve tarımda yem olarak kullanılabilecek bir ürün elde edilmiştir. Bu teknoloji orta-yüksek bir olgunluk seviyesinde (TRL 5-7) olup pilot ölçekte ticari olarak uygulanmıştır. Gıda ve içecek endüstrisinden gelen atık akışlarının kullanımıyla biyo-bütanol üretimi gerçekleştirilmiş ve bu biyoyakıt türü, yenilenebilir enerji kaynağı olarak değerlendirilmektedir. Ancak bu teknoloji, laboratuvar ölçeğinde kalmış ve düşük olgunluk seviyesindedir (TRL 1-3). Son olarak, atık su arıtma sistemlerinde fosfor gibi besin maddeleri ve enerji (metan) geri kazanımı sağlanmış, bu süreç su ve enerji kullanımını optimize ederek kaynak verimliliğini artırmıştır. Yüksek bir olgunluk seviyesine (TRL 7-8) sahip olan bu teknoloji, endüstriyel ölçekte uygulanabilir durumdadır. Çalışmada, enerji ve su kaynaklarının tüketimi ve verimliliği ile ilgili bu vaka çalışmaları incelenerek gıda üretiminin çevresel etkisinin azaltılmasına olanak sağlanması tartışılmıştır. Ayrıca, ticarileştirme süreçlerine yönelik bir analiz yapılmış; endüstriyel ihtiyaçlar, endüstriyel simbiyozun rolü ve ticarileştirme önündeki engeller gibi konular ele alınmıştır (Udugama et al., 2020). Kenya’da yer alan KENGEN ekolojik parkında yapılmış olan KENGEN yeşil enerji parkı projesi sürdürülebilir ve rekabetçi bir Eko-Endüstriyel Park oluşturmak için jeotermal kaynaklardan yararlanmayı amaçlayan kapsamlı bir girişimdir. Eko endüstriyel parkta UNIDO’nun eko-endüstriyel parklar için oluşturduğu “A practitioner’s handbook for EIPs” isimli el

kitabı ve araç seti kullanılmıştır. Ek olarak Süreçler arasındaki malzeme akışını simüle etmek, kaynak verimliliğini belirlemek ve park içinde endüstriyel simbiyoz olasılığını analiz etmek için Stan2Web yazılımı kullanılmaktadır. Eko-endüstriyel park içerisinde tekstil-deri,çelik-cam ve gıda-organik gübre kümelenmeleri oluşturulmuştur. KENGEN Eko-Endüstriyel Parkı'nda Oluşturulan kümelenmelerden girdi çıktı analizleri yapılmış, “MFA” materyal akış analizleri ve paydaş haritalama yöntemi ile değerlendirilmiştir (Ronoh, 2020). Avustralya’da Kwinana endüstriyel parkında yapılan bir değerlendirme çalışmasında da KIC alanındaki endüstriyel ağır sanayi ürünlerinin yan ürün ve ürün değişimlerini inceleyip endüstriyel simbiyoz çalışması kapsamında devlet desteğinin etkisi, çalışanların yetkinliği ve firmaların rekabetçiliği incelenmiştir. Çalışanların yetkinliği ile birlikte oluşturulan sinerjilerin endüstriyel simbiyoz üzerindeki gücü ele alınmıştır. Çalışmada giriş çıkış diyagramları detaylı olarak şemalarla gösterilmekle birlikte materyal giriş çıkış detaylarına çok değinilmemiştir. Bölgedeki ağır sanayi, metal, tarım sektörleri ve kimyasal ürünler ele alınmıştır (Oughton et al., 2023).

Endüstriyel Simbiyoz kapsamında yapılan çalışmalarda atıktan kaynağa eşleştirme ile ilgili farklı veri tabanları geliştirilmiş ve web uygulamaları oluşturulmuştur. Danimarka’da yapılan bir konferansta Singapur’da yapılan endüstriyel simbiyozu geliştirme için oluşturulan bir iş birliği platformu konu alınmıştır. Çalışmada, plastik, kağıt ve gıda atıklarına dayalı kullanım senaryoları üzerinden veri tabanı motorlarının işlevselliği değerlendirilmiştir. Atıktan kaynağa eşleştirme platformlarının kapasitesini artırmak amacıyla çeşitli modeller üzerinde durulmuştur. Firmaların tercihleri, gereksinimleri, atık tedariği ve talep modellerine göre eşleştirme algoritmaları geliştirilmiştir. Bu süreçte, süreç diyagramları ve soru örnekleri oluşturularak eşleştirme mekanizmalarının etkinliği test edilmiştir. Çalışmanın teknik altyapısında Python Django çerçevesi kullanılarak bir veri tabanı sistemi geliştirildi ve bu sistem aracılığıyla eşleştirme işlemleri gerçekleştirilmiştir. (Low et al., 2018) Farklı bir çalışmada Symbynet olarak isimlendirilen bir Java aracı ile birlikte var olan endüstri kümelenmeleri kapsamında uygulama ve optimizasyonu hızlandırmak için yaşam döngüsü metodolojisi ile görselleştirmektedir. Java aracı farklı simbiyoz senaryoları kapsamında materyal ve enerji akışlarını optimize etmek için geliştirilmiştir. Araştırmanın amacı bir

firmanın diğer firmalarla simbiyotik iş birliği için gerçek değerlendirmelerle kümelenme fırsatlarının tanımlanmasını sağlamaktır (Brondi et al., 2018).

Endüstriyel simbiyoz çalışmaları kapsamında, endüstriyel simbiyoz değerlendirmeleri, endüstriyel simbiyoz modelleme çalışmaları, endüstriyel simbiyoz yaşam döngüsü analizleri, endüstriyel simbiyoz simülasyonları(Lange,2022) endüstriyel simbiyozda WEF Nexus yaklaşımı (Fouladi et al., 2021), gıda kaybını önleme ve atık azaltımına yönelik teknik çözümler ve Dünya'daki endüstriyel simbiyoz ağ sistemlerini uygulayan endüstriyel eko-parklar literatür kapsamında incelenmiştir (Lange, 2022; Low et al., 2018; Pigosso et al., 2018).

Anket çalışmamız kapsamında, firmalara uygulanacak olan anket soru setleri Murdoch Üniversitesi araştırma grubu tarafından Kwinana Industries Council üyeleri için hazırlanmış kapsamlı soru setlerinden ve Danimarka Teknik Üniversitesi (Technical University of Denmark) tarafından, Danimarka Sinerji Merkezi (Danish Symbiosis Center) ve altı belediye ile işbirliği içinde hazırlanmış, 108 KOBİ'nin nicel ve nitel verilerinden faydalanmak endüstriyel simbiyoz hazırlık seviyelerinin ölçülmesi için oluşturulan tarama aracından (Pigosso et al., 2018; Agudo et. al., 2022) referans alınarak hazırlanmıştır. Sorular hazırlanırken uygulayacağımız sektörler ve ürün değişim potansiyel alanları göz alınarak sorular oluşturularak “Firma Anketi” hazırlanmıştır.

Tablo 2.1. Dünyada yapılan akademik endüstriyel simbiyoz çalışma örnekleri

Yazar(Yıl)	LİTERATÜR TABLOSU					
	Sektör	Yan Ürün	Nexus	LCA	Yöntemler	Yer
(Albarracin et al., 2024)	Kahve Gliserin	Biyogaz	-	-	-	Brezilya
(Kerdlap et al., 2020)	Sığır Gübresi Yayın Balığı Marul Yemek	Balık Yemi Gübre	-	+	M3-IS-LCA matris tabanlı modelleme	Singapur
(Lakanen et al., 2022)	Gıda Biyogaz Kağıt	Üre Amonyak	-	-	Azot el izi	Finlandiya
(Wang et al., 2022)	Tarım Gıda	-	+	-	Fuzzy Sets Model	Çin
(Rincón-Moreno et al., 2020)	İçme suyu Çimento Kağıt Karton Makine Kimya Organik Yemek Atıkları	-	-	-	iNex atıktan kaynağa eşleştirme yazılımı	İspanya
(Udugama et al., 2020)	Deniz Ürünleri Ham Petrol	Keratin protein Balık yemi Tek hücre proteinleri Biobutanol	+	-	Benchmark simulation model	Danimarka
(Lavelli & Beccalli, 2022)	Peynir	Peynir Altı Suyu	-	-	-	İtalya
(Reig et al., 2021)	Süt ve süt Ürünleri	Peynir Altı Suyu	-	-	-	İspanya
(Jensen & Orfila, 2021)	Bitkisel Gıda Ürünleri Hayvansal Gıda Ürünleri	-	-	-	GIS Haritalama (ArcMap 10.6)	İngiltere
(Agudo et al., 2023)	-	-	-	-	Simbiyotik Hazırlık Değerlendirme Aracı	Brezilya
(Brondi et al., 2018)	-	-	-	-	Symbioptima model, Java Aracı	Danimarka
(Pigosso et al., 2018)	-	-	-	-	Anket Uygulaması	Danimarka
(Gorton, 2020)	-	-	-	-	WEFO-Entegre model analiz çerçevesi ve aracı	Amerika
(Daddi et al., 2017)	Deri Endüstrisi Hayvancılık	Yağ, Protein, Gübre, Sülfat	-	+	Yaşam Dönemi Maliyetlemesi	İtalya

Tablo 2.1. Dünyada yapılan akademik endüstriyel simbiyoz çalışma örnekleri (devam).

Yazar(Yıl)	Sektör	Yan Ürün	Nexus	LCA	Yöntemler	Yer
(Fouladi et al., 2023)	Gıda Tarımsal Atık Atıksu Çamuru Manure	Biyolojik Kömür Sentez Gazı Biyokütle	+	+	Sürdürülebilirlik Odaklı Yatırım Metriği(SWROIM) Similasyon Modelleme(Mixed Integer Linear Model-MILP) LINDO Sistemleri Excel uygulamalı Anket	Katar
(González-Rosell et al., 2020)	Hayvancılık Ormancılık	-	+	-	Sistem Dinamik Modelleme(SDM) Fuzzy Cognitive Mapping Methodology	İspanya
(Fouladi et al., 2021)	Gıda Tarım	Biyolojik Kömür Sentez Gazı	+	+	Mixed-Integer Global Solver for Microsoft Excel by LINDO Systems Inc	Katar
(Fu et al., 2023)	-	-	-	-	PPM-PSO İstatistik Model Geliştirilmiş Bulut Tabanlı Model MATLAB	Çin
(Haller et al., 2022)	Ormancılık Tarım Madencilik Gıda Balıkçılık Hayvancılık Taş Ocağı Madenciligi	Balık yemi, Biyoyakıt Biyogaz Biyo-gübre	-	-		İsveç
(Symbiosis Users Network. et al., 2017)	Çelik Sektörü	Kok fırını gazı (COG), yüksek fırın gazı (BF gazı), bazık oksijen fırını gazı (BOF gazı)	-	-	-	İtalya
	Elektrik Ark Fırını (EAF)	EAF cürufu, EAF tozu, LF cürufu, demir oksit pulları.				
	Tarım Ürünleri ve İşlenmiş Gıda (sebze, Meyve, Unlu Mamuller vb.)	Enerji Kompost Biyogaz organik gübre				
	İnşaat Malzemeleri (beton, asfalt, agrega vb.)	Çimento İnşaat Malzemeleri				
	Kimyasal maddeler Kağıt ürünleri	Kağıt ve Karton Enerji				

Tablo 2.1. Dünyada yapılan akademik endüstriyel simbiyoz çalışma örnekleri (devam).

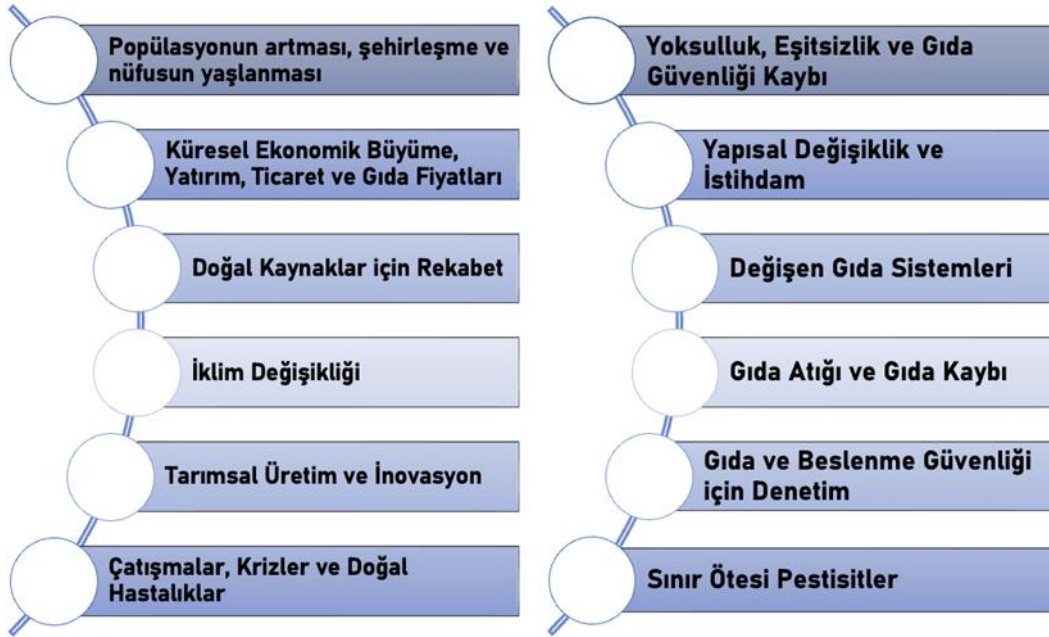
Yazar(Yıl)	Sektör	Yan Ürün	Nexus	LCA	Yöntemler	Yer
(Low et al., 2018)	Plastik ve kauçuk malzemeler.	Yol kaplama malzemesi	-	-	Neo4j Veritabanı Programı ile Eşleştirme	Singapur
	Kağıt	Plastik Kağıt Hamuru Selüloz				
	Gıda	Polifenoller, flavonoidler (gıda takviyeleri, boya ve plastik üretiminde kullanılan)				
	Plastik	Plastik ham maddesi, alternatif malzemeler				
	Tarım	Selüloz lifleri, Endüstriyel biyofiberler				
(Ronoh, 2020)	Deri Tekstil	Tekstil lifleri, deri kesim parçaları, boyama ve yıkama suları	-	-	Materyal akış analizi (MFA) Paydaş Haritası	Kenya
	Cam Çelik	Metal hurdaları, cam cürufaları, endüstriyel yan atıklar.				
	Organik Gübre	Kompostlanabilir organik maddeler, Biyokütle yan ürünleri				
	Süt	Peynir altı suyu, süt köpüğü, atık yağlar				
	Tahıl ve Bakliyat İşleme	Kepek, kabuklar, kırık taneler				
	Deniz Ürünleri	Kabuklar, balık kafaları, iç organlar				

Tablo 2.1. Dünyada yapılan akademik endüstriyel simbiyoz çalışma örnekleri (devam).

Yazar(Yıl)	Sektör	Yan Ürün	Nexus	LCA	Yöntemler	Yer
	Et ve Et Ürünleri	Kemikler, hayvansal yağlar, kan				
	Meyve ve Sebze	Meyve kabukları, çekirdekler, posalar				
(Oughton et al., 2023)	Ağır sanayi, metal, Tarımsal Ürünler Kimyasal ürünler,	Elektrik, Enerji, Kül	-	-	-	Avustralya
(Cansino-Loeza et al., 2022)	Sebze Meyve Tahıl Süt Ürünleri Et Baklagiller Tohumlar Tarım Hayvancılık Kömür	Biyo yağ Biyogaz			Mixed Integer Linear Programlama Model	Meksika
(Wen et al., 2022)	Mısır Pirinç Buğday Fasulye Doğalgaz Rüzgar Enerjisi Güneş Enerjisi Biyoenerji Patates	Hayvan Yemi Enerji	+	-	Matematiksel SD Modelleme VENSIM Yazılımı Simülasyonu	Çin
(Lavelli & Beccalli, 2022)	Peynir	Biyoaktif Peptitler, Fermente Laktoz ve Biyokütleler	-	-	-	İtalya
(Agudo et al., 2022)	-	-	-	-	Simbiyotik Hazırlık Checklisti	Brezilya
(Lin et al., 2021)	Manyok	Sindirim Ürünü	+	+	-	Brezilya
(Karwacka et al., 2020)	Gıda Tarım	-	-	-	-	Polonya

2.2 Gıda Endüstrisi ve Sürdürülebilirlik

Sürdürülebilir gıda sistemleri, gelecek nesillerin gıda güvenliğini ve sağlıklı besinler tüketebilmesini sağlamak için geliştirilen bir sistemdir. Sürdürülebilir gıda sistemlerindeki ana aktörler üreticiler, araçlar ve tüketicilerdir. Hem tüketiciler hem de üreticiler sürdürülebilir gıda sistemlerinin yaygınlaşmasında etkili rol oynarlar. Tüketicilerin tercihleri ve seçimleri pazarı yönlendirmede oldukça etkilidir. İşletmeler pazardaki konum ve rekabetçiliği korumak için tüketici taleplerini ve küresel eğilimleri takip etmek zorundadır (FAO, 2020). Şekil 2.1’de gösterilen gıda ve tarım endüstrisindeki eğilim ve zorluklar küresel çapta ilgili hükümet organlarınca incelenerek, her devletin kendine özgü düzenleme ve mevzuatları ile birlikte sektörleri yönlendirmesi gerekmektedir. İklim değişikliği, gıda atığı ve kaybı, gıda ve beslenme v.b zorluklarla başa çıkılması açısından çeşitli strateji ve hedef ön görüleri geliştirilmesi, bu konuda çalışmalar yapan devletleri öne çıkarmaktadır.



Şekil 2.1. Gıda ve Tarım Endüstrisindeki Eğilimler ve Zorluklar (FAO, 2017).

Son yıllarda yaşanan küresel krizler, özellikle COVID-19 pandemisi ve Rusya-Ukrayna savaşı, gıda, tarım girdileri ve enerji fiyatlarında ciddi artışlara neden olmuştur. Bu durum, üretim maliyetlerinin artmasına ve küresel tedarik

zincirlerinin kesintiye uğramasına yol açmıştır. Bu tür krizlerin ardından, gıda üreticilerinin sürdürülebilir üretim uygulamalarına yönelmeleri gerekmektedir. Sürdürülebilir üretim, çevresel, ekonomik ve sosyal açıdan daha dengeli ve dirençli bir tarım sistemi oluşturmayı hedeflemektedir.

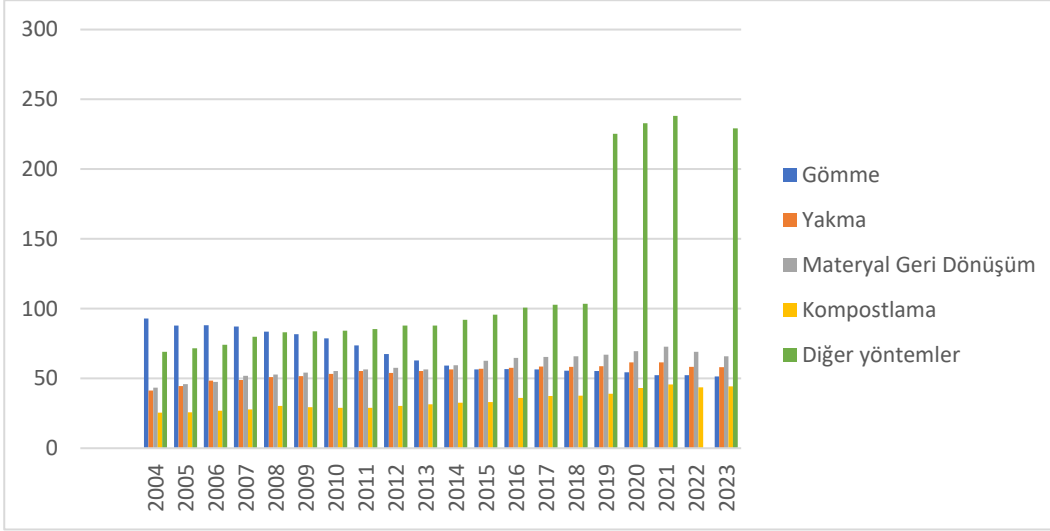
Nüfus artışı ile birlikte, kaynakların sürdürülebilir ve verimli kullanılmaması halinde ilerleyen yıllarda gıda krizi yaşanması beklenmektedir. Gıda sektörü suyu, enerjiyi ve kaynakları yoğun kullanan sektörlerden biridir. Özellikle tarım sektöründe kullanılan su miktarı diğer sektörlerle göre oldukça fazladır. Kontrolsüzce sulama yapılması ülkelerdeki yeraltı su kaynaklarının azalmasına neden olmaktadır.

Endüstri 4.0 ile birlikte gelişen akıllı teknolojilerle üretimde verimliliği yüzde yüze kadar çıkartan optimizasyon işlemleri yer almaktadır. Karanlık fabrikalar, endüstride PLM sistemleri vb. gibi tamamen otomasyona bağlı sistemlerde üretim verimliliği arttırılarak üretim esnasında kaybın önüne geçilmektedir. Fakat gıda sektöründe üretim girdileri ve çıktıları organik yapılar olduğu için her ne kadar hassas ve akıllı üretim teknikleri geliştirilse bile ürün ve girdilerde bozunma gibi biyolojik ve kimyasal reaksiyonlar yaşanabilmektedir. Bu noktada soğuk zincir ve depolama, RFID içeren akıllı tedarik zinciri sistemlerinin yapılması, akıllı ve bozunmaya duyarlı etiketlerin ve paketlemelerin geliştirilmesi tedarikte kaybolma ve gıda güvenliği riskinin önüne geçilmesinde yardımcı olmaktadır.

2.2.1 Gıda atığının değere ve enerjiye dönüşümü

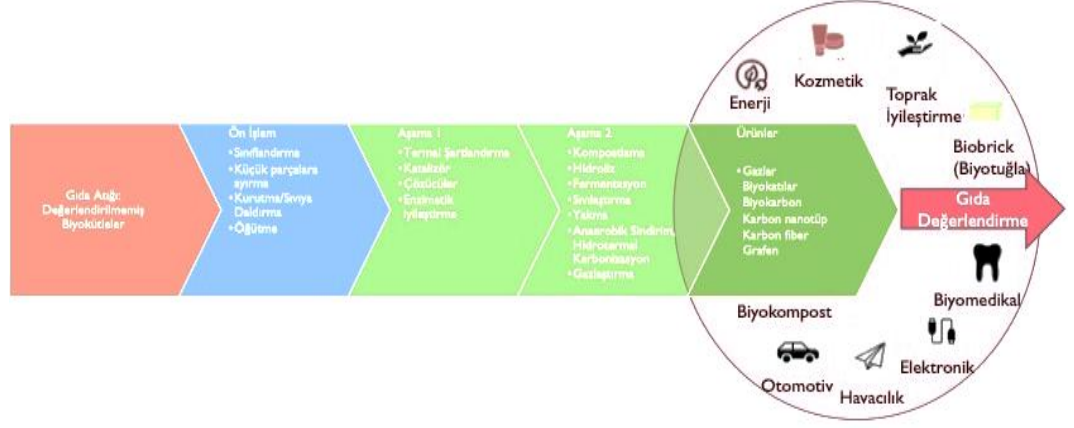
Gıda endüstrisi, çevresel ve ekonomik etkilerinin yanı sıra dünyadaki sürekli artan nüfus, değişen demografik yapılar ve iklim değişikliğinin gıda üretimi üzerindeki etkileri nedeniyle büyük miktarlarda gıda atıklarına (kuru veya ıslak) büyük miktarda neden olmaktadır (Roy et al., 2023). Birleşmiş Milletler 2023 verisine göre, küresel olarak, üretilen gıdanın yaklaşık yüzde 13'ü hasat ile perakende satış arasında kayboluyor; toplam küresel gıda üretiminin tahmini yüzde 17'si ise evlerde, gıda hizmetlerinde ve perakendede israf edilmektedir. Türkiye'de ise TÜİK (2020) verilerine göre yapılan hesaplama ile yılda 19,1 milyon ton gıda israf edilmektedir. Ayrıca **en çok kayıp, taze meyve ve sebzelerde** görülmekle

birlikte üretilenin yaklaşık yarısı kaybolmaktadır. Meyve ve sebze kabukları, **derileri ve dalları gibi gıda atıkları, yenilebilir kısımlarından daha fazla biyoaktif bileşik** içermektedir. Gıda işleme atıkları, protein, lipid ve karbonhidrat açısından zengindir, bu da onların değerli ürünlere dönüştürülme potansiyeli taşımaktadır. Bu nedenle hayvan yemi, kozmetik, kimyasal maddeler ve prebiyotikler üretme potansiyeline sahiptir (Roy et al., 2023). Atıkların değerlendirilmesi temel kapsamda biyolojik, kimyasal, mekanik ve termal işlemlerle gerçekleştirilmektedir. Şekil 2.1’de gösterilen Eurostat verilerine göre Avrupa Birliği’nde evsel belediye atıklarının değerlendirilmesinde gömme işlemi (landfilling) 1995’ten 2023 yılına kadar %58 oranında azaltılmakla birlikte, yakma, materyal geri dönüşümü ve kompostlama gibi işlemlerin uygulanması; sırası ile %96, %185, %213 ve % 516 oranına artış göstermiştir (Eurostat, 2025). Diğer yöntemler içerisinde biyogaz organik atık değerlendirme yöntemleri bulunmaktadır.



Şekil 2.2. Avrupa Birliği belediye atıklarının değerlendirme işlemleri yıllara göre değişim grafiği (2004-2023), (Eurostat, 2025).

Gıda atıklarının biyokimyasal ve termo-kimyasal dönüştürme yöntemleri ile değerlendirilmesi gıda israfının önüne geçilmesinde önemli rol oynamaktadır. Güncel gıda atıklarının değerlendirilme yöntemleri Şekil 2.3’de gösterilmiştir.



Şekil 2.3. Gıda atığı değerlendirme işlemleri şeması (Roy et al., 2023).

Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Ajansı (EPA) tarafından belirlenen atık yönetim sistemleri uygulandığında **öncelikle atığın önlenmesi, yeniden kullanımı, gıda olarak geri dönüşümü, hayvanların yem üretiminde kullanımı, tekstil, deterjan vb. farklı sektörlerdeki malzeme olarak kullanımı, toprak için geri kazanımı, enerji dönüşümü ve güvenli deponi** olarak sırayla önceliklendirilir. Şekil 2.4 EPA'dan alınan bilgiler ışığında hazırlanmıştır.



Şekil 2.4. Gıda atık değerlendirme hiyerarşisi (EPA, 2023).

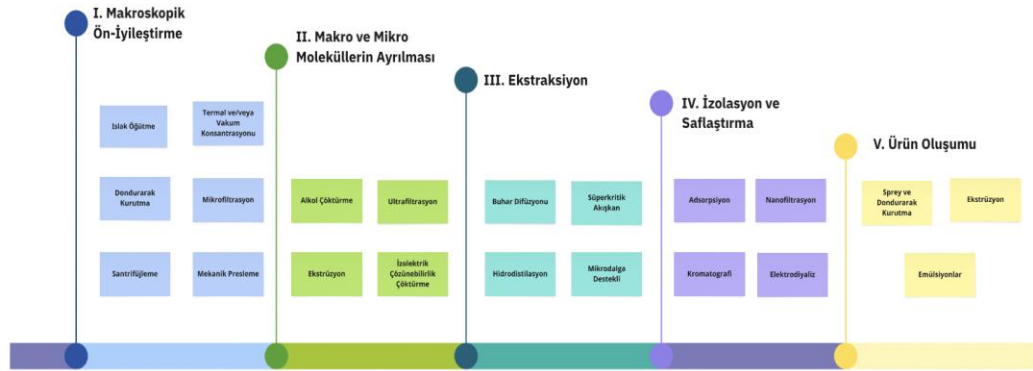
Şekil 2.3'te verilen şemada gıda organik atıklarından ön hazırlık sürecinden geçirildikten sonra elde edilmek istenen çıktılara göre kompostlama, hidrotermal karbonizasyon, gazlaştırma vb. termokimyasal ve biyokimyasal dönüştürme yöntemleri ile katma değerli faydalı ürünler elde edilmektedir. Organik atık geri dönüşümünde hayvan yemi/balık yemi kullanımı, biyokimyasal dönüşüm yöntemleri olarak; çöp gazı üretimi, anaerobik çürütme, fermentasyon ve kompostlama kullanılmaktadır. Gıda atık hiyerarşisi, gıda atıklarının en sürdürülebilir şekilde yönetilmesini amaçlayan bir yaklaşımdır. En üst seviyede yer alan önleme, gıda israfını kaynağında azaltarak en etkili çözümü sunar. Önlenemeyen gıda fazlaları ise yeniden dağıtım yoluyla ihtiyaç sahiplerine ulaştırılabilir veya geri dönüştürülmüş gıda üretimi ile değerlendirilerek israfın önüne geçilebilir. Hayvan yemi olarak kullanmak, gıda atıklarının değerlendirilmesine yönelik bir başka sürdürülebilir çözümdür. Malzeme geri kazanımı ve anaerobik sindirim, organik atıkların biyogaz gibi enerjiye veya biyogübreye dönüştürülmesini sağlar. Kompostlama, toprak sağlığını destekleyen bir geri dönüşüm yöntemidir. Enerji geri kazanımı, atıklardan yakma yoluyla enerji üretimini içerirken, en son seçenek olan bertaraf ise atıkların çöpe gönderilmesini ifade eder ve en az tercih edilmesi gereken yöntemdir. Bu yaklaşım, organik gıda atıklarının çevresel etkilerini en aza indirirken kaynakların en verimli şekilde kullanılmasını hedefler (Şekil 2.4).

ReFED'in 2023 yılı Gıda Atığı Monitörü'ne göre küresel çapta 73.9 milyon ton fazla gıda üretilmiştir. Fazla gıdaların %43,7'si üretim esnasında, %20,2'si hazır gıdalardan, %12,7'si süt ve yumurta türü ve geri kalan oranlarda diğer gıda türlerinden oluşmaktadır. Oluşan fazla gıdaların en yüksek oranla %32,7'si yaklaşık 24,2 milyon tonu çöp sahasına gönderilmektedir. 2023 yılı verilerine göre 14,5 milyon ton gıda hasat edilmeden toprakta bırakılmış, 12 milyon ton gıda kompostlamada kullanılmış, yaklaşık 8.09 milyon ton hayvan yemi olarak kullanılmıştır. Fazla gıdanın ve yan ürünlerin tekrar gıda ve değere dönüştürülmesi açısından birçok yöntem bulunmaktadır. Genellikle geri dönüştürülen gıdalar yüksek katma değerli, besleyici, çevre dostu ve biyoaktif bileşenlerce zengin olmakla birlikte gelişmekte olan biyoyakıtlar, dökme kimyasallar, enzimler, gıda takviyeleri, nutrasötikler, biyo-adsorbanlar, antimikrobiyal ürünler, biyobazlı gübreler ve biyoplastikler, diğer birçok uygulamanın yanı sıra üretimi için

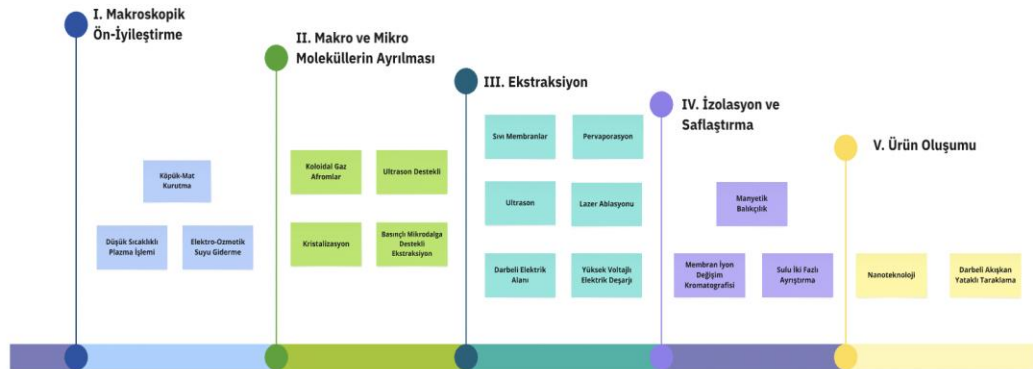
kullanılabilmektedir. Son yıllarda özellikle “**upcycling**” uygulamaları ve **yenilikçi ekstraksiyon teknikleri** bu alanda öne çıkmaktadır. Küresel geri kazanılmış gıda (upcycled food) pazarına baktığımızda Allied Market Research raporu 2021 yılı verilerine göre pazar değeri 53 milyar dolara ulaşmış 2031’de 97 milyar dolara ulaşması beklenmektedir.

Gıda atığının gıda ve bileşenleri olarak geri kazandırılmasında gelişen teknolojilerle birlikte geleneksel ve yeni gelişen analitik kimya tabanlı uygulamalar ve katma değerli ürünler elde etme yöntemleri bulunmaktadır. Galanakis (2012) çalışmasında yüksek katma değerli ürün elde edilmesi açısından iyileştirme ve dönüşüme yönelik Şekil 2.5’te verilen çalışmayı gerçekleştirerek geliştirilen ve uygulanan yöntemleri sınıflandırmıştır.

Geleneksel Teknolojiler



Yeni Gelişen Teknolojiler



Şekil 2.5. Gıda atıklarından yüksek katma değerli bileşenlerin geri kazanım aşamaları: geleneksel ve yeni gelişen teknolojiler (Galanakis, 2012).

Gıda ürünlerinin kalitesi ve güvenliği, farklı analiz yöntemleri ile kapsamlı bir şekilde değerlendirilmektedir. Bu yöntemler genel olarak fiziksel, kimyasal, duyuşal ve mikrobiyolojik analizler olarak sınıflandırılmaktadır. Fiziksel değerlendirme, gıdaların renk, doku ve viskozite gibi özelliklerini inceleyerek ürünlerin kalite kontrolünde kritik rol oynamaktadır (Zhu et al., 2024). Kimyasal analizler, besin içeriği, antioksidan kapasitesi ve gıda bileşenlerinin karakterizasyonunu belirleyerek ürünlerin fonksiyonel özelliklerini ortaya koymaktadır (Rakesh and Mahendran, 2024). Duyusal analizler, tat, koku, doku ve görünüm gibi insan duyularını kullanarak tüketici kabulünü değerlendirmekte, böylece gıda ürünlerinin pazardaki başarısını belirlemektedir (Benvenuti et al., 2025). Mikrobiyolojik analizler ise, patojen mikroorganizmaların varlığını tespit ederek gıdanın güvenli olup olmadığını belirlemekte ve tüketici sağlığını koruma açısından büyük önem taşımaktadır (Pataro et al., 2020).

Son yıllarda sürdürülebilir gıda üretimi kapsamında upcycling yaklaşımı öne çıkmaktadır. Bu yöntem, gıda endüstrisinde artık olarak görülen yan ürünleri, yüksek katma değerli bileşenlere dönüştürerek değerlendirmeyi amaçlamaktadır (Benvenuti et al., 2025). Örneğin, meyve posaları biyoaktif bileşikler açısından zengin olup, fonksiyonel gıdalar için önemli bir ham madde kaynağı olarak kullanılmaktadır (Iqbal et al., 2021). Yenilikçi ekstraksiyon yöntemlerinden biri olan pulslu elektrik alan (PEF) uygulaması, özellikle domates kabuğundan likopen kazanımı gibi süreçlerde, ekstraksiyon verimini artırarak biyoyararlanımı yükseltmekte ve endüstriyel gıda atıklarının değerlendirilmesine katkı sağlamaktadır (Pataro et al., 2020). Tüm bu yöntemler hem gıda güvenliğini sağlamakta hem de gıda sanayisinde sürdürülebilirliği artırarak atık yönetimine önemli katkılar sunmaktadır.

Gıda artıklarının değerlendirilmesinde yenilikçi teknolojiler de kritik rol oynar. Pulslu elektrik alan (PEF) uygulaması, bu yenilikçi yöntemlerden biri olup gıda matrislerinde hücre yapısını geçici olarak zayıflatarak içerdikleri değerli bileşenlerin ekstraksiyonunu kolaylaştırır. Örneğin domates işleme endüstrisinde atık olarak ortaya çıkan domates kabuklarından likopen kazanımında PEF tekniği başarıyla uygulanmıştır. PEF ile ön muamele edilen domates kabuğu numunelerinde, likopenin çözücüyle ekstraksiyon hızı ve veriminin önemli ölçüde

arttığı gösterilmiştir. Gıda endüstrisinin yan ürünleri, yeni teknolojilerle yüksek katma değerli ürünlere dönüştürülerek sürdürülebilir üretime katkı sağlamaktadır. Meyve posalarından pektin ekstraksiyonu, geleneksel asit bazlı yöntemler yerine ultrason destekli ekstraksiyon ile daha çevreci hale getirilmiştir. Bu yöntem, pektin verimini artırırken kimyasal tüketimini azaltmaktadır (Spinei and Oroian, 2021). Zeytin endüstrisinin yan ürünleri, özellikle zeytin işleme sırasında açığa çıkan polifenoller ve yağlar, doğal antioksidan gıda koruyucuları olarak değerlendirilmektedir (García-Pastor et al., 2023). Et işleme ve rendering süreci, hayvansal yağların biyoyakıta, protein içeriği yüksek yan ürünlerin ise hidroliz yöntemiyle hayvan yemi veya fonksiyonel protein katkılarına dönüştürülmesini sağlamaktadır (Galanakis, 2012). Turşu ve turşu suyu, **doğal** probiyotikler ve organik asitler açısından zengin olup, fonksiyonel içeceklerde ve fermantasyon bazlı ürünlerde sağlıklı bileşenler olarak değerlendirilmektedir (Putra et al., 2023). Yumurta kabukları, yüksek kalsiyum içeriği sayesinde besin takviyesi ve biyoseramik malzemeler (kemik greftleri ve implantlar için) üretiminde kullanılmaktadır (Bush et al., 2023). Bu dönüşüm süreçleri, gıda atıklarının çevresel zararını önleyerek döngüsel ekonomiye katkı sağlamak ve sürdürülebilir gıda üretimini desteklemektedir.

Enerji geri dönüşümlerini incelediğimizde organik atık termokimyasal dönüşüm yöntemleri olarak piroliz işlemi, yakma işlemi, hidrotermal karbonizasyon, hidrotermal sıvılaştırma ve hidrotermal gazlaştırma işlemleri öne çıkmaktadır. Bu yöntemler vasıtası ile gıda atığından enerjiye, biyo-gübre veya biyo-materyallere dönüştürülerek değerlendirilebilmektedir (Roy et al., 2023). Atıktan enerji eldesinde ısı enerjisi, elektrik enerjisi ve sıvı yakıt elde edilebilmektedir. Atıktan enerji elde edilirken, yakma, piroliz, gazlaştırma ve anaerobik fermantasyon işlemleri yaygın olarak kullanılmaktadır (Yanık,2023). Anaerobik fermentasyonda polimer besin maddelerinin, hidroliz, asidojeniz, asetojeniz ve metajenez evrelerinde asetojeniz, asidojenik, sülfidojenik ve metanojenik gruplarındaki bakterilerin ortak işlevleri ve birbirleri ile olan etkileşimleri sonrası birincil sindirim ürünü (digestate) oluşarak organik gübre olarak kullanılabilmekte ve %40-70 CH₄, %30-60 CO₂ ve çok az miktarlarda H₂S, N₂, H₂, CO gazları ile biyogaz oluşumu (Koçar vd., 2010) sonrası biyogaz yakılarak ısı enerjisi veya gaz türbinine verilerek elektrik enerjisi elde edilebilmektedir.

Organik atıkların değerlendirilmesi yapılırken biyogaz açısından karbon-azot oranı önem teşkil etmektedir. Karbon biyogaz oluşumu için gerekli olurken, azot anaerobik bakterilerin gelişimi ve yeniden üretilmesi için gereklidir. Tek başına fermantasyonu mümkün olmayan organik atıklar için kofermantasyon (2 ya da daha fazla atıkların birlikte fermente edilmesi) yöntemi uygulanmaktadır (Eryaşar, 2022; Yanık, 2023). Kofermantasyon yapan çoğu tesis, hayvansal atıkları temel alarak, bunun yanında substrat olarak bitki atıkları ile evsel ve endüstriyel atıkları da kullanarak biyogaz üretmektedir. Biyogaz üretiminde enerji bitkileri, çayır ve mera atıkları, kentsel atık ve atık sular, özellikle gıda endüstrisine ait atıklar, alg ve yosunlar, hayvansal atıklar, bitkisel atıklar ve arıtma çamurları kullanılan önemli kaynak materyalleridir (Koçar vd., 2010). Örnek bazı atıklar materyalleri, uçucu katı madde oranları, toplam katı madde oranları ve biyogaz verimlilikleri Tablo 2.2’de verilmiştir.

Tablo 2.2. Çeşitli organik materyallerin TK, UK oranları ve biyogaz verim değerleri (Koçar vd.,2010).

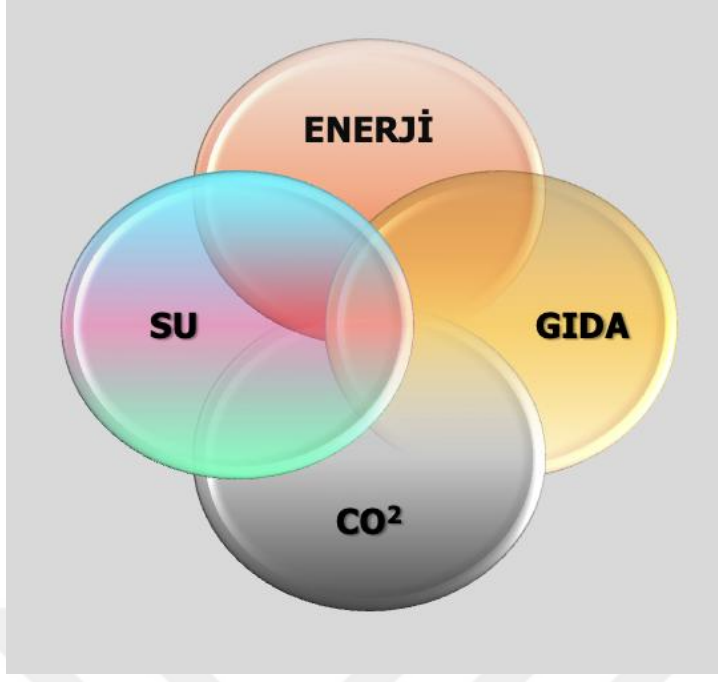
Materyal	Toplam Katı Madde Oranı %	Uçucu Katı Madde Oranı %	Biyogaz Verimi (l/kg-UK)
Sığır atığı	5-25	75-85	200-350
Tavuk Atığı (yumurta)	10-35	70-75	310-620
Tavuk Atığı (et)	50-90	60-80	550-650
Küçükbaş hayvan atığı	30	20	90-310
At atığı	25-30	60	200-350
Domuz atığı	3-16	70-80	250-550
Buğday samanı	70-90	85-93	200-300
Mısır artığı	80	91	350-480
Pirinç artığı	89	93	170-280
Çim	20-25	89-90	280-550
Küspe	65	78	140-190
Sebze atıkları	5-20	75-86	300-400
İnsan atığı	20-27	75	310-400
Yapraklar	80	90	300-400
Süt proses atığı	8-12	90	350-800
Konsantre süt proses atığı	20-25	90	800-950
Meyve artıkları	15-20	75	250-500
Yemek atıkları	10-18	80-95	500-600

Verilen Tablo 2.2'ye göre biyogaz üretimi açısından en yüksek konsantre süt prosesi atığı (800-950 l/kg-UK), süt prosesi atığı da (350-800 l/kg-UK), tavuk atığı (et üretimi kaynaklı) (550-650 l/kg-UK) ve yemek atıkları (500-600 l/kg-UK) yüksek biyogaz üretim potansiyeline sahip görünmektedir. En fazla biyogaz/metan üretilen maddeler sırasıyla organik yağlar, proteinler ve karbonhidratlar olmaktadır, protein ve yağlar yüksek metan oranına neden olurken, şekerler gibi oksitlenen bileşiklerin fermantasyonu sonucunda düşük metan oranı elde edilmektedir.

Farklı termal değerlendirme işlemlerinden biri olan yakma işlemi atığın direk yakılması sonucu elektrik enerjisine dönüştürülür, gazlaştırma prosesinde ise atık önce gazlaştırılıp sonra açığa çıkan CO₂ ve H₂ içeren sentez gazı yakılması sonucu enerji eldesi sağlanır. Aynı zamanda gazlaştırma sonrası açığa çıkan sentez gazından uçak yakıtları, jet yakıtları, olefinler vb. kimyasallar elde edilebilmektedir (Yanık,2023). Düzenli depolama ve yakma işlemleri hem pahalı hem de yakma sırasında veya sızıntı suyu yoluyla kirleticiler yaymaktadır (Roy et al., 2023). Bir diğer yöntem ise oksijensiz ortamda karbonca zengin maddenin kömür, katran, yağ ve hidrokarbona parçalanma işlemi olan pirolizdir. Piroliz işlemi sonrası elektrik üretimi, biyo-yag, buhar ve siyah karbon elde edilebilmektedir. Pirolizde metaller elementer yapıda kalarak, elementer formdaki metaller geri kazanılabilmektedir. Aynı zamanda pirolizde yapılan karbonizasyon işlemi sonucu oluşan biochar (biyo-kömür) katı yakıt veya toprak iyileştiricisi olarak kullanılabilmektedir. Atıktan enerji eldesinde termal işlemlerden en verimli olanlardan bir tanesi de hidrotermal karbonizasyon yöntemidir (Yanık, 2023).

2.2.2 Gıda sektöründe endüstriyel Simbiyoz ve Nexus yaklaşımı

Su-Enerji ve gıda nexus yaklaşımı sürdürülebilir gelişme ve sektörel koordinasyonların sağlanması açısından kilit rol oynamaktadır. Nexus yaklaşımı çok disiplinli olarak farklı sektörlerin iş birliği ve endüstriyel sistemlerde, su, materyal ve enerji akışlarını içerdği için karbon yönetimi ve yaşam döngüsü analizi ile birlikte en iyi uygulanabileceği yerler Eko-endüstriyel parklardır (Fouladi et al., 2023).



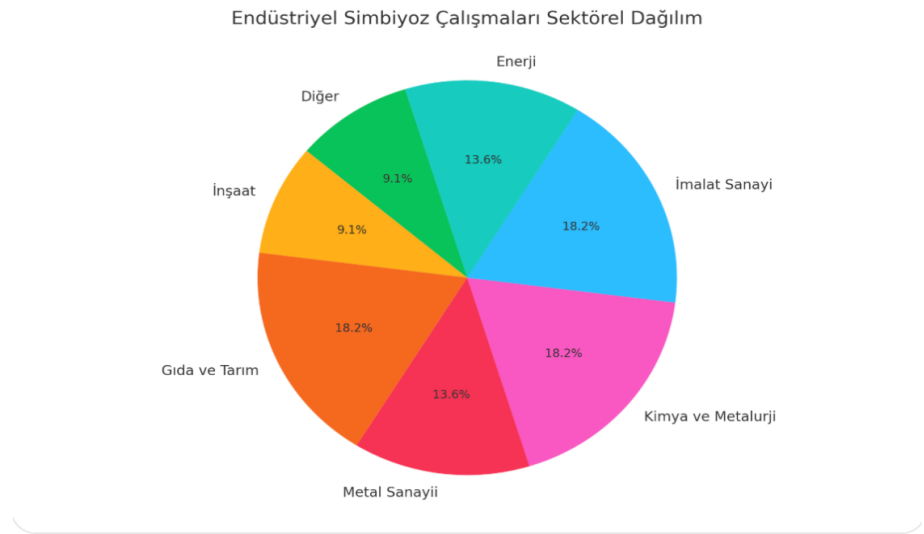
Şekil 2.6. Su-Enerji-Gıda-Karbon Nexus bağlantısı.

2.3 Türkiye’deki Endüstriyel Simbiyoz Araştırma Çalışmaları

Literatür taraması kapsamında Türkiye’de gerçekleştirilmiş olan akademik çalışmalar ve araştırmalar incelenmiştir. Farklı bölgelerde Organize sanayi bölgelerindeki incelemeler, Türkiye’de yapılmış endüstriyel simbiyoz çalışmalarının incelenmesi ve yabancı örnek uygulamalar üzerinden yapılmış inceleme, değerlendirme ve vaka çalışmaları akademik kapsamda literatürde yer almaktadır. Endüstriyel simbiyoz uygulamasını firmalar arası eşleştirmelerde kolaylaştırmak adına web tabanlı platform geliştirme çalışmaları yapılmıştır. Yapılan çalışmalardan birinde firma içi ve firmalar arası analizleri gerçekleştirebilen modüller, maliyet-fayda analizi, coğrafi bilgi sistemi ve raporlama modülleri gibi yardımcı araçlar, veri yönetimi ve analiz sonuçlarını yeniden kullanılabilir hale getiren bir yapıyı içeren web tabanlı bir platform geliştirilmiştir. Bu kapsamda Ostim Talaşlı İmalat Firması üzerinden endüstriyel simbiyoz çalışmaları için vaka analizi yapılmıştır. Çalışmadaki vaka analizlerinde İsviçre matbaa, talaşlı imalat firmaları ve Ostim talaşlı imalat firması gibi sektörler incelenmiş, ayrıca İsviçre Cenevre Endüstri Bölgesi’nde endüstriyel simbiyoz analizleri yapılmıştır. Bu analizde, firma içindeki akışlar ve işlemler detaylı bir şekilde değerlendirilmiş, endüstriyel simbiyoz eşleştirmeleri gerçekleştirilmiş ve

sonuçlar tartışılmıştır. Ostim Talaşlı İmalat Firması içindeki süreçler analiz edilmiş ve endüstriyel simbiyoz kavramı çerçevesinde potansiyel iyileştirme önerileri sunulmuştur. Endüstriyel simbiyoz çalışmaları kapsamında, firmalar arasındaki kaynak ve atık paylaşımı üzerine örnek analizler yapılmıştır (Gümüş ve Ünver, 2016).

Türkiye’de yer alan ve incelenen araştırma çalışmalarında yurtdışı örnekleri analiz edilerek Türkiye’deki bölgelere uyarlama ve kriterleri belirleme konularına ağırlıklı olarak yer verildiği görülmektedir. Türkiye’deki araştırma çalışmalarının uluslararası örneklerle kıyaslanarak yerel ihtiyaçlara uygun modeller geliştirilmesi, endüstriyel simbiyozun yaygınlaştırılması açısından önemli bir yaklaşım olarak öne çıkmaktadır. Bu doğrultuda, KOBİ’ler için hem teoriye dayalı hem de uygulanabilir öneriler geliştirilmesi tez çalışmalarında temel bir hedef olmuştur. Endüstriyel simbiyozun başarılı uluslararası örnekleri analiz edilerek, KOBİ’ler için öneriler geliştirilmiştir. Tezde doğrudan yaşam döngüsü analizine dair bir uygulama bulunmamaktadır. Bunun yerine çevresel etkilerin azaltılmasına yönelik genel yaklaşımlar ele alınmıştır. Çalışma, literatür taraması ve uluslararası örneklerden yola çıkarak KOBİ’ler için uygulanabilir sembiyoz ağları ve araçları geliştirmeyi amaçlamıştır. Tezde kullanılan yöntemler teorik bir çerçeve sunma ve uluslararası örneklerden ders çıkarma odaklıdır. Yöntemler, Türkiye’de endüstriyel simbiyozun geliştirilmesi için öneriler geliştirmeyi amaçlamaktadır (Uslu ve Erbay, 2019).



Şekil 2.7. Araştırma çalışmalarının sektörel yoğunluğu.

Yapılan çalışmalarda ağırlıklı olarak “Gıda ve Tarım Sektörü”, “Kimya ve Metalurji” ve “İmalat Sanayii” sektörleri üzerinde durulmuştur. Gıda ve tarım sektörü özelinde enerji üretimi ve tarımda gübre olarak kullanımı, sığır ve tavuk gübresi gibi organik atıkların enerjiye dönüştürülmesi konuları hayvansal gübre çıktısı olarak değerlendirilmiştir. Donmuş patates üretiminden çıkan atıkların hayvancılıkta yem olarak değerlendirilmesi, zeytinyağı değirmeni posası gübre üretiminde kullanımı, şeker fabrikalarından çıkan atıkların hayvancılık yemine ve enerji üretimine dönüştürülmesi, organik atıkların biyogaz ve biyoetanol üretiminde değerlendirilmesi, tarım atıklarının enerji ve malzeme geri dönüşüm teknolojileri ile değerlendirilmesi konuları çalışmalarda yer almıştır (Durmuş ve Filik, 2023; Müyesseroğlu ve Onaygil, 2023). Bu çalışmaların bölgesel düzeyde uygulanabilirliğini değerlendirmek ve yerel işletmelerin atık yönetimi süreçlerine yönelik veri toplamak amacıyla saha çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Kırşehir’de gerçekleştirilen bir çalışmada Kırşehir Sanayi ve Ticaret Odası’ndan destek alınarak, bölgede faaliyet gösteren işletmelerin faaliyet alanları ve atıklar hakkında bilgi toplanmıştır. Gıda, Tarım, Enerji, Madencilik ve Çimento sektörü incelenmiştir. Firmalarla birebir görüşmeler gerçekleştirilmiş, atık türleri, miktarları ve bertaraf yöntemleri gibi bilgiler detaylı olarak incelenmiştir. Firmalarla birebir görüşmeler gerçekleştirilmiş, atık türleri, miktarları ve bertaraf yöntemleri gibi bilgiler detaylı olarak incelenmiştir. Biyogaz ve biyoetanol üretimi gibi sektörlerde yaşam döngüsü analizi (LCA) değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda, atık suyun enerji üretiminde kullanılması, biyogaz ve gübre üretimi için tarım bağlantısının kurulması gibi öneriler sunulmuştur (Durmuş ve Filik, 2023). Endüstriyel simbiyoz ve atık borsası kavramlarını, sürdürülebilir kalkınma ve döngüsel ekonomi bağlamında ele alarak, Türkiye ve dünyadaki uygulama örneklerini incelemiştir. Kalundborg (Danimarka), Gladstone (Avustralya) ve Humber (İngiltere) gibi başarılı uygulamalarla birlikte, Türkiye’de Gaziantep, İskenderun Körfezi ve Eskişehir gibi bölgelerdeki projeler değerlendirilmiştir. İzmir Atatürk Organize Sanayi Bölgesi temel alınarak, kaynak ve atık yönetimini optimize edecek, işletmeler arası simbiyotik ilişkileri teşvik edecek bir model önerisi sunulmuştur. Literatür analizi, matematiksel modelleme ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) kullanılarak oluşturulan bu çalışma, Türkiye’nin kaynak yönetimi stratejilerine katkıda bulunmayı ve İzmir için sürdürülebilir bir endüstriyel simbiyoz sistemi geliştirmeyi amaçlamıştır (Akın ve Azbar, 2021). Kimya ve

metalurji sektörü kapsamında; elektrokoagülasyon çamurundan seramik pigment üretimi (Eroğlu Önpeker ve Ün, 2017), cam atıklarının seramik ve çimento sektöründe değerlendirilmesi, atıklardan hidrojen ve sülfür türevlerinin kazanımı sağlanmıştır (Müyesseroğlu ve Onaygil, 2023).

Endüstriyel simbiyoz uygulamalarında atıkların değerlendirilmesi modelleme ve eşleştirme kriterlerinin yanı sıra çoklu karar verme analizleri ile Organize sanayi bölgelerinde endüstriyel simbiyoz ağlarının (ES) kurulması sırasında karşılaşılan problemleri çözmeyi hedeflemiştir. Yazıcı (2024), tarafından yapılan çalışmada döküm sektöründe ortaya çıkan atıkların yeniden değerlendirilmesi amaçlanmış ve döngüsel ekonomi ilkeleri çerçevesinde ekonomik ve çevresel fayda sağlanmıştır. Tezde, döküm sektörü atıklarının değerlendirilmesi amacıyla endüstriyel simbiyoz ağı kurulumu için Pisagor Bulanık Setler (PB-AHP ve PB-TOPSIS) gibi çok ölçütlü karar verme yöntemleri kullanılmıştır. Verilerin belirsizlik içermesi nedeniyle bulanık yöntemlerden yararlanılmıştır. Yine farklı bir çalışmada Endüstriyel simbiyoz ağının belirlenmesinde önemli kriterlerin oluşturulması, bu noktada kriterler arasında karar verme yöntemleri olarak Analitik Ağ Süreci ve Analitik Hiyerarşi Süreci karar verme yöntemleri incelenmiştir (Şen ve Özkaya, 2019). Çevresel, ekonomik değerlendirmelerin dışında sosyal ağ analizi içeren araştırma çalışmalarına da yer verilmiştir. Bu kapsamda Eskişehir Organize Sanayi Bölgesi'nde oluşturulmuş endüstriyel simbiyoz faaliyetlerini incelemek amacıyla EOSB ve ilgili paydaşlar tarafından yürütülen endüstriyel simbiyoz projesindeki firmalarla iletişime geçilmiştir. Örnek alan incelemesi kapsamında sosyal ağ analizi (SAA) üzerinden EOSB'deki simbiyoz faaliyetleri ve BEBKA gibi kalkınma ajanslarının sağladığı verilerle birlikte Türkiye'de var olan simbiyotik ilişkilerin sosyal ve coğrafi alt yapısı ve etkisi incelenmiştir (Alpar ve Aygün, 2023).

"Yürütülen bu çalışmada, firmaların endüstriyel simbiyoz uygulamalarına olan hazır bulunuşluk seviyelerini değerlendirmek amacıyla çok boyutlu bir anket ve değerlendirme seti geliştirilmiştir. Hazırlanan anket, firmaların sürdürülebilirlik uygulamaları, atık yönetimi pratikleri, endüstriyel simbiyoz konusundaki farkındalıkları ve iş birliğine açıklık düzeylerini ölçmeye yöneliktir. Likert ölçeği kullanılarak yapılandırılan ifadeler, firmaların kaynak paylaşımına yönelik eğilimlerini belirlemekte etkili olmuş; örneğin "Şirketlerin kendi aralarında atık, su,

enerji ve yan ürün değişimiyle ilgili iş birliklerine açık olması gerekir” gibi ifadelerle 1’den 5’e kadar katılım düzeyleri belirlenmiştir. Bunun yanı sıra, yes/no (evet/hayır) sorular ve açık uçlu sorular aracılığıyla firmaların atık türleri ve miktarları, atık değerlendirme yöntemleri (yakma, kompost, biyogaz, geri dönüşüm vb.) ve diğer firmalarla atık/yan ürün paylaşımı yapıp yapmadıkları gibi nitelikler detaylı biçimde sorgulanmıştır. Aynı zamanda firma içi döngüsel yapılar; enerji, materyal ve su verimliliği ile yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımına dair kapsamlı sorularla analiz edilmiştir.

Bu kapsamlı anket yaklaşımı, sadece farkındalık düzeyini değil, aynı zamanda teknik altyapı, kaynak yönetimi ve simbiyotik iş birliğine açıklık gibi çeşitli düzlemlerde bilgi sunarak literatürdeki örneklerden ayrışmaktadır. Literatürdeki birçok çalışmada ya yalnızca firmaların teknik eşleştirme potansiyelleri ya da farkındalık düzeyleri değerlendirilirken, bu çalışmada her iki yön birleştirilmiş ve entegre bir değerlendirme yöntemi geliştirilmiştir. Kullanılan ölçme araçları, Agudo et al. (2023) ve Pigosso et al. (2018) tarafından geliştirilen endüstriyel simbiyoz hazırlık değerlendirme araçları ile benzerlik taşımakta; ancak sektör, bölge ve odak alan farklılıkları gözetilerek yerel koşullara uyarlanmış ve gıda-tarım özelinde özelleştirilmiştir.

Çalışmanın bir diğer güçlü yönü, Ege Bölgesi’ne özgü saha verilerine dayanmasıdır. Bu yönüyle Polonya’daki Smilowo Eko-Endüstriyel Parkı ya da İtalya’daki Emilia-Romagna “Food Crossing District” projelerinde olduğu gibi bölgeye özgü potansiyel simbiyotik eşleşmelere temel oluşturacak yerel bir model geliştirme amacı taşımaktadır. Ayrıca çalışmada yalnızca çevresel değil, enerji, su, materyal ve kaynak verimliliği gibi teknik bileşenlerle birlikte firma içi döngüsellik yapıları da dikkate alınmış; bu yönüyle WEF Nexus ve yaşam döngüsü (LCA) analizlerine temel teşkil edecek multidisipliner bir altyapı oluşturulmuştur.

Yeni gelişen gıda değerlendirme teknolojileri, uluslararası endüstriyel simbiyoz ağları ve gıda atığı dönüşümüne yönelik konsorsiyumlar da literatür taramasına dahil edilerek uygulamalarla bütünleştirilmiştir. Böylece bu çalışmada yalnızca teorik bir model değil, aynı zamanda pratik uygulamaları destekleyen ve

firmaların dönüşüm süreçlerini bütüncül şekilde analiz edebilecek bir yapı sunulmuştur.

Sonuç olarak, bu çalışma, sektörler arası endüstriyel simbiyoz uygulama değerlendirme araçları arasında, yerel bağlama özgü olarak geliştirilmiş kapsamlı bir örnek teşkil etmekte; çok kriterli analiz yaklaşımı ile hem literatüre hem de uygulamalara katkı sağlama potansiyeli taşımaktadır.



Tablo 2.3. Türkiye’de yapılan akademik endüstriyel simbiyoz çalışma örnekleri.

LİTERATÜR TABLOSU

Yazar (Yıl)	Sektör	Yan Ürün	Nexus	LCA	Yöntemler
(Gümüş ve Ünver, 2016)	Talaşlı İmalat Sektörü	Talaş ve Metal Hurdalar	-	+	Model-View-Controller (MVC) yapısı ve SOA (Service-Oriented Architecture) sistem, Coğrafi Bilgi Sistemi Haritalama PAD (Product Attribute Database)
(Eroğlu Önpeker ve Ün, 2017)	Metal Kaplama Sektörü	Seramik Pigmentler, Elektrokoagülasyon Çamuru	-	-	-
(Uslu ve Erbay, 2019)	-	-	-	-	Literatür Tarama ve Değerlendirme
(Şen ve Özkaya, 2019)	-	-	-	-	Analitik Ağ Süreci Analitik Hiyerarşi Süreci
(Eryılmaz ve Delil, 2019)	Demir Çelik	Pota Nozul Kumu (metalurjik atıkların değerlendirilmesi)	-	-	Pilot bölgelerde veri toplanarak SWMmap yazılımıyla endüstriyel simbiyoz ağları oluşturulmuştur. Kullanılan yöntemler arasında atık analizi, maliyet analizi ve yazılım tabanlı veri yönetimi bulunmaktadır.
(Akın ve Azbar, 2021)	Endüstriyel Üretim	-	-	-	Doğrusal Programlama Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) Tabanlı Haritalama Çok Kriterli Karar Analizi (Multi-Criteria Decision Analysis - MCDA)
(Şenocak ve Yüzer, 2021)	Gıda, tekstil, kimya, metal ve makine sanayi	Organik Atıklar Proses Artıkları Talaş ve Hurda Metaller Kumaş Artıkları	-	+	Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) Kullanımı Sektörler Arası Atık Alışverişinin Analizi
(Bayramtan, 2022)	İnşaat malzemeleri	Seramik, Cam ve Çelik Endüstrilerinden Atıklar	-	-	Monte Carlo Analizi ile CO2 Değerlendirmesi Yapılmıştır. Hidratasyon Ve Uzun Dönem Performans Testleri, XRD Ve TGA/DTA Analizleri
(Şenel ve Canbulat, 2023)	su arıtma, geri dönüşüm, ahşap	Ahşap Talaşı Su Arıtma Atıkları	-	-	-

Tablo 2.3. Türkiye’de yapılan akademik endüstriyel simbiyoz çalışma örnekleri (devam).

Yazar (Yıl)	Sektör	Yan Ürün	Nexus	LCA	Yöntemler
(Alpar ve Aygün, 2023)	-	-	-	-	Sosyal Ağ Analizi
(Durmuş ve Filik, 2023)	Tarım Enerji MadencilikGıda Çimento	Hayvansal Gübre(Enerji Üretimi) Patates Kabuğu(Hayvan Yemi) Pancar Posası(Hayvan Yemi) Metal ve Plastik Sığır ve Tavuk Gübresi(Enerji)	-	-	Anket
(Müyesseroğlu ve Onaygil, 2023)	Şeker Demir-Çelik Gıda Cam Rafineri Kimyasal	Zeytinyağı Değirmeni Posası(Gübre) Gıda Üretim Atıkları (Biyogaz Üretimi) Cam Kırıkları (Seramik Pigmentleri ve İzolasyon Malzemesi) Kükürt (Gübre Üretimi) Hidrojen(Kimyasal Endüstrisi İçin Hammadde)	-	-	Matematiksel Modelleme Materyal Akış Analizi Enerji Verimliliği Analizleri Çoklu Karar Verme Yöntemleri Karbon Ayak İzi Analizi Anket
(Kaplancı vd., 2024)	Tekstil Metal Yüzey İşleme Gıda	D-limonen Meyve posası ve kabukları(Hayvan yemi ve Gübre) Petrokimyasal yan ürünler Metal hurda ve metal talaşı	-	+	-
(Bulut ve Demir, 2024)	Tarım İnşaat Elektronik Tekstil	Tarım Atıkları İnşaat Molozları Elektronik Atıklar Tekstil Ürünleri	-	-	-
(Magsudzada ve Çiçek, 2024)	Sanayi ve enerji sektörü	Endüstriyel Atıklar Enerji Yan Ürünleri	-	-	Endüstriyel Simbiyoz Modelleri, Sürdürülebilir Enerji Projeleri, Ekolojik Şehir Planlaması
(Yazıcı , 2024)	Döküm sektörü	Cüruf ve Metal Artıkları (İnşaat malzemeleri, çimento katkıları ve diğer sanayi hammaddeleri)	-	-	Pisagor Bulanık TOPSIS Pisagor Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci (PB-AHP) Doğrusal Programlama (DP) Bulanık Matematiksel Programlama

3. TARIM VE GIDA ENDÜSTRİSİ ENDÜSTRİYEL SİMBİYOZ VE VAKA ANALİZLERİ

3.1. İtalya-Emilia-Romagna Bölgesi Endüstriyel Simbiyoz Projeleri ve Tarım-Gıda Endüstrisi Kümelenmesi

Emilia Romagna, İtalya'nın sanayii en gelişmiş ve ekonomik olarak en güçlü bölgelerinden biridir. Makine, otomotiv, gıda işleme, tarım ve biyoteknoloji sektörleriyle öne çıkan bölge, aynı zamanda sürdürülebilir sanayi politikaları ve döngüsel ekonomi uygulamalarıyla da dikkat çekmektedir. Sanayi ekosistemi büyük ölçüde KOBİ'ler, kooperatif işletmeler ve büyük sanayi kuruluşlarının entegrasyonu üzerine kuruludur. Bölgedeki üretim süreçlerinde çok sayıda yan ürün ve atık malzeme ortaya çıkmakta ve bunların geri kazanımı, yeniden kullanımı veya alternatif sektörlerde değerlendirilmesi çevresel sürdürülebilirlik açısından kritik bir konu haline gelmektedir. Bölge, sanayi simbiyozunun uygulanmasında Avrupa'da öncü rollerden birini üstlenmiştir. Özellikle Emilia-Romagna Bölgesel Eylem Planı (RAP) ve RIS3 Akıllı Uzmanlaşma Stratejisi gibi programlarla sanayi sektörlerinin atık azaltma ve kaynak verimliliği projelerine entegrasyonu sağlanmıştır. Plastik geri dönüşümü, biyoteknoloji ve tarım-gıda yan ürünlerinin yeniden değerlendirilmesi gibi alanlarda projeler geliştirilmektedir (Ratta, Mencherini ve Picone, 2021).

Emilia-Romagna, sanayi simbiyozu ve tarım-gıda endüstrisi arasında güçlü bağlantılar kurarak Avrupa'daki en iyi uygulama örneklerinden biri haline gelmiştir. Bölge, sanayi süreçlerini daha sürdürülebilir hale getirirken gıda tedarik zincirinde döngüsellik destekleyerek atık azaltımına katkı sağlamaktadır. İtalya'nın sanayi ve tarım-gıda sektörlerinde en öne çıkan bölgelerinden biri olan Emilia-Romagna, Avrupa Birliği'nin döngüsel ekonomi politikalarına paralel olarak sanayi simbiyozu uygulamalarına büyük önem vermektedir. Büyük gıda şirketleri (Barilla, Parmalat vb.), akademik kurumlar ve sanayi ortakları arasındaki güçlü küme yapısı, sürdürülebilir iş birliklerini teşvik ederek bölgenin AB içindeki rekabet gücünü artırmaktadır (Gallina Toschi, 2024).

Emilia Romagna, döngüsel ekonomi ve atık yönetimi konusunda İtalya'nın öncü bölgelerinden biridir. Bölgedeki işletmeler, Confcooperative ve Confindustria gibi iş dernekleri aracılığıyla endüstriyel simbiyoz projeleri geliştirmektedir. Emilia Romagna, döngüsel ekonomi ve atık yönetimi konusunda İtalya'nın öncü bölgelerinden biridir. Bölgedeki işletmeler, Confcooperative ve Confindustria gibi iş dernekleri aracılığıyla endüstriyel simbiyoz projeleri geliştirmektedir.

Tablo 3.1. Emilia-Romagna atık yönetimi uygulamaları ve endüstriyel simbiyoz projeleri (Ratta et. al., 2021).

Emilia-Romagna Atık Yönetimi Uygulamaları ve Endüstriyel Simbiyoz Projeleri

Organizasyon	Açıklama	Category
Hera Group	Atık Yönetimi Proseslerinde İnovasyonlar	Sanayi
Food For Soul	Kentsel yemekhanelerde gıda fazlalığının geri kazanılması	Sanayi
Barilla	Öğütme atıklarından kağıt üretimi	Sanayi
Biogest-Siteia Bölümler Arası Merkezi	University of Modena and Reggio Emilia	Academi
Imal	Yeni ürünler için ahşap zincir atıklarının geri dönüşümü	Sanayi
Regenesi	Üst düzey tasarım nesnelere dönüştürülen atıklar	Sanayi
Emilia-Romagna Region	Yan ürünler için kalıcı koordinasyon	Devlet
Unioncamere Emilia-Romagna, Aster, ENEA	Green - Endüstriyel Simbiyoz Projesi	AB Projesi
UniBo CIRI Agro, ENEA	FCD (Food Crossing District) Projesi	AB Projesi
ENEA, Confindustria Emilia	Industrial Area 'Roveri Smart Village' Projesi	Devlet
Nolpal	Lojistik optimizasyonu için palet paylaşımı	Sanayi
Ecomat	Sürdürülebilir yapı malzemeleri	Sanayi
ILPA	Tüm PET zinciri boyunca plastiklerin geri dönüşümü	Sanayi
Caviro	Gıda atıklarından yenilenebilir enerji üretimi	Sanayi
Seramik Tile Bölgesi Şirketleri	Üretim sürecinde atık ve atık suyun yeniden kullanımı	Sanayi
Modena Üniversitesi and Reggio Emilia, sektördeki şirketler	Seramik sektörü kapsamında Endüstriyel Simbiyoz	Akademi & Sanayi

Emilia-Romagna Bölgesi, Avrupa ve İtalya'nın döngüsel ekonomi politikalarına uyum sağlayarak, sürdürülebilir kalkınma stratejileri geliştirmiştir. Bu kapsamda Avrupa Birliği (AB) tarafından oluşturulan AB 2020 Stratejisi, Dairesel Ekonomi Eylem Planı (2015) ve Dairesel Ekonomi Paketi Direktifleri (2018) gibi belgeler temel alınmıştır. İtalya'da ise Atıkların Yan Ürün Olarak Tanımlanması (2016) ve Dairesel Ekonomi Göstergeleri (2017) gibi ulusal politikalar bu süreci desteklemiştir.

Bölgesel düzeyde ise 2015 yılında çıkarılan Atık Yönetimi ve Dairesel Ekonomi Yasası ile 2016 yılı Bölgesel Atık Yönetim Planı temel belgeler olarak

belirlenmiştir. Ayrıca Akıllı Uzmanlaşma Stratejisi (RIS3, 2014-2018) ile ekonomik ve sanayi politikalarına döngüsel ekonomi ilkeleri entegre edilmiştir.

3.1.1 Yeni politika çerçevesi ve hareket planı

2020 itibarıyla Yeşil Mutabakat (Green New Deal) çerçevesinde Döngüsel Ekonomi Eylem Planı benimsenmiştir. Bu kapsamda Emilia-Romagna Bölgesi'nin 2020-2025 Bölgesel Yetki Programı ve Çalışma ve İklim Paketi (2021) gibi belgelerde dairesel ekonomi politikaları yer almıştır.

Bu sürecin ana politika aracı **Emilia-Romagna Atık Yönetimi Planı** olarak belirlenmiş ve **TRIS (Transition Regions towards Industrial Symbiosis) Projesi** kapsamında sanayi sektörleriyle iş birliği yapılmıştır.

3.1.2 Bölgesel eylem planı (RAP) ve stratejileri

Bu eylem planı dört ana başlıktan oluşmaktadır:

Tablo 3.2. Bölgesel Eylem Planı (RAP) ve stratejileri

Eylemler	Faaliyet 1	Faaliyet 2	Faaliyet 3	Faaliyet 4
1. Plastik Sektöründe İkincil Hammadde Kullanımının Artırılması	Ulusal Politikaları Etkileme ve Sanayi Simbiyozunun Yaygınlaştırılması	Bölgedeki geri dönüşüm tesisleri analiz edilmiş, ancak tam geri dönüşüm süreci uygulayan tesislerin az olduğu tespit edilmesi	Geri dönüşüm süreçlerinin kalitesini artırmak için piyasa fırsatları değerlendirilmiş ve iş birlikleri kurulması	PET şişe toplama ve geri dönüşüm sistemleri için Coripet Konsorsiyumu ile iş birliği yapılması
2. Sanayi Simbiyozu ve Döngüsel Ekonomi Projelerinin Geliştirilmesi	Ulusal Politikaları Etkileme ve Sanayi Simbiyozunun Yaygınlaştırılması	Akıllı Uzmanlaşma Stratejisi (RIS3) kapsamında sanayi sektörleri belirlenmiş ve desteklenmesi	Endüstriyel simbiyoz için 5 stratejik araştırma projesine 3,71 milyon Euro ERDF fonu sağlanması	-
3. Bölgesel Paydaşların Farkındalığının Artırılması	By-products (yan ürünler) hakkında farkındalık oluşturulmuş ve yönetim süreçleri tanımlanması	Araştırma Enstitüleri, şirketler ve kamu kurumlarını içeren atölye çalışmaları düzenlenmesi	Dairesel Ekonomi Yasası'nın araçları ve destek mekanizmaları tanıtılması	-
4. Ulusal Politikaları Etkileme ve Sanayi Simbiyozunun Yaygınlaştırılması	Ulusal politika düzeyinde sanayi simbiyozu için düzenlemeler geliştirilmesi	İtalya Endüstriyel Simbiyoz Ağı (SUN) ile iş birliği yapılması	Atık yönetimi ve geri dönüşüm süreçleri için ulusal ve uluslararası paydaşlarla toplantılar gerçekleştirilmesi	-

3.1.3 Stratejik öncelikler ve hedefler

Bu eylem planı kapsamında RIS3 (Akıllı Uzmanlaşma Stratejisi) doğrultusunda 4 stratejik öncelik belirlenmiştir:

Tablo 3.3. Stratejik öncelikler ve hedefler

Öncelik Alanı	Alt Başlıklar
A. Çekirdek Üretim Sistemleri	Tarım-Gıda, İnşaat ve Yapı, Mekatronik ve Motorlu Araçlar
B. Yüksek Büyüme Potansiyelli Üretim Sistemleri	Sağlık ve Refah Endüstrileri, Kültürel ve Yaratıcı Endüstriler
C. Sosyo-Ekonomik Zorluklar	Sürdürülebilir Kalkınma, Sağlıklı ve Aktif Yaşam, Bilgi Toplumu
D. Hizmet Yenilikçiliği	Dijitalleşme ve Endüstri 4.0

Bu stratejik öncelikler, bölgesel sanayinin dönüşümüne ve sürdürülebilir büyümesine katkı sağlamak için belirlenmiştir.

Eylem planı kapsamında döngüsel ekonomi ve sanayi simbiyozunu desteklemek için çeşitli projeler hayata geçirilmiştir:

Tablo 3.4. Avrupa Birliği tarafından finanse edilen projeler

Proje Adı	Konu	Hedef Alanı
BIOWAFER	Tarım-gıda atıklarının biyorafineri süreçlerinde değerlendirilmesi	Tarım-Gıda Sektörü
FLIES4VALUE	Gıda atıklarının asker sineği larvaları ile yem ve yüksek değerli bileşenlere dönüştürülmesi	Tarım-Gıda Sektörü
VALUE CE-IN	Endüstriyel ve belediye atık sularının geri kazanımı ve sürdürülebilir kullanımının artırılması	Yeşil Teknolojiler
IMPRESA	Geri dönüştürülmüş plastiklerin inşaat malzemesi olarak kullanılması	İnşaat ve Yapı Sektörü
FIREMAT	Isıya dayanıklı ve geri dönüştürülebilir kompozit malzemeler geliştirilmesi	Mekatronik ve Motorlu Araçlar

Emilia Romagna bölgesi, ARPAE Emilia Romagna, Bölgesel Girişimcilik Masası ve Confindustria Emilia-Romagna ve Coldiretti Emilia-Romagna'nın olduğu temsilcilerden oluşan koordinasyonla bazı üretimlerde atık olarak ortaya çıkan bazı madde veya nesnelerin atık olarak değerlendirilmemesi, yan ürün olarak değerlendirilmesi ve bu nedenle hayata yeniden kazandırılması için iş birliği içerisinde yan ürünleri bölgesel bazda “normal endüstriyel uygulama” olarak kabul etme yetkisi almıştır. Avrupa Atık Direktifi ve İtalya'nın 152/2006 sayılı kanun

hükmündeki maddesi kullanılarak Son Döngüsel Ekonomi Bölgesel Yasası ile çalışma grubunun resmileştirme işlemleri yaptırılmıştır. Bu çalışmanın amacı şirketlerin güvenli ve resmi bir şekilde yan ürünlerini kullanmaları ve döngüsel ekonomi bazlı kamu ve özel sektör ilişkileri içerisinde yapıcı iş birliğinin sağlanmasıdır. Böylelikle yan ürün zincirlerinin iyi teknik ve yönetim uygulamaları kapsamında şirketler arasında değerlendirilebilmesi ve şirketlerin bürokrasiye takılmadan döngüsel ve sürdürülebilir üretime geçişlerindeki sürece teşvik edilmesidir (Zanetti, 2017).

Confcooperative Emilia Romagna; tarım, gıda, finans, sağlık, hizmet, lojistik, turizm ve sosyal kooperatifleri gibi birçok sektörde faaliyet gösteren kooperatifleri bir araya getiren en büyük federasyonlardan biridir. Emilia-Romagna bölgesinde başlatmış olduğu çalışma grubu faaliyetleri kapsamında kayısı ve şeftali çekirdeklerinden şekerlemeler, kozmetik ürünleri, alkollü içkiler, enerji ve mısır atıklarından biyogaz üretimi için kullanımına ilişkin “yan ürün listeleri” oluşturulmasına destek olmuştur. Yapılan çalışmada tarım-sanayii üretici gurubundan sosyal sektöre kadar farklı alanlarda faaliyet gösteren kooperatif şirketleri sürece dahil olmuştur. Her bir yan ürün grubu için inceleme yapılarak resmi yan ürün listesi oluşturulmuş, şirketlerin yan ürünleri atık olarak değil, değerlendirilmek üzere sakladıklarını kanıtlayan, yan ürünlerin taşınmasını da hedef alan kayıt sertifikalarını almalarını sağlamıştır (Zanetti, 2017).

3.1.4 FCD (Food Crossing District) projesi

Food Crossing District (FCD) projesi, tarım-gıda endüstrisinde sanayi simbiyozunu destekleyen önemli projelerden biridir. Proje, gıda atıklarının ve yan ürünlerin yeniden kullanılmasını, enerji ve kaynak verimliliğinin artırılmasını amaçlamaktadır. Emilia-Romagna tarafından finanse edilen Food Crossing District projesinde Tarım-Gıda zinciri çerçevesinde Emilia-Romagna bölgesinde yer alan sektör firmalarını ele almıştır. FCD projesi, Alma Mater Studiorum - Bologna Üniversitesi (CIRI Agrofood), ENEA-LEA ve Barilla gibi gıda sektöründeki büyük şirketlerle birlikte yürütülmektedir. Projede atıkların ve yan ürünlerin değerlendirilmesi ve düşük çevresel etkili teknolojilerle yeni ürün elde edilmesi

için, simbiyoz yollarını faaliyete geçirebilecek teknoloji ve sistem çözümlerinin saptanması amaçlanmıştır. Proje ana hedefleri kapsamında;

- Teknolojik Yenilik: Gıda yan ürünlerinin işlenerek yeni ürünlere dönüştürülmesi için düşük çevresel etkiye sahip yeni teknolojiler geliştirilmesi,
- Sanayi Simbiyozu: Gıda endüstrisinin farklı alanlarında atıkların bir sektör tarafından üretilip başka bir sektör tarafından kullanılması sağlanarak atık minimizasyonu ve kaynak verimliliği artırılması,
- Yeni Fonksiyonel Gıdalar: Özellikle durum buğdayı kepeği, domates yan ürünleri ve zeytinyağı gibi kaynaklardan yeni sağlıklı gıdalar üretilmesi,
- Çevresel ve Ekonomik Sürdürülebilirlik: Yaşam Döngüsü Analizi (LCA) kullanılarak gıda atıklarının çevresel etkisi ölçülmekte ve ekonomik uygulanabilirlik analiz edilmesi
- Coğrafi Bilgi Sistemleri (GIS): Gıda sektörü için dairesel ekonomi ve sanayi simbiyozuna yönelik haritalama ve veri tabanları oluşturulması hedeflenmektedir.

Proje başlangıç uygulaması olarak firmalarla telefon, e-posta ve yüz yüze görüşmeler şeklinde ulaşım sağlanmıştır. 120 farklı sektörden firmaların oluşturulan platforma kayıt işlemleri için davet sağlanarak, firmaların girdi-çıktı bilgilerinin firmalar arası kaynak haritalama ve enerji, malzeme ve yetkinliklerin analizine yönelik potansiyel endüstriyel simbiyoz yol haritaları oluşturulmaya çalışılmıştır. Yürütülen projede domates üretimi, öğütme endüstrileri ve zeytinyağı üreticilerine, yan ürünler bazında domates kabukları ve çekirdekleri, buğday kepeğine odaklanılmıştır. Öne çıkan faaliyetleri kapsamında Barilla şirketi ile birlikte kepek katmanları ayrıştırılmış ve yağ çıkarma işlemi yapılmıştır. İşlem sonucu elde edilen kepek yapı ve yağsız kepek yeni fonksiyonel gıdaların geliştirilmesi için kullanılmaktadır. Domates yan ürünlerinin değerlendirilmesi ile yeni işlevsel gıdalar üretilmiş, likopen açısından zenginleştirilmiş zeytinyağı üretilmiştir. Proje sonucu çıktıları olarak kullanılan platformun gıda ve tarım endüstrisi alanında alınan verilerle yeni kılavuzların oluşturulması, simbiyoz ağlarının çevresel ve yaşam döngülerinin analizlerinin yapılması sağlanmıştır. Proje, platformun yeni katılımcılara açık şekilde gelişmeye ve bölgesel rekabetçiliği desteklemeye devam etmektedir. Endüstriyel çapta yeni fonksiyonel gıdaların geliştirilmesi, iş birliklerinin güçlendirilmesi ve gıda tedarik zincirlerindeki enerji verimliliğinin sağlanması konusunda destek sağlanmaktadır.

Emilia-Romagna'da sanayi simbiyozu projelerinin uygulanmasında İtalya Ulusal Yeni Teknolojiler, Enerji ve Sürdürülebilir Ekonomik Kalkınma Ajansı (ENEA) ve onun Kaynak Değerlendirme Laboratuvarı (RISE - Laboratory for Resources Valorization) kritik roller üstlenmektedir. ENEA'nın sağladığı teknik destek ve finansal teşviklerle, bölgedeki sanayi kuruluşları daha sürdürülebilir üretim süreçlerine geçiş yapmaktadır. RISE Laboratuvarları, endüstriyel simbiyoz uygulamalarını değerlendirmek ve optimize etmek için bilimsel araştırmalar yapmakta ve şirketlere stratejik rehberlik sunmaktadır.

Symbiosis Users Network (SUN) ve İtalya'daki Ulusal Stratejiler Symbiosis Users Network (SUN), sanayi simbiyozunu yaygınlaştırmak için geliştirilmiş bir ağ yapısıdır. SUN, özellikle Emilia-Romagna Bölgesi'nde sanayi simbiyozu uygulamalarını teşvik eden projeleri desteklemekte ve bölgesel girişimlerin koordinasyonunu sağlamaktadır.

SUN ve ENEA iş birliği içerisinde, sanayi simbiyozu süreçlerini iyileştirmek ve yaygınlaştırmak için akademik kuruluşlarla birlikte çalışmaktadır. RISE Laboratuvarı'nın sunduğu bilimsel analizler ve teknolojik araçlar sayesinde, sanayi kuruluşları daha etkin döngüsel ekonomi stratejileri geliştirmektedir.

2021 ve 2023 yıllarında gerçekleştirilen konferanslarda sanayi simbiyozunun ulusal ekonomi politikalarına entegrasyonu tartışılmıştır. Emilia-Romagna bölgesindeki sanayi kümelenmeleri, SUN aracılığıyla atık yönetimi, kaynak paylaşımı ve döngüsel ekonomi stratejilerini daha etkin uygulayabilmektedir.

SUN tarafından desteklenen stratejiler:

- Endüstriyel simbiyoz için devlet desteklerinin artırılması.
- Sanayi kümeleşmeleri arasındaki iş birliğinin güçlendirilmesi.
- Atık geri kazanımı ve döngüsellik çalışmalarının desteklenmesi.
- Sanayi simbiyozunun bölgesel ve ulusal düzeyde stratejik bir politika haline getirilmesi.
- Sanayi alanları arası kaynak ve atık paylaşımını destekleyen dijital platformların oluşturulması.

Emilia-Romagna, sanayi simbiyozu ve tarım-gıda endüstrisi arasında önemli bağlantılar kurarak Avrupa'daki en iyi uygulama örneklerinden biri haline gelmiştir. SUN ve ENEA'nın desteğiyle bölgedeki projeler ve politikalar, hem sanayi süreçlerini daha sürdürülebilir hale getirmekte hem de gıda tedarik zincirinde döngüsellliği destekleyerek atık azaltımına katkı sağlamaktadır.

Emilia-Romagna, sanayi simbiyozu ve tarım-gıda endüstrisi arasında önemli bağlantılar kurarak Avrupa'daki en iyi uygulama örneklerinden biri haline gelmiştir. Bu bölgede geliştirilen projeler ve politikalar, hem sanayi süreçlerini daha sürdürülebilir hale getirmekte hem de gıda tedarik zincirinde döngüsellliği destekleyerek atık azaltımına katkı sağlamaktadır (Scalbi et. al., 2017; Toschi, 2017).

3.2 Polonya Et Endüstrisi Vaka Çalışması İncelemesi

Polonya Notec Vadisinde yer alan bölgede Polonya'nın en büyük tarım gıda endüstrisi konsorsiyumu bulunmaktadır. Yapılan vaka analizinde Smilowo Eko-Park'ının endüstriyel simbiyoz modelini uygulamadaki en önemli faaliyetleri incelenmektedir. Atıklardan değerli materyaller ve enerji elde edilmesini kapsayan operasyonel ve teknik ana stratejik faaliyetler analiz edilmektedir. Smilowo Eko-Endüstriyel Parkı'nın endüstriyel sisteminin kurulmasında çalışmada küçük çaplı atık yönetimi şirketi olarak Farmutil firmasının, 1982 yılından başlayarak uyguladığı stratejik etkileşimler ile büyük çaplı tarım-gıda endüstrisi konsorsiyumuna dönüşümü etken olmaktadır. Sunulan vaka çalışması örneğinde bugüne kadar sürdürülen ağ oluşturma mekanizması içerisinde endüstriyel simbiyozla yönelik farkındalık ve ilgiyi yaygınlaştırma, simbiyoz faaliyetlerini organize etme ve sürekli olarak bağlantılara ulaşma hedefleri ile doğru orantılı olarak stratejik amaçlarına ulaşıldığı görülmektedir.

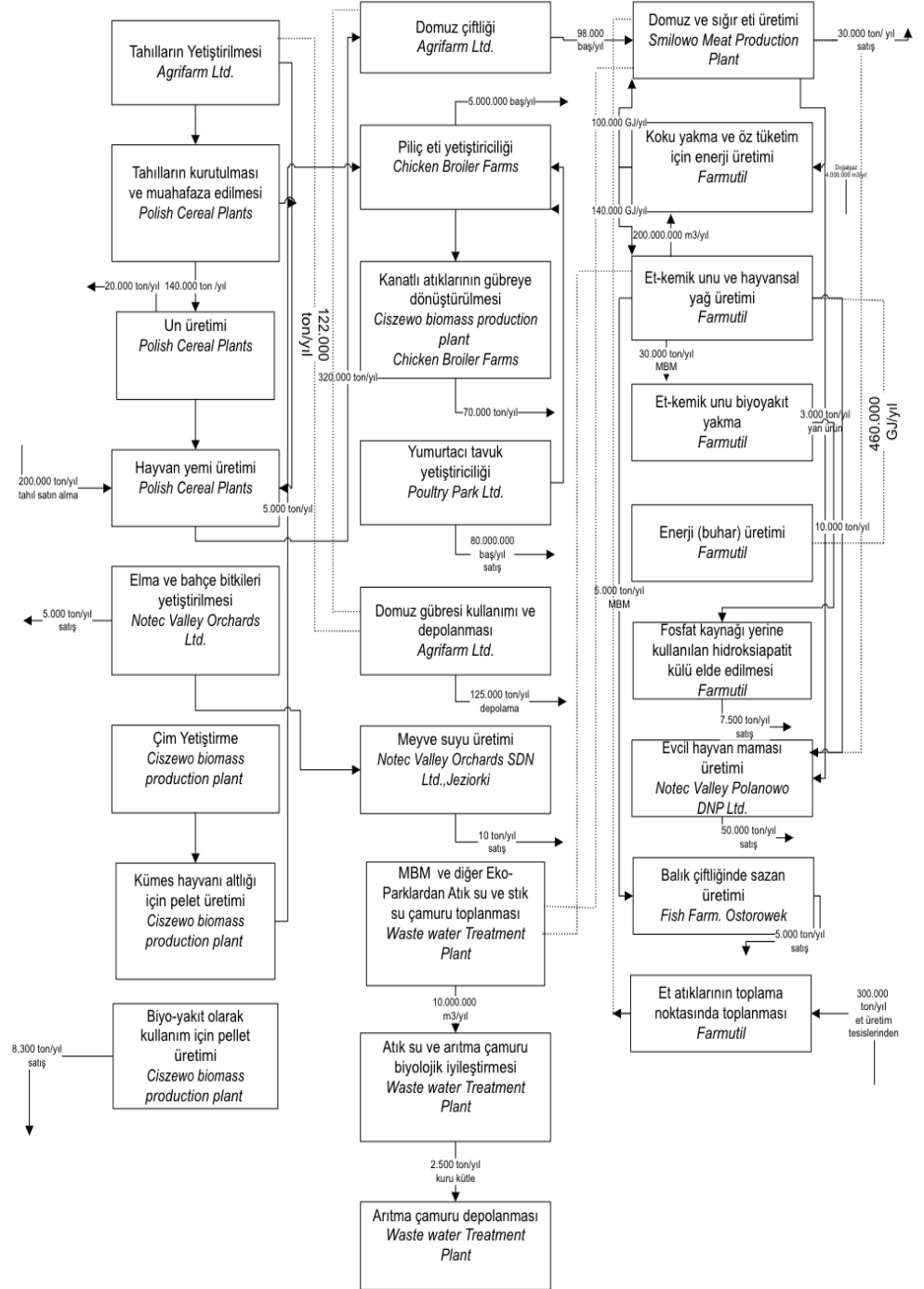
Farmutil Polonya'daki en modern ve geniş çaplı tarım ve ziraat endüstrisi kuruluşlarından biridir ve Polonya'da çok sayıda üretim tesislerine sahiptir. Eko-parkta uygulanan endüstriyel simbiyoz modeli, ürünlerin tüm yaşam döngüsünü kapsayan bir iş modelini teşvik etmektedir. Polonya Farmutil tarım-gıda konsorsiyumunda 36 üretim ve hizmet faaliyetlerinin yer aldığı 13 şirket

bulunmaktadır. Farmutil faaliyetleri kapsamında şirketlerin çeşitli açılardan ve değişimlerden katılımı uygulamalardaki çeşitliliği arttırmış ve uzun süreli ekoinovasyon sürecini hızlandırmıştır. Bu değişimler çalışanlardan yöneticilere şirketlerdeki herkesin sürece dahil olarak yüksek bir çaba göstermesine zorlamıştır. Yenilenen ve güçlenen firmalar arası ortaklık yapısı yerel simbiyotik düşünce yapısının gelişimine katkı sağlamıştır. Yenilenme aynı zamanda, yeni zincirler geliştirmek için yeni katılımcıları tanımanın ve onlara katılmanın ne kadar önemli olduğunu da ortaya koymaktadır.

Simbiyotik düşünme yapısının teşvik edilmesi ile diğer firmaların oluşan ekosistemden ilham almaları ve endüstriyel simbiyoz ağına katılımcı olmaları sağlanmıştır. İşletmenin değer zincirini kullanarak işini genişletmesine olanak tanıyacak bilgi, yeni girdi kaynaklarının bulunmasını, katma değerli nihai çözümleri ve gelişmiş teknoloji ile iş yöntemlerini beraberinde getirmektedir. Bu süreç, hayvan yemi hazırlığıyla başlayan bitki yetiştiriciliğinden, hayvancılığa, et ürünlerinin işlenmesine, hayvansal atıklardan et-kemik unu üretimine ve domuz gübresinin gübre olarak kullanılmasına kadar uzanmaktadır. Uygulanan model döngüsel ekonomi, temiz üretim ve kapalı döngü prensiplerini ele almaktadır. Beşikten mezara üretim döngüsü boyunca hiçbir aşama göz ardı edilmemektedir. Sistem analizleri ürünlerin hammaddeden elde edilmesinden, üretimlerine, kullanımlarına ve imhasına kadar tüm süreçlerde tam yaşam döngüsünü ele almayı hedeflemiştir. Uygulanan çözümler arasında mevcut süreçlerin modernizasyonu yoluyla çevre kirliliğinin önlenmesi, yeni teknolojilerin uygulanması, atıkların azaltılması ve yeniden kullanımı, geri dönüşüm ve malzeme ile enerjinin geri kazanımı yer almaktadır. Ayrıca, ham maddelerin atıklarla ikame edilmesi, atıkların termal işlemden geçirilerek biyoyakıt olarak kullanılması gibi sürdürülebilir çözümler de modele dahil edilmektedir.

Farmutil'in stratejik hedefi biyo-atıkları biyo-yakıt üretiminde kullanarak yeni atık-sız ve enerji tasarruflu teknolojilerin geliştirilmesi vasıtasıyla çevreye yönelik tehlikeleri azaltmaktır. Çevresel açıdan yenilikçi teknolojilerin geliştirilmesi ile birlikte et atıklarının yönetimi ve iyileştirilmesi sağlanarak geri dönüştürülmüş atıkların yeniden kullanımı, atık toksisitesinin azaltılması ve atıktan biyoenerji üretimi desteklenmiştir.

Simbiyoz ağları kurulurken firmalar arası mesafeye önem verilmiş bölgesel bazda çizilen 50 km’lik yarıçap sınırı geçilmemiştir. Şekildeki şemada firmalar arası materyal, enerji ve su akışları ve bağlantıları gösterilmiştir (Kowalski et al., 2023).



Şekil 3.1. Farmutil endüstriyel simbiyoz akış şeması (Kowalski et al., 2023).

Farmutil firması MBM (Et kemik unu) üretmektedir. Şirket kurmuş olduğu Ekoutil ve Pilutil tesisleri ile birlikte; üretiminin %60'ını oluşturan yıllık 600.000 tonluk et atığından istifade ederek yıllık 100.000 tonun üzerinde MBM ve yüksek kalorifik değere sahip hayvansal yağ elde etmektedir. MBM koku yakma ve enerji üretimi tesisinde dışardan almış olduğu yıllık 4.000.000 m³ doğalgaz ile birlikte proses kaynaklı gaz dumanlarını ve üretim odalarındaki havayı yakmaktadır. OXIDOR sistemli yakma tesisi sayesinde koku emisyonu önlenmektedir. Kömür yakma tesisi kapatılarak kömür kullanımı tamamen sona ermiştir.

- Yıllık 7.000 tonluk hayvansal yağ ve 70.000 tonluk MBM satışı yapmaktadır
- Yıllık 30.000 ton MBM'i yakma işlemi için kullanmaktadır.
- Yıllık 10.000 ton hayvansal yağı hayvan yemi üretiminde kullanmaktadır.
- Yıllık 5.000 ton MBM balık çiftliğine gönderilmektedir.

Yakma tesisinden yıllık 460.000 GJ buhar ve fosforik asit ve fosfat tuzları için yüksek kaliteye sahip bir substrat olan 7.500 tonluk Hidroksiapatit kül eldesi sağlanmaktadır. Elde edilen kül satılmaktadır.

Tablo 3.5. Smilowo Eko-Park endüstriyel simbiyoz uygulamasına yönelik materyal eliminasyon miktarları (Kowalski et al., 2023).

	Eliminasyon Miktarı (Yıllık)
Kömür	25.000 Ton
SO_x	350 Ton
NO_x	52.5 Ton
CO	1.250 Ton
CO₂	50.000 Ton
Ağır Metaller (Cd, Pb, Hg, As, Cr, Cu, Ni, Zn)	75 Ton
Benzo(α)pyrene	0.57 Ton
CO₂ Emisyon Ücreti	5.5 Milyon Avro

Biyokütle üretim tesisinde yıllık 8300 ton zirai-pellet üretimi gerçekleştirilmektedir. Üretilen pelet biyoyakıtı ton başına 12 GJ değerinde olup doğal enerji kaynakları için substrat niteliğindedir. Ek olarak altlık olarakta kanatlı yetiştiriciliğinde kullanılmaktadır.

- Biyolojik atıksu arıtma tesisinde yıllık 10.000.000 m³ çamur ve su işlem görmektedir. Biyolojik atıksu arıtma tesisinde çıkan arıtma çamuru yıllık 12.000 ton civarı gübre üretiminde kullanılmaktadır.
- Domuz çiftliklerinden çıkan domuz gübresinin 122.000 tonu gübre üretiminde kullanılmaktadır.
- Üretilen hayvan besini yıllık 500.000 ton olmakla birlikte 320.000 ton civarı miktar domuz ve kanatlı çiftliklerinde kullanılmaktadır.

Smilowo Eko-endüstriyel parkı Farmutil şirketi önderliğinde yüksek etkili koordinasyon ve firmalar arası iş birliklerini artırarak materyal ve hammadde tedarikini Eko-park içinde tutmaktadır. Hayvancılık ve tarımsal faaliyetleri eş güdümlü olarak yürüterek hayvansal üretim tesisleri kaynaklı yan ürün ve atıklardan gübre ve hayvan yemi üreterek yeniden tarım arazisinde ve hayvan beslenmesinde kullanmıştır. Ek olarak MBM yakma işlemleri enerji üretimini desteklemiştir. Oluşturduğu yakma sistemi sayesinde yenilenemeyen ve karbon ayak izi yüksek olan kömür yakma tesisine gereksinimi tamamen ortadan kaldırarak organik atık değerlendirilmesinden elde edilen enerji sağlama sistemini etken hale getirmiştir. Pelet üretimi ile bitkisel bazlı biyoyakıt üretimine teşvik sağlamaktadır(Kowalski et al., 2023).

Tahıl üretiminden elde ettiği ürünleri hayvan yemi üretiminde kullanmış, tarımsal üretim atıklarını yapmış olduğu pelet üretimine dayalı tarımsal yetiştirdiği ürünler ile birleştirerek hem kanatlı hayvan yemi altlığında kullanmış, hem de yüksek kalorifik değere sahip pelet ürünlerini satışa sunmuştur. Tesislerden gelen atık suları biyolojik arıtma yöntemleri ile değerlendirilerek gübre üretimi için kullanmıştır ve suyun döngü içerisinde kalmasını sağlamıştır. Gübre ve arıtma çamuru depolama ve muhafaza tesisleri ile birlikte tesislerin atık toplama ve bertaraf yüklerini azaltarak sürekli kullanabilir ve değerlendirilebilir hale getirmiştir. Smilowo Eko-Endüstriyel parkı içerisinde kurduğu ekosistemle Su-Enerji ve Gıda Nexus bağlantısını oluşturmuştur. Böylelikle enerji dönüşümünü, suyun verimli bir şekilde değerlendirilmesini ve gıdanın israfını önleyerek hem çevresel hem de ekonomik sürdürülebilir üretime katkı sağlamaktadır. Eko-Park yönetimi materyal, enerji ve su döngüsünü kendi içerisinde sağlarken aynı zamanda yakın lokasyon seçimi ile birlikte maliyet ve taşıma karbon emisyonlarını

düşürmektedir. Eko-park içerisinde dağıtım, taşıma modern laboratuvar ve araştırma hizmetlerini, tamir ve onarım tesisini ve arıtma sistem tesislerini kurarak atıkların yeniden kullanım maliyetlerini, laboratuvar maliyetlerini, tedarik zincirine bağlı elektrik maliyetlerini ve lojistik maliyetlerini düşürmektedir(Kowalski et al., 2023).

Ekonomik sürdürülebilirlik ayağı, döngüsel ekonomi girişimlerinden elde edilen daha yüksek gelirler ve şirketler arasındaki iş birliği sayesinde malzeme akışlarının daha verimli kullanılması sonucunda sağlanan kârlılık açısından değerlendirilmektedir. Bu kapsamda Endüstriyel simbiyoz iş modeli sistemi ağ içerisinde dönüştürdüğü yan ürünlerden katma değeri yüksek hammaddeler elde ederek satışa sunulması sağlanmış firmaların karlılıkları arttırılmıştır. Oluşturulan ekosistemle birlikte çevredeki yeni potansiyel iş birliğine yatkın şirketler konsorsiyuma dahil edilerek endüstriyel simbiyoz uygulamaları yolu ile farklı ölçeklere sahip işler arasında denge ve değer zincirleri arasındaki entegrasyon iş birlikleri artırılarak düşük maliyet ve geliştirilmiş maliyet sistemleri yönetilmektedir. Oluşturulan Tarım-Gıda endüstrisi simbiyotik konsorsiyumda yer alan Eko-park 2023 yılı için ürün satışlarından 250 Milyon Euro elde etmeyi ve net brüt kardan 100 milyon avro üzeri brüt kar etmeyi ön görmüştür. CO₂ emisyonu açısından yaklaşık 5.5 milyon euro tasarruf etmiştir (Kowalski et al., 2023).

ES'in gelişimini destekleyen başlıca faktörler **iş birliği, finansman kolaylıkları ve atık yönetimi stratejileri** olmuştur. **Maliyet tasarrufu, rekabet avantajı ve sürdürülebilirlik odaklı iş modelleri** firmaların ES süreçlerini benimsemesini teşvik etmektedir. **Yüksek kaliteli ürün üretimi ve atıkların geri dönüştürülerek ekonomik değer yaratılması** da önemli bir motivasyon olarak öne çıkmaktadır. Buna karşın, **bilgi eksikliği, yasal düzenlemelerdeki belirsizlikler, firmalar arasındaki güven eksikliği ve finansal kaynaklara erişimdeki zorluklar** en büyük engeller arasında yer almaktadır. ES'in iş süreçlerinin temel bir parçası olarak görülmemesi ve bazı firmaların bu süreci düşük öncelikli değerlendirmesi, uygulamaların yaygınlaşmasını zorlaştırmaktadır. Bu nedenle, ES'in sürdürülebilir şekilde uygulanabilmesi için **daha güçlü yasal çerçevelerin oluşturulması, firmalar arasında güvenin artırılması ve finansman mekanizmalarının iyileştirilmesi** kritik öneme sahiptir.

4. MATERYAL VE YÖNTEM

4.1 Uygulama Yönteminin Belirlenmesi ve Hazırlanması

Çalışmamız, organize sanayi bölgelerinde endüstriyel simbiyoz uygulamalarının değerlendirilmesi amacıyla yürütülmüştür. Hazırlanan anket çalışması firmaların hazır bulunuşluk seviyelerini ölçme işlevini yerine getirmektedir. Araştırma kapsamında, taşıma maliyetleri ve karbon ayak izi göz önüne alınarak, 50 km’lik yarıçapa sahip bir coğrafi sınır içinde yer alan organize sanayi bölgelerine odaklanılmıştır. Seçilen bölgeler birbirine yakın mesafede yer almakta olup, bu bölgelerdeki firmaların simbiyotik ağ oluşturma potansiyelleri değerlendirilmiştir.



Şekil 4.1. Ön araştırma ve uygulama adımları.

Araştırmada Kemalpaşa OSB, Salihli OSB, Turgutlu OSB başta olmak üzere Kemalpaşa Bölgesi, Gaziemir ve Torbalı’da bulunan gıda, tarım, hayvancılık, yem ve enerji sektörleri organik atık değerlendirilmesi kapsamında önceliklendirilmiş ve ilgili sektördeki firmalar incelenmiştir. Firmalarla öncelikle telefonla görüşülmüş, ardından online veya yüz yüze birebir görüşmeler düzenlenerek anket çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Anketlerde, Danimarka Teknik Üniversitesi tarafından geliştirilmiş “Endüstriyel Simbiyoz Hazırlık Düzeyi Ölçüm Aracı”, bu çalışmaya adapte edilerek kullanılmıştır. [EK-1](#)’de yer alan anket sayesinde

firmaların **endüstriyel simbiyoz uygulamalarına yönelik hazır bulunuşluk seviyeleri** belirlenmiştir. Hazır bulunma seviyelerini belirleyen sorular aşağıdaki bilgi ve başlıkları içermektedir.

Sürdürülebilirlikle İlgili Sorular-Katılım Durumu:

- Şirketlerin kendi aralarında (atık, su, enerji ve yan ürün vb.) kaynak değişimiyle ilgili iş birliklerine açık olması gerekir.
- Şirketlerin bağlı olduğu kurumlar ile (OSB, endüstriyel bölgeler, belediyeler vb.) kaynak verimliliğini artırıcı iş birliklerine açık olmaları gerekir.
- Şirketler yenilenebilir enerji kaynakları kullanımı ve üretim kaynakları döngüsellğine yönelik devlet teşviklerinden yararlanmalıdır.
- Devlet teşvikleri bu konuda firmaları desteklemektedir ve verilen destekler yeterlidir.
- Şirket personelleri ve yetkili mühendisler üretim optimizasyonu ve döngüsel üretim gerekliliklerinin uygulanmasına yönelik eğitim almalıdır.

Endüstriyel Simbiyoz ile İlgili Sorular:

- Endüstriyel simbiyoz hakkında daha önce bilgi veya deneyim sahibi olup olmadıkları
- Bölgesel endüstriyel simbiyoz uygulamalarına iş birliği içerisinde katılma istekleri
- Endüstriyel simbiyoz uygulamaları için mevcut üretim süreçlerini döngüsel hale getirecek yatırım finansmanına erişim durumları
- İşletmelerini endüstriyel anlamda iş birliğine açık gördükleri sektörler
- Döngüsel ekonomi ve üretim iş birliği içerisinde bulunmaları durumunda beklenen finansal ve teknik koşullar

Firma İçi Döngüsel Yapı Değerlendirme Soruları:

- Şirketin ürettiği ürünler ve yan rnler
- Yıllık retim miktarı
- alışan teknik personel sayısı ve dağılımı
- Üretim girdileri ve yardımcı kaynakların temini
- Organik ve organik olmayan atık miktarları ve bu atıkların yeniden değerlendirilme yöntemleri
- Yenilenebilir enerji kaynakları kullanım durumu
- Su ve enerji kullanım miktarları

Firma Mevcut İş Birlikleri ile İlgili Sorular:

- Su, enerji ve materyal paylaşım deneyimleri
- Kaynak paylaşımını gerçekleştirdikleri şirket ve kurumlar
- OSB bölgelerindeki atık bertaraf veya yenilenebilir enerji tesislerini kullanma durumu

Anketler;

- Firmaların sürdürülebilirlik bakış açılarını,
- İş birliklerine olan ilgi ve yatkınlıklarını,
- Firma içi dngselliklerini,
- Kaynak değişimine olan ilgi ve yatkınlıklarını,
- Endüstriyel simbiyoz konusundaki bilgi düzeyi ve deneyimlerini,
- Finansal erişebilirliklerini,
- Simbiyotik potansiyel girdi ihtiyaçlarını,
- Simbiyotik potansiyel çıktı ihtiyaçlarını ölçmek üzere tasarlanmıştır.

Ayrıca, mevcut endüstriyel simbiyoz çalışmalarına katılma durumunda kendilerini yakın gördükleri sektörler, yan ürünlerinden yapılabilecek potansiyel çalışma nerileri ve konuya ilişkin potansiyel iş birliği nerileri de sorgulanmıştır. Bunun yanı sıra, firmaların diğer sektörlerle iş birliği yapma potansiyelleri, devlet teşviklerine dair görüşleri ve teknik-finansal beklentileri de değerlendirilmiştir.

Veri toplama sürecinde, firmaların bağlı oldukları organize sanayi bölgelerinin çevre birimleriyle görüşülmüş ve firmalara yönelik sektörel yönlendirmeler konusunda fikir birliği sağlanmıştır.

4.2 Endüstriyel Simbiyoz Hazırlık Seviyesi Belirleme ve Potansiyel Değerlendirme

Sürdürülebilirlik soru ölçeğinde verilen endüstriyel simbiyoz hazır bulunma seviyesinin firmaların genel ön yaklaşımları analiz edilmiştir. Bu kapsamda EK-1’de yer alan K-5, K-6, K-7, K-8 ve K-9 soruları, sırasıyla S1, S2, S3, S4 ve S5 olarak kodlanmış; her soruya verilen yanıtların ortalama ve standart sapmaları Microsoft Excel aracılığıyla hesaplanmıştır. Firmaların sürdürülebilir üretim, kaynak paylaşımı, iş birliği ve personel eğitimi konularındaki tutumları Z-skoru yöntemiyle analiz edilmiştir. Z-skoru, bir gözlemin ortalamadan kaç standart sapma uzaklıkta olduğunu gösteren bir standartlaştırma yöntemidir:

$$Z = (X - \mu) / \sigma$$

Burada, X firmanın ilgili soruya verdiği puanı, μ ortalama puanı, σ ise standart sapmayı ifade etmektedir. Analiz kapsamında iki ana kategori belirlenmiş ve Z skoru -1.0’ın altında kalan firmalar negatif eğilimli olarak değerlendirilmiştir.

- Genel sürdürülebilirlik ve iş birliği yaklaşımı (Z1-S1 ve Z2-S2)

- Personel eğitimi ve döngüsel üretim yaklaşımı (Z5-S5)

Bu iki kategoride düşük eğilim gösteren firmalar analiz dışı bırakılmıştır. Böylece endüstriyel simbiyoz uygulamalarını destekleyebilecek firmalar daha sağlıklı biçimde değerlendirilmiştir.

Firmaların mevcut simbiyotik uygulamaları, bu konudaki bilgi ve deneyimleri, sektördeki yeni inovatif potansiyel oluşturulabilecek materyal akış bilgileri, birebir görüşmeler ve anket sorularına verilen cevaplar Microsoft Excel uygulamasında işlenmiş ve veriler tablo haline getirilmiştir. Anket çalışması

kapsamında endüstriyel simbiyoz potansiyeli belirlenirken aşağıdaki aşamalar sırasıyla uygulanmıştır;

- [EK-1](#)'de yer alan ankette K15 ve K16 sorularına verilen cevaplar firmalar arasında **yapılabilecek potansiyel eşleştirme ve değerlendirme konusunda ön fikir oluşturmuş,**
- [EK-1](#)'deki K-35 ve K-36 sorularına verilen cevaplar, bize **firmalara ait potansiyel girdi ve çıktı olabilecek ürünleri** göstermiştir,
- [EK-1](#)'de yer alan K-11, K-94 ve K-95 sorularının cevapları, **firmaların mevcuttaki yan ürünleri ve atıkları simbiyoz faaliyeti ile nasıl değerlendirdiklerine** dair bilgi vermesi (K-11), mevcutta kaynak-materyal-yan ürün paylaşımını hangi sektördeki firmalarla yaptıklarının tespit edilmesi (K-94, K-95) bu konudaki bilgi birikimlerini bize sunma imkanı vermiştir.

Çalışmada kullanılan anket sorularına ilişkin detaylı içerik ve firma yanıtları bulgular bölümünde sunulmuştur (Bkz. Bölüm 5).

4.3 Firmaların Eşleştirilmesi ve Simbiyotik Ağın Kurulması

Firmalar arası potansiyel eşleştirme değerlendirmesi yapılırken; anket verilerinden elde edilen firmaların deneyimleri, birebir görüşmeler ve alınan sektör eşleştirme önerileri, girdi-çıktı analizleri, gıda atığı hiyerarşisi (Şekil 2.4), firmalar arası mesafe, mevcut uygulamalar ve örnek gıda değerlendirme işlemleri (Bkz. 5.2. Bölüm) ve benzer vaka çalışmaları (Bkz. 3.Bölüm) baz alınmıştır. Firmalar arası mesafe ölçümü “Google Haritalar” uygulaması üzerinden yapılmıştır. Anket sonuçları analizinde sürdürülebilirlik ve endüstriyel simbiyozla bakış açılarına endüstriyel simbiyoz katılım açısından uygunlukları değerlendirilmiş, seçilen firmalar arasındaki endüstriyel simbiyoz ağını gösteren Materyal Akış Diyagramı “Miro Board” uygulaması aracılığı ile oluşturulmuştur. Önerilen potansiyel endüstriyel simbiyoz ağı kurulum çalışması gerçekleştirilmiştir (Bkz. 5.3. Bölüm)

5. BULGULAR

Araştırma kapsamında, Kemalpaşa Organize Sanayi Bölgesi'nden 61 firma, Salihli Organize Sanayi Bölgesi'nden 43 firma, Turgutlu Organize Sanayi Bölgesi'nden 27 firma, Kemalpaşa bölgesinden 25 firma, Manisa Akhisar bölgesinden 3 firma ve Gaziemir bölgesinden 1 firma ile görüşülmesi planlanmış ve ön görüşmeler yapılmıştır. Toplamda 31 firmadan olumlu geri dönüş alınmış ve 30 tam anket çalışması gerçekleştirilmiştir. Firmalarla görüşmeler online, telefonla ve yüz yüze firma ziyaretleri şeklinde gerçekleştirilmiştir. Anket çalışmaları ağırlıklı olarak Manisa/Salihli ve İzmir/Kemalpaşa bölgelerindeki firmalarla yapılmıştır.

5.1 Sürdürülebilirlik Bölümü Anket Sonuçları

Yapılan firma anketlerinde öncelikle firmaların sürdürülebilirlik açısından şirket faaliyetlerine bakış açıları ölçümlenmiştir. Yapılan çalışmada şirketlerin genel olarak atık, su, kaynak paylaşımı konularında diğer şirketlerle ve devlet kurumları ile iş birliğine açık olmaları, firma içi sürdürülebilirlik odaklı eğitimi desteklemeleri, devlet desteklerinden yararlanmaları ve devletlerin firmaları ne kadar desteklediği ile ilgili görüş bildirmeleri istenmiştir. Aşağıdaki Tablo 5.1'de sürdürülebilirlik ile ilgili sorular gösterilmiştir.

Tablo 5.1. Firmaların sürdürülebilirlikle ilgili ifadelere katılma durumu.

Soru No	İfadeler	Ortalama	Standart sapma
S1	Şirketlerin kendi aralarında (atık, su, enerji ve yan ürün v.b) kaynak değişimiyle ilgili iş birliklerine açık olması gerekir.	4,53	0,82
S2	Şirketlerin bağlı olduğu kurumlar ile (OSB, Endüstriyel bölgeler, belediyeler v.b) kaynak verimliliğini artırıcı iş birliklerine açık olmaları gerekir.	4,77	0,50
S3	Şirketler yenilenebilir enerji kaynakları kullanımı ve üretim kaynakları döngüsellğine yönelik devlet teşviklerinden yararlanmalıdır.	4,70	0,65
S4	Devlet teşvikleri bu konuda firmaları desteklemektedir ve verilen destekler yeterlidir.	3,10	1,03
S5	Şirket personelleri ve yetkili mühendisler üretim optimizasyonu ve döngüsel üretim gerekliliklerinin uygulanmasına yönelik eğitim almalıdır.	4,83	0,46
	1.Kesinlikle katılmıyorum 2. Katılmıyorum 3.Ne Katılıyorum ne katılmıyorum 4.Katılıyorum 5.Kesinlikle Katılıyorum		(p<0.05)



Şekil 5.1. Anket sürdürülebilirlik soruları sonuçlarının değerlendirilmesi.

Anket çalışmasında verilen cevaplara ve sonuçlara göre firmaların sürdürülebilirlikle ilgili birçok alanda olumlu yaklaşıma sahip olduğu görülmektedir (Tablo 5.1; Şekil 5.1). Özellikle personellerin ve mühendislerin üretim optimizasyonu ve döngüsel üretim gereklilikleri konusunda eğitim alması en yüksek ortalama puana sahip konu (4.83) puan almıştır (Tablo 5.1). Bu durum, firmaların çalışanlarını bilinçlendirme konusunda güçlü bir motivasyona sahip olduğunu göstermektedir. Firmaların kurumlarla iş birliği konusunda (4.77) puan ile, firmalar arası olan kaynak değişimine (4.53) nazaran daha ılımlı yaklaşıtları görülmektedir. Firmalar arası iş birliği (atık, su, enerji paylaşımı vb.) konusunda firmaların farkındalığa sahip olduğu görülmektedir. Bu durum endüstriyel simbiyozla karşı bakış açılarının da olumlu olabileceğini göstermektedir. Tablo 5.1’de gösterilen S1, S2 ve S5 soruları endüstriyel simbiyozla yaklaşım açısından doğrudan ilişkilendirilerek firmaların ön görüşlerini ortaya koymaktadır. Ortalama değeri yüksek olan bu sorulara verilen cevaplara göre ankete katılan firmaların çoğunluğu endüstriyel simbiyoz faaliyetlerine katılım konusunda ılımlı yaklaştığı anlaşılmaktadır.

Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı ve sürdürülebilir üretim süreçlerine adaptasyon konusunda olumlu bakış açılarına sahip oldukları görülmektedir. Sürdürülebilirlik soruları sonuç verilerine göre bu konuyla alakalı geliştirilmesi gereken konulara baktığımızda firmaların devlet teşviklerini yeterli bulmadığı görülmektedir.

Tablo 5.2. Sürdürülebilirlik anketi firma katılma durumu ısı haritası ve z-skor değerleri

Sürdürülebilirlik açısından şirket faaliyetlerine ilişkin aşağıdaki ifadelere katılma durumu

1.Kesinlikle katılmıyorum 2. Katılmıyorum 3.Ne Katılıyorum ne katılmıyorum 4.Katılıyorum

5.Kesinlikle Katılıyorum

Firma No.	S1	S2	S3	S4	S5	Ort.	Z 1-S1	Z2-S2	Z3-S5
1	5	5	5	4	5	4,8	0,57	0,46	0,36
2	5	5	4	3	5	4,4	0,57	0,46	0,36
3	5	5	3	1	5	3,8	0,57	0,46	0,36
4	2	5	3	1	3	2,8	-3,09	0,46	-3,98
5	5	5	5	4	5	4,8	0,57	0,46	0,36
6	4	5	5	3	5	4,4	-0,65	0,46	0,36
7	5	5	5	3	5	4,6	0,57	0,46	0,36
8	5	5	5	4	5	4,8	0,57	0,46	0,36
9	4	4	5	5	5	4,6	-0,65	-1,52	0,36
10	5	5	5	1	5	4,2	0,57	0,46	0,36
11	4	5	5	5	5	4,8	-0,65	0,46	0,36
12	5	5	5	3	5	4,6	0,57	0,46	0,36
13	4	4	5	2	5	4	-0,65	-1,52	0,36
14	4	5	4	4	5	4,4	-0,65	0,46	0,36
15	2	3	3	2	4	2,8	-3,09	-3,51	-1,81
16	5	5	5	3	5	4,6	0,57	0,46	0,36
17	5	5	5	3	5	4,6	0,57	0,46	0,36
18	5	5	5	3	4	4,4	0,57	0,46	-1,81
19	5	5	5	3	5	4,6	0,57	0,46	0,36
20	5	5	5	3	5	4,6	0,57	0,46	0,36
21	5	4	5	3	5	4,4	0,57	-1,52	0,36
22	5	5	5	3	5	4,6	0,57	0,46	0,36
23	5	5	5	4	5	4,8	0,57	0,46	0,36
24	5	5	4	3	5	4,4	0,57	0,46	0,36
25	4	5	5	3	5	4,4	-0,65	0,46	0,36
26	4	4	5	3	5	4,2	-0,65	-1,52	0,36
27	5	5	5	3	5	4,6	0,57	0,46	0,36
28	5	5	5	3	5	4,6	0,57	0,46	0,36
29	5	5	5	3	5	4,6	0,57	0,46	0,36
30	4	4	5	5	4	4,4	-0,65	-1,52	-1,81

Tablo 5.2’de firmaların yaklaşımlarını bireysel bazda değerlendirilmesi açısından verdikleri puanlara göre ısı haritası, ortalama puan değerleri ve z-skor hesaplamaları yapılmıştır. Z skoru Tablo 5.1’de verilen değerler referans alınarak, firmaların bireysel S1, S2 ve S5’teki bireysel puanlarından yola çıkılarak hesaplanmıştır.

Firmaların S1, S2, S3, S4 ve S5 sorularına verdikleri yanıtların puan ortalamaları (2.8-4.8) aralığında değişmektedir. Genel analiz ve ortalama olarak değerlendirildiğinde;

- **En yüksek katılım (4.5 puan ve üzeri);** 1, 5, 8, 11 ve 23 No.'lu firmalar, (4.8) ortalama puan, 27, 28, 29, 22, 20, 19, 17, 16, 12, 9 ve 7 No.'lu firmalar (4.6) ortalama puan ile sürdürülebilirlik açısından en yüksek katılım sağlayarak kurumlar arası ve işletmeler arası endüstriyel iş birliği, yenilenebilir enerji sistemleri ve personel eğitimi konularında ideal bir ön yaklaşım sergilemektedir.
- **Çekimser katılım (3.5 puan ve altı);** 4 ve 15 No.'lu firmalar (2.8) puan ile en düşük ortalamaya sahip olarak bu firmalar, kurumlar arası iş birliği ve kaynak paylaşımı, devlet teşvikleri ve yenilenebilir enerji teşvikleri konusunda çekimser bir tutum sergilemiştir.
- **İlmlı yaklaşım (3.5-4 puan aralığı);** 3 No.'lu firma (3.8) puan ile kaynak paylaşımı, kurumlar arası iş birliği ve personel eğitimleri konusunda olumlu görüş bildirmiş, ancak devlet teşviklerine yönelik olumsuz bir bakış açısı sergilemiştir.
- **Yüksek katılım (4- 4.5 puan aralığı);** 2, 6, 10, 13, 14, 18, 21, 24, 25, 26 ve 30 No.'lu firmalar sürdürülebilir ve döngüsel üretim katılım ve teşvik süreçlerine uyumlu yaklaşım sergilemiştir.

Z-skoru tablosunu incelediğimizde, Z1-S1 ve Z2-S2 genel endüstriyel sürdürülebilirlik ve iş birliği yaklaşımı, Z3-S5 değeri Personel eğitimi ve döngüsel üretime yönelik yaklaşımı konusundaki görüşlerini ifade etmektedir. Z değerleri (- 3.09) ile (+ 0.57) aralığında yer almaktadır (Tablo 5.2). Uyguladığımız metodoloji kapsamında her iki kategoride Z değerlerine göre (-1.0) altında negatif eğilim gösteren firmalar;

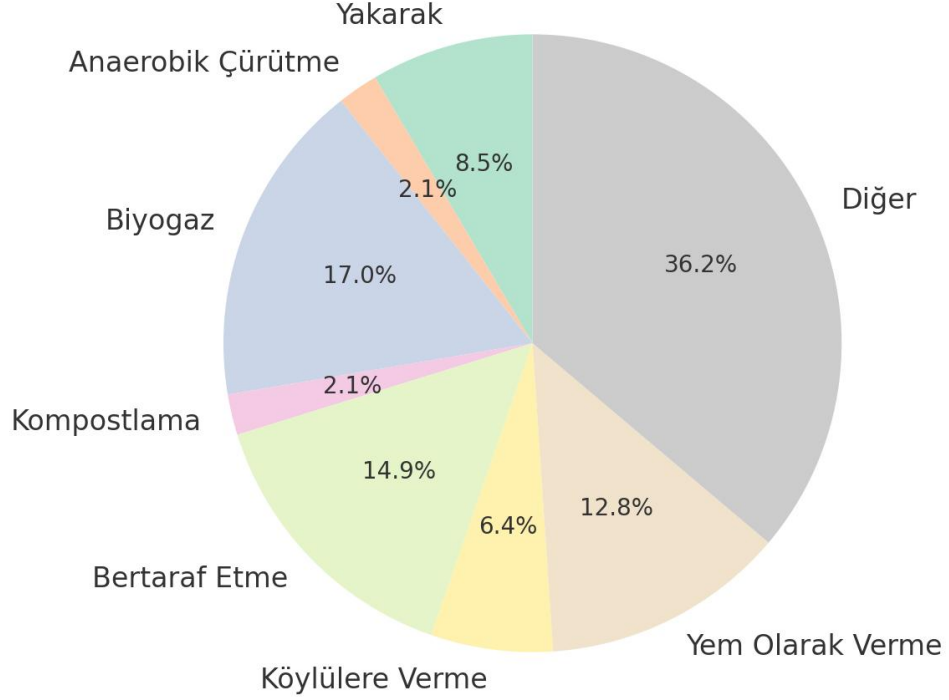
- 4 ve 15 No.'lu firmalar olarak öne çıkmaktadır. Bu firmalar, sürdürülebilir iş birlikleri, kaynak değişimi ve endüstriyel simbiyoz konularında düşük katılım gösteren ve çalışan eğitime yeterli öncelik vermeyen veya döngüsel üretim süreçlerine personel adaptasyonunu desteklemeyen her iki kategoride de negatif eğilim gösteren firmalar sınıflandırılmıştır.

5.2 Firma İçi Döngüsel Yapı, Firma İş Birlikleri ve Endüstriyel Simbiyoz: Anket Sonuçları

Firma içi döngüsel yapı, firma iş birlikleri ve endüstriyel simbiyoz ile ilgili bilgi ve deneyimi ölçen EK-1’de yer alan anket ile birlikte araştırma kapsamına aldığımız firmaların cevaplarına göre tablo, grafik ve sonuç analizleri oluşturulmuştur. Firmaların firma içi döngüsel yapı değerlendirme kapsamında, üretim sonrası tercih ettikleri atıkların değerlendirme yöntemleri Tablo 5.3’te verilmiştir.

Tablo 5.3. Firmaların atık değerlendirme yöntemleri

Firma N°	Yakarak	Anaerobik Çürütme	Biyogaz	Kompostlama	Bertaraf Etme	Köylülere Verme	Yem Olarak Verme	Diğer
1	-	-	X	-	-	-	-	-
2	-	-	-	X	-	-	-	X
3	-	-	-	-	-	-	-	X
4	-	-	-	-	-	X	-	X
5	-	-	-	-	-	-	X	-
6	-	-	X	-	-	X	-	X
7	-	-	-	-	X	-	-	-
8	-	-	-	-	X	-	-	X
9	-	-	-	-	X	-	-	X
10	-	-	-	-	-	-	-	X
11	-	-	X	-	X	-	-	X
12	-	-	-	-	X	-	-	-
13	-	-	-	-	-	-	-	X
14	-	-	-	-	X	-	-	-
15	-	-	X	-	-	X	X	-
16	-	X	-	-	-	-	X	X
17	-	-	X	-	-	-	-	X
18	-	-	-	-	-	-	-	X
19	-	-	-	-	-	-	-	X
20	-	-	X	-	-	-	X	-
21	-	-	-	-	-	-	-	X
22	-	-	-	-	-	-	-	-
23	-	-	-	-	-	-	X	X
24	-	-	-	-	-	-	X	-
25	X	-	-	-	-	-	-	-
26	-	-	-	-	-	-	-	X
27	-	-	X	-	-	-	-	X
28	X	-	-	-	-	-	-	-
29	X	-	-	-	-	-	-	-
30	X	-	X	-	X	-	-	-



Şekil 5.2. Atık değerlendirme dağılım grafiği

Tablo 5.3 referans alınarak oluşturulan Şekil 5.2’de gösterilen grafiğe göre, anket çalışmasına katılan firmaların atık değerlendirme yöntemleri içerisinde en çok biyogaz (%20), bertaraf etme (%14.9) ve yem olarak verme (%12.8) yöntemlerini tercih etmektedir. Diğer kısmında yer alan kategoride geri dönüşüm firmalarına verilmesi, yeniden üretim içerisinde işleme ve prina işleme tesislerine verilmesi olarak öne çıkmaktadır. Hidrotermal karbonizasyon, gazlaştırma ve hidrotermal sıvılaştırma yöntemleri araştırma kapsamına alınan firmalar tarafından kullanılmamakta ve bilinmemektedir.

Salihli Organize Sanayi Bölgesinde yer alan firmalar atıksularını Salihli Organize Sanayi Bölgesi ile anlaşmalı olarak Salihli OSB’ye ait atık su arıtma tesisine atıksularını deşarj etmektedir. Salihli OSB gelen atık suları arıtıp çevre sulama gibi uygulamalarda kullanmaktadır.

Tablo 5.4. Endüstriyel simbiyoz, döngüsel üretim uygulamaları ve firma iş birliklerine katılım değerlendirme tablosu.

Firma No	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	Firma Katılım Oranı (%)	
Soru Numarası	ENDÜSTRİYEL SİMBİYOZ																															
K-10	✓	✓	✓	X	✓	✓	✓	✓	✓	✓	X	X	✓	✓	X	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	X	✓	✓	83,33
K-12	✓	✓	✓	X	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	96,67
K-13	✓	✓	X	X	X	X	X	X	✓	✓	X	✓	X	X	X	✓	✓	✓	✓	X	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	X	✓	X	56,67
K-14	✓	✓	✓	X	X	X	✓	X	✓	✓	✓	✓	X	X	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	X	X	✓	73,33
Puan Tablosu (4)	4	4	3	0	2	2	4	2	4	4	2	3	2	2	2	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	1	3	3		
Soru Numarası	FİRMA İÇİ DÖNGÜSEL YAPI																															
K-39	X	X	✓	X	✓	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	✓	X	✓	✓	X	X	X	X	X	X	X	✓	X	✓	X	23,33
K-43	X	✓	X	✓	✓	✓	✓	✓	✓	X	X	✓	X	✓	X	✓	✓	✓	✓	X	X	X	✓	✓	X	X	✓	X	✓	✓	✓	60,00
K-46	X	X	X	✓	✓	✓	✓	✓	✓	X	X	✓	X	✓	X	✓	✓	✓	✓	X	X	X	✓	✓	X	X	X	✓	X	✓	✓	46,67
K-53	X	X	X	X	✓	✓	✓	X	X	✓	✓	X	X	X	X	✓	✓	X	✓	X	X	X	X	X	X	✓	X	✓	X	✓	✓	40,00
K-66	✓	✓	X	✓	✓	X	✓	X	✓	✓	X	✓	X	X	X	✓	✓	✓	✓	X	X	X	✓	X	X	X	✓	X	X	✓	✓	50,00
K-67	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	X	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	X	✓	✓	✓	✓	✓	X	✓	X	✓	83,33
Puan Tablosu (6)	2	3	2	4	5	4	5	3	2	2	4	2	3	1	3	4	6	4	5	2	1	0	4	2	1	1	5	0	4	4		
Soru Numarası	FİRMA MEVCUT İŞ BİRLİKLERİ																															
K-68	✓	X	X	X	X	X	✓	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	✓	X	X	X	X	X	X	X	✓	X	X	X	✓	X	16,67
K-70	X	X	X	X	X	✓	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	3,33
K-87	✓	X	X	X	X	X	X	X	✓	✓	X	X	X	X	✓	X	X	X	X	✓	✓	X	X	✓	X	X	X	X	X	X	X	23,33
K-88	✓	X	X	X	X	X	X	X	✓	✓	X	X	X	X	✓	X	X	X	X	✓	✓	X	X	✓	X	X	X	X	X	X	X	23,33
K-89	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	✓	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	3,33
K-90	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0,00
K-91	✓	X	X	X	✓	X	✓	X	✓	✓	X	✓	X	X	✓	✓	X	X	X	✓	✓	X	X	✓	✓	✓	✓	X	✓	X	X	46,67
K-93	✓	✓	✓	X	X	✓	✓	✓	✓	X	✓	X	✓	X	X	✓	✓	✓	✓	✓	✓	X	X	✓	✓	✓	✓	✓	✓	X	X	70,00
Puan Tablosu (8)	5	1	1	0	1	2	3	1	4	3	1	1	1	0	4	2	1	2	1	4	4	0	0	4	3	2	1	2	1	0		
TOPLAM (19)	11	8	6	4	8	8	12	6	10	9	7	6	6	3	9	10	11	10	10	9	9	4	8	10	8	7	10	3	8	7		

K-10: Endüstriyel simbiyoza yönelik daha önce edindiğiniz bilgiler veya deneyiminiz bulunuyor mu?
K-12: Bölgesel Endüstriyel Simbiyoz uygulamalarına iş birliği içerisinde katılmak ve katkıda bulunmak ister miydiniz?
K-13: Endüstriyel Simbiyoz uygulamaları için mevcut üretim süreçlerini döngüsel hale getirecek yatırım finansmanına erişiminiz bulunuyor mu?
K-14: Bununla ilgili finansal destek için başvurmak ister miydiniz? İhtiyacı var mı?

K-39: İşletmeniz kendi üretiminde kullandığı atık suyu, arıtdıktan sonra su olarak işletmeniz içerisinde yeniden değerlendiriyor mu?
K-43: Üretimde enerji verimliliği ile ilgili yaptığınız çalışmalar bulunuyor mu?
K-46: Kullandığınız yenilenebilir enerji kaynakları bulunuyor mu?
K-53: Şirketinizin, üretim zincirinde ve/veya diğer zincirlerde atıkları yeniden kullanıyor mu?
K-66: Mevcut üretim sürecini döngüsel bir yapıya dönüştürmek için finansman kaynaklarına erişim imkanınız bulunuyor mu?
K-67: Şirketinizin geleceğe yönelik planlamalarında, su, enerji, atık ve yan ürünlerin geri dönüşümü ve yeniden kullanımı dikkate alınıyor mu?

K-68: İşletmeniz kendi üretiminde kullandığı su, atık su veya arıtılmış suyu yakın çevredeki başka bir sektörde/endüstride yeniden kullanılması için paylaşıyor musunuz?
K-70: İşletmeniz, üretim sırasında ürettiği ya da geri kazanabileceği enerjiyi (örneğin, ısı enerjisi veya elektrik) çevredeki başka bir sektörün kullanımı için paylaşabiliyor mu?
K-87: Bağlı bulunduğunuz OSB bölgesinin atık bertaraf veya değerlendirme tesisi bulunuyor mu?
K-88: Var ise yararlanıyor musunuz?
K-89: Bağlı bulunduğunuz OSB bölgesinin yenilenebilir enerji üretme sistemleri var mı?
K-90: Var ise yararlanıyor musunuz?
K-91: Atık su, enerji, yardımcı ürün materyalleri ve atık materyallerinizin değerlendirilmesi açısından iş birliği geliştirdiğiniz devlete bağlı kurumlar bulunuyor mu?
K-93: Yakınızdaki tesisler/endüstriler/şirketler ile kaynak materyal değişimi/paylaşımı deneyiminiz oluyor mu?

Tablo 5.4'te elde edilen firmaların anketlerdeki evet hayır yanıtlarından alınan verilere göre araştırma kapsamındaki firmaların %83.33'lük kısmı endüstriyel simbiyoz deneyim/bilgisine sahiptir. Endüstriyel simbiyoz faaliyetlerine dayalı katılım istekliliğine bakıldığında 4 No.lu firma dışında tüm firmaların katılım sağlamak istediği görülmektedir. Finansal erişilebilirlik ve devlet teşvik araçlarının kullanımına bakıldığında firmaların yaklaşık yarısı (%56,7) bu konuda finansal imkana sahipken (%73,33)'lük kısmı bu konuda teşviklerden yararlanmak istemektedir. Firmaların puan skalası “pembe renk=en düşük” ve “mavi=en yüksek” olmak üzere oluşturulmuştur. 4,14, 22 ve 28 No.'lu firmalar en düşük toplam puana sahip olarak farkındalık ve uygulama açısından düşük seviyede yer almaktadır. Endüstriyel simbiyoz potansiyeli oldukça sınırlı olduğu için bilgilendirme ve kapasite artırımı çalışmaları bu firma için öncelikli olmalıdır. Endüstriyel simbiyoz süreçlerine ve gerekliliklerine adaptasyonda süreç başlangıcında zorlanabilirler. Firma 7 ve 17 en yüksek puanı sahip olarak, Hem endüstriyel simbiyoz, hem firma içi döngüsel yapı, hem de mevcut iş birlikleri konularında aktif olunduğu ve güçlü bir potansiyel taşıdığı görülmektedir. Bu firmanın, diğer firmalarla eşleştirmelerde kullanılabileceği ve bilgi ile deneyim paylaşımı açısından lider rol üstlenebileceği değerlendirilmektedir.

Mevcut firma iş birlikleri alanında firmaların katılım oranı düşüş göstermektedir. Materyal kaynak paylaşımı, firmalarla birebir iş birliği açısından katılımcı firmalarımız oldukça aktif ve deneyimli konumdadır. Bu açıdan ikinci planda kalan firmalar yapılan görüşmeler ve ankete verilen cevaplardan anlaşıldığı üzere biraz daha sadece ticari faaliyetlere odaklanmış, OSB vb. yapılanma bölgelerine uzak olan ve küçük ölçekli firmalar olarak henüz kaynak paylaşımı faaliyetini araştırma ve deneyimleme imkanı olmadığı yorumlanmıştır. K-70 numaralı soru işletmeler arası enerji paylaşımını ifade etmektedir, işletmeler arası enerji paylaşımı, bu tür yasal düzenlemeler çerçevesinde belirli kurallara ve lisanslama gerekliliklerine tabidir. Türkiye'de işletmeler arası doğrudan enerji satışı, mevcut mevzuat çerçevesinde belirli kısıtlamalara tabidir. Türkiye'de işletmeler arası doğrudan enerji satışının yerine şebekeye satış ve sistem üzerinden geri alımı öngören düzenleme, 6446 sayılı Elektrik Piyasası Kanunu kapsamında yapılmaktadır (Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu [EPDK], 2013). O nedenle kaynak paylaşım faaliyetleri kapsamında direkt olarak işletmeler arası kaynak

paylaşımı yapılmamaktadır. 6 Numaralı firmanın verdiği yanıt şebeke üzerinden alınan ve satılan elektrik enerjisini ifade etmekle birlikte konuya ilişkin anlaşmalı olduğu şebeke dağıtım şirketi ile olan iş birliği kapsamında evet işaretlenmiştir. K-91'inci soruda atıksu paylaşımına katılım sağlanan %46,67'lik oran içerisinde ağırlıklı olarak Salihli OSB bölgesinde bulunan firmalar, Salihli OSB'ye ait arıtma su sistemini kullanım açısından yönetim ile iş birliği içerisinde bulunmaktadır. İş birliği içerisinde olan diğer kurumlar, İzmir Su ve Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğü, Ankara Merkezi Atıksu Arıtma Tesisi, İZKEM Geri Dönüşüm firması, Kemalpaşa OSB ve Manisa Su ve Kanalizasyon İdaresi bulunmaktadır. Atık değerlendirme, yenilenebilir enerji sistemleri tesisleri ve kaynak paylaşımı desteğinin, araştırma faaliyeti kapsamına alınan bölgelerde henüz faaliyete geçirilmediği anlaşılmaktadır (K-90, K-87).

Firma içi döngüsel üretime bakıldığında katılımcı firmaların %40'ının firma içerisinde yan ürünlerini yeniden değerlendirdiği görülmektedir. Firma içi döngüsel yapı bölümündeki katılım oranı firma iş birliği bölümüne oranla daha olumlu ve gelişime açık görünmektedir. Firma içi yenilenebilir enerji kullanımı ve enerji verimliliğine yönelik katılım oranı, atık su değerlendirme katılımına göre daha fazla olarak görülmektedir. Bu durum firmaların enerji verimliliği üzerinde daha çok durduğu, bazı firmaların sularını sondaj kuyu suyu vb. kaynaklardan elde ettiği için elektrik ve enerji maliyet açısından daha pahalı olduğundan dolayı enerji üzerinde daha çok durulduğu düşünülmektedir. Sürdürülebilir ve yenilenebilir enerji kaynakları kullanımında prina biyokütle yakıtı, biyogaz ve güneş enerjisi kullanılmaktadır. Kendi işletmeleri dahilinde, 30 firmadan;

- 13 firma sürdürülebilir enerji kaynaklarını kullanmakta,
- 11 tanesi Güneş enerji sistemlerini kullanmaktadır,
- 2 tanesi biyogaz kullanmaktadır,
- 2 tanesi prınayı biyokütle olarak kullanarak enerji üretmektedir.

Firma içi su değerlendirmesi kapsamında ise, firmalardan 6 tanesi kendilerine ait atıksu arıtma sistemlerini kullanarak arıtılan suyu tekrardan tesis içerisinde değerlendirebilmektedir. 30 firmadan 12 tanesi üretimden çıkan yan ürünlerini ve

atıklarını kendi üretim süreçlerinde tekrar değerlendirmekte, satışını gerçekleştirmekte veya enerjiye dönüştürme çalışmaları gerçekleştirmektedir.

Endüstriyel simbiyoz kapsamında sektör eşleştirmelerini oluşturmak amacı ile firmaların faaliyet alanları, konumu, üretim girdileri, üretim çıktıları (yan ürünler ve atıklar), firmaların iş birliği yapabilecekleri sektör önerileri, yan ürün hammadde kaynak paylaşımı açısından firmalar tarafından verilen eşleştirme önerileri EK-1’de yer alan anket sorularının cevaplarına göre Tablo 5.5’te sunulmuştur. Firma faaliyet alanlarının tanımı Tablo 5.6’da gösterilmiştir.



Tablo 5.5. Anket çalışması sonucu firma girdi- çıktı verileri ve önerileri.

FİRMA NO	İL/İLÇE	ÜRÜN	NACE KODU	ÜRETİM GİRDİLERİ	YAN ÜRÜN	ORGANİK ATIKLAR	SEKTÖR ÖNERİSİ	EŞLEŞTİRME ÖNERİSİ
1	Salihli/Manisa	Kedi ve Köpek Kuru Maması	10.92.01	•Tahıllar •Hayvansal Protein Kaynakları; Tavuk Proteinini, Balık Proteinini, Sığır Protein •Dehidrat Hayvansal Protein Kaynakları; Peyniraltı Suyu Tozu	Tahıl Hayvansal Protein Kaynakları v.b. Üretim Prosesi esnasında çıkan bileşenler	-	Gıda ve Yem Sektörü	Üretim yan ürünleri biyogaz ve yem firmalarına verilebilir.
2	Kemalpaşa/İzmir	Sebze Konservesi	10.39.02	Sebzeler	-	Sebzelerin kullanılmayan kısmaları	Gıda ve Yem Sektörü	Üretimden çıkan tüm organik atıkların kompost gübreye ve yem firmalarına verilmesi önerilmektedir.
3	Kemalpaşa/İzmir	Tehlikesiz atıkların toplanması (katı veya sıvı atıkların toplanması, geri kazanılabilir maddeler dahil)	38.11.01	Meras Küspe Hayvan Kanları Balık Atıkları Yumurta Atıkları Maya Atıkları Peynir Altı Suyu Kül	-	-	Gıda Fabrikaları Biyogaz Tesisleri Biyokütle Tesisleri Gübre Üretim Tesisleri Yem Katkı Maddeleri Mezbahalar(kan toplama amaçlı) Tavuk Yetiştiricileri Balık Yetiştiricileri v.b. Organik Atık Üreten Tüm Sektörler	Gelen tüm organik atıklar yapılan karakteristik değerlendirmeler sonucu ilgili yem fabrikalarına ve enerji sektörüne gönderilmektedir.Gübre olarak değerlendirilecekse firma içerisinde değerlendirilmektedir.
4	Kemalpaşa/İzmir	Kurutulmuş Domates Salamura yapılmış sebze ve meyvelerin imalatı	10.39.01 10.39.03	Domates Kornişon Lahana Biber	-	Atık Domates	Ambalaj Sektörü	-
5	Kemalpaşa/İzmir	Kuru Kayısı Kuru İncir Kuru Üzüm Kuru Hurma Susam(Tahin)	10.39.01 10.41.02	Kayısı İncir Üzüm Hurma Susam	-	Meyve Atıkları	Yem Sektörü	Kayısı ve incir atıkları hayvan yemlerine gönderilmektedir.Atıkların değerlendirilmesi hayvanlara verilen yemlerin içinde kullanılması olarak önerilmektedir.
6	Kemalpaşa/İzmir	Uçucu Yağlar Sabit Yağlar Macunlar Çaylar Aromatik Sular Takviye Edici Gıdalar Homojenize Gıda Müstahzarları ve Diyetetik gıda İmalatı	20.53.00 10.41.02 10.89.90 10.83.00 11.07.01 10.89.09 10.89.05	Bitki ve Tohum Pekmez Ekstrakt Ürünler Toz Ekstraktlar	Aromatik Sular	Bitki ve Tohum Posaları Bitki ve Tohum küspesi	Gıda Sektörü Kozmetik Sektörü	Atıkların biyogazda değerlendirilmesi önerilmektedir.

Tablo 5.5. Anket çalışması sonucu firma girdi- çıktı verileri ve önerileri (devam).

FİRMA NO	İL/İLÇE	ÜRÜN	NACE KODU	ÜRETİM GİRDİLERİ	YAN ÜRÜN	ORGANİK ATIKLAR	SEKTÖR ÖNERİSİ	EŞLEŞTİRME ÖNERİSİ
7	Kemalpaşa/İzmir	Biyogaz(Elektrik) Organik Gübre	35.31 38.31	Tüm Organik Atıklar; Tavuk ve Büyükbaş Gübresi	Katı Ürün Sıvı Fermente Ürün	-	Gıda Sektörü Tarım Sektörü	Birçok firmanın endüstriyel atıkları enerjiye çevirmek için kullanılmaktadır.
8	Kemalpaşa/İzmir	Sofralık Kabuklu Yumurta	10.89.04	Yumurta Kabuğu	Yumurta Kabuğu Yumurta Violü Yumurta Zarı	-	Gıda Sektörü Enerji Sektörü Plastik sektörü	Yumurta kabuğu plastik sektöründe sertleştirici mukavemet sağlama için kullanılır. Yumurta violeri yakıt olarak kullanılmaktadır. Sofralık kullanılmayan yumurtalar pastörize yumurta ve yumurta tozu üretiminde kullanılmaktadır. Yumurta kabuğu ve zarı takviye gıda ve kolajen takviyelerinde kullanılıyor.
9	Salihli/Manisa	Zeytinyağı	10.41.03	Zeytin, Organik Ayçiçeği Yağı	İşlenebilir Prina Salamura Suyu	-	Deri Sektörü Kozmetik Sektörü	Zeytin çekirdeklerinden prina 100 kg/1kg riviera yağı elde edilir, Prina fermente edildikten sonra kedi köpek mamalarına konulabilir. Prina kalorifer yakıtı olarak kullanılabilir. Salamura suları atıklarının deri sanayiinde veya kozmetik sektöründe kullanılabilir.
10	Salihli/Manisa	Organik Mineraller Su ile Verilen Likit Toz ve Ürünler Su ile Verilen Bitkisel Ürünler Verim Arttırıcılar-Bağışıklık Destekleyiciler Premiksler Probiyotikler Pelet Çiftlik Ürünleri Yem Koruyucuları Yem Enzimleri Çiftlik ve Klinik Ürünleri Pelet Kedi ve Köpek Besin Takviyesi Aromalar	10.89.09 10.91.09 20.14.01 20.15.01 46.21.01 10.92.01 10.89.05	Bitkiler Meyve ve Gövde Yaprakları- Meyve Kabuğu Meyve Çekirdeği Meyve Posası Servis ağaçlarının biçilmiş kısımları Nar Kabuğu Kırmızı Üzüm Cıvresi Enginar Taç Yaprakları Narenciye Kabukları	Meyve Sebze Kabuğu Meyve Sebze Cıvresi Meyve Sebze Posası Meyve Sebze Suyu	-	Gıda Sektörü İçecek Sektörü Hayvancılık Sektörü	Nar Kabuğunun,Kırmızı Üzüm Cıvresinin, Enginar Taç Yapraklarının, Narenciye Kabuklarının kurutup ekstraksiyon yöntemi ile etkin maddelerinin açığa çıkarılması, servis ağaçlarının biçilmiş kısımlarının yağlarının çıkarılması önerilmektedir.

Tablo 5.5. Anket çalışması sonucu firma girdi- çıktı verileri ve önerileri (devam).

FİRMA NO	İL/İLÇE	ÜRÜN	NACE KODU	ÜRETİM GİRDİLERİ	YAN ÜRÜN	ORGANİK ATIKLAR	SEKTÖR ÖNERİSİ	EŞLEŞTİRME ÖNERİSİ
11	Kemalpaşa/İzmir	Turşu Konserve Sos	10.39.04 10.84.01	Salatalık Biber Patlıcan Domates v.b sebzeler Sirke Limon Suyu	Salatalık Sap Uç Kısımları Biber Atıkları Soğan Atıkları Sebze Atıkları Antma Çamuru (atık su deşarj ediliyor belli oranlarda su deşarj ediliyor.)	Salatalık Sap Uç Kısımları Biber Atıkları Soğan Atıkları Sebze Atıkları Antma Çamuru (atık su deşarj ediliyor belli oranlarda su deşarj ediliyor.)	Gıda Sektörü Hayvancılık Sektörü	Hurda cam şişe dönüştürmeye veriliyor, kazandibi külü çimentaya gönderilebilir, salatalık, biber, patlıcan, lahan ve soğan benzeri sebzeler organik atıklar biyogaza gönderiliyor. Antma çamuru da biyogaza gidiyor. Çıkan geri dönüştürülemeyen ve ayrıştırılmamış atıklar ATY tesisine gönderilebilir bunun karşılığı olarak atıktan türetilmiş ATY(yakıt) alınabilir.
12	Kemalpaşa/İzmir	Baharat	10.84.01	Peynir altı suyu tozu Kimyon Kekik Karabiber Zerdeçal Askorbik Asit Monosodyum Glutamat Sitrik Asit Fosfat	-	2 Ton/Aylık	Gıda Sektörü Tarım Sektörü	Üretim atıkları biyogaza veriliyor.
13	Kemalpaşa/İzmir	Hayvansal İç Yağı	10.13.04	Kesimhanelerden alınan iç yağları	Yağ Kırıntıları	Kırıntı Yağ (Trim Yağı)	Kimya Sektörü Gıda Sektörü Hayvancılık Sektörü Yem Sektörü	Çıkan kırıntı yağlarını sabun ve deterjan firmalarına veriliyor. Çıkan kırıntı yağları; Kedi köpek maması, jelibon üretimi jelatini, Biyo-yakıtta kullanılabilir.
14	Kemalpaşa/İzmir	Naturel Kuru Meyveler Meyve Püre Parçacıkları İnfüze Kuru Meyveler (briksi artırarak kurutma)	10.39.05 10.39.02 10.39.90	Meyveler Şeker Meyve Suyu Konsantreleri Meyve Püre Konsantreleri Aromalar Asitler	-	Kuru Meyve çıkıntılar	Yem Sektörü Katkı Maddesi Üreten Firmalar	Kusurlu meyve taneleri değerlendirilebilir.
15	Kemalpaşa/İzmir	Turşu	10.39.01	Sebzeler Asetik Asit Sitrik Asit, Sodyum Benzoat Potasyum Sorbat	-	Atık Sebzeler Salamura suyu Salamura Sebzeler	Biyogaz (enerji sektörü), Hayvansal Ürünleri Üretimi, Ambalaj sektörü (cam, tenek, plastik ambalaj)	-
16	Salihli/Manisa	Bira	11.05.	Malt Su Şerbetçi Otu Maya	Malt Küspesi Maya Atıkları Fermentasyon Tankı Tortuları Kaplama Toprağı Atığı Metan Gazı	Malt küspesi, maya atıkları Malt tozu Fermentasyon tankı tortusu	Gıda Sektörü Kimya Sektörü Enerji Sektörü	Enerji sektöründe kullanılabilir.

Tablo 5.5. Anket çalışması sonucu firma girdi- çıktı verileri ve önerileri (devam).

FİRMA NO	İL/İLÇE	ÜRÜN	NACE KODU	ÜRETİM GİRDİLERİ	YAN ÜRÜN	ORGANİK ATIKLAR	SEKTÖR ÖNERİSİ	EŞLEŞTİRME ÖNERİSİ
17	Salihli/Manisa	Kedi-Köpek Maması	10.92.01	Tavuk Rendering Bonkalit Buğday Kepeği Bezelye Kepeği Mısır Kepeği vb. Tahıl Kepekler Mezbaha Yan Ürünleri (et ve kemik unu) Aroma Vericiler, Mısır Pirinç Mısır Gluteni Hamsi Unu Somon Unu Karides Unu Dana Unu Kuzu Unu	-	Mama Atıkları	Gıda Sektörü Tarım Sektörü	Tavuk kesimhanelerinden rendering ürünlerinin girdi olarak alınması,Tavuk rendering, tahıl girdileri(tarım sektörü) kalitesini arttırmak için doğal antioksidanlar(biberiye) kullanılabilir. Üretim prosteşte mama atığını biyogaza verebiliyoruz.
18	Akhisar/Manisa	Zeytinyağı Hazır Zeytin	10.41.02 10.39.01	Zeytin Tuz Sitrik Asit Kostik Asit Asetik Asit Askorbik Asit	Prina	Çıktı bozuk Zeytinler	Gıda Sektörü Tarım Sektörü	Zeytinyağı için prina firmaları, zeytin çekirdekleri ve çürük zeytinler enerji firmaları(kömür alternatifi) , zeytin çekirdeği ve prina yakıtı olarak kullanılmaktadır.
19	Akhisar/Manisa	Süt Yağlı ve Yağsız Süt Tozu Peynir	10.51.01 10.51.20 10.51.40	Peynir Altı Suyu	Peynir Altı Suyu	-	Gıda Sektörü Biyogaz	Peynir altı suyu tozu, peynir altı suyu konsantresi üretimden çıkan yan ürünler olarak satışa sunulmaktadır. Peynir altı suyunun kurutma maliyeti yüksek olduğu için biyogaz tesislerine yönlendirilerek enerji sektöründe değerlendirilebilir. Peynir altı konsantre suyu dolgu maddesi laktöz oranından dolayı ilaç sanayi ve bebek maması gibi sektörlerde kullanılabilir.
20	Akhisar/Manisa	Şarap	11.02.	Üzüm Sitrik Asit Tartarik Asit	Cibre ve Şarap Tortusu.	Melas	Gıda Sektörü Tarım Sektörü	Kuru Üzüm atıkları verilebilir, şarapta kullanılan üzümün cibri hayvansal yem olarak ve gübre olarak kullanılabilir, melas atığı biyogaza veriliyor.
21	Salihli/Manisa	Hazır Zeytin Organik Zeytin Yağı	10.39.01 10.41.02	Zeytin Yaprağı Zeytin Diğer Organik Ortamda Yetişen Aromatik Bitkiler	-	Zeytin Çekirdeği	Gıda Takviyesi	Zeytin Çekirdeği değerlendirilebilir tıbbi bitki olarak, öğütülüp gıda takviyesi olabilir.

Tablo 5.5. Anket çalışması sonucu firma girdi- çıktı verileri ve önerileri (devam).

FİRMA NO	İL/İLÇE	ÜRÜN	NACE KODU	ÜRETİM GİRDİLERİ	YAN ÜRÜN	ORGANİK ATIKLAR	SEKTÖR ÖNERİSİ	EŞLEŞTİRME ÖNERİSİ
22	Gaziemir/Manisa	Kavrulmuş Kahve	10.83.01	Kahve çekirdeği	-	Demlenmiş Kahve posası	Gıda Sektörü	Kahve posasından palet sobada dönüştürmek üzere enerji kaynaklarına dönüştürülmesi
23	Kemalpaşa/İzmir	Baharat	47.29.03	Baharat üretimi için herhangi bir yan girdi bulunmamaktadır	-	Baharat Tozu Sap Dal Parçaları	Gıda Sektörü Tarım Sektörü	-
24	Salihli/Manisa	Yağlı ve yağsız süt tozu Peynir altı suyu tozu Krema	10.51.20 10.51.03	Peynir Altı Suyu Çiğ süt	-	Elek üstü peynir altı suyu tozu Antma Çamuru	Gıda Sektörü Gübre Sektörü	Antma çamuru kompozit yapılarak gübre olarak değerlendirilebilir.
25	Şehzadeler/Manisa	Zeytinyağı	10.41.02	Zeytin Organik Ayçiçeği Yağı	Prina	Çıktı Bozuk Zeytinler	Enerji Sektörü	Zeytin çekirdeğinden prina yapıp satılıyor. Kalorifer yakıtı olarak prina veriliyor.
26	Salihli/Manisa	Kemik suyu hazır çorba	10.89.09	Havuç Soğan Sarımsak Kemikli Tavuk Maydanoz Kökü Kereviz Sapı Dana Kaval Kemigi Dana Paça Kemigi İlikli Kemik Kök Zencefil Karanfil Kereviz Sirke Sarımsak	Kemik Sebzeler	Kemik Soğan Havuç	Gıda Sektörü Tarım Sektörü	Kemik olarak atık olarak çıkan ürünler rendering firmasına gidiyor.
27	Kemalpaşa/İzmir	Et ve et ürünleri	10.13.	Çiğ Et ve Hayvan Ürünleri Baharat ve Bitkisel Karışımlar Bağlayıcı maddeler; Nişasta, Soya Proteinini veya Süt Tozu	Kan Kemik Et Unu Kemik Unu İşkembe Deri İç Organlar ve Yağlar Yağ ve iç organlar Yün ve kıl Boynuz ve tımak	Kırıntılar İşlenmeyen Et Parçaları Organik Fireler Arıtma Su Çamuru Atıksu Çamuru Hayvan dışkı	Tekstil Sektörü Yem Sektörü Ambalaj Sektörü	Kesimhaneden çıkan kan kemik gibi yan ürünler hayvan yemi olarak değerlendiriliyor. Et kemik unu, hindi et kemik unu, kan unu, hindi ve rendering yağları olarak satılır. Tesisi içerisinde rendering tesisi bulunmaktadır. Enerji üretimi amaçlı işkembe içi atığı ve arıtma tesisi çamurları biyogaza gönderilmektedir.
28	Kırkağaç/Manisa	Zeytinyağı	10.41.02	-	Prina	Prina	Enerji Sektörü	-

Tablo 5.5. Anket çalışması sonucu firma girdi- çıktı verileri ve önerileri (devam).

FİRMA NO	İL/İLÇE	ÜRÜN	NACE KODU	ÜRETİM GİRDİLERİ	YAN ÜRÜN	ORGANİK ATIKLAR	SEKTÖR ÖNERİSİ	EŞLEŞTİRME ÖNERİSİ
29	Akhisar/Manisa	Zeytin Zeytinyağı Kuru prina(4-6 mm endüstriyel prina)	10.39.01 10.41.02 10.41.03	Organik Zeytin	Prina yağı Isı Enerjisi	Zeytin Yaprağı	Gıda Sektörü Enerji Sektörü Kozmetik Sektörü	Zeytin yaprak atığı gıda; kurutup çayı yapılıyor; ilaç sanayinde kullanılabiliyor, Zeytin yaprağı prina ile karıştırılıp deri çanta üretiminde kullanılır, askeri zırhlı araçlarda kullanılabilmektedir. Karbon kaplama ve fiber kaplamada kullanılabilmektedir. Hayvancılık; küçükbaş hayvanlara yediriliyor, Kozmetik;Prina yağından yağ asidi çıkıyor ve skoalen ürünü elde edilebilmektedir. Skualen kozmetik, ilaç ve takviyelerde kullanılabilir. Prina yağından deterjan ve serum yapımında kullanılabilmektedir.Prina Yağı Ekstraksiyonundan Kalan Biyoaktif Maddeler ve draje hapları, b vitamini, c vitamini elde edilebilir. Tarımda; gübre yapımında kullanılabilir.
30	Kemalpaşa/İzmir	Piliç Eti	10.12.01	Piliç eti, gıda katkı maddeler, baharat grubu vb	-	Rendering Atıkları	Gıda Sektörü	Rendering-hayvan yemi

Tablo 5.6. Firmaların faaliyet alanları tablosu.

NACE KODU	FAALİYET ADI
10.13	Et ürünlerinin işlenmesi ve saklanması
10.13.04	Kümes hayvanları etlerinin işlenmesi ve saklanması
10.39.01	Patatesin işlenmesi ve saklanması
10.39.02	Sebzelerin ve meyvelerin işlenmesi ve saklanması (patates hariç)
10.39.03	Meyve ve sebzelerin dondurulması
10.39.04	Meyve ve sebzelerin konserve edilmesi
10.39.05	Meyve ve sebzelerin kurutulması ve diğer yöntemlerle işlenmesi
10.39.90	Başka yerde sınıflandırılmamış diğer meyve ve sebzelerin işlenmesi ve saklanması
10.41.02	Margarin ve benzeri yenilebilir katı ve sıvı yağların imalatı
10.41.03	Bitkisel ve hayvansal sıvı ve katı yağların imalatı (ham yağlar hariç)
10.51.01	Süt ve krema imalatı
10.51.03	Tereyağı ve diğer süt ürünlerinin imalatı
10.51.20	Peynir ve lor imalatı
10.51.40	Süt tozu ve yoğunlaştırılmış süt imalatı
10.83.00	Baharat ve diğer çeşni maddelerinin imalatı
10.83.01	Hazır yemeklerin ve yemek malzemelerinin imalatı
10.84.01	Çorba ve et suyu imalatı
10.89.04	Hazır yemeklerin imalatı
10.89.05	Diyet ve bebek mamalarının imalatı
10.89.09	Başka yerde sınıflandırılmamış diğer gıda ürünlerinin imalatı
10.89.90	Başka yerde sınıflandırılmamış diğer gıda maddelerinin imalatı
10.91.09	Hayvan yemleri imalatı (evcil hayvanlar için olanlar hariç)
10.92.01	Evcil hayvanlar için hazır yem imalatı
11.02	Üzüm şarabı imalatı
11.05	Bira imalatı
11.07.01	Alkolsüz içeceklerin ve maden sularının imalatı
20.14.01	Diğer organik bazlı kimyasal ürünlerin imalatı
20.15.01	Kimyasal gübre ve azot bileşiklerinin imalatı
20.53.00	Uçucu yağların imalatı
35.31	Buhar ve iklimlendirme üretimi ve dağıtımı
38.11.01	Tehlikesiz atıkların toplanması
38.31	Hurda metal ve metal dışı atıkların geri kazanımı
46.21.01	Tarımsal hammaddelerin toptan ticareti
47.29.03	Belirli bir mala tahsis edilmiş mağazalarda diğer gıda ürünlerinin perakende ticareti

Anket yapılan firmalar arasında süt ve süt ürünleri üreticileri, geri dönüşüm faaliyeti yapan firmalar, biyogaz enerji üretim tesisleri, prina işleme tesisi, konserve meyve ve sebze üreticileri, kurutulmuş meyve ve sebze üreticileri, salamura ürün üreticileri, zeytinyağı üreticileri, yumurta üreticileri, hayvansal ürünleri işleyen, et ve et ürünleri üreten, yem üreticileri, takviye edici gıdalar ve bitkisel ürün üreticileri gibi birçok farklı alanda faaliyet gösteren firmalar yer almaktadır. Firmalar arasında %20 oranında zeytin yağı üreticileri yer almaktadır. Firmaların üretim çıktıları kapsamında katma değeri oldukça yüksek olan ürünler bulunmaktadır. Firmaların mevcut olan ürün değerlendirme faaliyetleri kapsamında;

- Et ve et ürünleri, hayvansal ürünlerin işlenmesi konularında faaliyet gösteren firmalar olan ürünlerini rendering tesisleri ile paylaşmaktadır,
- Kedi-Köpek maması, yem üretici firmaları ve hayvansal iç yağ üreticisi firmalar rendering tesislerinden ve kesimhanelerden iç yağları gelen ürünleri girdi olarak kullanmaktadır.
- Kedi-köpek maması ve yem üretici firmalar tarafından elek üstü peynir altı tozu (peynir altı tozu atığı) değerlendirilmektedir.
- Süt ürünleri üreticisi, üretimden çıkan peynir altı suyunu, peynir altı suyu tozu üreticisi ile paylaşmaktadır.
- Zeytin yağı üreticileri zeytinyağı üretim sürecinde çıkan prina işleme tesislerine göndermekte veya kendileri yakıt olarak değerlendirmektedir.
- Diğer sektörlerde yer alan firmalar olan ürün ve atıklarını biyogaz, yem ve gübre üreticileri ile paylaşmaktadır.

20 firma, firmalar arası iş birliği kapsamında kaynak paylaşımını ticari olarak gerçekleştirmektedir. Firmalar arası en yoğun iş birliği yem, gübre, biyogaz ve enerji sektörleri ile gerçekleşmektedir. Firmaların kaynak paylaşımı kapsamında sektör önerileri incelendiğinde; “Gıda Sektörü”, “Yem Sektörü” ve “Biyogaz Sektörü” öne çıkmaktadır. Firmalar kaynak dönüşüm ve paylaşım faaliyetlerini basit ve kısıtlı versiyonları ile birebir iş birlikleri ve ticari faaliyetler ile sürdürebilmektedir.

3 numaralı firma geri dönüşüm ve kompost gübre üretici firma olarak sanayi bölgelerinde yer alan gıda, tarım ve hayvancılık firmaları ile anlaşmalı olarak olan

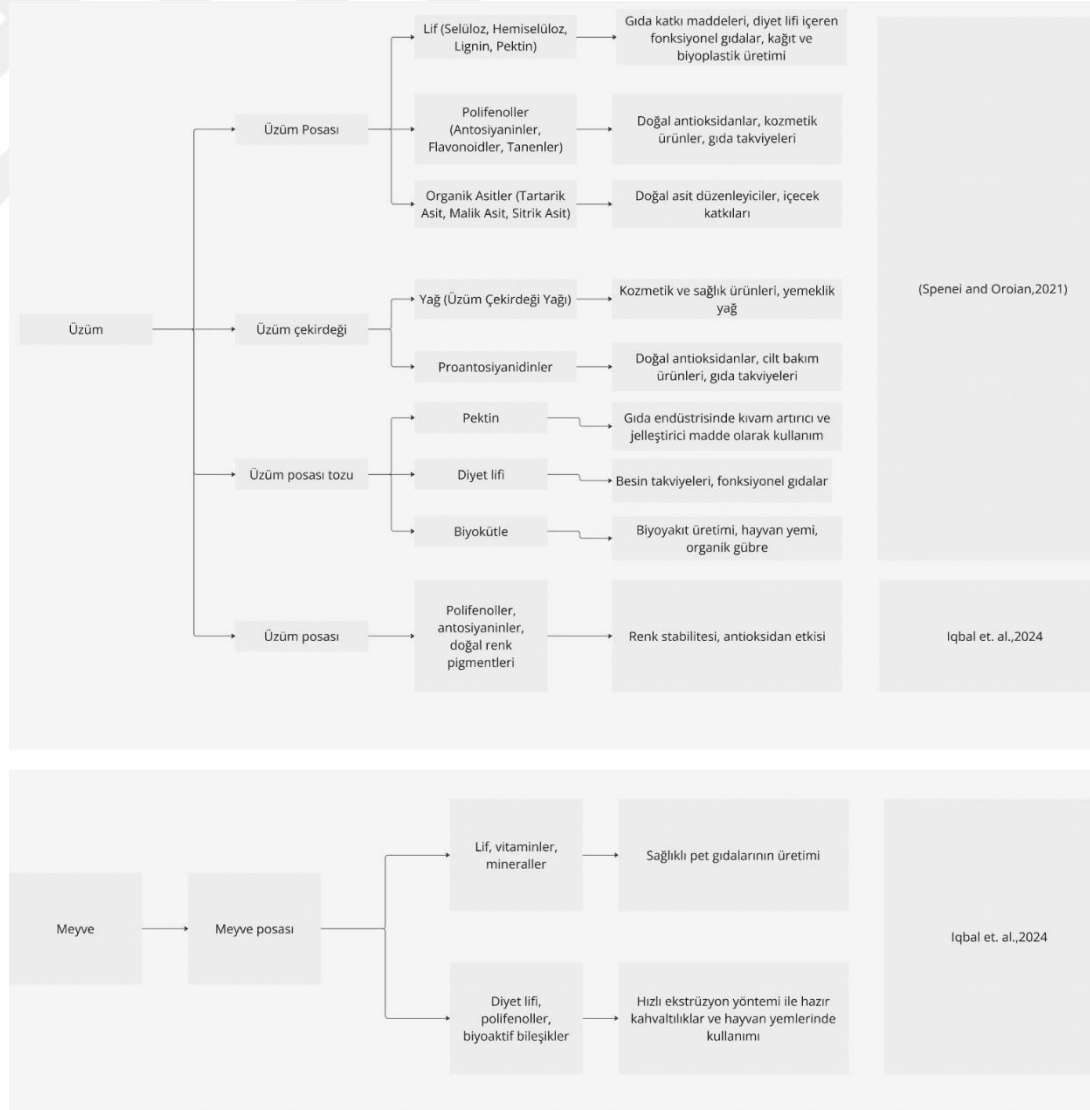
ürünleri ve atıkları toplayarak, kendi bünyelerinde atık ve yan ürünleri ayrıştırarak ilgili sektörlerle dağıtım faaliyetlerini gerçekleştirmektedir. Genel olarak tüm kategorideki organik atık ve yan ürünleri girdi olarak kabul ederek gerekli yerlere dağıtım ve uygun olanları kompost gübre yapımında kullanımını gerçekleştirmektedir (Tablo 5.5).

5.3 Anket Sonuçları Analizi

Bu bölümde firmaların potansiyel simbiyotik eşleştirme önerileri sunulup, firma değerlendirme karneleri hazırlanmış, sonra materyal akış diyagramı endüstriyel simbiyoz ağı oluşturulmuştur. Firmalar tarafından verilen sektörel bilgiler, yan ürün işleme ve uygulama önerileri, iş birliği yapabilecekleri sektör önerileri ve potansiyel gördükleri işleyebilecekleri yan ürünleri kapsamında veriler Tablo 5.5, incelenen örnek endüstriyel simbiyoz vaka çalışmaları ve gıda değerlendirme ve geri dönüşüm (upcycling) örnekleri Tablo 5.7 analiz edilerek firmalar arası potansiyel simbiyotik materyal paylaşım eşleştirme tablosu oluşturulmuştur (Tablo 5.8). Tablo 5.5 bize firmaların ürettikleri ürünlere göre ihtiyaçları olan veya hammadde tedarikini karşılayabileceği girdi materyallerini, firmaların sektörde ve saha bulunmanın getirdiği deneyimle potansiyel olarak hangi sektörler ve firmalarla kaynak paylaşımı üzerinden iş birliği geliştirmeye istekli olduklarını (eşleştirme önerisi ve sektör önerileri), kurabilecekleri simbiyotik ilişkilerin hangi koşullar ve yöntemler ile kurulabileceğini ifade etmişlerdir. Eşleştirme önerileri genel olarak firmalarla birebir görüşmelerde çıktı olan yan ürün ve atıklarının nasıl ve ne şekilde değerlendirilmesine dayalı olarak anlatılmıştır.

Oluşturulan eşleştirme tablosunda Tablo 5.8 firma numaraları, ilgili sektör bilgileri, eşleşme olasılığı olan firmalar ve firmalarla kaynak materyal paylaşımı yapabilecekleri potansiyel yan ürün listeleri oluşturulmuştur.

Tablo 5.7. Gıda kazanım örnekleri tablosu.



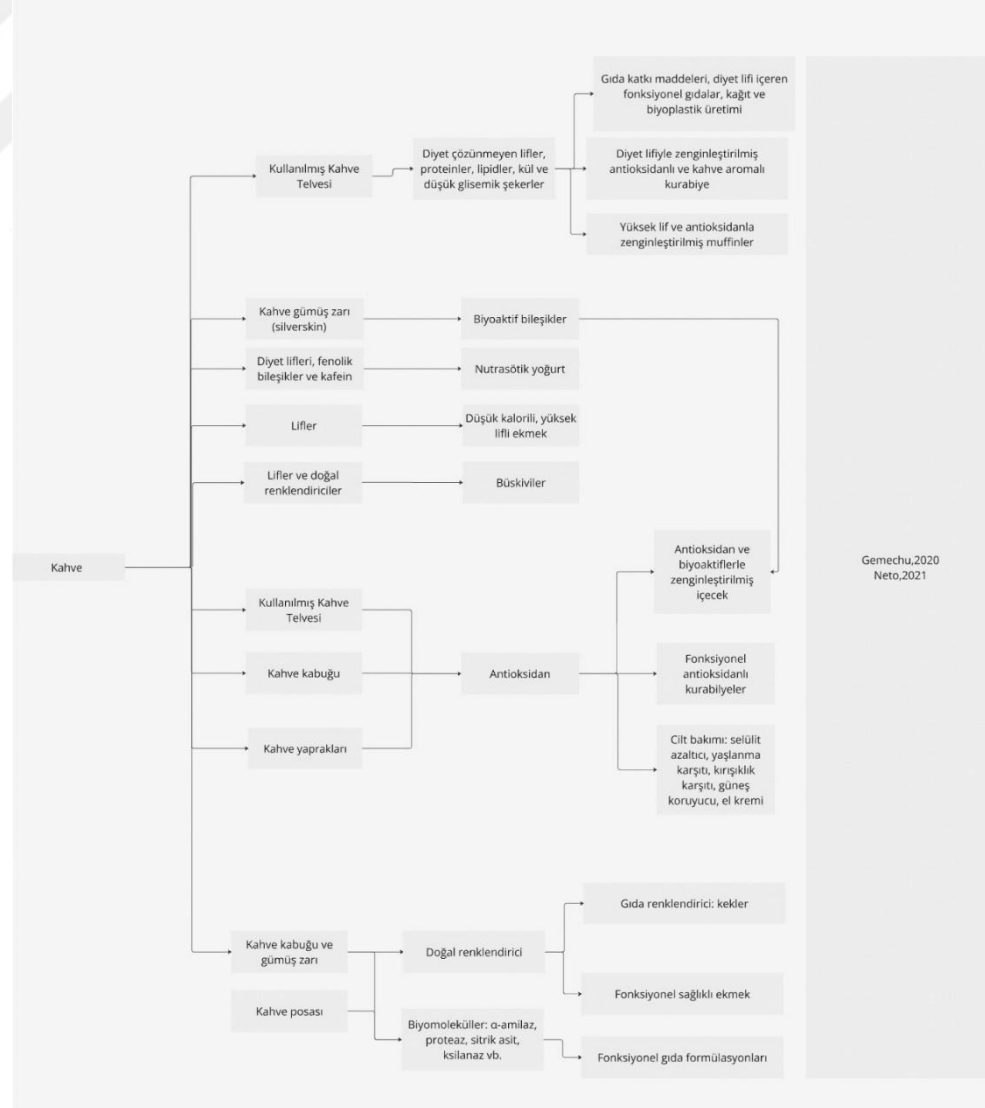
Tablo 5.7. Gıda kazanım örnekleri tablosu (devam).

Domates	Domates kabuğu ve çekirdekleri	Likopen	Likopen açısından zenginleştirilmiş zeytinvağı Renklendirme ve antioksidan etkisi	Scalbi et. al., 2017 Symbiosis Users Network. et al., 2017 Nobre et. al.,2009
	Domates kabukları	Karotenoidler	Gıda, kozmetik, eczacılık sektörlerinde doğal pigment ve antioksidan olarak kullanım	Patoro et.al.,2020
	Domates kabuğu ve posası		Besin takviyeleri ve nutrasötik ürünlerde kullanım	
	Atık Domates	Organik madde	Hayvan yemi, gübre ve biyogaz üretimi	
Süt ve süt ürünleri	Yayık altı suyu	Protein ve yağlar	İçecekler, spor içeceklerinde kullanım	Ronoh,2020
	Peynir altı suyu	Proteinler	Gıda takviyeleri ve içeceklerinde kullanım	
	Süt kreması	Yağ	Çikolata, tatlı üretiminde kullanım	
	Yağsız süt	Proteinler, mineraller	Peynir, tatlı, çikolata üretiminde kullanım	
	Atık çamur (su arıtma çamuru)	Organik madde	Organik gübre üretimi	
	Diğer katı ve kimyasal atıklar	Karbon, metan	Biyogaz üretimi	
	Peynir altı suyu	Laktoz	Peynir altı suyundaki laktozu fermentasyonu ve damıtılması sonucu alkole oluştumu	Wheyward Spirit, 2024
Elma	Kabuk ve posa	Antosiyoinin Fiber	Soğuk preslenmiş elma suyundan çıkan posanın kurutularak elma lifi ve elma tozu üretimi, içecekler, unlu mamuller, fonksiyonel gıdalar ve evcil hayvan gıdalarında kullanım	(FruitSmart, 2025)
	Elma kabuğu	Fenoller	Plastik üretimi ve ilaçlar	Low et. al.,2018
		Antosiyaninler	Canlı hücre görüntülemeye görsel belirteç	
		Antosiyaninler	Besin takviyeleri	
		Polifenoller	Boya ve plastik üretimi	
	Elma posası	Elma posası tozu	Poliüretan (PUR) ile elma posası tozunun birleştirililerek Vegan deri üretimi	Frumat,2024
		Lif, flavonoidler, doğal antioksidanlar	Sıyr köftelerinde (%2-%8 oranında) elma posası kullanılması, et ikamesi	Younis ve Ahmad, 2015
		Diyet lifi, vitaminler	Mutton goshtaba, koyun eti nugget, tavuk nugget, sosis	

Tablo 5.7. Gıda kazanım örnekleri tablosu (devam).



Tablo 5.7. Gıda kazanım örnekleri tablosu (devam).

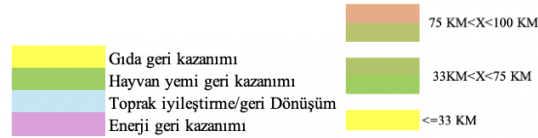


Tablo 5.7. Gıda kazanım örnekleri tablosu (devam).

Turşu	Turşu salamura atık suyu (yüksek tuzlu)	Yüksek tuz içeriği, organik asitler (laktik, asetik, propiyonik, süksinik asitler)	Karma mikrobiyal kültür kullanılarak biyolojik parçalanabilir biyopolimer (polihidroksialkanoat - PHA) üretimi.	Zengin et. al.,2025
Sebze	Havuç atıkları	Pektin	Etanol ve aseton ile ekstraksiyon ve fraksiyonlama ile fonksiyonel gıda maddesi ve jelleşme maddesi	Chonkouang et. al.,2023

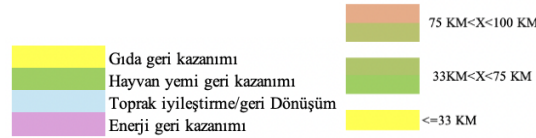
Tablo 5.8. Firmalar arası potansiyel simbiyotik materyal paylaşım eşleştirme tablosu.

FİRMA MEVCUT BİLGİ VE AĞLARI						SİMBİYOTİK EŞLEŞME VERİLERİ			
FİRMA NO	KONUM	FİRMA ANA ÜRÜN	MEVCUT PAYLAŞILAN YAN ÜRÜNLER	GİRDİ/ÇIKTI	PAYLAŞILAN SEKTÖR/FİRMALAR	POTANSİYEL EŞLEŞME FİRMALARI	EŞLEŞEN FİRMANIN POTANSİYEL GİRDİLERİ	MESAFE (KM)	EŞLEŞME ONAYI
1	Salihli/Manisa	Kedi ve Köpek Kuru Maması	Dehidrat Tavuk Proteinini Dehidrat Balık Proteinini Dehidrat Sığır Proteinini Peynir altı suyu tozu	Girdi	Belirtilmemiş 24 No.lu firma	7 3	İşlenmiş Mama Atıkları İşlenmiş Mama Atıkları	64,4 76,7	☑
2	Kemalpaşa/İzmir	Sebze Konservesi	Sebzenin kullanılmayan yerleri	Çıktı	Geri dönüşüm firması	1 3 6 7 10 17	Sebze Atıkları ve Kullanılmayan Kısımları Sebze Atıkları ve Kullanılmayan Kısımları Sebze Atıkları ve Kullanılmayan Kısımları Sebze Atıkları ve Kullanılmayan Kısımları Sebze Atıkları ve Kullanılmayan Kısımları Sebze Atıkları ve Kullanılmayan Kısımları	79,3 9,6 14,1 24 79,5 78,8	☑
3	Kemalpaşa/İzmir	Tehlikesiz atıkların toplanması (katı veya sıvı atıkların toplanması, geri kazanılabilir maddeler dahil)	Tüm gıda atıkları, gübreler, Ağaç kökleri, saman, talaş, tavuk gübresi	Çıktı	Biyogaz Firması Biyokütle Firması	7	Ayrıştırmamayan Organik Atıklar	21,4	☑
4	Kemalpaşa/İzmir	Kurutulmuş Domates Salamura yapılmış sebze ve meyvelerin imalatı		X		3 10 7	Atık Domates Atık Domates Atık Domates	14,3 84,2 28,7	☑
5	Kemalpaşa/İzmir	Kuru Kayısı Kuru İncir Kuru Üzüm Kuru Hurma Susam(Tahin)		X		10 17 6 7	Kayısı ve İncir Atıkları (çekirdekleri ve posası) Kayısı ve İncir Atıkları (çekirdekleri ve posası) Kayısı ve İncir Atıkları (çekirdekleri ve posası) Üzüm, Kayısı ve İncir Atıkları	72 71,4 22,8 16,6	☑
6	Kemalpaşa/İzmir	Uçucu Yağlar Sabit Yağlar Macunlar Çaylar Aromatik Sular Takviye Edici Gıdalar Homojenize Gıda Müstahzaratları ve Diyetetik gıda İmalatı	Bitki ve Tohum Posası Aroma Suları	Çıktı	Biyogaz Aroma suları ticari olarak satılmaktadır.	3 10 17	Bitki ve Tohum Posası Aroma Suları Bitki ve Tohum Posası Bitki ve Tohum Posası	22,5 93,7 93	☑
7	Kemalpaşa/İzmir	Biyogaz(Elektrik) Organik Gübre	Anıtma Çamuru	Çıktı	Tavuk üreten firmalar İZSU	3	Katı Fermente Sıvı Fermente Anıtma Çamuru	21,5	☑
8	Kemalpaşa/İzmir	Sofralık Kabuklu Yumurta	Vial Yumurta Kabuğu Zarlı Yumurta Kabuğu	Çıktı Çıktı Çıktı	Tuğla fabrikaları Plastik Fabrikaları Takviye edici yumurta ürünleri üretici firması	10 17	Yumurta Kabuğu Tozu Yumurta Kabuğu Tozu	78,6 77,9	



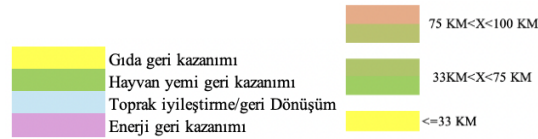
Tablo 5.8. Firmalar arası potansiyel simbiyotik materyal paylaşım eşleştirme tablosu (devam).

FİRMA MEVCUT BİLGİ VE AĞLARI						SİMBİYOTİK EŞLEŞME VERİLERİ			
FİRMA NO	KONUM	FİRMA ANA ÜRÜN	MEVCUT PAYLAŞILAN YAN ÜRÜNLER	GİRDİ/ÇIKTI	PAYLAŞILAN SEKTÖR/FİRMALAR	POTANSİYEL EŞLEŞME FİRMALARI	EŞLEŞEN FİRMANIN POTANSİYEL GİRDİLERİ	MESAFE (KM)	EŞLEŞME ONAYI
9	Salihli/Manisa	Zeytinyağı	Prina + Salamuna Suyu	Çıktı	29 No'lu firma	6	Zeytin Yaprağı	78,6	
						10	Zeytin Çekirdeği	16,2	☑
						4	Zeytin İşleme atık suyu	68,7	
						11	Zeytin İşleme atık yağı	61,5	☑
						15	Zeytin İşleme atık suyu	69,5	
						29	Prina	73	
						17	Çürük Zeytinler	15,5	☑
10	Salihli/Manisa	Organik Mineraler Su ile Verilen Likit Toz ve Ürünler Su ile Verilen Bitkisel Ürünler Verim Arttırıcılar-Bağışıklık Destekleyiciler Premiksler Probiyotikler Pelet Çiftlik Ürünleri Yem Korumucuları Yem Enzimleri Çiftlik ve Klinik Ürünleri Pelet Kedi ve Köpek Besin Takviyesi Anımlar		X		3	Limoni Servi Ağaç Posası Meyve Çekirdekleri Meyve Sebze Posası	76,9	
						6	Meyve Çekirdekleri	94,3	
						7	Meyve Çekirdekleri Meyve Sebze posası	64,7	☑
11	Kemalpaşa/İzmir	Turşu Konserve Sos	Kazandibi külü Salatalık	Çıktı	Çimento Fabrikası	3	Salatalık Sap Uç Kısımları Biber Atıklar Soğan Atıklar Sebze Atıklar Arıtma Çamuru	0,85	☑
						6	Salatalık Sap Uç Kısımları Biber Atıklar Soğan Atıklar Sebze Atıklar	23	☑
						10	Salatalık Sap Uç Kısımları Biber Atıklar Soğan Atıklar Sebze Atıklar	77	
						7	Salatalık Sap Uç Kısımları Biber Atıklar Soğan Atıklar Sebze Atıklar Arıtma Çamuru	21,5	☑
12	Kemalpaşa/İzmir	Baharat		X		7	Yanmış Baharat Tozları	21,6	☑
13	Kemalpaşa/İzmir	Hayvansal İç Yağı	Kırntı yağları	Çıktı	Mama fabrikası Sabun ve deterjan firmaları	1	Kırntı Yağı (Trim Yağı)	77,3	
						3	Kırntı Yağı (Trim Yağı)	0,65	
						10	Kırntı Yağı (Trim Yağı)	77,5	
						17	Kırntı Yağı (Trim Yağı)	87,1	



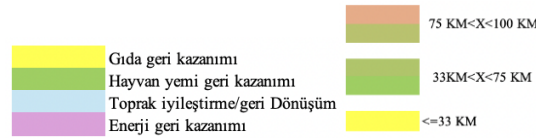
Tablo 5.8. Firmalar arası potansiyel simbiyotik materyal paylaşım eşleştirme tablosu (devam).

FİRMA MEVCUT BİLGİ VE AĞLARI						SİMBİYOTİK EŞLEŞME VERİLERİ			
FİRMA NO	KONUM	FİRMA ANA ÜRÜN	MEVCUT PAYLAŞILAN YAN ÜRÜNLER	GİRDİ/ÇIKTI	PAYLAŞILAN SEKTÖR/FİRMALAR	POTANSİYEL EŞLEŞME FİRMALARI	EŞLEŞEN FİRMANIN POTANSİYEL GİRDİLERİ	MESAFE (KM)	EŞLEŞME ONAYI
14	Kemalpaşa/İzmir	Naturel Kuru Meyveler Meyve Püre Parçacıkları İnfüze Kuru Meyveler (briksi artırarak kurutma)		X		1	Kuru Meyve çıkıntılan	77,4	
						3	Kuru Meyve çıkıntılan	0,7	
						6	Kuru Meyve çıkıntılan	23,5	☑
						7	Kuru Meyve çıkıntılan	22,1	
						10	Kuru Meyve çıkıntılan	77,6	
						17	Kuru Meyve çıkıntılan	87,2	
15	Kemalpaşa/İzmir	Turşu		X		3	Atık Sebzeler	14,3	☑
						7	Atık Sebzeler	28,6	
16	Bornova/İzmir	Bira	Malt Tozu Malt Küspesi Maya Kalıntısı	Çıktı	Yem Fabrikaları	1	Malt Tozu Malt Küspesi Maya Kalıntısı	108	
						3	Malt Tozu Malt Küspesi Maya Kalıntısı	37,3	
						7	Malt Tozu Malt Küspesi Maya Kalıntısı Fermantasyon tankı tortusu	54	☑
						10	Malt Tozu Malt Küspesi Maya Kalıntısı	109	
						17	Malt Tozu Malt Küspesi Maya Kalıntısı	109	
17	Salihli/Manisa	Kedi-Köpek Maması	Tavuk Rendering	Girdi	30 No.'lu firma	7	Mama Atığı	64,8	☑
			Tahıl Kepekleri	Girdi	Tarım ürünü üreten firma				
18	Akhisar/Manisa	Zeytinyağı Hazır Zeytin	Prina Çürük Zeytinler	Çıktı	29 No.'lu firma	3	Zeytin Çekirdekleri	88	
						6	Çürük Zeytinler	94,6	
						10	Zeytin Yaprağı	82,5	
						4	Zeytin işleme atık suyu	89,8	
						11	Zeytin işleme atık yağı	88,1	
						15	Zeytin işleme atık suyu	90,1	
						7	Çürük Zeytinler	84,2	
						29	Prina	11,1	☑
19	Akhisar/Manisa	Süt Yağlı ve Yağsız Süt Tozu Peynir	Peynir altı suyu toz	Çıktı	Süt firması	1	Peynir altı suyu tozu	77,5	
			3			Peynir altı suyu	73,7	☑	
			7			Aritma çamuru	69,8	☑	
			16			Peynir altı suyu	91		
			12		Peynir altı suyu tozu	73,9	☑		
			17		Peynir altı suyu tozu	77,1			
			24		Peynir altı suyu	77,7			
			27		Süt Tozu	76,4			



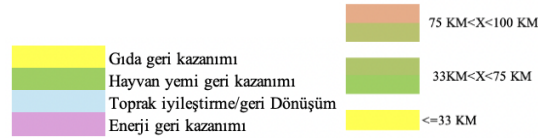
Tablo 5.8. Firmalar arası potansiyel simbiyotik materyal paylaşım eşleştirme tablosu (devam).

FİRMA MEVCUT BİLGİ VE AĞLARI						SİMBİYOTİK EŞLEŞME VERİLERİ			
FİRMA NO	KONUM	FİRMA ANA ÜRÜN	MEVCUT PAYLAŞILAN YAN ÜRÜNLER	GİRDİ/ÇIKTI	PAYLAŞILAN SEKTÖR/FİRMALAR	POTANSİYEL EŞLEŞME FİRMALARI	EŞLEŞEN FİRMANIN POTANSİYEL GİRDİLERİ	MESAFE (KM)	EŞLEŞME ONAYI
20	Salihli/Manisa	Şarap	Cibre	Çıktı	Biyogaz	3	Üzüm Cibresi Kuru Üzüm Atıkları Melas	61,3	☑
			Melas			7		49	
						6	Üzüm posası tozu Üzüm çekirdeği	78,7	
						10	Üzüm Cibresi	16,8	☑
						17	Üzüm Cibresi	69,1	
21	Salihli/Manisa	Hazır Zeytin Organik Zeytin Yağı	Zeytin çekirdekleri	Çıktı	Prina firması	3	Çürük zeytinler	76,4	
						6	Zeytin Yaprağı Zeytin Çekirdeği	93,8	
						10	Zeytin Yaprağı Zeytin Çekirdeği	0,7	☑
						4	Zeytin işleme atık suyu	83,8	
						11	Zeytin işleme atık yağı	76,6	
						15	Zeytin işleme atık suyu	84,7	
						17	Fermente Prina	0,6	☑
						29	Fermente Prina	86	
22	Gaziemir/İzmir	Kavrulmuş Kahve	X			3	Yaş Kahve Posası	59,3	☑
						10	Kahve posası, kabuğu, telvesi, gümüş zarı	131	
						7	Yaş Kahve Posası	75,7	
23	Kemalpaşa/İzmir	Baharat	X			3	Baharat Tozu Sap Dal Parçaları	22,4	☑
						7	Baharat Tozu Sap Dal Parçaları	36,7	
							1	Süt Tozu	0,04
24	Salihli/Manisa	Yağlı ve yağsız süt tozu Peynir altı suyu tozu Krema	Elek Üstü Peynir Altı tozu	Çıktı	1 No.'lu firma	3	Elek Üstü Peynir Altı Suyu Tozu Antıma Çamuru	76,9	
						16	Peynir altı suyu	105	
						10	Elek Üstü Peynir Altı Suyu Tozu	0,29	☑
						17	Elek Üstü Peynir Altı Suyu Tozu	1,1	☑
						27	Süt Tozu	90,4	
						25	Şehzadeler/Manisa	Zeytinyağı	Kuru Prina
6	Zeytin Çekirdeği Zeytin Yaprağı	51,4	☑						
10	Fermente Prina	103							
17	Fermente Prina	102							
4	Zeytin işleme atık suyu	59,5	☑						
11	Zeytin işleme atık yağı	53,6	☑						
15	Zeytin işleme atık suyu	59,8	☑						
29	Prina	63,8							

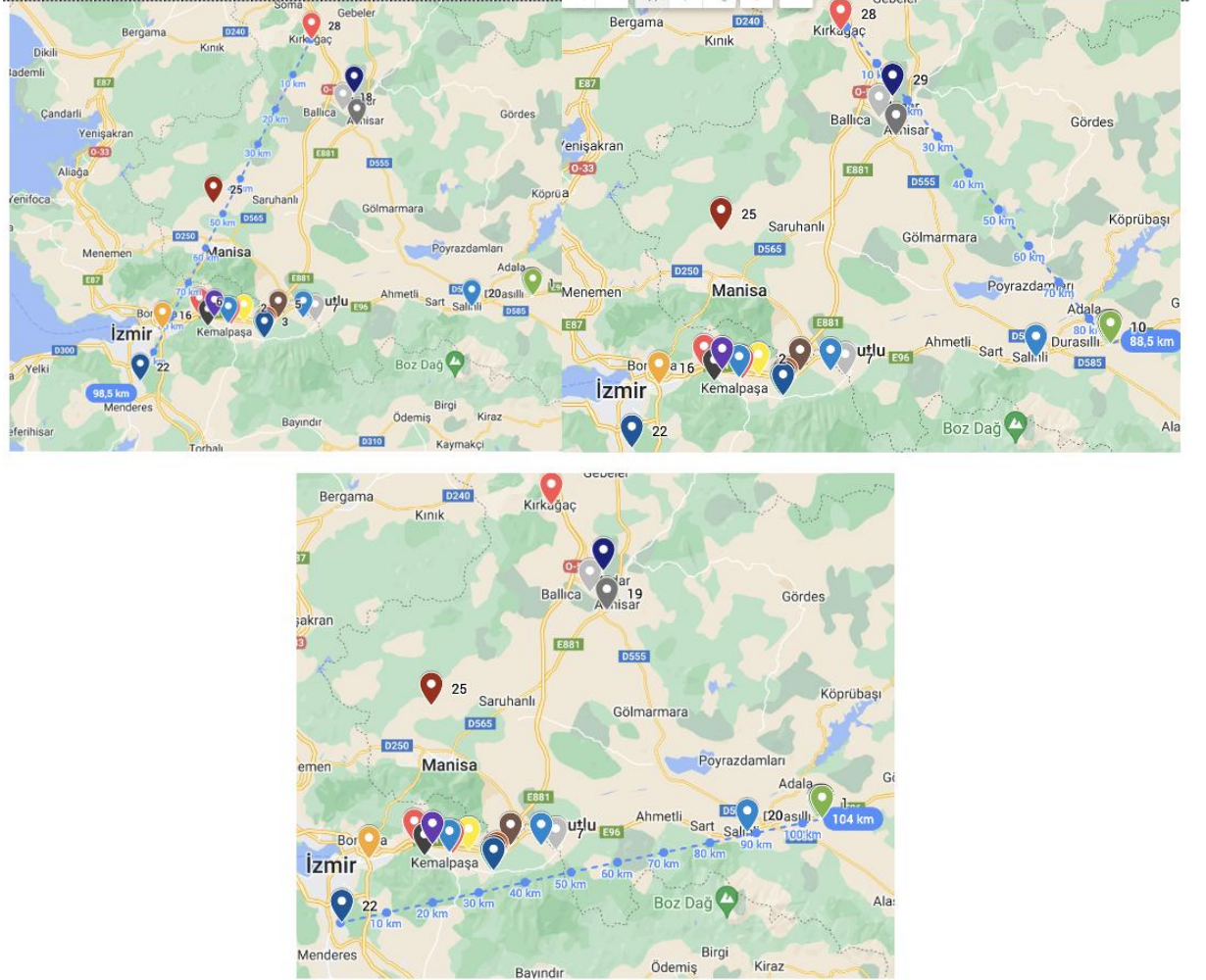


Tablo 5.8. Firmalar arası potansiyel simbiyotik materyal paylaşım eşleştirme tablosu (devam).

FİRMA MEVCUT BİLGİ VE AĞLARI						SİMBİYOTİK EŞLEŞME VERİLERİ			
FİRMA NO	KONUM	FİRMA ANA ÜRÜN	MEVCUT PAYLAŞILAN YAN ÜRÜNLER	GİRDİ/ÇIKTI	PAYLAŞILAN SEKTÖR/FİRMALAR	POTANSİYEL EŞLEŞME FİRMALARI	EŞLEŞEN FİRMANIN POTANSİYEL GİRDİLERİ	MESAFE (KM)	EŞLEŞME ONAYI
26	Salihli/Manisa	Kemik suyu hazır çorba	Kemik	Çıktı	Rendering şirketi	3	Soğan Atıkları	76,8	
						6	Havuç Atıkları	94,2	
						10	Havuç atıkları	110	
						7	Soğan Atıkları	64,5	☑
						30	Havuç Atıkları	68	☑
27	Kemalpaşa/İzmir	Et ve et ürünleri	Kemikler ve sakatatlar	Çıktı	Yem sanayii	1	Et Unu Et Kemik Unu Hindi Et Kemik Unu Kan Unu	89,6	
						3	Kan Et Unu Et Kemik Unu Hindi Et Kemik Unu Kan Unu	17,6	☑
						7	Arıtma Tesisi Çamurları İşkembe İçi Atığı	35,2	☑
			Yağlı Dokular			10	Et Unu Et Kemik Unu Hindi Et Kemik Unu Kan Unu	89,8	
						13	Rendering yağları	18,2	☑
						17	Et Unu Et Kemik Unu Hindi Et Kemik Unu Kan Unu	89,1	
						26	Etili Kemikler	89,7	
28	Kırkağaç/Manisa	Zeytinyağı	Prina	Çıktı	29 No.'lu firma	3	Zeytin çekirdeği Çürük zeytinler	95,2	
						4	Zeytin işleme atık suyu	97	
						11	Zeytin işleme atık yağı	95,4	
						15	Zeytin işleme atık suyu	97,4	
						6	Zeytin Çekirdeği Zeytin yaprağı	102	
						10	Fermente Prina	106	
						17	Fermente Prina	106	
						29	Prina Çürük Zeytinler	22,7	☑
29	Akhisar/Manisa	Zeytin Zeytinyağı Kuru prina(4-6 mm endüstriyel prina) Enerji	Prina Çürük Zeytinler	Girdi	28 No.'lu firma 25 No.'lu firma 18 No.'lu firma 9 No.'lu firma	6	Prina Yağı Zeytin Yaprakları	98,1	
						10	Zeytin Yaprakları Prina Yağı Fermente Prina	89,5	
30	Kemalpaşa/İzmir	Piliç Eti ve Et ürünleri	Tavuk Rendering	Çıktı	17 No.'lu firma	1	Rendering Çıktıları	67,8	☑
						10	Et Unu, Kemik Unu ve Hayvansal yağlar	68	☑
						26	Etili Kemikler	67,9	☑
						13	Rendering yağları	17,1	☑



Firmaların eşleştirme önerileri Tablo 5.8’de gösterilmiştir. Geri kazanım açısından eşleştirilen firmalar, faaliyetleri ve aralarında kurulacak olan simbiyotik ilişki dinamiği göz önünde bulundurularak; sarı, yeşil, mavi ve mor renk kategorilerine ayrılmıştır. Firma eşleştirmelerinde yapılan önceliklendirme, gıda atıklarının değerlendirilmesi hiyerarşisi Şekil 2.4 temel alınarak, gıda olarak geri kazanımından (sarı) enerji geri kazanımına doğru ilerlemektedir. Mesafe değerlendirmesinde, 75 km ve üzerinde bulunan firmaların geri kazanım önceliği, daha yakın mesafede alternatif öneri veya seçeneklerin bulunması durumunda ikinci plana alınmıştır. Birebir firma eşleşme önerileri içerisinde içinde en uygun olan/olanları seçilmiştir.



Şekil 5.3. Firmalar arası konum ve mesafe görünümü.

Google Haritalarım üzerinden yapılan ölçümlerde birbirine en uzak firmalar arası mesafeler 88,5 km, 98,5 km ve 104 km olarak ölçülmüştür (Şekil 5.3). Yapılan örnek vaka analizi incelemelerindeki endüstriyel simbiyoz yarıçapı 50 km ortalama alındığı varsayıldığında firmaların simbiyotik materyal akışları açısından mesafeleri uygun bulunmaktadır. Ancak firmalar arası mesafe karbon ayak izi ve alışverişin sürdürülebilir devamlılığı açısından olabildiğince optimum düzeyde tutulmaya çalışılmıştır. Endüstriyel kümelenme yoğun bölgelere bakıldığında Salihli, Armutlu ve Kemalpaşa bölgelerinin yoğun olduğu görülmektedir. Simbiyotik sinerjilerin sürdürülebilirlik ve devamlılığı açısından firmalar arası yakınlık mesafesi azaldıkça etkileşim ve iş birlikleri o aranda arttığı düşünülmektedir.

Firma eşleştirme gerekçeleri Tablo 5.5, Tablo 5.7 ve literatüre (Bkz. 2 ve 3.Bölüm)'e uygun olarak hazırlanmıştır.

1 No.'lu firma (Evcil hayvan yemi üreticisi), coğrafi yakınlık avantajı nedeniyle enerji üretimi alanında faaliyet gösteren 7 No.'lu firma ile endüstriyel simbiyoz kapsamında eşleştirilmiştir. Bu eşleşme, mesafenin kısa olması sayesinde lojistik açıdan kolaylık sağlanması ve firmanın üretim sürecinden kaynaklanan organik atıkların enerji üretiminde verimli biçimde değerlendirilebilmesi gerekçelerine dayanmaktadır.

2 No.'lu firma (sebze konserveçiliği) üretiminden kaynaklanan sebze atıklarının değerlendirilmesi amacıyla, uçucu yağ ve bitkisel özüt üretimi yapan **6 No.'lu firma** ile eşleştirilmiştir. 2 No.'lu firmanın üretim sürecinde oluşan soğan, havuç, lahana gibi sebze atıkları, 6 No.'lu firmanın uçucu yağ üretim proseslerinde değerlendirilebilecek niteliktedir. Ayrıca, bu tür sebze atıkları aromatik öz ve lif bakımından zengin olup, kurutularak doğal katkı maddesi üretiminde de kullanılabilir (Benvenuti et al., 2025). Mesafe açısından yaklaşık 33 km uzaklıkta yer alan 6 No.'lu firma, bu atıkları doğrudan işleyebilecek kapasiteye sahip olduğundan eşleşme teknik ve lojistik açıdan uygundur.

3 No.'lu (geri dönüşüm ve kompost gübre üreticisi), firma, ayrıştırılamayan organik atıklarının enerji geri kazanımı amacıyla 7 No.'lu firma ile eşleştirilmiştir. Bu seçimin gerekçesi, söz konusu atıkların 7 No.'lu firmanın enerji üretim süreçlerinde girdi malzeme olarak değerlendirilmesi ve böylece atıkların ekonomik değere dönüştürülebilmesidir.

4 No.'lu (kurutulmuş domates üreticisi), firma için atık geri kazanım potansiyeli açısından ilk etapta 10 No.'lu firma uygun görülmüştür; ancak 3 No.'lu firma ile 4 No.'lu firma arasındaki mesafenin yaklaşık 70 km daha kısa olması ve bu sayede taşımadan kaynaklı karbon ayak izinin azalacak olması nedeniyle 3 No.'lu firma ile eşleştirme daha uygun bulunmuştur. Domates likopen açısından zengin bir ürün olmakla birlikte İtalya'da yapılan bir çalışmada likopence zengin zeytinyağı üretimi fonksiyonel gıda olarak gerçekleştirilmiştir. Zeytinyağı üreticileri ve sos üretimi yapan firmanın ekstraksiyona dayalı herhangi bir üretimi olmadığı için zeytin yağı üreticileri ile eşleştirme önerisi sunulmamıştır.

5 No.'lu firma (kuru meyve üreticisi), mesafe ve atık geri kazanım önceliği kriterleri bakımından en uygun seçeneğin 6 No.'lu firma olması nedeniyle bu firma ile eşleştirilmiştir. Bu karar, iki işletme arasındaki mesafenin nispeten kısa olması ve 5 No.'lu firmanın meyve atıklarından oluşan organik yan ürünlerinin 6 No.'lu firma tarafından verimli bir şekilde değerlendirilebilmesine dayanmaktadır.

6 No.'lu (takviye gıda ve esansiyel yağlar üreticisi) firma için değerlendirilen eşleşme alternatifleri arasında 3 No.'lu firmanın mesafe kriteri bakımından en uygun seçenek olduğu belirlenmiştir. 3 No.'lu firmanın diğer alternatiflere kıyasla yaklaşık 70 km daha yakın konumda bulunması, bu eşleşmenin tercih edilmesindeki başlıca etkidir.

7 No.'lu (biyogaz üreticisi), firma, 3 No.'lu firma ile eşleştirilerek 3 No.'lu firmanın sağladığı organik atıkların toprak iyileştirici gübre üretiminde kullanılması planlanmıştır. Bu sayede, 3 No.'lu firmadan temin edilecek atıklar 7 No.'lu firmanın gübre üretiminde hammadde olarak değerlendirilerek her iki işletme için de fayda sağlanması hedeflenmektedir.

8 No.'lu (sofralık yumurta üreticisi) firma, potansiyel eşleşme için 6 No.'lu sporcu besin takviye ürünlerinde kullanabileceği katma değeri yüksek ürün elde edebileceği yumurta tozu yan ürününü değerlendirebilir. Ayrıca, 8 No.'lu firmanın plastik, inşaat ve gıda katkı üreticileri ile arasında simbiyotik ilişkiler bulunmaktadır. Yumurta violleri yüksek yanma değerine sahip olarak tuğla fabrikalarında yakıt olarak kullanılmaktadır.

9 No.'lu (zeytinyağı üreticisi), firma için birden fazla atık türü ve eşleşme seçeneği değerlendirilmiştir. Zeytin yaprağı ve zeytin çekirdeğinden oluşan organik yan ürünlerin geri kazanımı konusunda 6 No.'lu firmanın uygun bir seçenek olabileceği düşünülmüş, ancak mesafe ve lojistik avantajlar dikkate alındığında 10 No.'lu firma ile eşleştirilmesi daha uygun görülmüştür. 10 No.'lu firma, söz konusu yan ürünleri hayvansal takviye gıda üretiminde katma değerli ürünler olarak değerlendirebilmektedir. Bunun yanı sıra, 9 No.'lu firmanın zeytin işleme atık suyunun değerlendirilmesi amacıyla 4, 11 ve 15 No.'lu firmalar ile potansiyel iş birliği alanları belirlenmiştir. Yapılacak araştırma ve geliştirme çalışmaları neticesinde, bu atık suyun havuç gibi sebzelerin turşulanması süreçlerinde (Bkz. Tablo 5.7) kullanılabileceği öngörülmektedir.

10 No.'lu (hayvansal gıda takviyesi üreticisi) firma, anket çalışması esnasında organik yan ürünlerini değerlendirme hususunda kendine özgü tekniklere ve gelişmiş bir AR-GE altyapısına sahip olduğunu beyan etmiştir. Ayrıca firma, kendi üretim süreçlerinde ortaya çıkan yan ürünlerin neredeyse tamamını iç proseslerinde yeniden kullanarak çok az miktarda atık oluşturmaktadır. Bunlara ek olarak, 10 No.'lu firmanın konumu önerilen diğer eşleşme alternatiflerine kıyasla daha kısa mesafede bulunduğu için lojistik açıdan avantajlı görülmüştür.

11 No.'lu (turşu ve konserve sos üreticisi) firma, salatalık sap uç kısımları, biber atıkları, soğan atıkları ve sebze atıkları değerlendirilmesinde, 6 No.'lu firma ile eşleştirilmesi mesafe ve atık geri kazanım öncelikleri bakımından uygun bir eşleşme olarak belirlenmiştir. Salatalık gibi sebzelerin özellikle yüksek selüloz içeriği (yaklaşık %16,13) sayesinde, gıda katkı bileşeni olarak kullanılabilecek biyoaktif yapılara uygun olmaktadır (Sudheer et al., 2023). Sebze sapları, özellikle gıda işleme sürecinde ortaya çıkan ve genellikle atık olarak değerlendirilen kısımlar

arasında yer almakla birlikte, içeriklerindeki zengin lif, selüloz, fenolik bileşikler ve mikro besinler nedeniyle **fonksiyonel takviye edici gıda üretimi** açısından önemli bir hammadde potansiyeli sunmaktadır. Salatalık, havuç, ıspanak, brokoli, lahana ve benzeri sebzelerin sap uçları veya yaprakları, kurutulup toz haline getirilerek ya da ekstrakt formunda gıdalara katılarak hem **besin değerini artırmakta** hem de **antioksidan kapasitelerini geliştirmektedir** (Roy et. al., 2023). Bu sayede bağışıklık sistemi destekleyici, sindirim dostu ve lifçe zengin takviye ürünlerin geliştirilmesi mümkün olmaktadır. Firmanın üretimi sonucu ortaya çıkan arıtma çamuru niteliğindeki atıkların, 3 No.'lu ve 17 No.'lu firmalar ile iş birliği kapsamında geri kazanılması mümkün görülmektedir.

12 No.'lu (baharat üreticisi) firma, atıklarının enerji üretimi yoluyla geri kazanımı amacıyla 7 No.'lu firma ile eşleştirilmiştir. Bu eşleşme, iki tesis arasındaki mesafenin kısa olması dolayısıyla lojistik açıdan da uygun bulunmuştur.

13 No.'lu (hayvansal iç yağı üreticisi) Firma bünyesinde hali hazırda mama fabrikaları ve deterjan sabun fabrikaları ile simbiyotik etkileşimi bulunmaktadır, eşleşme önerilerinde yer alan 1,10 ve 17 No.'lu firmalar mesafe olarak uzak kalmaktadır. 3 No.'lu firmada ise gübre kullanımında kullanılamaz, geri dönüşüm için değerlendirilebilir fakat hali hazırda firma hayvansal geri kazanım ve malzeme olarak geri kazanım yapmaktadır. O nedenle 13 numaralı firmaya çıktı eşleştirme onayı verilmemiştir.

14 No.'lu (kuru meyve üreticisi), firma, mesafe avantajı ve gıda ürünü niteliğindeki atıkların geri kazanımı imkânı göz önünde bulundurularak takviye gıda üretimi yapan 6 No.'lu firma ile eşleştirilmiştir. Böylece, firmanın gıda kaynaklı yan ürünlerinin yakın mesafedeki bir işletmede katma değerli ürüne dönüştürülmesi hedeflenmektedir.

15 No.'lu (turşu üreticisi) firma, atık geri kazanım önceliği bakımından en uygun seçeneğin 3 No.'lu firma olması dolayısıyla bu firma ile eşleştirilmiştir. Bu sayede, 15 No.'lu firmanın yan ürünlerinin 3 No.'lu firmanın geri dönüşüm süreçlerinde etkin biçimde değerlendirilmesi amaçlanmaktadır. Firma ile birebir görüşmede edinilen bilgi doğrultusunda turşu ürünlerinden çıkan yüksek tuz oranlı

sular ve meyve artıkları bazen gıda geri kazanımı ve malzeme kazanımı sonucu değerlendirilmesinde üreticiler zorlanmaktadır. Yüksek tuzlu turşu salamura suyu kullanılarak, mikroorganizmalar tarafından tüketilerek çevre dostu bir biyopolimere dönüştürülebilmektedir. Fakat buna uygun bir eşleştirme firmamız olmadığı için değerlendirmeye açık değildir. Bu konuda çalışmaların geliştirilmesi yerinde olacaktır.

16 No.'lu (bira üreticisi) firma için yapılan değerlendirmede, potansiyel eşleşme adayları arasından 3 ve 7 No.'lu firmaların mesafe bakımından en yakın konumda olduğu belirlenmiştir; bu iki firma, diğer alternatifler olan 1, 10 ve 17 No.'lu firmalara kıyasla yaklaşık 70 km daha kısa mesafede yer almaktadır. Ayrıca, 16 No.'lu firma halihazırda ortaya çıkan yan ürünlerini bölgedeki yem fabrikalarıyla paylaşmaktadır. 1, 10 ve 17 No.'lu firmalar ise belirlenen optimum mesafe sınırının dışında kaldığından değerlendirme dışı bırakılmıştır. Bu koşullar altında, 16 No.'lu firmanın yan ürünlerinin yakında bulunan 3 No.'lu kompost geri dönüşüm tesisine ve fermantasyon tankı tortusunun 7 No.'lu biyogaz tesisine yönlendirilmesinin en uygun çözüm olacağı öngörülmektedir.

17 No.'lu (evcil hayvan maması üreticisi) firma, 30 No.'lu firma ile tavuk rendering sürecinden çıkan yan ürünlerin temini konusunda mevcut bir endüstriyel simbiyoz iş birliği yürütmektedir. Bu sayede, 30 No.'lu firmada oluşan tavuk yan ürünleri 17 No.'lu firmanın ham madde girdisi olarak kullanılabilir.

18 No.'lu (hazır zeytin ve zeytinyağı üreticisi), firma için değerlendirilen potansiyel eşleşmeler arasında 3, 4, 6, 7, 10, 11 ve 15 No.'lu firmaların mesafeleri 82,5 ile 95 km aralığında ölçülmüş ve belirlenen 75 km'lik optimum uzaklığı aştıkları tespit edilmiştir. Bu nedenle mesafe kriterini karşılayan 29 No.'lu firma en uygun eşleşme olarak değerlendirilmiştir. Nitekim 18 No.'lu firma ile 29 No.'lu firma arasında hâlihazırda bir kaynak paylaşımı bulunmaktadır.

19 No.'lu (Süt ve Süt Ürünleri üreticisi) firmanın faaliyetleri sonucunda ortaya çıkan arıtma çamuru ve peynir altı suyunun çevresel etkileri ciddi boyutlardadır; dolayısıyla bu yan ürünlerin geri dönüşümü ve kazanımı bir zorunluluk olarak görülmektedir. Bu doğrultuda, söz konusu atıkların 75 km'lik

mesafe sınırını aşmayan tesislere yönlendirilmesi önerilmiştir. Önerilen eşleşmeler, süt tozu üreticisi bir işletme (12 No.'lu firma), geri dönüşüm ve kompost üreticisi bir işletme (3 No.'lu firma) ve biyogaz enerji üreticisi bir işletme (7 No.'lu firma) şeklindedir.

20 No.'lu (Şarap üreticisi) firma melas ve üzüm cibresi atıklarını, anlaşmalı olduğu biyogaz tesisine vererek enerji geri kazanımda değerlendirmektedir. Sunduğumuz önerilerde takviye gıda üretiminde kullanılabilir üzüm posası tozu ve üzüm çekirdeği seçenekleri bulunmaktadır, fakat mesafe açısından da bakıldığında 10 No.'lu hayvansal takviye gıda üreticisinde değerlendirilmesi mesafe açısından ve katma değerli ürün üretimi açısından verimli olacaktır. Sunduğumuz öneride üzüm cibresi ve üzüm posası yan ürünü (Spenei and Oroian, 2021) hayvan yeminde kullanılabilmektedir. 3 No.'lu firma üzüm cibresi, kuru üzüm atıkları ve melas yan ürünlerini toprak geri kazanım işleminde kullanabilir. Sunulan öneriler firmanın mevcuttaki enerji geri kazanımından daha öncelikli konumda yer almaktadır.

21 No.'lu (Zeytinyağı üreticisi) firma için 3 No.'lu firma ile bir eşleşme önerilmiş, ancak iki tesis arasındaki mesafenin yaklaşık 76 km olması nedeniyle bu iş birliği uygun bulunmamıştır. Bu durum karşısında, 21 No.'lu firmanın zeytin işleme sürecinden kaynaklanan çürük zeytin ve zeytin çekirdeği gibi yan ürünlerini alternatif geri kazanım yöntemleriyle değerlendirmesi öngörülmüştür. Örneğin, zeytin çekirdeklerinin öğütülerek gıda takviyesi ya da tıbbi amaçlı ürün üretiminde kullanılması potansiyel bir çözüm olarak ele alınmaktadır.

22 No.'lu firma (Kavrulmuş kahve üreticisi), üretim sürecinde ortaya çıkan demlenmiş kahve posası atığını bölgedeki 3 No.'lu firmayla (tehlikesiz atık toplayıcı) endüstriyel simbiyoz kapsamında paylaşmaktadır. Kahve posası yüksek organik madde içeriğine sahip olup uygun koşullarda biyogaz üretimi veya kompost yapımında değerlendirilebilir. 3 No.'lu firmanın yaklaşık 59 km mesafede ve bu tür organik atıkları işleme kapasitesine sahip olması nedeniyle, 22 No.'lu firmanın atığının bu firmaya yönlendirilmesi mesafe ve geri kazanım potansiyeli açısından en uygun seçenek olarak görülmüştür. Bu sayede kahve atıkları düzenli depolama yerine enerji ya da gübre gibi katma değerli ürünlere dönüştürülerek hem çevresel fayda sağlanmakta hem de firmalar arası kaynak verimliliği artırılmaktadır.

23 No.'lu firma (Baharat üreticisi), üretiminden kaynaklanan baharat tozu, sap ve dal parçaları şeklindeki organik atıkları 3 No.'lu atık yönetimi firması aracılığıyla değerlendirmeye almaktadır. Yaklaşık 22 km uzaklıktaki 3 No.'lu firma, baharat üretiminden çıkan bu atıkları toplayıp ayrıştırarak uygun geri kazanım tesislerine yönlendirebilmektedir. Alternatif bir alıcı olan 7 No.'lu (biyogaz) firma 36.7 km mesafede olup daha uzakta kaldığından, atıkların daha yakın olan 3 No.'lu firmaya verilmesi lojistik açıdan avantaj sağlamaktadır. Böylece 23 No.'lu firmanın atıkları, gübre veya enerji üretimi gibi süreçlerde hammadde olarak kullanılarak atık bertarafı azaltılmakta ve endüstriyel simbiyoz ile döngüsel ekonomiye katkı sunulmaktadır.

24 No.'lu firma (Süt tozu ve türevleri üreticisi) ile 1 No.'lu firma (Evcil hayvan maması üreticisi) arasında doğrudan bir endüstriyel simbiyoz ilişkisi kurulmuştur. 24 No.'lu firmanın ana ürünlerinden süt tozu, 1 No.'lu firmanın mama üretiminde ihtiyaç duyduğu bir girdidir. Her iki tesisin Salihli/Manisa'da aynı lokasyonda bulunması ve aralarındaki mesafenin yalnızca ~0.04 km gibi ihmal edilebilecek düzeyde olması, bu simbiyotik alışverişi son derece kolaylaştırmaktadır. 1 No.'lu firma, ihtiyaç duyduğu süt tozunu anında ve yakın mesafeden temin ederek uzun mesafeli taşıma ihtiyacını ve buna bağlı karbon ayak izini en aza indirmektedir. Benzer şekilde 24 No.'lu firma da ürününü bölgedeki bir üreticiye satarak hem ekonomik kazanç sağlamakta hem de bölgesel ölçekte kaynak verimliliğine katkıda bulunmaktadır. Bu eşleşme, bir firmanın üretim çıktısının (yan ürün olmasa bile) diğerinin girdisi olarak kullanılması sayesinde endüstriyel simbiyozun temel hedefi olan kaynak döngüsellğine örnek teşkil etmektedir.

25 No.'lu firma (Zeytinyağı üreticisi), faaliyetleri sonucu birden fazla yan ürün ve atık akışı oluşturmaktadır: zeytin çekirdeği ve yaprağı, fermente zeytin posası (pirina) ile zeytin işleme kaynaklı atık su ve yağlar. Bu çeşitli atıklar için birden fazla simbiyotik eşleşme hayata geçirilmiştir. İlk olarak zeytin çekirdeği ve yaprakları, ~51 km mesafedeki 6 No.'lu firmaya (uçucu yağlar ve bitkisel ürünler üreticisi) verilerek değerlendirilmiştir. 6 No.'lu firma, zeytin çekirdeği ve yapraklarını bünyesindeki proseslerde hammadde olarak kullanabilmekte veya

26 No.'lu firma (Kemik suyu bazlı hazır çorba üreticisi), üretim sürecinde hem bitkisel atıklar (*ör.* soğan ve havuç posaları) hem de hayvansal atık (kemikler) ortaya çıkarmaktadır. Üretim sürecinde oluşan soğan ve havuç atıklarının enerji üretimi için 64,5 km uzaklıktaki 7 No.'lu biyogaz tesisinde değerlendirilmesini önermektedir. Ayrıca, kemik atıkları da 68 km mesafedeki 30 No.'lu firmada kemik unu ve gübre hammaddesi olarak işlenebilmektedir. Her iki eşleşme, lojistik açıdan uygundur ve firmanın atıklarını katma değerli ürünlere dönüştürerek kaynak verimliliğine katkı sağlamasını mümkün kılmaktadır.

27 No.'lu firma (Et ve et ürünleri üreticisi) faaliyetleri sonucu oluşan kemikler, sakatatlar, içkembe içeriği, arıtma çamurları ve yağlı dokular gibi yan ürünlerin değerlendirilmesine yönelik çeşitli eşleştirme önerileri sunulmuştur. Kan atığı için 3 No.'lu firma, içkembe içeriği ve çamurlar için 7 No.'lu biyogaz tesisi, rendering yağları için 13 No.'lu firma ve etli kemikler için 26 No.'lu firma uygun alıcılar olarak belirlenmiştir. Bu eşleştirmeler, lojistik mesafe avantajı ve yan ürünlerin sektörel kullanımı göz önünde bulundurularak önerilmiştir. Böylece 27 No.'lu firma, atıklarını farklı sektörlerde değerlendirerek döngüsel ekonomi modeline katkı sağlayabilir. 13 No.'lu firma da atıklarını sabun ve kozmetikte döngüyü devam ettirerek çevreye katkı sunmaktadır.

28 No.'lu firma (Zeytinyağı üretimi) halihazırda benzer faaliyet gösteren diğer firmalarla mevcut bir simbiyotik ilişki içindedir. Firmanın üretiminden çıkan zeytin posası (prina) ve diğer yan ürünler, bölgedeki 29 No.'lu prina işleme firması ile paylaşılmakta ve bu atıklar yakıt ile endüstriyel ham madde olarak değerlendirilmektedir. İki firma arasındaki mesafenin uygun olması sayesinde bu mevcut iş birliği verimli bir şekilde sürdürülmektedir. Eşleşme önerisi verilen 3,4,11,15,6,10 ve 17 No.'lu firmalar 95-100 km aralığında uzaklığa sahiptir. O nedenle eşleştirme gerçekleştirilmemiştir.

29 No.'lu firma (Zeytin, zeytinyağı ve prinadan enerji üretimi) bölgedeki zeytin işleme atıklarının değerlendirilmesinde merkezi bir rol oynamakta ve mevcut bir simbiyotik ağ içerisinde faaliyet göstermektedir. Firma 29; 9, 18, 25 ve 28 No.'lu zeytin işleme firmalarından temin ettiği zeytin yaprağı, posası ve çekirdeği gibi atıkları işleyerek çeşitli sektörlerle hammadde sağlamaktadır. Örneğin zeytin

yaprağı kurutularak çay ve ilaç sanayinde kullanılmakta, prina yağı kozmetik sanayinde skualen üretimi için çıkarılmakta, geriye kalan prina posası ise yakıt ve organik gübre olarak değerlendirilmektedir (García-Pastor et al., 2023). Mevcutta firma 29 ile bu firmalar arasında aktif bir kaynak paylaşımı bulunduğundan, ilave eşleştirme önerilerine ihtiyaç duyulmamıştır. Sonuç olarak, 29 No'lu firma mevcut endüstriyel simbiyoz ilişkileriyle atıklarını başarıyla değerlendirip yüksek katma değerli ürünlere dönüştürmekte ve bölgesel döngüsel ekonomiye önemli katkılar sunmaktadır.

30 No.'lu firma (piliç eti üretimi) entegre bir kesimhane ve rendering tesisine sahip olup, yan ürünlerin büyük kısmını kendi bünyesinde işlemektedir. Kesim işlemleri sonucu ortaya çıkan tüy, kan, iç organ ve kemik gibi atıklar firmanın rendering ünitesinde işlenerek et unu, kemik unu ve hayvansal yağlara dönüştürülmektedir. Bunun yanı sıra, atık fazlasının diğer sektörlerle paylaşımı yoluyla değerlendirilmesi hedeflenmiştir. Örneğin rendering işlemlerinden elde edilen hayvansal yağlar 13 No'lu firma (deterjan ve sabun üretimi) ile paylaşılmakta ve böylece kozmetik ve temizlik sektörüne hammadde olmaktadır. Benzer şekilde etli kemik parçaları, gıda sanayinde girdi olarak kullanılmak üzere 26 No'lu firmaya (kemik suyu üretimi) gönderilmektedir. Ayrıca, üretilen et unu, kemik unu ve fazla hayvansal yağların bir kısmının 10 No'lu firma ile paylaşarak hayvansal gıda takviyesi üretiminde kullanılması öngörülmüştür. Bunlara ek olarak, işkembe içeriği ve arıtma çamurları gibi atık akışları biyogaz tesislerine sevk edilerek enerji ve organik gübre elde edilmektedir. Tüm bu uygulamalar neticesinde, 30 No'lu firma kesim yan ürünlerinin tamamına yakını katma değerli biçimde değerlendirmekte; bu yönüyle endüstriyel simbiyozun başarılı ve çok ortaklı bir örneğini sergilemektedir.

Mevcutta uygulanan endüstriyel simbiyoz faaliyetleri oldukça kapsamlı ve gıda sektöründe son gelişmeleri takip etmek gereken bir uygulamadır. Gıda değerlendirilmesinde mikrobiyolojik, kimyasal ve fiziksel açıdan hassas bileşenlere sahip olduğu için özellikle makro ve mikro gıda geri kazanımlarında toksisite ve mikrobiyal aktivitelere dikkatli yaklaşmak ve çok disiplinli bir çalışma ile ilerlemek gerekir.

Simbiyotik ağın kurulması konusunda firmaların istekliliği ve bu konudaki vizyonları da önem arz etmektedir. Bölgesel endüstriyel simbiyoz uygulamalarına katılım isteği ile ilgili anket sorusunu 30 firma olumlu olarak değerlendirmiştir. Bölgesel çapta endüstriyel simbiyoz uygulamalarına katılım sağlanması açısından firma yeterlilikleri, finansal ve teknik açıdan katılım sağlama durumları sorgulandığında, firmalardan %34,48 oranında bu konuda finansal açıdan yeterliliklerinin bulunmadıkları yanıtı alınmıştır. Firmalar, döngüsel ekonomi ve üretim iş birliğine katılım için finansal getirinin sağlanmasını öncelikli bir koşul olarak görmekte olup, özellikle hammadde tedariğinin güvence altına alınması, üretim maliyetlerinin düşürülmesi ve teknik açıdan atıkların verimli şekilde değerlendirilmesi gibi unsurların da iş birliğini teşvik edeceğini belirtmektedir. Ek olarak, AR-GE çalışmaları ve yenilikçi yatırımlarla sürecin desteklenmesi, iş birliği yapılan projelerin uzun vadede sürdürülebilir ve kârlı olması firmalar için önemli bir tercih kriteri olarak öne çıkmaktadır.

Firmaların oluşturulan kaynak paylaşımının akış diyagramı Şekil 5.4'te verilmiştir. Kesikli çizgiler mevcutta firmaların arasında bulunan simbiyotik bağlantıları göstermektedir. Düz olan çizgiler potansiyel eşleştirme çalışması sonucu oluşturulan bağlantıları göstermektedir (Şekil 5.4).

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu tez, endüstriyel simbiyozun gıda sektörü ve ilişkili diğer uygulanabilirliğini değerlendirerek, sürdürülebilir üretim ve kaynak yönetimi açısından önemli çıkarımlar sunmaktadır. Çalışma, gıda üretim süreçlerinde oluşan atıkların ve yan ürünlerin döngüsel ekonomi ilkeleri doğrultusunda farklı sektörlerde hammadde olarak değerlendirilmesinin mümkün olduğunu göstermektedir. Özellikle su, enerji ve gıda kaynaklarının entegrasyonunu içeren Su-Enerji-Gıda (WEF) Nexus yaklaşımı, sürdürülebilirliği artırmak için kritik bir model olarak öne çıkmaktadır.

Türkiye'deki endüstriyel simbiyoz uygulamaları genel olarak organize sanayi bölgeleri (OSB) ve belirli sektörler çerçevesinde incelenmiştir. Firmalar arasında ticari temelli kaynak değişimi (atık ve yan ürün paylaşımı) yapılmaktadır ancak bu süreçler henüz sistematik bir simbiyoz modeline entegre edilmemiştir. Firmaların önemli bir bölümü sürdürülebilir üretim konusunda farkındalık sahibidir, ancak devlet teşviklerinin yetersiz bulunması ve finansal kaynaklara erişimde yaşanan zorluklar, simbiyotik iş birliklerinin yaygınlaşmasını sınırlamaktadır. Organize sanayi bölgelerinde atık su arıtma sistemleri, yenilenebilir enerji sistemleri ve atık değerlendirme sistemleri (Hidrotermal karbonizasyon v.b) kurularak firmalara kaynakların değerlendirilmesi konusunda rehberlik sunulması gerekmektedir. Yerel yönetim ve sanayi firmaları ile döngüsel üretim sistemlerine yönelik iş birliklerinin arttırılması gerekmektedir.

Endüstriyel simbiyozun yaygınlaştırılabilmesi için bölgesel ölçekli iş birliklerinin güçlendirilmesi gerekmektedir. Firmaların sürdürülebilirlik farkındalığını artırmak için eğitim programları düzenlenmeli, kamu ve özel sektör iş birlikleri ile destekleyici teşvikler sağlanmalıdır. Ayrıca, firmalar arasında simbiyotik ilişkileri teşvik eden dijital platformlar ve veri paylaşım ağları kurulmalı, böylece yan ürünlerin ve atıkların etkin bir şekilde değerlendirilmesi sağlanmalıdır. Devlet destekleri daha erişilebilir hale getirilmeli ve işletmelerin finansal yükünü hafifletecek teşvik mekanizmaları oluşturulmalıdır.

Sonuç olarak, gıda sektöründe endüstriyel simbiyoz uygulamalarının geliştirilmesi, sürdürülebilir üretim süreçlerinin teşvik edilmesi, atık yönetiminin optimize edilmesi ve kaynak verimliliğinin artırılması açısından büyük bir fırsat sunmaktadır. Ancak bunun gerçekleşmesi için sektörler arası iş birliklerinin artırılması, devletin daha etkin teşvik mekanizmaları oluşturması ve firmaların döngüsel ekonomi anlayışına daha fazla entegre olması gerekmektedir.



KAYNAKLAR DİZİNİ

- Agudo, F. L., Bezerra, B. S. and Gobbo Júnior, J. A.,** 2023, Symbiotic readiness: Factors that interfere with the industrial symbiosis implementation, *Journal of Cleaner Production*, 387.
- Agudo, F. L., Bezerra, B. S., Paes, L. A. B. and Gobbo Júnior, J. A.,** 2022, Proposal of an assessment tool to diagnose industrial symbiosis readiness. *Sustainable Production and Consumption*, 30:916–929 pp.
- Akın, C. M. ve Azbar, N.,** 2021, Sıfır atık kapsamında endüstriyel simbiyoz ve atık borsası uygulamalarının incelenmesi, İzmir.
- Albarracin, L. T., Mas, I. R., Fuess, L. T., Rodriguez, R. P., Volpi, M. P. C. and de Souza Moraes, B.,** 2024, The bioenergetic potential from coffee processing residues: towards an industrial symbiosis, *Resources*, 13(2).
- Alpar, N. E. ve Aygün, S. K.,** 2023, Endüstriyel Simbiyoz ve bölgesel gelişme: Eskişehir Organize Sanayi Bölgesi üzerine bir araştırma, İstanbul.
- Bayramtan, M. T.,** 2022, In partial fulfillment of the requirements for the degree of doctor of philosophy in civil engineering, İzmir.
- Benvenuto, L., Moura, F. M., Zanghelini, G., Barrera, C., Seguí, L. and Zielinski, A. A. F.,** 2025, An Upcycling Approach From Fruit Processing By-Products: Flour For Use In Food Products, *Foods*, 14(2), Valencia, 153-167 pp.
- Bocken, N. M. P., de Pauw, I., Bakker, C. and van der Grinten, B.,** 2016, Product design and business model strategies for a circular economy. *Journal of Industrial and Production Engineering*, 33(5): 308–320 pp.
- Brondi, C., Cornago, S., Ballarino, A., Avai, A., Pietraroia, D., Dellepiane, U. and Niero, M.,** 2018, Sustainability-based optimization criteria for industrial symbiosis: the symbioptima case, *Procedia CIRP*, 69:855–860 pp.
- Bulut, E. ve Demir, S.,** 2024, Döngüsel Ekonomi ve Endüstriyel Simbiyoz: Şanlıurfa Örneği, Şanlıurfa.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Bush, J. R., Baisley, J., Harding, S. V. and Alfa, M. J., 2023,** Consumption Of Solnul™ Resistant Potato Starch Produces A Prebiotic Effect In A Randomized, Placebo-Controlled Clinical Trial, *Nutrients*, 15(1582), Canada, 1-20 pp.
- Cansino-Loeza, B., Munguía-López, A. del C. and Ponce-Ortega, J. M., 2022,** A water-energy-food security nexus framework based on optimal resource allocation. *Environmental Science and Policy*, 133, 1–16 pp.
- Cedola, A., Cardinali, A., D’Antuono, I., Conte, A. and Del Nobile, M. A., 2020,** Cereal foods fortified with by-products from the olive oil industry, *Food Bioscience*, (33), İtalya, 1-7 pp.
- Daddi, T., Nucci, B. and Iraldo, F., 2017,** Using Life Cycle Assessment (LCA) to measure the environmental benefits of industrial symbiosis in an industrial cluster of SMEs. *Journal of Cleaner Production*, 147, 157–164 pp.
- Durmuş, B. ve Filik, G., 2023.** Kırşehir ilinde endüstriyel simbiyoz uygulamaları, Kırşehir.
- Eroğlu Önpeker, S. ve Ün, T. Ü., 2017,** Ağır metal içeren elektrokoagülasyon atığının değerlendirilmesi için bir endüstriyel simbiyoz uygulamasının geliştirilmesi, Eskişehir.
- Eryaşar, A., 2022,** *Biyogaz Üretim Teknolojileri I* [Ders Notları], Ege Üniversitesi, İzmir.
- Eryılmaz, G. D. ve Delil, A. D., 2019,** İskenderun Körfez’inde demir çelik sektörü için bir endüstriyel simbiyoz yaklaşımı, Mersin.
- Eurostat, “Municipal Waste Statistics”,** https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Municipal_waste_statistics#Source_data_for_tables_and_graphs, (Erişim Tarihi:10 Ocak 2025)
- FAO., 2017,** The future of food and agriculture Trends and challenges. www.fao.org/publications. (Erişim tarihi: 22 Mart 2024)

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Food and Agriculture Organization (FAO) ve Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement (INRAE)**, 2020, Enabling sustainable food systems: Innovators' handbook, Roma, 156p.
- Fouladi, J., AlNouss, A. and Al-Ansari, T.**, 2021, Sustainable energy-water-food nexus integration and optimisation in eco-industrial parks. *Computers and Chemical Engineering*, 146.
- Fouladi, J., AlNouss, A. and Al-Ansari, T.**, 2023, Sustainable energy-water-food nexus integration and carbon management in eco-industrial parks. *Journal of Cleaner Production*, 418.
- Frumat.**, 2024, Appleskin: Vegan Leather from Discarded Apples, *Circle Economy Knowledge Hub*, Amsterdam, Erişim adresi: <https://knowledge-hub.circle-economy.com/article/22219>
- Fu, Y., Ren, Y. and Pei, W.**, 2023, Evaluation of the symbiosis level of the water-energy-food complex system based on the improved cloud model: a case study in Heilongjiang Province. *Environmental Science and Pollution Research*, 30(9), 22963–22984 pp.
- Galanakis, C. M.**, 2012, Recovery Of High Added-Value Components From Food Wastes: Conventional, Emerging Technologies And Commercialized Applications, *Trends In Food Science & Technology*, 26(1), Cyprus, 68-87 p.
- Gallina Toschi, T.**, 2024, *Industrial Symbiosis: New shareable foods and products and a circular economies' map in Emilia-Romagna region*. CIRI Agrofood, Alma Mater Studiorum - University of Bologna. Erişim Adresi: www.foodcrossingdistrict.it (Erişim Tarihi: 24 Kasım 2024).
- García-Pastor, M. E., Ródenas-Soriano, M., Dobón-Suárez, A., Zapata, P. J. and Giménez, M. J.**, 2023, Use Of Olive Industry By-Products For Value-Added Food Development, *Agronomy*, 13(718), Alicante, 1-15 pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Gemechu, F.G.**, 2020, Embracing nutritional qualities, biological activities and technological properties of coffee byproducts in functional food formulation, *Trends Food Sci. Technology*, 104, 235–261pp.
- González-Rosell, A., Blanco, M. and Arfa, I.**, 2020, Integrating stakeholder views and system dynamics to assess the water–energy–food nexus in Andalusia, *Water*, 12(11), 1–19 pp.
- Gorton, S. M.**, 2020, Integrated agroecological technology networks for food, bioenergy, and biomaterial production, In *Bioenergy: Biomass to Biofuels and Waste to Energy*, USA, 767–788 pp.
- Gümüş, T. Ç. ve Ünver, H. Ö.**, 2016, Eko-Endüstriyel Parklar için temiz üretim ve endüstriyel simbiyoz karar destek sisteminin geliştirilmesi, Ankara.
- Haller, H., Fagerholm, A. S., Carlsson, P., Skoglund, W., van den Brink, P., Danielski, I., Brink, K., Mirata, M. and Englund, O.**, 2022, Towards a resilient and resource-efficient local food system based on industrial symbiosis in Härnösand: a Swedish case study, *Sustainability*, 14(4).
- Iqbal, A., Schulz, P. and Rizvi, S. S. H.**, 2021, Valorization Of Bioactive Compounds In Fruit Pomace From Agro-Fruit Industries: Present Insights And Future Challenges, *Food Bioscience*, 44(3), USA, 101384-101397 p.
- Jensen, P. D. and Orfila, C.**, 2021, Mapping the production-consumption gap of an urban food system: an empirical case study of food security and resilience,
- Kaplangı, B. B., Küçüker, M. A. and Üçtuğ, F. G.**, 2024, Industrial Symbiosis Model as a tool of circular economy supported by LCA: a case study of Adana Organized Industrial Zone, İzmir.
- Karwacka, M., Ciurzyńska, A., Lenart, A. and Janowicz, M.**, 2020, Sustainable Development in the Agri-Food Sector in Terms of the Carbon Footprint: A Review. In *Sustainability*, 12(16).

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Kerdlap, P., Low, J. S. C., Tan, D. Z. L., Yeo, Z. and Ramakrishna, S.,** 2020, M3-IS-LCA: A methodology for multi-level life cycle environmental performance evaluation of Industrial Symbiosis Networks. *Resources, Conservation and Recycling*, 161.
- Koçar, G., Eryaşar, A., Ersöz, Ö., Arıcı, Ş. ve Durmuş, A.,** 2010, Biyogaz Teknolojileri, Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir, 4-21s.
- Kowalski, Z., Kulczycka, J., Makara, A., Mondello, G. and Salomone, R.,** 2023, Industrial Symbiosis for sustainable management of meat waste: the case of Śmiłowo Eco-Industrial Park, *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(6).
- Kurt, A. ve Ötleş, S.,** 2024, PLM Çözümlerinin Endüstriyel Simbiyoz'da Kullanılması, *Üretim Teknolojileri-Robotik-Endüstri 4.0 Uygulamaları Dergisi*, (40):32-40s.
- Lakanen, L., Kasurinen, H., Grönman, K., Behm, K., Vatanen, S., Pajula, T. and Soukka, R.,** 2022, Developing the nitrogen handprint approach to quantify the positive impacts of industrial symbiosis on nitrogen cycles. *Cleaner Environmental Systems*, 6.
- Lange, K. P. H.,** 2022, Simulating industrial symbiosis Understanding and shaping circular business models for viable and robust industrial symbiosis networks through collaborative modelling and simulation, Delft University of Technology, Hollanda.
- Lavelli, V. and Beccalli, M. P.,** 2022, Cheese whey recycling in the perspective of the circular economy: Modeling processes and the supply chain to design the involvement of the small and medium enterprises. In *Trends in Food Science and Technology*, 126: 86–98pp.
- Lin, H., Borrion, A., da Fonseca-Zang, W. A., Zang, J. W., Leandro, W. M. and Campos, L. C.,** 2021, Life cycle assessment of a biogas system for cassava processing in Brazil to close the loop in the water-waste-energy-food nexus. *Journal of Cleaner Production*, 299.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Low, J. S. C., Tjandra, T. B., Yunus, F., Chung, S. Y., Tan, D. Z. L., Raabe, B., Ting, N. Y., Yeo, Z., Bressan, S., Ramakrishna, S. and Herrmann, C.,** 2018, A collaboration platform for enabling industrial symbiosis: application of the database engine for waste-to-resource matching, *Procedia CIRP*, 69, 849–854pp.
- Lynch, K. M., Steffen, E. J. and Arendt, E. K.,**2016, Brewers' spent grain: a review with an emphasis on food and health, *Journal of the Institute of Brewing*, 122(4), 553-568 p.
- Magsudzada, U. ve Çiçek, A.,** 2024, Azerbaycan ve Türkiye perspektifinden ekolojik ve endüstriyel simbiyoz: geleceğin yeşil şehirleri, Eskişehir.
- Müyesseroğlu, A. ve Onaygil, Ş.,** 2023, Organize sanayi bölgelerinde endüstriyel simbiyozun enerji verimliliğine etkisi, İstanbul.
- Neto, D.P.d.C., Gonot-Schoupinsky, X.P. and Gonot-Schoupinsky, F.N.,** 2021, Coffee as a Naturally Beneficial and Sustainable Ingredient in Personal Care Products: A Systematic Scoping Review of the Evidence, *Front. Sustain*, 2, 697092pp.
- Otero, P., Garcia-Oliveira, P., Carpena, M., Barral-Martinez, M., Chamorro, F., Echave, J., Garcia-Perez, P., Cao, H., Xiao, J., Simal-Gandara, J. and Prieto, M. A.,** 2021, Applications of by-products from the olive oil processing: Revalorization strategies based on target molecules and green extraction technologies, *Trends in Food Science & Technology*, 116, İspanya, 1084-1104 pp.
- Oughton, C., Kurup, B., Anda, M. and Ho, G.,** 2023, Industrial Symbiosis - Recommendations on a business framework conducive for successful Industrial Symbiosis at the Kwinana industrial area, *Renewable Energy and Environmental Sustainability*, 8, 20pp.
- Pataro, G., Carullo, D., Falcone, M. and Ferrari, G.,** 2020, Recovery Of Lycopene From Industrially Derived Tomato Processing By-Products By Pulsed Electric Fields-Assisted Extraction, *Innovative Food Science And Emerging Technologies*, 63, Italy, p. 102369.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Pigosso, D. C. A., Schmiegelow, A. and Andersen, M. M.,** 2018, Measuring the readiness of SMEs for eco-innovation and industrial symbiosis: Development of a screening tool. *Sustainability (Switzerland)*, 10(8).
- Putra, N. R., Rizkiyah, D. N., Aziz, A. H. A., Yunus, M. A. C., Veza, I., Harny, I. and Tirta, A.,** 2023, Waste To Wealth Of Apple Pomace Valorization By Past And Current Extraction Processes: A Review, *Sustainability*, 15(830), Malaysia, 1-18 s.
- Rakesh, B. and Mahendran, R.,** 2024, Upcycling Of Food Waste And Food Loss – A Sustainable Approach In The Food Sector, *Trends In Food Science & Technology*, 143(5), India, 104274 p.
- Ratta, M., Mencherini, U. and Picone, S.,** 2021, *Emilia-Romagna Regional Action Plan update*. Emilia-Romagna Region, ART-ER, TRIS final partner meeting.
- Reig, M., Vecino, X. and Cortina, J. L.,** 2021, Use of membrane technologies in dairy industry: An overview, In *Foods*, 10(11).
- Rincón-Moreno, J., Ormazabal, M., Álvarez, M. J. and Jaca, C.,** 2020, Shortcomings of transforming a local circular economy system through industrial symbiosis: A case study in Spanish SMEs, *Sustainability (Switzerland)*, 12(20), 1–18pp.
- Ronoh, I. J.,** 2020, Developing an eco-industrial park; structures and policies: a case study of the kengen green energy park, Kenya.
- Roy, P., Mohanty, A. K., Dick, P. and Misra, M.,** 2023, A Review on the challenges and choices for food waste valorization: environmental and economic impacts, In *ACS Environmental Au*, 3(2):58–75pp.
- Selim, S., Albqmi, M., Al-Sanea, M. M., Alnusaie, T. S., Almuhayawi, M. S., Abdelgawad, H., Al Jaouni, S. K., Elkelish, A., Hussein, S., Warrad, M. & El-Saadony, M. T.,** 2022, Valorizing the usage of olive leaves, bioactive compounds, biological activities, and food applications: A comprehensive review, *Frontiers in Nutrition*, (9), İsviçre, 1-23 p.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Spinei, M. and Oroian, M.**, 2021, The Potential Of Grape Pomace Varieties As A Dietary Source Of Pectic Substances, *Foods*, 10(867), Suceava, 1-20 s.
- Sudheer, S., Bandyopadhyay, S. & Bhat, R.**, 2023, Sustainable Polysaccharide And Protein Hydrogel-Based Packaging Materials For Food Products: A Review, *International Journal Of Biological Macromolecules*, 248(1), Estonia, 125845-125860 s.
- Symbiosis Users Network., Fantin, Valentina. and Mancuso, Erika.**, 2017, Methods and tools for the implementation of industrial symbiosis : best practices and business cases in Italy : proceeding of the first SUN conference Rome 25th October 2017, Italy.
- Şen, E. ve Özkaya, B. Y.**, 2019, Endüstriyel simbiyoz ağı oluşturmak için analitik ağ süreci yaklaşımı, Ankara.
- Şenel, İ. S. ve Canbulat, S.**, 2023, Kastamonu ili endüstriyel simbiyoz olanaklarının araştırılması, Kastamonu.
- Şenocak, B. ve Yüzer, M. A.**, 2021, Şanlıurfa’da endüstriyel simbiyoz döngüsü için bir öneri, Şanlıurfa.
- Udugama, I. A., Petersen, L. A. H., Falco, F. C., Junicke, H., Mitic, A., Alsina, X. F., Mansouri, S. S. and Gernaey, K. V.**, 2020, Resource recovery from waste streams in a water-energy-food nexus perspective: toward more sustainable food processing. *Food and Bioproducts Processing*, 119, 133–147pp.
- Uslu, G. ve Erbay, E. R.**, 2019, Bir sürdürülebilir kalkınma modeli olarak endüstriyel simbiyoz ve kobi’lerde endüstriyel simbiyoz uygulamaları üzerine öneriler, Tekirdağ.
- Wang, Y., Xie, Y., Qi, L., He, Y. and Bo, H.**, 2022, Synergies evaluation and influencing factors analysis of the water–energy–food nexus from symbiosis perspective: A case study in the Beijing–Tianjin–Hebei region. *Science of the Total Environment*, 818.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Wen, C., Dong, W., Zhang, Q., He, N. and Li, T.,** 2022, A system dynamics model to simulate the water-energy-food nexus of resource-based regions: A case study in Daqing City, China, *Science of the Total Environment*, 806.
- Yanık, J.,** 2023, *Atıkların Değerlendirilmesi ve Geri Kazanımı* [Ders Notları], Ege Üniversitesi, İzmir.
- Yazıcı, E.,** 2024, Sürdürülebilir Endüstriyel Simbiyoz Ağı Kurulum Sürecinin Modellenmesi: Bir Endüstriyel Parkta Uygulama, Kırıkkale.
- Zanetti, B.,** 2024, *Industrial Symbiosis in Emilia-Romagna's Cooperative Enterprises*. Confcooperative Emilia Romagna, Italy.
- Zhu, X., Meng, T., Ren, F., An, N., Chen, B., Liu, X. and Liu, H.,** 2024, A Review On Apricot Kernel Seed Proteins And Peptides: Biological Functions And Food Applications, *International Journal Of Biological Macromolecules*, 292(4), China, 139053-139068 s.

TEŞEKKÜR

Tez çalışmam süresince çalışanların firmalarla iletişim kurup saha çalışmasının yapılmasının sağlanmasında kolaylık gösteren Salihli Organize Bölgesi ve Kemalpaşa Organize Sanayi Bölgesi çalışanlarına, özellikle kıymetli görüşlerinden yararlandığım ve yakın ilgisini esirgemeyen, tezin biçimlenmesinde değerli katkılarını aldığım Tez Danışmanım Prof. Dr. Şebnem TAVMAN ve İkinci Danışmanım Neslihan ÇOLAK’a teşekkürü bir borç bilirim.

21 / 02 / 2025

Aslıhan Kurt

ÖZGEÇMİŞ

Aslıhan Kurt, Gaziantep Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü'nden 2017 yılında mezun olmuş ve Ege Üniversitesi'nde Sürdürülebilir Tarım ve Gıda Sistemleri alanındaki tezli yüksek lisans eğitimini 2025 yılında tamamlamıştır. Gıda, tarım, sağlık ve sanayi alanlarında birçok ulusal ve uluslararası proje deneyimi bulunan Kurt, proje uzmanı olarak HİSER, URGE, ICMPD-ENHANCER, İSTKA gibi programlarda yer almış; ihtiyaç analizi, pazar araştırması, kümelenme koordinasyonu ve üniversite-sanayi iş birlikleri üzerine çalışmıştır. Ayrıca TÜBİTAK, TKDK ve AB fonlu projelerde aktif görev almış; endüstriyel simbiyoz, dijital dönüşüm ve sürdürülebilirlik gibi konularda yayınlar üretmiştir. Proje danışmanlığına devam etmekte ve gönüllü olarak UCİM bünyesinde sosyal sorumluluk projelerine katkı sunmaktadır.

EKLER

EK 1. FİRMA ANKETİ

LÜTFEN BU DÖKÜMANI DİKKATLİCE OKUMAK İÇİN ZAMAN AYIRINIZ

Sizi Prof. Dr. Şebnem TAVMAN tarafından yürütülen “EGE BÖLGESİNDEKİ TARIM VE GIDA ENDÜSTRİSİ ATIKLARININ ENDÜSTRİYEL SİMBİYOZ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ” başlıklı **araştırmaya** davet ediyoruz. **Endüstriyel Simbiyoz, bir işletmenin atık, enerji, su veya yan ürünlerini başka bir işletme için girdi olarak kullanarak kaynak verimliliğini artırmayı amaçlayan bir iş birliği modelidir.** Çalışmamızda bu iş modelinin tasarlanması açısından firmaların çok özel olmamakla verdiği bilgiler ışığında; mevcut kaynaklarını kullanım şeklinin, kaynak verimliliğine ve sürdürülebilirliğe olan yatkınlığının ve ilgisinin ölçülmesi gerekmektedir. Bu araştırmaya katılıp katılmama kararını vermeden önce, araştırmanın neden ve nasıl yapılacağını bilmeniz gerekmektedir. Bu nedenle bu formun okunup anlaşılması büyük önem taşımaktadır. Eğer anlayamadığınız ve sizin için açık olmayan şeyler varsa, ya da daha fazla bilgi isterseniz lütfen bize sorunuz.

Bu çalışmaya katılmak tamamen **gönüllülük** esasına dayanmaktadır. Çalışmaya **katılmama** veya katıldıktan sonra herhangi bir anda çalışmadan **cıkma** hakkında sahipsiniz. **Çalışmayı yanıtlamanız, araştırmaya katılım için onam verdiğiniz** biçiminde yorumlanacaktır. Size verilen **formlardaki** soruları yanıtlarken kimsenin baskısı veya telkini altında olmayın. Bu formlardan elde edilecek kişisel bilgiler tamamen gizli tutulacak ve yalnızca araştırma amacı ile kullanılacaktır.

Tarih:

K1

I. FİRMA BİLGİLERİ

Firma Ünvanı	K1
Adresi	K2
İletişim Bilgileri	K3
Bağlı bulunduğu yer (OSB v.b.)	K4

II. SÜRDÜRÜLEBİLİRLİKLE İLGİLİ SORULAR

Sürdürülebilirlik açısından şirket faaliyetlerine ilişkin aşağıdaki ifadelere katılma durumu

1.Kesinlikle katılmıyorum 2. Katılmıyorum 3.Ne Katılıyorum ne katılmıyorum 4.Katılıyorum 5.Kesinlikle Katılıyorum

Şirketlerin kendi aralarında (atık, su, enerji ve yan ürün v.b) kaynak değişimiyle ilgili iş birliklerine açık olması gerekir.	k5
Şirketlerin bağlı olduğu kurumlar ile (OSB, Endüstriyel bölgeler, belediyeler v.b) kaynak verimliliğini arttırıcı iş birliklerine açık olmaları gerekir.	k6
Şirketler yenilenebilir enerji kaynakları kullanımı ve üretim kaynakları döngüselliğine yönelik devlet teşviklerinden yararlanmalıdır.	k7
Devlet teşvikleri bu konuda firmaları desteklemektedir ve verilen destekler yeterlidir.	k8
Şirket personelleri ve yetkili mühendisler üretim optimizasyonu ve döngüsel üretim gerekliliklerinin uygulanmasına yönelik eğitim almalıdır.	k9

III. ENDÜSTRİYEL SİMBİYOZ İLE İLGİLİ SORULAR

Endüstriyel Simbiyoz, bir işletmenin atık, enerji, su veya yan ürünlerini başka bir işletme için girdi olarak kullanarak kaynak verimliliğini artırmayı amaçlayan bir iş birliği modelidir.

Endüstriyel simbiyozla yönelik daha önce edindiğiniz bilgiler veya deneyiminiz bulunuyor mu?	k10 Evet () Hayır ()
Var ise kısaca belirtir misiniz?*	k11
Bölgesel Endüstriyel Simbiyoz uygulamalarına iş birliği içerisinde katılmak ve katkıda bulunmak ister miydiniz?	k12 Evet () Hayır ()
Endüstriyel Simbiyoz uygulamaları için mevcut üretim süreçlerini döngüsel hale getirecek yatırım finansmanına erişiminiz bulunuyor mu?	k13 Evet () Hayır ()
Bununla ilgili finansal destek için başvurmak ister miydiniz? İhtiyacı var mı?	k14 Evet () Hayır ()
İşletmenizi endüstriyel anlamda hangi sektörlerle iş birliğine açık görüyorsunuz? (Örn: Gıda, tarım, tekstil vb)	k15
Bu konudaki önerileriniz nelerdir?	k16
Döngüsel ekonomi ve üretim iş birliği içerisinde yer alacak olsanız sizi, hangi koşulların ve getirilerin sağlanması memnun ederdi? (Finansal açıdan, teknik açıdan vb)	k17

IV. FİRMA İÇİ DÖNGÜSEL YAPI DEĞERLENDİRME SORULARI

Şirketin ticari olarak ürettiği ürünler (GTIP ve NACE kodları) ve markaları nelerdir?						
Ürün	GTIP kodu	NACE kodu	Marka	Yıllık üretim miktarı (Birim: Adet, Ton vb)		
	K18	K19	K20	K21		
Şirket çalışan teknik personel sayısı	Makine Mühendisi	Gıda Mühendisi	Çevre Mühendisi	Enerji Sistemleri Mühendisi	Kimya Mühendisi	Diğer (meslek ve kişi sayısı belirtiniz) (Örnek: Makine teknikeri 2 Tekstil mühendisi 1 vb)
	K22	K23	K24	K25	K26	K27
Üretiminiz için hangi yardımcı girdi kaynaklarını temin ediyorsunuz? (X ile işaretleyiniz)			İçme Suyu	Buhar	Yakıt (Doğalgaz, Kömür, vb)	
			K28	K29	K30	
			Elektrik	Arıtılmış Su	Diğer	
			K31	K32	K33	
Üretiminiz için girdi olabilecek organik, kimyasal ve/veya diğer materyaller nelerdir? (Örnek: Meyve posası, zeytin çekirdeği, melas, peyniraltı suyu, vb.)			K34			
Üretiminiz için ana ürün haricinde çıktı olabilecek yan ürünler nelerdir? (Örn: Peyniraltı suyu, meyve posası vb)			K35			
Üretim hatlarında kullanılan su miktarınız aylık ortalama / yıllık olarak ne kadardır? (Birim: kg, ton vb.)			K36			
İşletmenizde üretimden çıkan atık su miktarınız aylık ortalama / yıllık olarak ne kadardır? (Birim: kg, ton vb.)			K37			
İşletmeniz kendi üretiminde kullandığı atık suyu, arıtıldıktan sonra su olarak işletmeniz içerisinde yeniden değerlendiriyor mu? (X ile işaretleyiniz)			K38 Evet () Hayır ()			
Değerlendiriliyor ise % sini belirtebilir misiniz?*			K39 %.....			
Üretim için kullanılan toplam enerji miktarınız aylık ortalama/yıllık ne kadardır?			Yakıt (Birim: Litre, kg, kWh vb)	Elektrik (Birim: kJ, kWh vb)		
			K40	K41		
Üretimde enerji verimliliği ile ilgili yaptığınız çalışmalar bulunuyor mu?			K42 Evet () Hayır ()			

Yaptığınız çalışmalar varsa enerji geri kazanım miktarınızı ve maliyet açısından karlılığınızı belirtebilir misiniz?*	Geri kazanım miktarı (Birim: kJ, kWh vb.)	Karlılık
	K43	K44
Kullandığınız yenilenebilir enerji kaynakları bulunuyor mu? (X ile işaretleyiniz)	K45 Evet () Hayır ()	
Eğer bulunuyor ise nelerdir(Güneş, rüzgar, biyogaz, vb) ve kullandığınız enerjinin % kaçını yenilenebilir kaynaklardan karşılanmaktadır	Yenilenebilir enerji kaynakları	Enerji %
	K46	K47
Üretimden çıkan aylık ortalama / yıllık çıkan organik ve organik olmayan atıklarınız nelerdir ve miktarları ne kadardır?	Organik atıklar	Miktar (Birim: kg, ton vb.)
	K48	K49
	Organik olmayan atıklar	Miktar (Birim kg, ton vb.)
	K50	K51
Şirketiniz, üretim zincirinde ve/veya diğer zincirlerde atıkları yeniden kullanıyor mu?	K52 Evet () Hayır ()	
Kullanıyor ise kullanım şeklini ve alanını kısaca açıklayınız?*	K53	
Atıklarınızı hangi yöntemlerle değerlendiriyorsunuz? (X ile işaretleyiniz)	Yakarak	K54
	Hidrotermal Karbonizasyon	K55
	Hidrotermal Sıvılaştırma	K56
	Anaerobik Çürütme	K57
	Biyogaz	K58
	Kompostlama	K59
	Gazlaştırma	K60
	Bertaraf etme	K61

	Köylülere verme	K62
	Yem olarak verme	K63
	Diğer(lütfen belirtiniz)	K64
Mevcut üretim sürecini döngüsel bir yapıya dönüştürmek için finansman kaynaklarına erişim imkanınız bulunuyor mu?	K65 Evet () Hayır ()	
Şirketinizin geleceğe yönelik planlamalarında, su, enerji, atık ve yan ürünlerin geri dönüşümü ve yeniden kullanımı dikkate alınıyor mu?	K66 Evet () Hayır ()	



V. FİRMA MEVCUT İŞ BİRLİKLERİ İLE İLGİLİ SORULAR

İşletmeniz kendi üretiminde kullandığı su, atık su veya arıtılmış suyu yakın çevredeki başka bir sektörde/endüstride yeniden kullanılması için paylaşıyor musunuz?		K67 Evet () Hayır ()		
Paylaşıyor ise aylık ortalama /yıllık miktarını belirtebilir misiniz?* (Birim: kg, ton vb.)		K68		
İşletmeniz, üretim sırasında ürettiği ya da geri kazanabileceği enerjiyi (örneğin, ısı enerjisi veya elektrik) çevredeki başka bir sektörün kullanımı için paylaşabiliyor mu?		K69 Evet () Hayır ()		
Paylaşıyor ise aylık ortalama /yıllık miktarını belirtebilir misiniz?*		K70		
Kaynaklar hangi şirketlerden/kurumlardan sağlanıyor ve edindiğiniz aylık veya yıllık miktarları ne kadar?		Kaynakların sağlandığı şirket/kurum	Miktar (Yıllık)	Not
	İçme Suyu (Birim kg, ton vb.)	K71	K72	K73
	Buhar (Birim kg vb.)	K74	K75	K76
	Yakıt (Birim: Litre, kg, kWh vb)	K77	K78	K79
	Diğer	K80	K81	K82
	Elektrik (Birim: kJ, kWh vb)	K83	K84	K85
Bağlı bulunduğunuz OSB bölgesinin atık bertaraf veya değerlendirme tesisi bulunuyor mu?		K86 Evet () Hayır ()		
Var ise yararlanıyor musunuz?		K87 Evet () Hayır ()		
Bağlı bulunduğunuz OSB bölgesinin yenilenebilir enerji üretme sistemleri var mı?		K88 Evet () Hayır ()		
Var ise yararlanıyor musunuz?		K89 Evet () Hayır ()		

Atık su, enerji, yardımcı ürün materyalleri ve atık materyallerinizin değerlendirilmesi açısından iş birliği geliştirdiğiniz devlete bağlı kurumlar bulunuyor mu?	K90 Evet () Hayır ()		
Bulunuyorsa isimlerini belirtir misiniz?*(Örn: İzmir BB, ÇöpgazAŞ. Vb)	K91		
Yakınınızdaki tesisler/endüstriler/şirketler ile kaynak materyal değişimi/paylaşımı deneyiminiz oluyor mu?	K92 Evet () Hayır ()		
Var ise paylaşılan kaynak materyalleri, miktarlarını ve iş birliği yaptığınız şirketlerin isimlerini yazabilir misiniz?	Kaynak Materyalleri	Şirketler	Miktar (Birim: kg, ton vb.)
	K93	K94	K95