



T.C.
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DÖNGÜSEL EKONOMİ VE ENDÜSTRİYEL SİMBİYOZ: ŞANLIURFA
ÖRNEĞİ

EYYÜP BULUT
(225120006)

ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
Tez Danışmanı: Dr. Öğretim Üyesi Sercan DEMİR

Şanlıurfa
Şubat 2024



T.C.
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DÖNGÜSEL EKONOMİ VE ENDÜSTRİYEL SİMBİYOZ: ŞANLIURFA
ÖRNEĞİ

EYYÜP BULUT

ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
Tez Danışmanı: Dr. Öğretim Üyesi Sercan DEMİR

Şanlıurfa
Şubat 2024

TEŞEKKÜR

Tezin konusunun seçiminde, uygulamasında ve çalışmamda yardımlarını esirgemeyen değerli tez danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Sercan Demir'e teşekkür ederim.



İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
ŞEKİLLER DİZİNİ	iii
ÇİZELGELER DİZİNİ	iv
SİMGELER	v
KISALTMALAR	vi
1. GİRİŞ	1
1.1. Neden Döngüsel ekonomi ve Endüstriyel Simbiyoz?	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	4
2.1. Döngüsel Ekonomi ve Endüstriyel Simbiyoz	4
2.1.1. Tanımlar	4
2.1.2. Döngüsel Ekonominin Temel İlkeleri	8
2.1.3. Döngüsel Ekonomi Modelleri	8
2.1.4. Vaka Çalışmaları	9
2.1.5. Döngüsel Ekonomi ve Endüstriyel Simbiyozun Vaatleri	9
2.1.6. Çevresel Zorluklar	10
3. GEREÇ VE YÖNTEM	12
3.1. Araştırma Tasarımı	12
3.1.1. Niteliksel Yaklaşım	12
4. BULGULAR	14
4.1. Kaynak Geri Kazanımı ve Geri Dönüşüm	14
4.1.1. Kapalı Döngü Geri Dönüşüm:	14
4.1.2. Malzeme Geri Kazanım Tesisleri:	14
4.1.3. Optik Ayırıcılar:	15
4.1.4. Girdap Akımı Ayırıcıları:	15
4.1.5. Öğütücüler ve Granülatörler:	16
4.1.6. Piroлиз ve Gazlaştırma:	16
4.1.7. Örnekler:	17
4.1.8. İnşaat ve Yıkım Sektörü	17
4.1.9. Elektronik Endüstrisi	21
4.1.10. Tarım ve Gıda Endüstrisi	24
4.1.11. Tekstil Endüstrisi	26
4.2. Ürün Ömrünü Uzatma	27
4.2.1. Onarım	28
4.2.2. Yenileme	28
4.2.3. Yeniden Üretim	29
4.2.4. Vaka Çalışmaları ve Örnekler	29
4.3. Döngüsel Ekonomi Modelleri ve Stratejileri	30
4.3.1. Beşikten Beşiğe	30
4.3.2. Döngüsel Ekonomi Uygulamaları	30
5. TARTIŞMA	32
5.1. Döngüsel Ekonomi ve Endüstriyel Simbiyozun Entegrasyonu	32
5.1.1. Döngüsel Ekonomi ve Endüstriyel Simbiyoz Arasındaki Sinerjiler:	32
5.1.1.1. Endüstriyel Simbiyoz Döngüsel Ekonomi Hedeflerini Nasıl Geliştirebilir?	32
5.2. Uygulamada Endüstriyel Simbiyoz ve Döngüsel Ekonomi	33
5.2.1. Kalundborg Eko-Endüstriyel Parkı, Danimarka	33
5.2.2. Ulsan Eko-Endüstriyel Parkı, Güney Kore	35
5.2.3. Kwinana Sanayi Bölgesi, Avustralya	36
5.2.4. Çevreye Duyarlı Sosis İmalatı	37
5.2.5. Deterjanlar ve kozmetikler için depozito iadeli iade edilebilir ambalaj - temizleme ve kurutma merkezi	40
5.2.6. Gelişmiş UV LED Pozlama Teknolojisi ile Enerji Tasarrufu	41

5.2.7. Yeşil Akıllı Tedavi	43
5.2.8. Üzümlerin Gezegeni	44
5.2.9. ÇEVKO Vakfı (Çevre Koruma ve Ambalaj Atıkları Geri Kazanım ve Geri Dönüşüm Vakfı)	46
5.2.10. Sıfır Atık Projesi	47
5.2.11. ECOBATUM (Ekolojik ve Ekonomik Dönüşüm Projesi)	49
5.2.12. Kale Grubu - Seramikte Döngüsel Ekonomi	50
5.2.13. Şişecam - Cam Geri Dönüşüm Girişimi	52
5.2.14. Coca-Cola İçecek - Atıktan Kaynağa Girişimleri	53
5.2.15. Batman Petrol Atıkları Geri Dönüşüm Projesi	55
5.2.16. Babil Biyogaz Enerji Sistemleri San. ve Ltd. Şti.	57
5.2.17. AYM Taban Firması	62
5.2.18. Zorluklar ve Engeller	66
6. SONUÇLAR	68
6.1. Politika Çıkarımları	68
6.1.1. Ekonomik Araçlar ve Teşvikler	68
6.1.2. Araştırma, Geliştirme ve İnovasyon Desteği	69
6.1.3. Eğitim, Farkındalık ve Kapasite Geliştirme	69
6.1.4. Altyapı Geliştirme ve Destek	70
6.1.5. Politika Entegrasyonu ve Tutarlılığı	70
7. ÖNERİLER	72
7.1. Geleceğe Yönelik Eğilimler ve Öneriler	72
7.2. Endüstriler için Öneriler	72
7.3. Politika Önerileri	73
7.4. Genel Öneriler	73
KAYNAKLAR	75
ÖZGEÇMİŞ	76

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DÖNGÜSEL EKONOMİ VE ENDÜSTRİYEL SİMBİYOZ: ŞANLIURFA ÖRNEĞİ

EYYÜP BULUT

HARRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Tez Danışman: Dr. Öğretim Üyesi Sercan DEMİR
Şubat Yıl: 2024, Sayfa : 79

İklim değişikliği, kaynakların tükenmesi, biyolojik çeşitlilik kaybı ve atık birikiminden kaynaklanan benzeri görülmemiş çevresel zorluklar karşısında, sürdürülebilir uygulamalara yönelik zorunluluk hiç bu kadar acil olmamıştı. Bu tez, geleneksel doğrusal ekonomilere dayanan bu zorlukların kalbine inmekte ve bir paradigma değişikliğinin aciliyetinin altını çizmektedir. Çalışma, hâkim "al-yap-at" modelinin çevresel yansımalarını titizlikle incelemekte ve artan krizlere katkısını vurgulamaktadır. Döngüsel ekonomi ve endüstriyel simbiyoz ilkelerini ortaya koyan bu araştırma, sürdürülebilir alternatiflerin dönüştürücü potansiyeline ışık tutmaktadır. Kaynakların korunmasını, ürün ömrünün uzatılmasını ve verimli geri dönüşümü vurgulayan döngüsel ekonomi modelleri ve atık azaltımı için endüstriler arası işbirliğini teşvik eden endüstriyel simbiyoz, çok önemli stratejiler olarak ortaya çıkmaktadır. Bu çalışma, vaka çalışmalarının derinlemesine incelenmesi ve titiz bir analiz yoluyla, döngüsel ekonomi ve endüstriyel simbiyozun çevresel zorlukların azaltılmasındaki etkinliğini değerlendirmektedir. Ekonomik uygulanabilirliklerini, çevresel etkilerini ve toplumsal sonuçlarını inceleyerek çok yönlü faydalarının kapsamlı bir şekilde anlaşılmasını sağlamaktadır. Ayrıca araştırma, işletmeler ve politika yapıcılar için uygulanabilir tavsiyeler sunarak onları döngüsel ve simbiyotik uygulamaların entegrasyonuna yönlendirmektedir. Bu tez, daha sürdürülebilir bir geleceğe giden karmaşık yolda ilerlemeye çalışan işletmeler, politika yapıcılar ve araştırmacılar için paha biçilmez içgörüler sağlayarak sürdürülebilir kalkınma konusundaki gelişen söyleme önemli bir katkıda bulunmaktadır. Çevrenin korunması, ekonomik istikrar ve sosyal refahın kesişimini aydınlatan bu çalışma, sürdürülebilirliğe bütüncül bir yaklaşım için sağlam bir temel oluşturmakta ve global ölçekte dönüştürücü bir değişim için zemin hazırlamaktadır.

ANAHTAR KELİMELEER: İnovasyon, Sürdürülebilir İş Uygulamaları, , Döngüsel Ekonomi, Endüstriyel Simbiyoz,

ABSTRACT

MASTER THESIS

CIRCULAR ECONOMY AND INDUSTRIAL SYMBIOSIS: THE CASE OF SANLIURFA

EYYÜP BULUT

HARRAN UNIVERSITY

GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

HARRAN UNIVERSITY GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

DEPARTMENT OF INDUSTRIAL ENGINEERING

Thesis Supervisor: Dr. Öğretim Üyesi Sercan DEMİR

Şubat Year: 2024, Page : 79

In the face of unprecedented environmental challenges from climate change, resource depletion, biodiversity loss, and waste accumulation, the imperative for sustainable practices has never been more urgent. This thesis gets to the heart of these challenges based on traditional linear economies and underscores the urgency of a paradigm shift. It rigorously examines the environmental repercussions of the dominant “take-make-dispose” model and highlights its contribution to the growing crises. By introducing the principles of circular economy and industrial symbiosis, this research sheds light on the transformative potential of sustainable alternatives. Circular economy models, which emphasize resource conservation, product life extension, and efficient recycling, and industrial symbiosis, which promotes cross-industry cooperation for waste reduction, are emerging as crucial strategies. Through an in-depth review of case studies and rigorous analysis, this study assesses the effectiveness of circular economy and industrial symbiosis in mitigating environmental challenges. It comprehensively explains their multifaceted benefits by examining their economic viability, environmental impact, and societal implications. Furthermore, the research provides actionable recommendations for businesses and policymakers, guiding them toward integrating circular and symbiotic practices. This thesis contributes to the evolving discourse on sustainable development by providing invaluable insights for businesses, policymakers, and researchers as they seek to navigate the complex path towards a more sustainable future. By illuminating the intersection of environmental protection, economic stability, and social well-being, this study provides a solid foundation for a holistic approach to sustainability. It lays the groundwork for transformative change on a global scale.

KEYWORDS: Innovation, Sustainable Business Practices, , Circular Economy, Industrial Symbiosis,

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1.	Doğrusal Ekonomi Modeli	4
Şekil 2.2.	Döngüsel Ekonomi Modeli	5
Şekil 2.3.	Ekonomi Modelleri	6
Şekil 2.4.	Endüstriyel Simbiyoz Diyagramı	7
Şekil 2.5.	Endüstriyel Simbiyoz Modeli	7
Şekil 4.12.	Kapalı Döngü Yeniden Üretim	14
Şekil 4.13.	Geri Dönüşüm ve Atık nakliye (Bosch Rexroth Firması)	15
Şekil 4.14.	Optik Ayırıcı Sistemi	15
Şekil 4.15.	Girdap Akımı Ayırıcıları	16
Şekil 4.16.	Mini Bakır Granülatör Bakır Tel Öğütücü Makine	16
Şekil 4.17.	Biyo Gazlaştırma	17
Şekil 4.18.	Seçici Yıkım	18
Şekil 4.19.	Yerinde Ayıklama	18
Şekil 4.20.	Kırıcı İş Makinesi	19
Şekil 4.21.	Pülverizatör	19
Şekil 4.22.	Hidrolik Makas	20
Şekil 4.23.	Mıknatıs	20
Şekil 4.24.	Kent Madenciliği	21
Şekil 4.25.	Elektronik Atık Toplama Kutusu	22
Şekil 4.26.	Hidrometalurjik Prosesler	22
Şekil 4.27.	Kriyojenik İşleme	23
Şekil 4.28.	Robotik İşlem	23
Şekil 4.29.	Anaerobik Çürütme Reaktörü Yukarı Akış Anaerobik Çamur Battaniyesi Çürütme	24
Şekil 4.30.	Kompost Döngüsü	25
Şekil 4.31.	Biyogaz Tesisi	25
Şekil 4.32.	Tekstil Geri Dönüşüm	26
Şekil 4.33.	Kimyasal Geri Dönüşüm Sistemleri	27
Şekil 4.34.	Mekanik Geri Dönüşüm	27
Şekil 5.1.	Kalundborg Eko-Endüstriyel Parkı, Danimarka	34
Şekil 5.2.	Kwinana Sanayi Bölgesi, Avustralya	37
Şekil 5.3.	Çevreye Duyarlı Sosis İmalatı Projesi	40
Şekil 5.4.	Deterjanlar ve kozmetikler için depozito iadeli iade edilebilir ambalaj - temizleme ve kurutma merkezi	41
Şekil 5.5.	Gelişmiş UV LED Pozlama Teknolojisi ile Enerji Tasarrufu Projesi	43
Şekil 5.6.	Yeşil Akıllı Tedavi Projesi	44
Şekil 5.7.	Üzümlerin Gezegeni Projesi	46
Şekil 5.8.	Çevre Koruma ve Ambalaj Atıkları Geri Kazanım ve Geri Dönüşüm Vakfı	47
Şekil 5.9.	Sıfır Atık Projesi	49
Şekil 5.10.	Ekolojik ve Ekonomik Dönüşüm Projesi	50
Şekil 5.11.	Kale Grubu - Seramikte Döngüsel Ekonomi	52
Şekil 5.12.	Şişecam - Cam Geri Dönüşüm Girişimi	53
Şekil 5.13.	Coca-Cola İçecek - Atıktan Kaynağa Girişimleri	55
Şekil 5.14.	Batman Petrol Atıkları Geri Dönüşüm Projesi	57
Şekil 5.15.	BESİ OSB'de Faaliyet Gösteren Bir Hayvancılık İşletme Örneği	57
Şekil 5.16.	CH4 Üreten Alanların Şeması	58
Şekil 5.17.	Anaerobik Arıtım Şeması	59
Şekil 5.18.	Babil Biyogaz Tesisi	59
Şekil 5.19.	Babil Biyogaz Atık Kabul Şeması	60
Şekil 5.20.	İşletme Genel Vaziyet Planı	60
Şekil 5.21.	Tesis Genel İşAkış Şeması	61
Şekil 5.22.	Granül Hammaddesi	62
Şekil 5.23.	Ayakkabı Kalıbı	63

Şekil 5.24. Ayakkabı Tabanı İmalatı	63
Şekil 5.25. İmalat Esnasında Oluşan Atık Malzemeler	64
Şekil 5.26. Park alanında kullanılan kauçuk malzeme	65
Şekil 5.27. Çimento Fabrikasının Siyah Dumanından Üretilen Boya	66



SİMGELER

‰: Yüzde



KISALTMALAR

AB : Avrupa Birliği

BM : BİRLEŐMİŐ MİLLETLER

CBS : Cođrafi Bilgi Sistemi

CO2 : Karbondioksit

ÇYS : Çevre Yönetim Sistemi

DE : Döngüsel Ekonomi

EPR : Genişletilmiş Üretici Sorumluluğu

ES : Endüstriyel Simbiyoz

kg : kilogram

KOBİ : Küçük ve Orta Ölçekli İşletme

KSS : Küçük Sanayi Sitesi

KSS : Kurumsal Sosyal Sorumluluk

M3 : Metreküp

OSB : Organize Sanayi Bölgesi

SD : Sürdürülebilir Kalkınma

SG : Sera Gazı

SKA : Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları

STK : Sivil Toplum Kuruluşu

UNDP : United Nations Development Programme

1. GİRİŞ

1.1. Neden Döngüsel ekonomi ve Endüstriyel Simbiyoz?

21. yüzyılda insanlık, iklim değişikliği, kaynakların tükenmesi, biyoçeşitlilik kaybı ve atık birikimi gibi çevresel bozulmadan kaynaklanan ürkütücü zorluklarla karşı karşıyadır. "Al-yap-at" yaklaşımıyla karakterize edilen geleneksel doğrusal ekonomiler bu sorunları daha da kötüleştirmektedir. Çevre, ekonomi ve toplum üzerindeki geniş kapsamlı etkileri nedeniyle bu zorlukları ele alma aciliyeti son derece önemlidir. Sürdürülebilir uygulamalar, bu sorunların hafifletilmesi, doğal kaynakların korunması, ekonomik istikrarın teşvik edilmesi, sosyal refahın artırılması ve yasal ve etik standartların karşılanması için vazgeçilmezdir. Bu çalışma, doğrusal ekonomilerin yarattığı çevresel zorlukları incelemeyi amaçlamakta ve döngüsel ekonomi ve endüstriyel simbiyoz modellerine doğru önemli bir geçiş olduğunu vurgulamaktadır. Araştırma, bu sürdürülebilir alternatifleri inceleyerek pratik bilgiler sunmayı, işletmelere ve politika yapıcılara çevresel sürdürülebilirliğin karmaşık ortamında gezinmelerinde yardımcı olmayı ve böylece daha sürdürülebilir bir gelecek için küresel çabalara önemli ölçüde katkıda bulunmayı amaçlamaktadır.

'Al-yap-at' modeliyle karakterize edilen doğrusal ekonomilerde, sınırlı kaynakların tükenmesi yaklaşan bir kriz olarak durmaktadır. Bu doğrusal yaklaşım, ürünlerin hızla elden çıkarılmasını ve değiştirilmesini teşvik ederek savurgan tüketim alışkanlıklarını beslemektedir. Ancak bu uygulamanın sonuçları çok ağırdır. Fosil yakıtlar ve temel mineraller de dahil olmak üzere sınırlı kaynaklar hızla azalmakta, bu da potansiyel tedarik zinciri kesintilerine ve fiyat dalgalanmalarına yol açmaktadır. Dahası, kaynakların çıkarılması ormansızlaşmaya, habitat tahribatına ve kirliliğe katkıda bulunduğundan çevreye verdiği zarar da büyüktür. Kaynak kıtlığı nedeniyle fiyatlar dalgalandıkça ulusların ekonomik istikrarı tehlikeye girmekte ve potansiyel olarak resesyonları tetiklemektedir. Ayrıca, fosil yakıtlara olan aşırı bağımlılık karbon emisyonlarını artırarak iklim değişikliğini daha da kötüleştirmektedir. Ayrıca, doğrusal ekonomi modeli sürdürülebilir uygulamalarda inovasyonu engellemekte ve marjinalleşmiş toplulukları orantısız bir şekilde etkileyerek sosyal eşitsizliği sürdürmektedir. Bu zorlukların üstesinden gelmek için, kaynakların korunmasını, ürün ömrünü ve yenilikçi geri dönüşüm süreçlerini vurgulayan döngüsel ekonomi modellerine ve endüstriyel simbiyoza doğru bir paradigma değişimi zorunludur. Bu geçiş, küresel toplumlar için sürdürülebilir ve adil bir geleceğin teşvik edilmesi açısından hayati önem taşımaktadır.

Bu tezin genel amacı, kaynakların tükenmesi, atık birikimi, iklim değişikliği

ve biyoçeşitlilik kaybı gibi kritik konulara odaklanarak doğrusal ekonomilerden kaynaklanan çevresel zorlukları kapsamlı bir şekilde analiz etmektir. Çalışma, beşikten beşiğe tasarım ve kaynak geri kazanımı dahil olmak üzere döngüsel ekonomi modellerinin temel ilkelerini keşfetmeyi amaçlarken, aynı zamanda işbirliğine dayalı ağları ve karşılıklı faydaları vurgulayarak endüstriyel simbiyoz uygulamalarının pratiklerini araştırmaktadır. Araştırma, titiz bir değerlendirme yoluyla döngüsel ekonomi ilkeleri ile endüstriyel simbiyoz arasındaki entegrasyon noktalarını değerlendirmeyi ve sürdürülebilirlik sonuçlarını geliştiren sinerjileri vurgulamayı amaçlamaktadır. Ayrıca, bu sürdürülebilir modellerin ekonomik uygulanabilirliği incelenecek, maliyet etkileri ve işletmeler için potansiyel tasarruflar incelenecektir. Analiz politika alanlarına da uzanacak, hükümet politikalarının ve düzenlemelerinin bu uygulamaları teşvik etmedeki rolü araştırılacaktır. Nihayetinde tez, bu içgörülerini endüstriler ve politika yapımcılar için pratik önerilere dönüştürerek doğrusal ekonomilerden döngüsel ve simbiyotik yaklaşımlara geçişi kolaylaştırmayı amaçlamaktadır. Ayrıca çalışma, mevcut bilgileri sentezleyerek ve potansiyel olarak yeni çerçeveler önererek, sürdürülebilir uygulamalar alanında gelecekteki araştırmaların önünü açarak akademik ortama önemli ölçüde katkıda bulunmayı amaçlamaktadır.

Döngüsel ekonomi ve endüstriyel simbiyoz üzerine yapılan araştırmalar, çeşitli zorlayıcı nedenlerden dolayı günümüz bağlamında büyük önem taşımaktadır.

İlk olarak, bu yaklaşımlar küresel olarak karşılaşılan acil çevresel zorluklara uygulanabilir çözümler sunmaktadır. Gezegenimiz iklim değişikliği, kaynakların tükenmesi ve artan kirlilik seviyeleriyle boğuşurken, doğrusal ekonomilerden döngüsel modellere geçiş zorunludur. Döngüsel ekonomi uygulamaları kaynakların verimli kullanımını, atıkların azaltılmasını ve sürdürülebilir üretim süreçlerini vurgulamakta ve böylece çevresel bozulmayı azaltmaktadır.

İkinci olarak, döngüsel ekonomi ve endüstriyel simbiyoz modelleri uzun vadeli ekonomik uygulanabilirliğin sağlanması için gereklidir. Bu yaklaşımları benimseyen işletmeler genellikle verimli kaynak kullanımı, yenilikçi geri dönüşüm teknikleri ve atık bertaraf harcamalarının azaltılması yoluyla işletme maliyetlerinde düşüş yaşarlar. Dahası, bu uygulamalar inovasyonu teşvik ederek yeni pazar fırsatları yaratır ve ekonomik büyümeyi destekler.

Üçüncü olarak, döngüsel ve simbiyotik uygulamaların benimsenmesinin sosyal etkileri çok büyüktür. Kirliliği en aza indirerek, doğal yaşam alanlarını

koruyarak ve sürdürülebilir geçim kaynaklarını teşvik ederek bu modeller toplumsal refaha önemli ölçüde katkıda bulunur. Geri dönüşüm, yeniden üretim ve çevre dostu teknoloji geliştirme ile ilgili sektörlerde iş fırsatları yaratarak kapsayıcı ekonomik büyümeyi teşvik ederler.

Ayrıca, bu araştırma alanları politika yapıcılar ve hükümetler için çok önemlidir. Döngüsel ekonomi ve endüstriyel simbiyozu teşvik eden politikaların uygulanması, daha sürdürülebilir ve dirençli bir ekonomiye yol açabilir. Hükümetler, işletmeleri bu uygulamaları benimsemeye teşvik ederek olumlu bir çevresel etki yaratabilir, uluslarının rekabet gücünü artırabilir ve vatandaşlarının refahını sağlayabilir.

Son olarak, döngüsel ekonomi ve endüstriyel simbiyoz araştırmaları, tüketim ve üretim yaklaşımımızda bir paradigma değişikliğini temsil ettiği için çok önemlidir. Geleneksel doğrusal modele meydan okuyarak atıkların en aza indirildiği, kaynakların korunduğu ve çevre yönetimine öncelik verildiği bir zihniyeti teşvik etmektedir. Toplum kaynaklarımızın sınırlı olduğunun giderek daha fazla farkına vardıkça, bu sürdürülebilir uygulamaların anlaşılması ve teşvik edilmesi mevcut ve gelecek nesillerin refahı için hayati önem taşımaktadır. Bu nedenle, döngüsel ekonomi ve endüstriyel simbiyoz araştırmaları sadece acil çevresel kaygıları ele almakla kalmıyor, aynı zamanda daha sürdürülebilir, adil ve müreffeh bir geleceğin temelini oluşturuyor.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

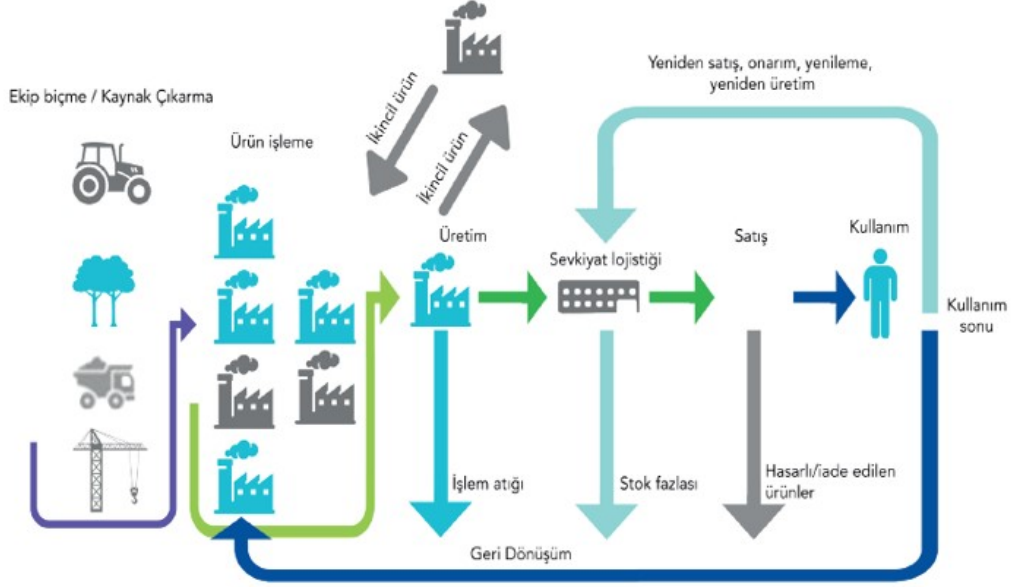
2.1. Döngüsel Ekonomi ve Endüstriyel Simbiyoz

2.1.1. Tanımlar

Döngüsel ekonomi kavramı, Sanayi devriminden günümüze hâkim olan ekonomik anlayış kaynakları veya ürünleri üretip belirli bir süreçten geçirip nihai tüketici olan insanoğlunun kullanımına sunup son kullanım süresi dolduğunda veya tüketiciye göre eskidiğinde çöpe atma fikri temelinde doğrusal ekonomi modeline dayanmaktadır. Döngüsel ekonomi modeli ise artan nüfus ve hızla yükselen hayat standartları ve çılgınca tüketim kültürüne hizmet etmek ve gelecek nesillerin haklarını bugünden çiğnememek için kaynakların kullanımını minimize eden, bu kaynakları olabildiğince uzun süre yaşam döngüsünde tutmaya çalışan yenileyici/geri dönüşümcü bir sistemdir.



Şekil 2.1. Doğrusal Ekonomi Modeli



Şekil 2.2. Döngüsel Ekonomi Modeli

Şekil 2’de gösterilen model ise her aşamasında tasarrufa, geri dönüşüme, yeniden kullanmaya odaklanan çevreci yeni nesil bir anlayış olan döngüsel ekonomi modelini göstermektedir. Bu model de kaynak çıkarma aşaması ile başlayıp sonra bu kaynağın bir işletmede işlem görmesini ön görmektedir. Fakat burada doğrusal modelden şu şekilde ayrışır: döngüsel ekonomi modelinde bir fabrikanın atığı veya ıskartası başka bir işletmenin girdisi olabileceğine odaklanarak, işletmede oluşan atık hemen çöpe atılmaz, bu atıkların geri dönüşüm mantığı ile tekrar üretime dahil edilmesi veya bu atıklardan başka ürünler üretilmesine odaklanır. İşlemi tamamlanan ürünün sevkiyatından artan stoğun tekrar işletmeye geri dönüşüme gönderilir. Satış noktalarına giden ürünlerden hasar görenler veya tüketici tarafından iade edilenler tekrar geri dönüşüm vasıtasıyla sisteme dahil edilir. Satış ile son kullanıcıya ulaşan ürünler belli bir kullanımın ardından yeniden değerlendirilmek üzere; Yeniden satış, Onarım, Yenileme, Yeniden üretim veya geri dönüşüm ile tekrar sisteme dahil edilir. Buradaki temel mantık kaynak israfında neden olmadan sisteme dahil edilen üründen maksimum oranda faydalanmak ve bu ürünü olabildiğince uzun süreli kullanma felsefesini taşır.

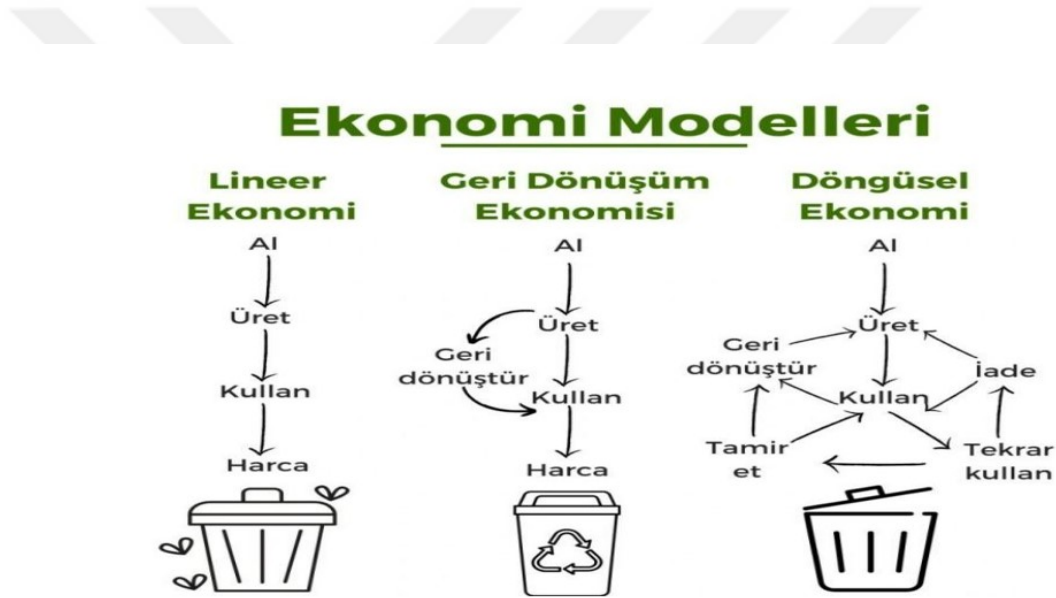
Döngüsel ekonomi, kaynak tüketimini ve atık üretimini azaltarak ekonomik büyümeyi sürdürülebilir hale getirmeyi amaçlayan bir modeldir. Bu sistemde, malzemeler ve ürünler mümkün olduğunca uzun süre kullanımda tutulur, geri dönüştürülür ve yeniden üretilir, böylece çevresel etkiler en aza indirilir.

Bu yaklaşım, geleneksel doğrusal ekonominin "al-yap-at" modeline bir

alternatif sunar. Döngüsel ekonomi, kaynakların en verimli şekilde kullanılmasını, maksimum değer sağlanmasını ve doğal sistemlerin yeniden üretilmesini hedefler.

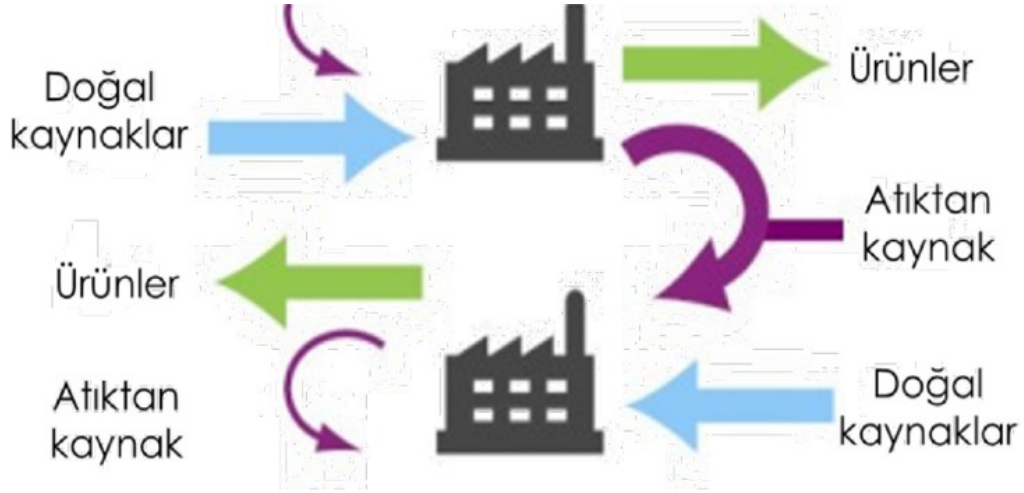
Döngüsel ekonomi, doğal ve insan kaynaklarını koruyarak tüm kuruluşlara yeni fırsatlar sunar. Ürünlerin uzun ömürlü olmasını, yeniden kullanımını, tamir edilmesini ve geri dönüşümünü destekleyen bu sistem, geleneksel doğrusal modelden önemli bir dönüşüm sağlar.

Geleneksel "al-yap-at" modelinin neden olduğu çevresel sorunlar, iklim değişikliği, kaynakların tükenmesi ve atık birikimi gibi etkilerle ortaya çıkmıştır. Buna karşılık, döngüsel ekonomi ve endüstriyel simbiyoz gibi kavramlar, daha sürdürülebilir ve dönüşümsel bir çözüm olarak yükselmiştir.

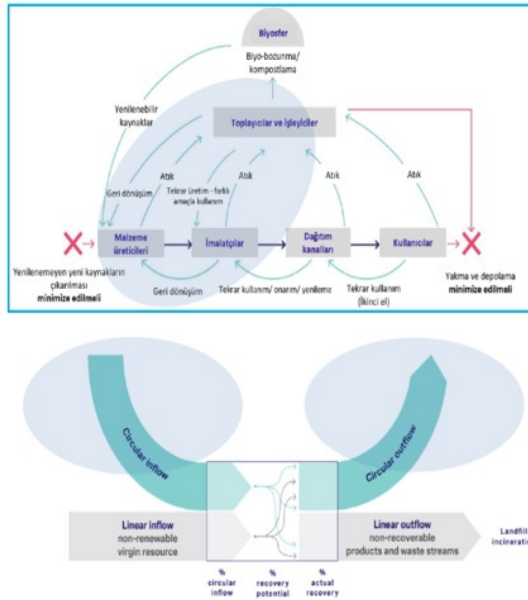


Şekil 2.3. Ekonomi Modelleri

Endüstriyel Simbiyoz ise bir bölgedeki farklı endüstrilerin karşılıklı çevresel ve ekonomik faydalar elde etmek amacıyla kaynakları, yan ürünleri ve enerjiyi paylaşmak için işbirliği yapmasını içerir. Bu yaklaşım, bir endüstrinin atıklarının bir diğeri için değerli bir girdi haline geldiği, kaynak verimliliğini artıran ve çevresel etkiyi en aza indiren simbiyotik ağların oluşturulmasını teşvik eder.



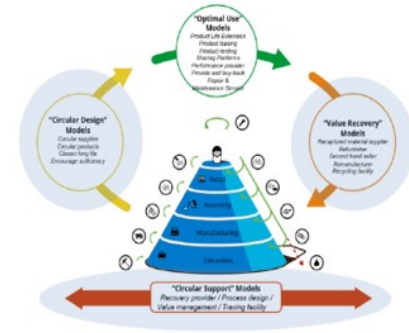
Şekil 2.4. Endüstriyel Simbiyoz Diyagramı



Şekil 2.5. Endüstriyel Simbiyoz Modeli

Endüstriyel simbiyoz, daha sürdürülebilir bir endüstriyel yapıya ulaşmak için bir sistem yaklaşımıdır ve bir üretim sürecindeki atıkların başka bir süreç için kaynak olarak kullanılması esasına dayanır. Döngüsel ekonominin kilit stratejilerinden biri olarak kabul edilen bu model, şirketlerin malzeme, enerji ve su değişimi yoluyla atık miktarını azaltmasına ve verimliliği artırmasına olanak tanır, bu da önemli çevresel ve ekonomik kazanımlar sağlar.

Sürdürülebilirlik ihtiyacı, geleneksel doğrusal ekonomik sistemlerin çevreye verdiği zararlardan kaynaklanmaktadır. Doğrusal modeller, kaynakların tükenmesine, çevre kirliliğine ve sosyal adaletsizliklere yol açmaktadır. Kaynakların sınırlı olması ve iklim değişikliğinin etkilerinin artması, daha sürdürülebilir uygulamalara geçişin



Döngüsel İş Modelleri

- 1- Döngüsel tasarım ve üretim modelleri
- 2- Optimal kullanım modelleri
- 3- Değer geri kazanımı modelleri
- 4- Döngüsel destek modelleri

aciliyetini artırmaktadır.

Dünyanın malzemelerin tekrar tekrar kullanıldığı ve geri dönüştürüldüğü bir döngüsel ekonomi modeline yönelmesi, sadece çevresel bir gereklilik değil, aynı zamanda önemli bir ekonomik fırsat sunmaktadır. İşletmeler, atıkları en başta tasarım aşamasında ortadan kaldırarak maliyetlerden tasarruf edebilir, yeni gelir kaynakları yaratabilir ve kaynak kıtlığına karşı dayanıklılık kazanabilir.

Döngüsel ekonomi hedefine ulaşmak için üretim ve tüketim sistemlerinin yeniden yapılandırılması gerekmektedir. Bu da değer zinciri boyunca, tedarikçilerden tüketicilere kadar işbirliğini gerektirir. Döngüsel ekonomi ve endüstriyel simbiyoz, ekonomik büyümeyi kaynak tüketimi ve çevresel etkiyi azaltarak sürdürülebilir kalkınmayı destekleyen güçlü bir çözüm sunmaktadır.

2.1.2. Döngüsel Ekonominin Temel İlkeleri

Azaltma: Üretim süreçlerinde enerji, hammadde ve kaynakların minimum seviyede kullanılması.

Yeniden kullanım: Ürünlerin tamir edilmesi, yenilenmesi ve tekrar değerlendirilmesiyle ömürlerinin uzatılması.

Geri dönüşüm: Atıkları en aza indirip yeni ürünler elde etmek için malzemelerin tekrar işlenmesi.

Yenileme: Doğal ekosistemleri onararak ve koruyarak temel kaynak ve hizmetlerin sürdürülebilirliğini sağlamak.

2.1.3. Döngüsel Ekonomi Modelleri

Ürün hizmeti: Şirketler, ürünlerin sahipliğini koruyarak bunları hizmet olarak sunar, bu sayede bakım ve yeniden kullanım daha kolay hale gelir.

Paylaşım ekonomisi: Platformlar aracılığıyla kullanıcılar, az kullanılan kaynakları (araç, alan gibi) paylaşarak verimliliği artırır.

Tersine lojistik: Şirketler, kullanılmış ürünleri geri alarak yeniden kullanım veya geri dönüşüm için müşterilerden toplar.

Endüstriyel simbiyoz: İşletmeler, atık malzemeleri, yan ürünleri veya enerjiyi birbirleriyle paylaşarak kapalı döngü sistemler oluşturur.

2.1.4. Vaka Çalışmaları

Interface, Inc: Ürünlerini kiralarak, malzemeleri yeniden kullanarak ve atıkları ortadan kaldırarak döngüsel bir iş modeli benimseyen küresel bir karo halı üreticisidir (Interface, 2017).

Kalundborg Simbiyozu: Şirketlerin yan ürün, enerji ve kaynak alışverişinde bulunarak önemli çevresel ve ekonomik faydalar sağladığı Danimarkalı bir endüstriyel simbiyoz ağı (Jacobsen, 2006).

MUD Jeans: Kot pantolonları müşterilere kiralarak ve yıprandıklarında yeni ürünlere dönüştüren Hollandalı bir denim markası (MUD Jeans, 2021).

The Circular Economy Initiative Deutschland (CEID): Ülkede döngüsel ekonomiye geçişi teşvik etmek için şirketleri, politika yapıcıları ve araştırmacıları bir araya getiren bir Alman platformu (CEID, 2022).

Bu vaka çalışmaları, döngüsel ekonomi modellerinin ve ilkelerinin çeşitli endüstrilerde ve sektörlerde uygulanmasına ilişkin gerçek dünyadan örnekler sunmakta ve daha sürdürülebilir bir ekonomik modele geçişin potansiyel çevresel, ekonomik ve sosyal faydalarını vurgulamaktadır (Kirchherr, 2017).

2.1.5. Döngüsel Ekonomi ve Endüstriyel Simbiyozun Vaatleri

Döngüsel ekonomi ve endüstriyel simbiyoz, çevresel krizlere karşı umut verici bir karşı söylem sunmakta ve ekonomik refahı çevre yönetimiyle uyumlu hale getiren uygulanabilir alternatifler sunmaktadır. Bu kavramlar, atıkların en aza indirildiği ve kaynakların korunduğu yenilikçi ve sürdürülebilir iş uygulamalarını teşvik etmekte ve nihayetinde daha esnek, adil ve çevresel açıdan sürdürülebilir bir küresel ekonomiye katkıda bulunmaktadır.

Bir outdoor giyim şirketi olan Patagonia, müşterilerini giysilerini onarmaya ve geri dönüştürmeye teşvik ederek ürün ömrünün uzatılmasını desteklemektedir. Onarım hizmetleri sunmakta ve kullan-at kültürünü aktif bir şekilde caydırmaktadır. (Chouinard ve Stanley, 2005).

Hollanda'daki Rotterdam Limanı, endüstrilerin birbirlerinin atık ürünlerini değiştirip kullanabilecekleri bir atık değişim platformu işletmektedir. Bu, kaynak verimliliğini kolaylaştırmakta ve atık bertarafının çevresel etkisini azaltmaktadır. (Van, Fujita, Meer ve Dijkema, 2000).

2.1.6. Çevresel Zorluklar

Döngüsel ekonomi ve endüstriyel simbiyoz, çevresel sürdürülebilirliği artırmayı amaçlayan yenilikçi yaklaşımlar olmasına rağmen, bu sistemlerin uygulanmasında bazı çevresel zorluklar bulunmaktadır. Bu zorluklar, döngüsel ekonomi ve endüstriyel simbiyozun tam potansiyeline ulaşmasını engelleyebilir ve çevresel sürdürülebilirlik hedeflerini etkileyebilir.

İlk olarak, atık yönetimi konusunda önemli engeller mevcuttur. Döngüsel ekonomi, atıkların minimize edilmesi ve geri dönüşüm süreçlerinin artırılmasını hedeflerken, bazı atıkların teknik olarak geri dönüştürülmesi oldukça zor olabilir. Özellikle elektronik atıklar veya karmaşık kompozit malzemeler gibi maddelerin geri dönüştürülmesi büyük zorluklar ve çevresel maliyetler doğurabilir. Doğal kaynak kullanımındaki verimsizlikler de bu sistemlerin karşılaştığı bir diğer sorundur. Geri dönüşüm ve yeniden kullanım süreçleri doğal kaynakların korunmasına yardımcı olurken, bazı malzemelerin geri kazanımı yüksek enerji ve su tüketimi gerektirebilir, bu da sistemin enerji verimliliğini ve karbon ayak izini artırabilir.

Ayrıca, kirlilik ve toksik maddelerin geri dönüşüm süreçlerine dahil edilmesi de çevresel riskler taşır. Endüstriyel simbiyoz, işletmelerin birbirlerinin atıklarını hammadde olarak kullanmasına dayalıdır, ancak toksik veya zararlı kimyasallar içeren atıkların geri dönüştürülmesi çevreye zarar verebilir. Bu tür maddelerin doğru yönetilmesi ve güvenli bir şekilde yeniden kullanımı, çevresel sürdürülebilirliği tehdit eden önemli faktörlerden biridir.

Bir başka zorluk, döngüsel ekonomi ve endüstriyel simbiyoz süreçlerinde taşımacılık ve lojistik sorunlarının ortaya çıkmasıdır. Atıkların geri dönüşüm tesislerine veya endüstriyel ortaklara taşınması, ek karbon emisyonlarına ve çevresel etkilere neden olabilir. Lojistik altyapı yetersizlikleri, bu süreçlerin verimliliğini düşürebilir ve çevresel faydaları sınırlayabilir. Aynı zamanda, endüstriyel simbiyozun başarılı olabilmesi için kaynakların bölgesel ve sektörel uyumluluğu önemlidir. Ancak, bazı bölgelerde veya sektörlerde yeterli sayıda işletme bulunmayabilir ve bu da simbiyotik ilişkilerin kurulmasını zorlaştırır. Bu

uyumsuzluk, yerel ekosistemlerde çevresel dengesizliklere yol açabilir.

Karmaşık ürün tasarımları da döngüsel ekonominin önündeki engellerden biridir. Ürünlerin, geri dönüşüm ve yeniden kullanım süreçlerini kolaylaştıracak şekilde tasarlanması gerekirken, bazı endüstriyel ürünlerin karmaşık yapıları bu süreçleri zorlaştırabilir. Özellikle elektronik cihazlar gibi karmaşık ürünlerde bu sorunlar daha belirgindir ve geri dönüşüm süreçlerinin verimsiz hale gelmesine yol açabilir.

Son olarak, endüstriyel simbiyozda su ve enerji kullanımının optimize edilmesi beklenirken, bazı süreçler yüksek miktarda su ve enerji tüketebilir. Bu durum, özellikle su kaynaklarının sürdürülebilir yönetimi konusunda sorunlara neden olabilir ve enerji tüketimi açısından çevresel yükleri artırabilir. Döngüsel ekonomi ve endüstriyel simbiyozun başarılı olabilmesi için bu süreçlerin su ve enerji verimliliği açısından dikkatle yönetilmesi gerekmektedir.

Bu zorluklar, döngüsel ekonomi ve endüstriyel simbiyozun çevresel etkilerini sınırlasa da, teknolojik yenilikler, doğru politikalar ve etkin işbirlikleri ile bu engellerin üstesinden gelinmesi mümkündür.

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışmanın metodolojisi, araştırma tasarımı ve analiz tekniği niteldir. Veri toplama tekniği olarak belge tarama kullanılmıştır. Bir tezde nitel araştırma metodolojisinin kullanılması, özellikle karmaşık olguların araştırılmasında, bağlamın anlaşılmasında ve konuya derinlemesine bir bakış açısı sağlanmasında çeşitli avantajlar sunar. Niteliksel yöntemleri kullanmanın bazı avantajları şunlardır:

3.1. Araştırma Tasarımı

Bu çalışmanın metodolojisi, araştırma tasarımı ve analiz tekniği niteldir. Veri toplama tekniği olarak literatür taraması yapılmış ve saha ziyaretleri yapılarak belirlenen firmalar ile görüşmeler yapılmıştır.

3.1.1. Niteliksel Yaklaşım

Amaç: Niteliksel yaklaşım, döngüsel ekonominin ve endüstriyel simbiyozun ilkeleri, faydaları ve zorlukları hakkında derinlemesine bir anlayış ve içgörü kazanmayı amaçlamaktadır.

Yöntemler:

Literatür incelemesi: Temel kavramları, çerçeveleri ve önceki araştırma bulgularını belirlemek için döngüsel ekonomi ve endüstriyel simbiyoz hakkındaki literatürün kapsamlı bir incelemesi yapılmıştır. Tarama yapılan kaynaklar arasında akademik dergiler, sektör raporları, kitaplar ve teknik incelemeler yer almıştır.

Odak grupları ve birebir görüşmeler: Sürdürülebilir uygulamaların uygulanmasını ve etkisini tartışmak için Şanlıurfa Organize Sanayi Bölgesindeki

1. Blessed Ev Teks. ve Züç. İmalat İhr. İth. San ve Tic. Ltd. Şti
2. İhg Tasarım Mobilya İnş San. ve Tic. Ltd. Şti.
3. Ayşe Kuşulay Çadak- Pasifik Ticaret
4. Reha Çuval Ambalaj San. Tic. Ltd. Şti.
5. Meksan Trafo San. Tic. Ltd. Şti.
6. Boz Kardeşler Petrol Ür. San. Ve Tic. Ltd. Şti.
7. Badıllı Mak.Ve Tar. San. A.Ş.

8. Livagro Tohumculuk San.Ve Tic. Ltd. Şti.
9. Egebant Zımpara ve Polisaj Malzemeleri San. Ve Tic. A.Ş.
10. Korkmaz Süt Besi Gıda Nak. San. Tic. Ltd. Şti.
11. Yağız Tekstil San. Ve Tic. A.Ş. Şanlıurfa Şubesi
12. Okyanus Çorap San. Ve Tic. Ltd. Şti.
13. Decent Moda Konfeksiyon İnş. Ve Tic. Ltd. Şti. Şanlıurfa Şubesi
14. Bera Konfeksiyon Tekstil San. Ve Tic. Ltd. Şti.
15. AYM Taban Firması

Firmaları ziyaret edilmiş ve proje konusu olan Döngüsel Ekonomi ve Endüstriyel Simbiyoz konularına örnek olup olmayacağı incelenmiştir. Bu firmalar içerisinde **AYM Taban** firması detaylı incelenmiştir. Ayrıca Şanlıurfa Organize Sanayi Bölge Müdürlüğü ve BESİ Organize Sanayi Bölge Müdürlükleri ile birebir görüşme yapılmıştır. Besi Organize Sanayi Bölge Müdürlüğü içerisinde de **Babil Biyogaz Tesisi** detaylı incelenmiştir.

Kalkınma Ajanslarında çalışma hayatım boyunca geliştirdiğim proje örnekleri ve Avrupa Birliği Hibe Programlarında bağımsız değerlendirici olduğum başarılı proje örneklerinden tez için uygun bulunan proje fikirleri örnek olarak yazılmıştır.

Veri analizi: Kişi ve kurum temsilcileri ile yapılan görüşmeler sektörel kategori, tematik alan ve sektörel kesişim faktörleri göz önünde bulundurularak tez konusuna uyan firmalar analiz edilmiştir.

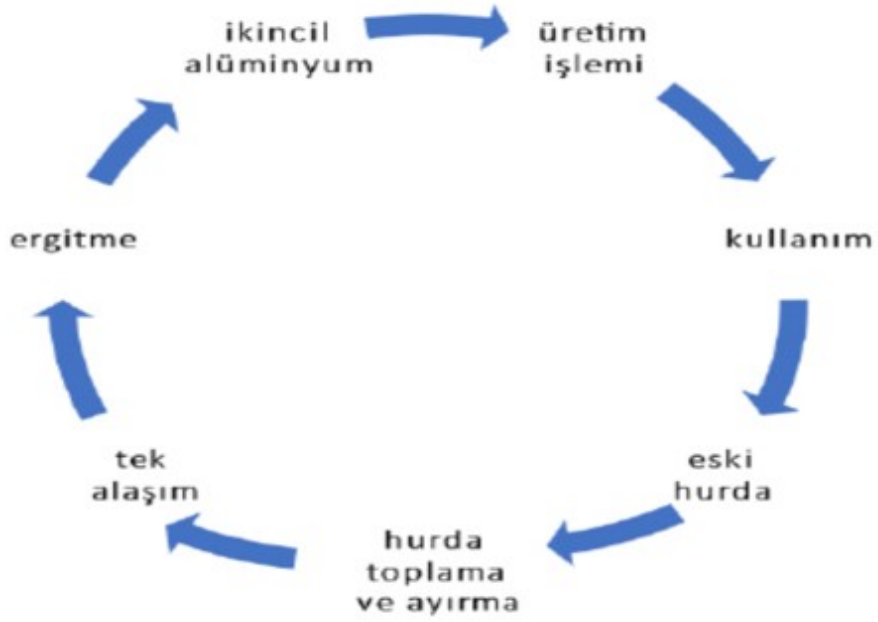
4. BULGULAR

4.1. Kaynak Geri Kazanımı ve Geri Dönüşüm

Kaynak geri kazanımı ve geri dönüşüm, malzemelerin daha verimli kullanılmasını ve atıkların azaltılmasını sağladığından dögüsel ekonomi stratejileri için çok önemlidir. Farklı sektörler, malzeme değerini en üst düzeye çıkarmak, atıkları en aza indirmek ve sürdürülebilir bir ekonomiyi teşvik etmek için çeşitli teknikler ve teknolojiler kullanmaktadır. Bu tez, kaynak geri kazanımı ve geri dönüşüm hedeflerine ulaşmak için çeşitli sektörlerde kullanılan yaklaşımları incelemektedir.

4.1.1. Kapalı Dögü Geri Dönüşüm:

Atık malzemelerin aynı üretim süreci içinde yeniden kullanılması. Örneğin, araba üretiminden çıkan metal hurdalar eritilir ve aynı tesiste yeniden kullanılır.



Şekil 4.12. Kapalı Dögü Yeniden Üretim

4.1.2. Malzeme Geri Kazanım Tesisleri:

Karışık atık akışlarından geri dönüştürülebilir malzemeleri ayıran ve işleyen, metalleri, plastikleri, camı ve kağıdı daha ileri işlemler için ayıran tesisler.



Şekil 4.13. Geri Dönüşüm ve Atık nakliye (Bosch Rexroth Firması)

4.1.3. Optik Ayırıcılar:

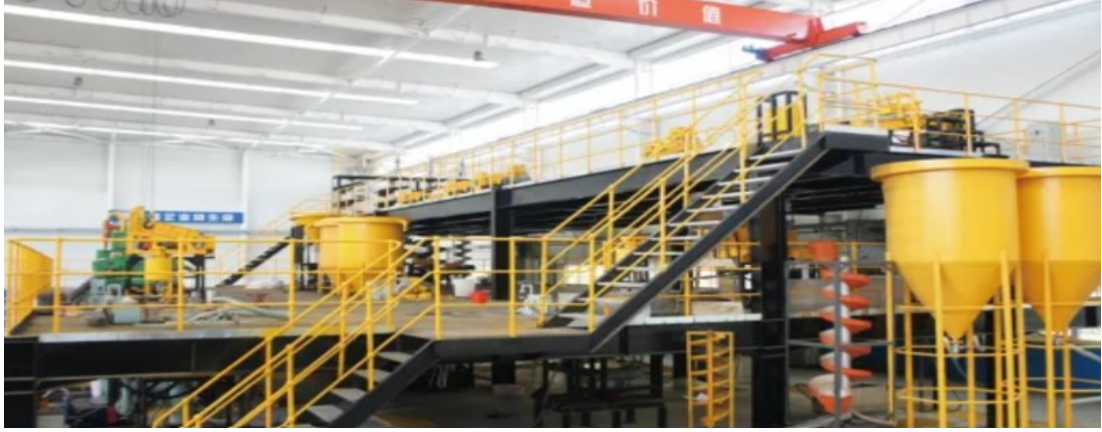
Farklı plastik ve kağıt türlerini tanımlamak ve ayırmak için ışık ve sensörler kullanılır.



Şekil 4.14. Optik Ayırıcı Sistemi

4.1.4. Girdap Akımı Ayırıcıları:

Manyetik alanlar kullanarak demir dışı metalleri atık akışlarından ayırır.



Şekil 4.15. Girdap Akımı Ayırıcıları

4.1.5. Öğütücüler ve Granülatörler:

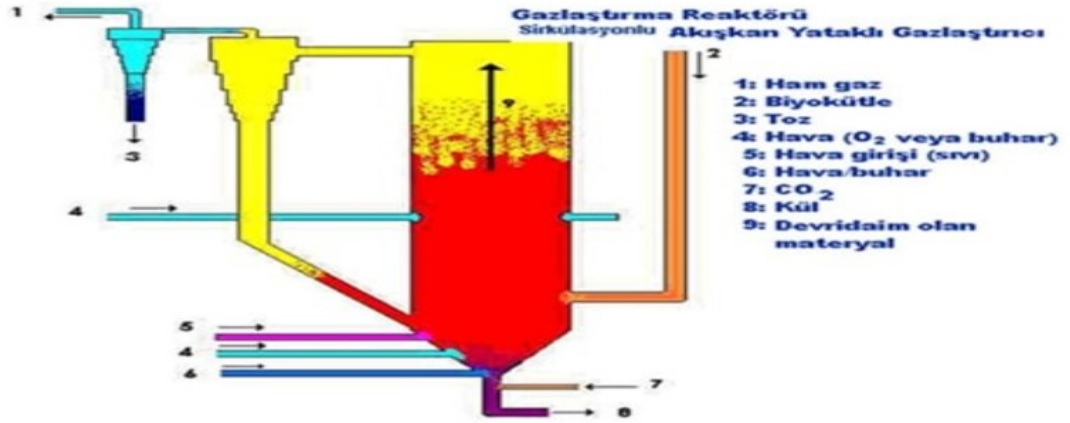
Atık malzemelerin boyutlarını küçülterek işlenmelerini ve geri dönüştürmelerini kolaylaştırır.



Şekil 4.16. Mini Bakır Granülatör Bakır Tel Öğütücü Makine

4.1.6. Piroliz ve Gazlaştırma:

Atık malzemeleri yeni ürünler için yakıt veya hammadde olarak kullanılacak sentetik gaza dönüştüren termokimyasal süreçler.



Şekil 4.17. Biyo Gazlaştırma

4.1.7. Örnekler:

BMW: Üretim sürecinde alüminyum için kapalı döngü geri dönüşüm kullanarak hammadde tüketimini önemli ölçüde azaltmaktadır.

TESA'nın Akıllı Geri Dönüşüm Teknolojisi: Elektronik atıkları verimli bir şekilde geri dönüştürmek için gelişmiş optik ayırma ve parçalama kullanır.

4.1.8. İnşaat ve Yıkım Sektörü

Yöntemler:

Seçici Yıkım: Çelik, beton ve ahşap gibi değerli malzemelerin yeniden kullanım veya geri dönüşüm için geri kazanılması amacıyla binaların dikkatlice sökülmesi.



Şekil 4.18. Seçici Yıkım

Yerinde Ayıklama: Geri dönüşüm oranlarını iyileştirmek ve kirliliği azaltmak için atık malzemelerin inşaat sahasında ayrıştırılması.



Şekil 4.19. Yerinde Ayıklama

Teknolojiler:

Kırıcılar ve Pülverizatörler: Yeni inşaat projelerinde yeniden kullanılmak üzere beton ve diğer malzemeleri kırarak agregaya dönüştürür.



Şekil 4.20. Kırıcı İş Makinesi



Şekil 4.21. Pülverizatör

Mobil Geri Dönüşüm Tesisleri: İnşaat atıklarını yerinde işleyerek nakliye maliyetlerini ve emisyonları azaltan taşınabilir tesisler.

Hidrolik Makaslar ve Mıknatıslar: Çelik ve diğer metalleri inşaat atıklarından kesmek ve ayırmak için kullanılır.



Şekil 4.22. Hidrolik Makas



Şekil 4.23. Mıknatıs

Örnekler:

Lendlease'in Barangaroo Projesi: İnşaat malzemelerinin yerinde ayrıştırılması ve geri dönüştürülmesini uygulayarak yüksek geri dönüşüm oranları elde etmiştir.

Big River Group: İnşaat ve yıkım atıklarını işleyerek yeni yapı malzemelerine dönüştürmek için mobil geri dönüşüm tesisleri kullanmaktadır.

4.1.9. Elektronik Endüstrisi

Yöntemler:

Kentsel Madencilik: Özel geri dönüşüm süreçleri yoluyla elektronik atıklardan (e-atık) değerli metallerin geri kazanılması ve şehirleri yeniden kullanılabilir malzemelerle dolu madenler olarak gören yenilikçi bir yaklaşımdır. Eski binalardan bozuk elektronik eşyalara kadar, kentsel madenler geri kazanılabilecek, yeniden kullanılabilir ve daha sürdürülebilir bir şekilde geri dönüştürülebilir çok sayıda hammadde sunmaktadır. Kentsel maden arama olarak da bilinen bu süreç, bakır, alüminyum ve kurşun gibi değerli malzemelerin tespit edilerek değerlerinin korunmasını ve endüstrilere güvenilir bir yüksek kaliteli ikincil malzeme kaynağı sağlanmasını gerektirmektedir.



Şekil 4.24. Kent Madenciliği

Ürün Geri Alma Programları: Teşvikler veya uygun toplama noktaları sunarak tüketicileri eski elektronik cihazları geri dönüşüm için iade etmeye teşvik etmek.



Şekil 4.25. Elektronik Atık Toplama Kutusu

Teknolojiler:

Hidrometalurjik Prosesler: E-atıklardan altın, gümüş ve bakır gibi metalleri çıkarmak için kimyasal çözeltiler kullanır.



Şekil 4.26. Hidrometalurjik Prosesler

Kriyojenik İşleme: E-atıkları dondurarak kırılğan hale getirir ve malzemelerin daha kolay ayrılmasını sağlar.



Şekil 4.27. Kriyojenik İşleme

Robotik Sökme: Elektronik cihazları verimli bir şekilde sökmek için robotları kullanır ve değerli bileşenleri geri dönüşüm için ayırır.



Şekil 4.28. Robotik İşlem

Örnekler:

Apple'ın Daisy Robotu: iPhone'ları parçalarına ayırarak kobalt, alüminyum ve nadir toprak elementleri gibi değerli malzemeleri geri kazanıyor.

Umicore'un Değerli Metal Rafinasyonu: E-atıklardan değerli metalleri geri kazanmak için hidrometalurjik süreçler kullanır ve bunlar daha sonra yeni ürünlerde yeniden kullanılır.

4.1.10. Tarım ve Gıda Endüstrisi

Yöntemler:

Anaerobik Çürütme: Organik atıkları gübre olarak kullanılabilen biyogaz ve sindirim suyuna dönüştürür.



Şekil 4.29. Anaerobik Çürütme Reaktörü Yukarı Akış Anaerobik Çamur Battaniyesi Çürütme

Kompostlama: Kompost üretmek için organik atıkların aerobik ayrışması, toprak verimliliğini zenginleştirir.



Şekil 4.30. Kompost Döngüsü

Teknolojiler:

Biyogaz Tesisleri: Enerji üretiminde kullanılacak biyogaz üretmek için organik atıkları anaerobik çürütme yoluyla işleyen tesisler.



Şekil 4.31. Biyogaz Tesisi

Kap İçi Kompostlama Sistemleri: Ayrıştırma sürecini hızlandırarak yüksek kaliteli kompost üreten kapalı kompostlama sistemleri.

Gıda Atığı Kurutucuları: Nemi gidererek gıda atıklarının hacmini azaltır, taşınmasını ve işlenmesini kolaylaştırır.

Örnekler:

Tesco'nun Gıda Atığı Azaltma Programı: Gıda atıklarını biyogaza dönüştürmek için anaerobik çürütme kullanır ve mağazalarına enerji sağlar.

Unilever'in Çöp Sahasına Sıfır Atık: Gıda atıklarını hayvan yemi ve komposta dönüştürerek sıfır atık elde eder.

4.1.11. Tekstil Endüstrisi

Yöntemler:

Elyaftan Elyafa Geri Dönüşüm: Eski tekstil ürünlerini yeni giysiler üretmek için yeni elyaflara dönüştürür.



Şekil 4.32. Tekstil Geri Dönüşüm

Kimyasal Geri Dönüşüm: Sentetik elyafları kimyasal bileşenlerine ayırır ve bu bileşenler yeni elyaflar üretmek için yeniden kullanılabilir.



Şekil 4.33. Kimyasal Geri Dönüşüm Sistemleri

Teknolojiler:

Mekanik Geri Dönüşüm: Tekstilleri parçalar ve yeni iplik veya kumaş olarak yeniden işler.



Şekil 4.34. Mekanik Geri Dönüşüm

4.2. Ürün Ömrümü Uzatma

Ürünlerin ömrünü uzatmak, israfı en aza indirirken kaynaklardan elde edilen değeri en üst düzeye çıkarmayı amaçlayan döngüsel ekonominin temel ilkelerinden biridir. Onarım, yenileme ve yeniden üretim yoluyla ürünlerin ömrünü uzatmak döngüsel ekonomide çok önemli bir stratejidir. Şirketler, ürünleri uzun ömürlü olacak şekilde tasarlayarak, onarım hizmetlerini destekleyerek, geri alma programları oluşturarak ve ileri teknolojileri kullanarak atıkları azaltabilir, kaynakları koruyabilir

ve tüketicilere sürdürülebilir alternatifler sunabilir. Bu uygulamalar sadece çevreye fayda sağlamakla kalmaz, aynı zamanda ekonomik fırsatlar yaratır ve ürün tasarımı ve üretiminde inovasyonu teşvik eder. Onarım, yenileme ve yeniden üretim yoluyla bunu başarmak için belirlenen stratejiler aşağıdaki gibidir.

4.2.1. Onarım

Onarım, bir ürünü çalışır hale getirmek için belirli arızaların giderilmesini içerir. Bu süreci kolaylaştırmak için ürünler, modüler tasarım ilkesine göre yeniden tasarlanmalıdır; bu, ürünlerin tamamını değiştirmeye gerek kalmadan, sadece belirli parçaların kolayca değiştirilmesini sağlar. Ayrıca, sık tamir edilen parçaların erişilebilir olması ve detaylı onarım kılavuzlarının sağlanması da önemlidir. Endüstri, tüketicilerin ürünlerini yetkili onarım merkezlerinde tamir ettirebilmeleri için bu merkezleri kurmalı, eğitilmiş personel ve gerekli parçaları sağlamalıdır. Üretimden kalkan ürünler için yedek parça bulunabilirliği, üçüncü taraf tedarikçilerle yapılan ortaklıklar aracılığıyla garanti altına alınmalıdır. Tüketicilerin kendi başlarına tamir yapabilmeleri için kendin yap tamir kitleri sunulmalı ve bu kitler alet, yedek parça ve adım adım talimatlar içermelidir. Ayrıca, tüketicilere onarım süreçleri konusunda yardımcı olacak çevrimiçi video eğitimleri ve destek forumları da sağlanmalıdır. Bu stratejiler, ürün ömrünü uzatarak döngüsel ekonomi ilkelerine katkı sağlamak ve kaynak israfını önlemekte büyük rol oynamaktadır.

4.2.2. Yenileme

Yenileme, bir ürünün temizlenmesi, onarılması ve gerektiğinde parçalarının değiştirilmesi yoluyla yeniden yeni duruma getirilmesi sürecini kapsar. Bu süreci desteklemek için, müşterilerin eski ürünleri iade edebilecekleri, geri alma girişimleri uygulanmalı ve bu girişimler, yeni satın alımlarda indirim veya mağaza kredisi gibi teşviklerle desteklenmelidir. Ürünlerin yenileme tesislerine verimli bir şekilde taşınması için tersine lojistik sistemleri geliştirilmelidir. Yenilenmiş ürünlerin kalite standartlarını karşılaması ve işlevselliğini sağlamak için titiz denetim ve test süreçleri oluşturulmalı, ürünler sertifikalandırılarak tüketici güveni sağlanmalıdır. Yenilenmiş

ürünler için ikincil piyasalar geliştirilmeli ve bu piyasalar, çevrimiçi platformlar ve perakendeci ortaklıkları aracılığıyla teşvik edilmelidir. Ayrıca, tüketiciler yenilenmiş ürünlerin maliyet tasarrufu ve çevresel faydaları hakkında bilgilendirilmelidir. Bu stratejilerle, ürünlerin ömrü uzatılarak kaynakların verimli kullanımı teşvik edilmiş olur.

4.2.3. Yeniden Üretim

Yeniden üretim, bir ürünün sökülmesi, aşınmış bileşenlerin onarılması veya değiştirilmesi ve orijinal spesifikasyonlara uygun olarak yeniden monte edilmesi sürecini kapsar. Bu sürecin verimli ve maliyet etkin olması için, ürünlerin kolayca değiştirilebilir veya yükseltilebilir modüler bileşenlere sahip olması gerekmektedir ve bu bileşenlerin standartlaştırılması önemlidir. Yeniden üretim sürecini daha da basitleştirmek ve maliyetleri düşürmek için otomasyon ve robot teknolojilerinden yararlanılmalı, demontaj ve montaj işlemleri bu teknolojilerle desteklenmelidir. Ayrıca, katmanlı üretim teknikleri kullanılarak 3D baskıyla talep üzerine yedek parça üretimi sağlanmalı, bu sayede büyük stoklara olan ihtiyaç azaltılmalıdır. Yeniden üretim süreçlerinde en iyi uygulamaları ve teknolojileri paylaşmak için sektördeki diğer şirketlerle işbirlikleri geliştirilmeli ve karmaşık süreçler için uzmanlık ve tesislere sahip üçüncü taraf yeniden üreticilerle ortaklıklar kurulmalıdır. Bu stratejiler, ürünlerin ömrünü uzatarak sürdürülebilir üretim pratiklerine önemli katkılar sağlayacaktır.

4.2.4. Vaka Çalışmaları ve Örnekler

Apple'ın Onarım ve Yenileme Programları: Apple, Apple Store'ları ve yetkili servis sağlayıcıları aracılığıyla onarım hizmetleri sunmaktadır. Ayrıca web sitesinde test, temizlik ve arızalı parçaların değiştirilmesi dahil olmak üzere kapsamlı bir yenileme sürecinden geçen sertifikalı yenilenmiş ürünler satmaktadır.

Caterpillar'ın Yeniden Üretim Programı: Caterpillar, kullanılmış bileşenlerin iade edildiği, incelendiği, temizlendiği ve orijinal spesifikasyonlara göre yeniden üretildiği köklü bir yeniden üretim programına sahiptir. Bu süreç malzeme tasarrufu sağlar ve israfı azaltır.

Patagonia'nın Yıpranmış Aşınma Girişimi: Patagonia'nın Worn Wear programı, müşterileri kullanılmış giysileri tamir veya geri dönüşüm için iade etmeye teşvik etmektedir. Şirket, onarım hizmetleri sunmakta ve yenilenmiş ürünler satarak ürün uzun ömürlülüğü kavramını teşvik etmektedir.

4.3. Döngüsel Ekonomi Modelleri ve Stratejileri

4.3.1. Beşikten Beşiğe

Beşikten Beşiğe (C2C) yaklaşımı, William McDonough ve Michael Braungart tarafından "Cradle to Cradle: Remaking the Way We Make Things" (2002) kitabında tanımlanan sürdürülebilir bir tasarım felsefesidir. Bu yaklaşım, geleneksel "beşikten mezara" modeline alternatif olarak, ürünlerin hem çevre hem de toplum üzerinde olumlu etkiler yaratması için rejeneratif bir sistemde tasarlanmasını savunur. C2C, atıkların besin olarak kabul edildiği iki ana döngüyü tanımlar: biyolojik döngü, organik malzemelerin güvenli bir şekilde çevreye geri dönüştürülebilmesini; teknik döngü ise biyolojik olarak bozulmayan malzemelerin kalitesini kaybetmeden süresiz olarak yeniden kullanılmasını veya geri dönüştürülmesini öngörür. Ayrıca, C2C üretim süreçlerinde yenilenebilir enerji kullanımını vurgular ve sistemlerin güneş, rüzgâr gibi yenilenebilir kaynaklarla çalışmasını teşvik eder. Çeşitliliği kutlama ilkesiyle, biyoçeşitlilik, kültürel çeşitlilik ve yeniliği destekleyerek, sistemlerin daha dayanıklı ve uyarlanabilir olmasını sağlar. Bu, yerel koşullara uygun çeşitli malzemeler ve tasarım çözümlerinin kullanılmasıyla gerçekleştirilir.

4.3.2. Döngüsel Ekonomi Uygulamaları

Beşikten Beşiğe (C2C) yaklaşımı, döngüsel ekonomi uygulamalarının temel bir bileşeni olarak, atıkların en aza indirilmesi, kaynak verimliliğinin maksimize edilmesi ve sürdürülebilirliğin teşvik edilmesi ilkeleriyle uyum içindedir. Ürün tasarımında, malzemelerin kolayca ayrıştırılması ve yeniden kullanımı, geri dönüşümü veya kompostlanması mümkün olacak şekilde ürünlerin modüler ve sökülebilir yapıda tasarlanması öne çıkar. Örneğin, Herman Miller'ın Aeron koltuğu veya Desso'nun EcoBase karo halıları gibi ürünler, bileşenlerinin yeniden kullanımı veya çevreye güvenli bir şekilde geri dönüşümü için tasarlanmıştır. Malzeme sağlığı açısından, C2C Certified™ Ürün Standardı gibi çerçeveler, kullanılan malzemelerin insan ve çevre sağlığına zarar vermeyecek şekilde titizlikle değerlendirilmesini sağlar. Kapalı döngü sistemleri, malzemelerin ekonomi içinde sürekli dolaşımını sağlayarak ham madde çıkarımı ihtiyacını azaltır ve atıkları minimize eder; bu bağlamda, elektronik atıkların yeni elektronik cihazlara dönüştürülmesi veya geri dönüştürülmüş plastiklerin yeni ürünlerde kullanılması gibi uygulamalar bu sistemlerin bir parçasıdır. Son olarak, kiralama, geri alma programları ve hizmet olarak ürün modelleri gibi yenilikçi iş modelleri, ürün ömrünü uzatmak ve ürünlerin kolayca tamir edilebilir veya yükseltilebilir olmasını teşvik eden stratejiler

arasındadır. Örneğin, Philips Aydınlatma'nın "Lüx Başına Ödeme" modeli, müşterilere fiziksel ürünler yerine hizmet satılmasını ve böylece sürdürülebilir, uzun ömürlü ürünlerin tasarlanmasını teşvik eder.

Interface ve Desso, Beşikten Beşiğe (C2C) tasarım ilkelerini uygulayan öncü halı üreticileridir. Interface, modüler karo halılarını kolay sökülüp geri dönüştürülebilir şekilde tasarlamış ve 2020 yılına kadar çevresel etkilerini sıfırlamayı hedefleyen Mission Zero® taahhüdünü benimsemiştir. Şirketin ReEntry® programı, müşterilerin kullanılmış karo halılarını iade etmelerini ve bu halıların yeni ürünlere geri dönüştürülmesini sağlamaktadır. Öte yandan Desso, insan sağlığına zararsız ve kolayca geri dönüştürülebilir malzemeler kullanarak ürünlerini tasarlar. Desso'nun "Take Back™" programı, müşterilerden eski karo halılarını toplamak ve bunları yeniden kullanım veya geri dönüştürmek üzere tasarlanmıştır. Her iki şirket de sürdürülebilir üretim pratiklerini benimseyerek kapalı döngü sistemler oluşturmuş ve çevresel ayak izlerini azaltma konusunda önemli adımlar atmıştır.

Beşikten Beşiğe (C2C) uygulamaları, çevresel etkileri önemli ölçüde azaltarak, karbon emisyonlarını düşürmek, doğal kaynakları korumak ve atıkları minimize etmek yoluyla sürdürülebilirliği artırır. Bu yaklaşımı benimseyen şirketler, yeniden kullanım, geri dönüşüm ve yeniden üretim yoluyla malzeme maliyetlerini ve atık yönetimi giderlerini düşürerek ekonomik faydalar elde ederler. Ayrıca, dünya genelinde hükümetlerin uyguladığı sıkı çevre düzenlemelerine uyum sağlamakta, yasal ceza risklerini azaltmakta ve tüketici taleplerini karşılamaktadır. C2C, artan tüketici bilinci ve sürdürülebilir ürünlere olan talebi karşılama kapasitesi ile şirketlerin pazar rekabetçiliğini ve marka değerini artırmakta, müşteri sadakatini güçlendirmektedir. Bu yaklaşım aynı zamanda ürün tasarımı, malzeme bilimi ve iş modellerinde yenilikçiliği teşvik eder, böylece şirketlerin sürdürülebilirlik odaklı gelişen piyasalarda rekabetçi kalmasına olanak tanır. C2C, ekonomik ve çevresel sürdürülebilirlik sağlarken aynı zamanda yasal uyumluluk ve tüketici cazibesini de artıran kapsamlı bir çözüm sunar.

5. TARTIŞMA

5.1. Döngüsel Ekonomi ve Endüstriyel Simbiyozun Entegrasyonu

5.1.1. Döngüsel Ekonomi ve Endüstriyel Simbiyoz Arasındaki Sinerjiler:

Döngüsel ekonomi ve endüstriyel simbiyoz, kaynak verimliliğini artırma ve atık minimizasyonu üzerine odaklanan iç içe geçmiş kavramlardır. Döngüsel ekonomi ilkeleri, atıkların azaltılması ve kaynak kullanımının maksimize edilmesi gibi hedefleri destekleyerek endüstriyel simbiyozu doğrudan geliştirebilir. Örneğin, bir endüstrinin atıkları başka bir endüstri için hammaddeler olarak kullanılabilir, bu da malzeme akışlarını optimize eder ve kaynak çıkarımını azaltır. Ürünlerin uzun ömürlü, tamir edilebilir ve geri dönüştürülebilir şekilde tasarlanması, sektörler arası tesis paylaşımını ve bileşen geri kazanımını teşvik eder, bu da kaynak kullanımını optimize eder ve maliyetleri düşürür. Ayrıca, ürünlerin kolay demontaj ve geri dönüşüm için tasarlanması, endüstriyel simbiyozu artırabilir ve malzeme uyumluluğu, ürünlerin geri dönüşümü veya yeniden kullanımını daha etkili hale getirir. Döngüsel ekonomi, malzemelerin ekonomi içinde mümkün olduğunca uzun süre kalmasını sağlayarak malzeme döngülerini kapatmayı hedeflerken, endüstriyel simbiyoz bu ilkeyi işler hale getiren endüstriler arası bağlantılı malzeme ve enerji akış ağları oluşturur. Örneğin, bir sürecin atık ısını başka bir süreçte kullanarak enerji basamaklandırması yapılabilir, bu da enerji verimliliğini artırır ve çevresel etkiyi azaltır. Bu sinerjiler, daha sürdürülebilir endüstriyel sistemler oluşturulmasına olanak tanır.

5.1.1.1. Endüstriyel Simbiyoz Döngüsel Ekonomi Hedeflerini Nasıl Geliştirebilir?

Endüstriyel simbiyoz, döngüsel ekonomi hedeflerini ilerletmek için işbirliğine dayalı ağlar aracılığıyla kaynak kullanımını optimize eder, kaynak verimliliğini artırır ve atık üretimini azaltır. Bu süreçler, endüstrilerin kaynakları paylaşarak işlenmemiş malzeme ihtiyacını düşürmelerine ve daha entegre, sürdürülebilir endüstriyel ekosistemler oluşturmalarına olanak tanır. Ayrıca, endüstriyel simbiyoz, yenilikçi ürün ve süreçlerin ortaya çıkması için araştırma ve geliştirmeye dayalı işbirliklerini teşvik eder ve endüstriler arası en iyi uygulamaların ve teknolojik bilgilerin paylaşımını kolaylaştırır. Ekonomik açıdan, paylaşılan kaynaklar ve altyapı sayesinde operasyonel maliyetler azalır, yeni iş modelleri ve gelir akışları yaratılır, bu da döngüsel ekonomi uygulamalarını finansal olarak daha cazip hale getirir. Endüstriyel simbiyoz, tedarik zinciri esnekliğini artırarak ve riskleri paylaşarak endüstrilerin dayanıklılığını ve risk yönetimini geliştirir, bu da kaynak kıtlığı ve atık

yönetimi ile ilişkili çevresel ve ekonomik risklerin daha etkin bir şekilde yönetilmesine yardımcı olur. Bu sinerjiler, döngüsel ekonomi uygulamalarının daha geniş çapta benimsenmesini ve etkinleştirilmesini sağlayarak sürdürülebilir üretim ve tüketim modellerine geçişi destekler.

5.2. Uygulamada Endüstriyel Simbiyoz ve Döngüsel Ekonomi

5.2.1. Kalundborg Eko-Endüstriyel Parkı, Danimarka

Genel bakış: Danimarka'nın Kalundborg kenti, dünyanın ilk ve en ünlü endüstriyel simbiyoz örneği olarak kabul edilmektedir. Bu girişim 1960'larda başlamıştır ve birbirlerinin yan ürünlerini kullanmak ve kaynakları paylaşmak için işbirliği yapan kamu ve özel işletmelerden oluşan bir ağı içermektedir.

Katılımcılar: Asnæs Elektrik Santrali, Statoil Rafinerisi, Novo Nordisk (eczacılık), Gyproc (alçı ürünleri), Kalundborg Belediyesi

Kullanılan Stratejiler:

1- Kaynak Değişimi:

Enerji: Asnæs Elektrik Santralinden gelen fazla ısı, bölgesel ısıtma ağına verilerek yerel evler ve işyerleri için ısıtma sağlanır.

Buhar: Elektrik santralinden elde edilen fazla buhar Novo Nordisk ve Statoil tarafından üretim süreçlerinde kullanılmaktadır.

Su: Santralden gelen soğutma suyu diğer endüstriler tarafından yeniden kullanılarak tatlı su çıkarma ihtiyacını azaltmaktadır.

2- Malzeme Geri Kazanımı:

Alçı: Elektrik santralinin baca gazı kükürt giderme işleminden kaynaklanan kükürt dioksit, Gyproc'un alçı levha üretmek için kullandığı alçıya dönüştürülür.

Çamur: Novo Nordisk'in üretim süreçlerinden kaynaklanan biyolojik çamur, yakındaki tarım alanlarında gübre olarak kullanılmaktadır.

3- Atık Minimizasyonu:

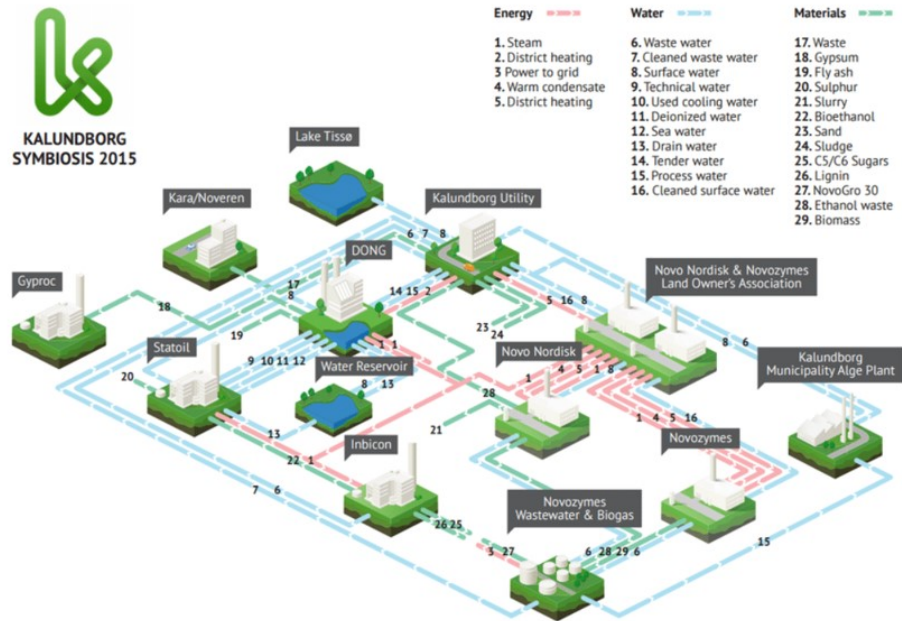
Atık Değişimi: Bir şirketin yan ürünleri ve atık malzemeleri başka bir şirket tarafından hammadde olarak kullanılmakta, böylece atık bertarafı ve kaynak çıkarımı azaltılmaktadır.

Elde Edilen Sonuçlar:

Çevresel Faydalar: Enerji ve buhar paylaşımı sayesinde CO2 emisyonlarında önemli azalmalar, azalan su tüketimi ve yerel su kaynaklarına daha az baskı, malzeme ve yan ürün değişimleri sayesinde atık üretiminde azalmalar meydana geldi.

Ekonomik Faydalar: Paylaşılan kaynaklar ve azalan atık yönetimi giderleri sayesinde şirketler için maliyet tasarrufu oluştu. Yan ürünlerin diğer işletmelere satışından elde edilen yeni gelir akışları meydana getirdi.

Sosyal Faydalar: Güçlü işbirliği ve ortak hedefler ile dirençli bir sanayi topluluğunun oluşturulması sağlandı ve gelişmiş yerel istihdam fırsatları ve ekonomik istikrar meydana geldi.



Şekil 5.1. Kalundborg Eko-Endüstriyel Parkı, Danimarka

5.2.2. Ulsan Eko-Endüstriyel Parkı, Güney Kore

Genel bakış: Ülkenin en büyük petrokimya kompleksine ev sahipliği yapan Güney Kore'nin Ulsan kenti, endüstriyel simbiyozu teşvik etmek için eko-endüstriyel park konseptini benimsemiştir. Girişim 2000'li yılların başında başladı ve Ulsan bölgesindeki çok sayıda şirketi kapsıyor.

Katılımcılar: Hyundai Ağır Sanayi, SK Enerji, Kore Çinko, Ulsan Şehir Yönetimi

Kullanılan Stratejiler:

1- Enerji Paylaşımı:

Buhar Ağları: SK Energy'nin rafinerisinden çıkan fazla buhar yakındaki fabrikalara verilerek ayrı buhar üretimine olan ihtiyaç azaltılır.

2- Malzeme Değişimi:

Sülfürik Asit: Korea Zinc'in eritme prosesinden elde edilen yan ürün sülfürik asit, SK Energy tarafından rafineri proseslerinde kullanılmaktadır.

Cüruf Geri Dönüşümü: Çelik üretiminden elde edilen cüruf, çimento üretiminde kullanılarak işlenmemiş hammadde ihtiyacını azaltmaktadır.

3- Suyun Yeniden Kullanımı:

Su Geri Dönüşümü: Endüstriyel süreçlerden çıkan atık su arıtılarak diğer üretim süreçlerinde yeniden kullanılır ve tatlı su tüketimi önemli ölçüde azaltılır.

Elde Edilen Sonuçlar:

Çevresel Faydalar: Paylaşılan enerji kaynakları sayesinde CO2 emisyonlarında azalma, kapsamlı su geri dönüşüm çalışmaları sayesinde daha düşük tatlı su kullanımı ve malzeme değişimleri sayesinde endüstriyel atık üretiminde azalma medyada geldi.

Ekonomik Faydalar: Paylaşılan kamu hizmetleri ve azalan hammadde

maliyetleri sayesinde şirketler için maliyet düşüşleri ve optimize edilmiş kaynak kullanımı sayesinde artan verimlilik ve üretkenlik meydana geldi.

Sosyal Faydalar: Kurumsal sosyal sorumluluk ve çevre yönetimi sayesinde toplumla ilişkilerde iyileşme ve kamuoyu algısında ve paydaş katılımında artış oldu.

5.2.3. Kwinana Sanayi Bölgesi, Avustralya

Genel bakış: Batı Avustralya'daki Kwinana Sanayi Bölgesi (KIA), kimyasallar, rafineri ve enerji üretimi dahil olmak üzere çeşitli endüstrileri içeren başarılı bir endüstriyel simbiyoz örneğidir. Girişim 1990'larda kaynak verimliliği ve çevresel performansa odaklanarak başlamıştır.

Katılımcılar: BP Rafinerisi, Alcoa (alüminyum üretimi), Tiwest (titanium dioksit üretimi), Verve Energy (elektrik üretimi)

Kullanılan Stratejiler:

1- Yan Ürün Kullanımı:

Uçucu Kül: Enerji üretiminden elde edilen uçucu kül çimento üretiminde kullanılarak işlenmemiş malzeme ihtiyacı azaltılır.

CO2 Kullanımı: Endüstriyel süreçlerden elde edilen CO2, petrol geri kazanımını artırmak için ve bahçecilikte kullanılır.

2- Enerji ve Su Entegrasyonu:

Kojenerasyon: BP rafinerisinden elde edilen fazla ısı, elektrik ve buhar üretmek için kullanılmakta ve yakındaki endüstrilere tedarik edilmektedir.

Suyun Yeniden Kullanımı: BP rafinerisinden gelen arıtılmış atık su, Alcoa tarafından soğutma ve diğer işlemler için kullanılmaktadır.

3- İşbirliğine Dayalı Atık Yönetimi:

Atık Değişimi: Bir şirketin atık malzemeleri başka bir şirket tarafından hammadde olarak kullanılmakta, böylece çöp sahası atıkları azaltılmakta ve kaynak

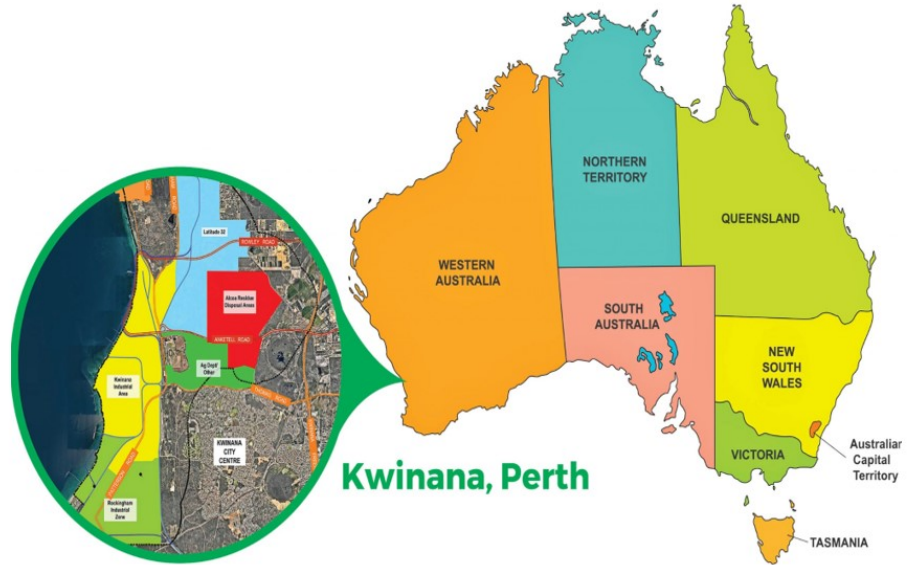
verimliliği artırılmaktadır.

Elde Edilen Sonuçlar:

Çevresel Faydalar: Ortak enerji sistemleri sayesinde sera gazı emisyonlarında önemli azalmalar oldu. Kapsamlı su geri dönüşümü ve yeniden kullanımı sayesinde daha az tatlı su çıkarımı gerçekleşti. Etkili yan ürün değişimleri sayesinde çöp atıkları azaldı.

Ekonomik Faydalar: Paylaşılan kaynaklar ve iyileştirilmiş atık yönetimi sayesinde işletme maliyetlerinde azalma ve dolayısıyla, katılımcı şirketlerin ekonomik direncinin ve rekabet gücünün artması meydana geldi.

Sosyal Faydalar: Artan iş fırsatları ve toplumsal kalkınma ile yerel ekonomi güçlendi. Yerel halk için iyileştirilmiş çevre sağlığı ve yaşam kalitesi oluşturuldu.



Şekil 5.2. Kwinana Sanayi Bölgesi, Avustralya

5.2.4. Çevreye Duyarlı Sosis İmalatı

Proje Özeti: “Çevreye Duyarlı Sosis Projesi”, yenilebilir böcek proteinini geleneksel bir et ürününe dahil ederek sürdürülebilirliği tüketici memnuniyeti ile birleştiren yenilikçi bir gıda projesidir. Bu çığır açan girişim, geleneksel hayvancılığın çevresel etkilerini ele alarak ekolojik ayak izini önemli ölçüde

azaltırken, günümüzün seçici tüketicilerinin beklediği yüksek kaliteli tat ve standartları da korumaktadır. Bu projenin arkasındaki ekip, böcek bazlı ürünleri başarılı bir şekilde yaratma becerilerini şimdiden kanıtlayarak “Çevreye Duyarlı Sosis Projesi” sadece lezzetli bir yiyecek seçeneği değil, aynı zamanda gıda endüstrisinin geleceği için öncü bir çözüm haline getirmiştir.

Projenin Genel Hedefi: Birincil hedef, bileşiminin %30'undan fazlası yenilebilir böceklerden elde edilen ve geleneksel et ürünlerine kıyasla ekolojik ayak izini önemli ölçüde azaltan bir sosis ürünü sunarak gıda endüstrisinde devrim yaratmaktır. Bu girişim, böcek bazlı burger ile elde edilen başarının üzerine inşa edildiği ve sürdürülebilir gıda çözümlerinde yenilikçiler olarak şirket konumunu yeniden teyit ediyor. Firma ürün yelpazesini genişleterek, yalnızca çevre dostu ürünlere yönelik artan pazar talebini karşılamayı değil, aynı zamanda döngüsel ekonomiye olan bağlılığı da güçlendirmeyi hedefliyor. Sürdürülebilir gıda çözümünün temelini yanı sıra, Çevreye Duyarlı Sosis 'in geliştirilmesi, müşterilere daha uzun süre dayanabilen ve aynı zamanda daha kolay hazırlanabilen, dolayısıyla daha geniş bir tüketici grubu tarafından kullanılabilen bir ürün sunmanın olası yollarından biridir. Ele almayı hedeflenen sorun iki yönlüdür: geleneksel hayvancılığın neden olduğu çevresel baskı ve halkın kaynak yoğun et ürünlerine olan bağımlılığı. Hayvancılık, sera gazı emisyonlarına, ormansızlaşmaya ve su kirliliğine sürekli ve önemli ölçüde katkıda bulunurken aynı zamanda yüksek oranda kaynak yoğun bir faaliyettir. Bu sadece sosyal olarak iyi bilinen bir gerçek değil, aynı zamanda dünya çapında akademik alanda sürekli araştırma konusunun bir parçasıdır. Proje ana fikrinin çözümü olan %30 böceğe dayalı sosis, sadece daha az kaynak gerektirmekle kalmayıp aynı zamanda daha az kirletici üreterek her iki sorunu da ele almaktadır. Üretilen toplam kirletici miktarının genel et üretimine kıyasla 600 kat daha az olduğu tahmin edilmektedir (böcek bazlı gıda üretimi araştırmasına dayanarak). sürdürülebilir, besleyici bir alternatif oluşturarak tüketim alışkanlıklarının değişmesini sağlayacaktır.

Projenin Yenilikçilik Boyutu: Çevreye Duyarlı Sosis Projesi, dünya pazarında yeni bir yol sunarak sürdürülebilir bir gıda üretimi ve tüketiminde yenilik olmayı hedeflemektedir. Böcek bazlı gıda ürünlerinin benzer üreticileri veya tedarikçilerinin çoğu daha basit ürünlere (aromalı kurutulmuş böcekler, böcek bazlı protein, atıştırmalıklar) odaklanmaktadır. Firma, 2022-2023 yıllarında başarıyla piyasaya sürülen böcek bazlı burger ile öne çıkmış ve şirketi alternatif protein kaynaklarında öncü olarak konumlandırmıştır. “Çevreye Duyarlı Sosis Projesi”, birçok tüketicinin diyetinde temel bir yeri olan sosisleri hedefleyerek bu yeniliği

daha da ileri götürüyor. Dünyanın bir çok pazarı ağırlıklı olarak et ve işlenmiş et ürünlerine yöneliktir, ancak alternatif et ve işlenmiş et ürünlerine yönelik artan bir eğilim söz konusudur. Bu proje fikri ile sadece ürün yelpazesine bir ekleme değil; işlenmiş et ürünlerine daha sağlıklı ve ekolojik olarak sürdürülebilir bir alternatif sunarak sürdürülebilir gıda tüketimini yeniden tanımlayan inovasyonda önemli bir sıçramayı temsil ediyor. Bu projenin yeniliği, döngüsellığe yönelik çok yönlü yaklaşımında yatmaktadır. Tedarikçiler, geleneksel hayvancılıkla karşılaştırıldığında su kullanımını ve sera gazı emisyonlarını büyük ölçüde azaltan gelişmiş böcek yetiştiriciliği teknolojileri kullanmaktadır (Örneğin, 1 kg sığır eti 15.500 l su gerektirirken böcek yetiştiriciliğinde sadece 2 l su kullanılmaktadır). İşleme teknikleri yüksek besin içeriği, tat kabul edilebilirliği ve gıda güvenliği sağlayarak ürünü çevreye duyarlı tüketiciler için cazip hale getirmektedir. Proje içeriklerin ötesine geçiyor; bu bir sosyal inovasyon çabası. Yenilebilir böceklerle ilgili toplumsal algıları değiştirmek için topluluk programları, eğitim kampanyaları ve stratejik ortaklıklar yürütüyoruz. “Çevreye Duyarlı Sosis Projesi” aynı zamanda doku, lezzet ve beslenmeyi optimize etmek için en ileri gıda bilimi araştırmalarından da yararlanıyor. Sosislerin tüketici beklentilerini ve tercihlerini karşılmasını sağlamak için duyuşal niteliklere odaklanmaktadır. Bu yaklaşım, tam kapsamlı, sürdürülebilir bir gıda seçeneği sunma taahhüdünün altını çizmektedir.

Sürdürülebilir Büyüme: Firmanın mevcut ürün yelpazesi böcek bazlı bir burger içeriyor, ancak böcek proteinini henüz sosis ürünlerine entegre edememiştir. Avrupadaki ülkelerden herhangi birinde bir şirketin böcekli sosis ürettiğine henüz tanık olunmamış ve duyulmamıştır. Firma hedefi, sürdürülebilir ve yenilikçi gıda çözümlerine olan bağlılığının bir kanıtı olarak önemli bir artış olan %30 böcek içeriği içeren bir sosis geliştirmektir. Bu düzeyde bir böcek içeriği iddialı ancak ulaşılabilir bir hedeftir ve ürünümüzü pazarda öncü olarak konumlandırmaktadır. Araştırma çalışmaları göz önüne alındığında, sosisin toplam miktarının en az %30'unda böcek kullanılması, yalnızca ürünün işlenmesi sırasında harcanan su ve enerji miktarını önemli ölçüde azaltmakla kalmayıp, aynı zamanda üretiminin yanı sıra CO2'nin yaklaşık 40 kat azalmasını da sağlayabilir. Ar-Ge sürecinin her aşamasında hem kurum içi hem de üçüncü tarafları kullanarak titiz içerik doğrulamaları gerçekleştireceğiz. doğruluğunu ve gıda güvenliği standartlarına uygunluğunu sağlamak için laboratuvarlar.

Sosyoekonomik Etki: Böcek bazlı ürünlere olan talebi artırarak, böcek çiftçiliği sektöründe büyümeyi teşvik ediyor, istihdam yaratıyor ve ilgili toplulukların ekonomilerini destekliyoruz. Böcek çiftlikleri çoğunlukla sahiplerince

işletilen küçük çiftliklerdir ve tamamen otomatikleştirilmiş et endüstrisine kıyasla birkaç çalışma pozisyonu yaratabilirler. Sürdürülebilir, alternatif protein kaynaklarının mevcudiyetinin artırılması, çeşitli diyetlere katkıda bulunur ve potansiyel olarak gıda güvenliği ve beslenme eksiklikleri. Ürün geliştirmemize sürdürülebilir gıdanın önemini vurgulayan eğitim programları eşlik edecektir. kaynaklarına yönlendirmek ve böylece tüketici davranışlarını daha çevre dostu tercihler yönünde etkilemek. Bu fon, bu dönüşümün gerçekleştirilmesinde çok önemli bir rol oynamakta olup, araştırma ve uygulamalara öncülük etmek için gerekli sermayeyi sağlamaktadır. Geliştirme, düzenleyici onaylardan geçme ve nihayetinde %30 böcek içeriğine sahip bir sosis üretme.



Şekil 5.3. Çevreye Duyarlı Sosis İmalatı Projesi

5.2.5. Deterjanlar ve kozmetikler için depozito iadeli iade edilebilir ambalaj - temizleme ve kurutma merkezi

Proje Özeti: Proje, şirket ürünleri için depozito iadeli iade edilebilir ambalajların temizleme ve kurutma kapasitelerini profesyonelleştirmesine ve ölçeklendirmesine yardımcı olmayı amaçlamaktadır. Bu projeden elde edilecek

sonuç, tüketicilere ürünlerin iade edilebilir ambalajlarda sunma hedefinin küçük ama gerekli bir parçasıdır. Sıvı deterjan ürünlerin dağıtımını “sıfır atık” konseptinde iade edilebilir tüketici ambalajı sistemi olarak kurgulandı. Şirket portföyünün tamamında kullanılabilen, toz ürünler için de uygun olan ve kozmetikler için sertifikalı, geniş üst açıklıklı “tek şişe” geliştirildi.

Projenin Yenilikçilik Boyutu: Firmanın yeniden kullanılabilir ambalajların profesyonel yarı otomatik temizliği ve kurutulması için bir kapasite geliştirme yapacaktır. Halihazırda firmada temizlik manuel olarak yapılmaktadır. Bu projenin şirkete getirdiği yenilik, profesyonel ve daha büyük kapasiteli iade edilebilir ambalaj temizleme ve kurutma sistemi kurmak olacaktır. Sektör için yapılacak yenilik ise temizlik, çamaşır ürünleri ve kozmetikler için iade edilebilir ambalaj konseptinin oluşturulması olacaktır. Sektörde ambalajları yeniden dolduran bazı küçük şirketler bulunmaktadır, ancak bu konsepti potansiyel olarak genişletmek, endüstri çapında bir standart haline getirmek ve ekonomik ve teknik olarak uygulanabilir olduğunu kanıtlamak projenin temel gayesidir. Kaynak tasarrufu ve plastiğin yeniden işlenmesi gerekliliği açısından bu sistemin büyük ölçekte uygulanabilir olduğuna inanılıyor. Nispeten büyük enerji talepleri ve lojistik gereksinimleri olan malzeme - temizlikten hemen sonra ambalajın yeniden kullanılması ve sanitasyon işlemleri gelmektedir.



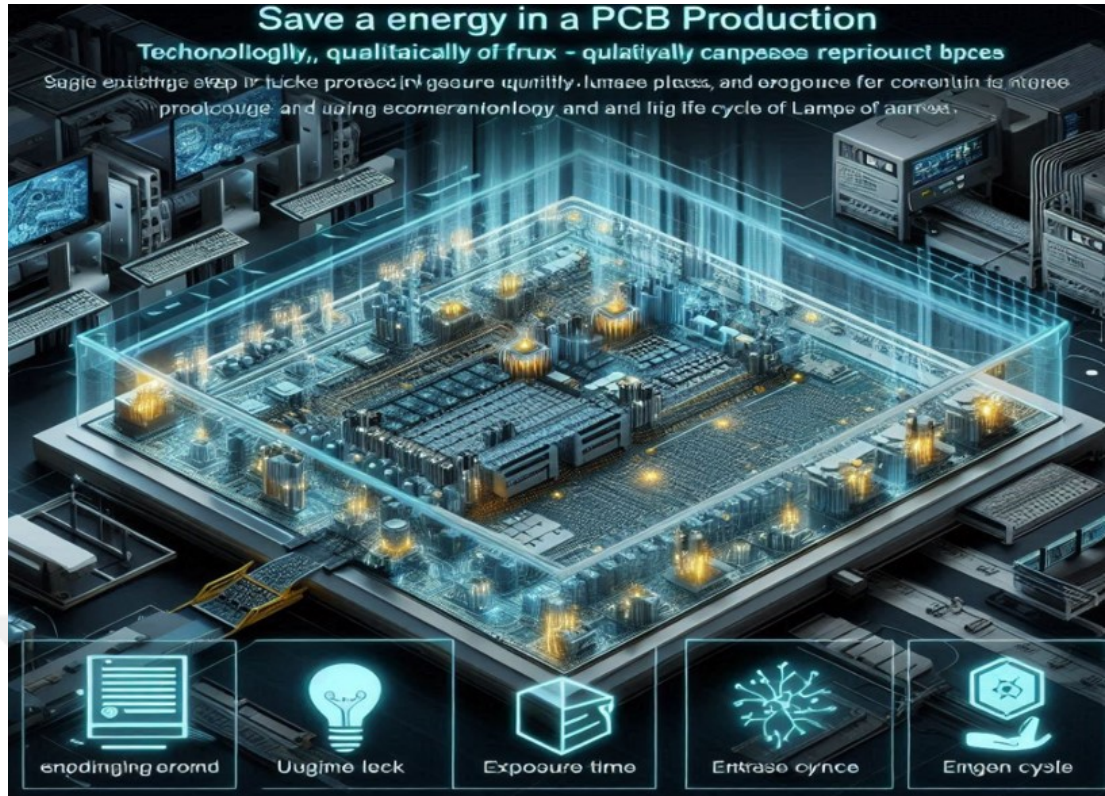
Şekil 5.4. Deterjanlar ve kozmetikler için depozito iadeli iade edilebilir ambalaj - temizleme ve kurutma merkezi

5.2.6. Gelişmiş UV LED Pozlama Teknolojisi ile Enerji Tasarrufu

Proje Özeti: Projenin amacı UV LED teknolojisini kullanarak PCB

üretiminin pozlama sürecinde enerji tasarrufu sağlamaktır. Bu süreç adımı teknolojik, niteliksel (ışık akısının homojenliği, pozlama süresi ve pozlama hassasiyeti) ve aynı zamanda enerjik ve ekolojik (yüksek enerji tüketimi ve lambaların kısa yaşam döngüsü) olarak zorludur. Pozlama üretim aşamasında kullanılan mevcut cihazların yükseltilmesini, yukarıdaki tüm faktörleri ele alacak ve bunun da ötesinde mevcut cihazların yaşam döngüsünün uzatılmasını sağlayacaktır. Şirketin toplam elektrik tüketiminin %13'üne denk gelen 132,7 MWh (belirli bir süreçte %88 tasarruf) enerji tasarrufu hesaplanmıştır. Böylece proje, CO2 sera gazı emisyonlarının yılda yaklaşık 55-ton azaltılmasına katkıda bulunabilecek. Bir diğer fayda ise uzun vadeli sürdürülebilirlik ve halihazırda kullanılan makinelerin hizmet ömrünün uzatılması ve LED çiplerin çok daha uzun ömürlü olması nedeniyle atıkların azaltılmasıdır.

Projenin Yenilikçilik Boyutu: Sorun çözümü yarı çalışma modunda test edildi. Geliştirilmiş cihaz, pozlama sırasında ışık akısının dağılımında daha doğrudur. Orijinal cihaz konik bir ışığa sahipti ve modifikasyonlardan sonra UV LED'in PCB'ye olan mesafesinin daha kısa olması ve LED çiplerinin ışık akılarının üst üste binmesi nedeniyle dik ışık elde edildi. Bu, herhangi bir yüzeyde düzenli ve eşit aydınlatma sağlar (gaz lambaları kenarlara doğru yoğunluğunu kaybeder). Pozlama süresi de önemli ölçüde kısaltılmıştır (çoğunluk desenleri için iki kat daha az; beyaz lehim maskesi için 4 kat daha az - orijinal 234s'den 54s'ye). Bu, üretkenliğin önemli ölçüde artmasına yol açtı ve daha iyi pozlama kalitesi sayesinde firmanın rekabet gücü arttı. Çözüm tasarımının geliştirilmesinin bir parçası olarak, pozlama hassasiyetinin çözülmesi ve ardından seri üretim sırasında LED çiplerinin optimize edilmesi gerekiyor. Prototip geliştirme, SW ve kontrol sistemi optimizasyonu ve bireysel adımlar zamanlama kurulumuna odaklanmıştır.



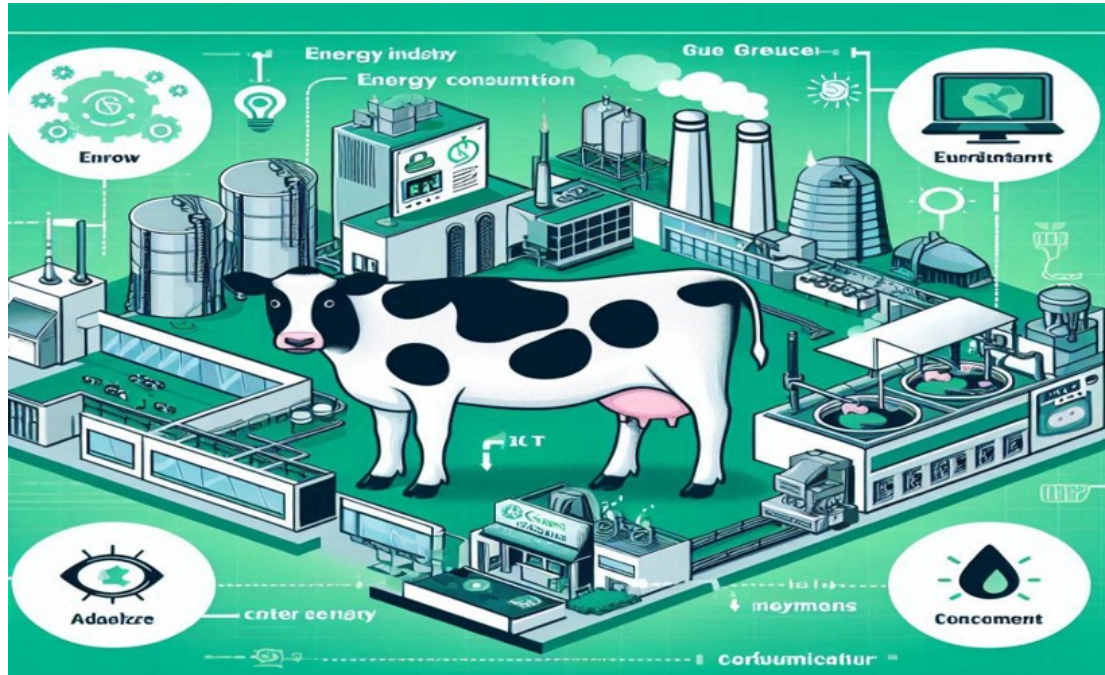
Şekil 5.5. Gelişmiş UV LED Pozlama Teknolojisi ile Enerji Tasarrufu Projesi

5.2.7. Yeşil Akıllı Tedavi

Proje Özeti: Yeşil Akıllı Tedavi projesi, sektördeki farklı süreçlerin enerji tüketimini izlemek ve süreçlerin nasıl optimize edilebileceğini analiz etmek için IOT Çözümlerini kullanarak et endüstrisi sektörünü dijitalleştirmeyi, enerji tüketimini azaltmayı ve içinde yer alan farklı değişkenlerin kontrolü yoluyla yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını iyileştirmeyi amaçlamaktadır. Veri güçtür ve firmanın hedefinde ilerlemeye devam etmesine yardımcı olacaktır. Enerji verimliliğinde mükemmel olmak, çevre üzerindeki etkisini en aza indirmek ve rekabet gücünü artırmak üzerinde durduğumuz en önemli konuların başında gelmektedir. Buna örnek olarak, günümüzde sıcaklık ve nem kontrolünün en iyi şekilde yapıldığı İber jambonunun kurutma sürecinin analizi verilebilir. Nem, gerekli olduğunda onu tutmak için enerji kullanan bir sabit olarak ayarlanır ve bu da nem ölçümlerinin uygulama olanaklarını sınırlar.

Projenin Yenilikçilik Boyutu: Enerji izleme, enerji tüketimi üzerinde benzeri görülmemiş bir görünürlük ve kontrol sunarak et endüstrisi sektörüne önemli bir yenilik getirmektedir. Bu teknoloji, et işleyicilerinin soğutma ve paketlenmeden işlemeye kadar tüm operasyonları boyunca enerji kullanımını izlemelerine ve optimize etmelerine olanak tanır. Bu sayede, operasyonel maliyetleri azaltabilir ve

sektör sürdürülebilirliği sağlanır ve ürün kalitesi teminat altına alınır. Bu yeni keşfedilen kabiliyet sadece sektörün kar hanesini iyileştirmekle kalmaz, aynı zamanda çevreye duyarlı uygulamalara yönelik artan tüketici talepleriyle uyumlu olur, bu durum da onu dönüştürücü ve yüksek et endüstrisi için önemli bir yenilik haline getirir. Bu durumda et endüstrisi veri analizine doğru evrilecektir. Ancak bu alanda henüz yürünmesi gereken uzun bir yol bulunmaktadır. Firma et endüstrisi sektöründe ön saflarında yer almaya devam etmek için bu projeyi planlamaktadır. Sektörde halihazırda tespit edilmiş olan ihtiyaçlar, teknolojinin pasif bir sistemi geliştirmek için sunduğu olanaklara odaklanmaktadır. Şirketler arasında faydaları bilinen, ancak henüz yaygın bir şekilde uygulanmayan izleme sistemi istatistik, makine öğrenimi ve yapay zekâya dayalı yeni teknikler aracılığıyla operasyonlarını daha verimli hale getirebilirler. Firma kurutma sürecini optimize edecek algoritmalar oluşturmak için toplanan tüm verileri kullanmaktadır. Bu bir sonraki uygulamasının ardından enerji verimliliği, yeşil ve dögüsel ekonomi yolunda attığı önemli bir adım olacaktır. Yenilenebilir bir enerji kaynağı olarak güneş enerjisinden azami ölçüde faydalanılması hedeflenmektedir. IOT'ye dayalı bu izleme sistemi, sektörün çok özel bir kısmına odaklanacağı için bir yeniliği temsil etmektedir, Teknoloji tabanlı şirketlerin henüz çözümlerine odaklanmadığı kurutma süreci, projeyi diğer şirketlerin gelişmesine yardımcı olacak yeni bir hizmet olarak yazılımın doğabileceği tekil proje konumundadır.



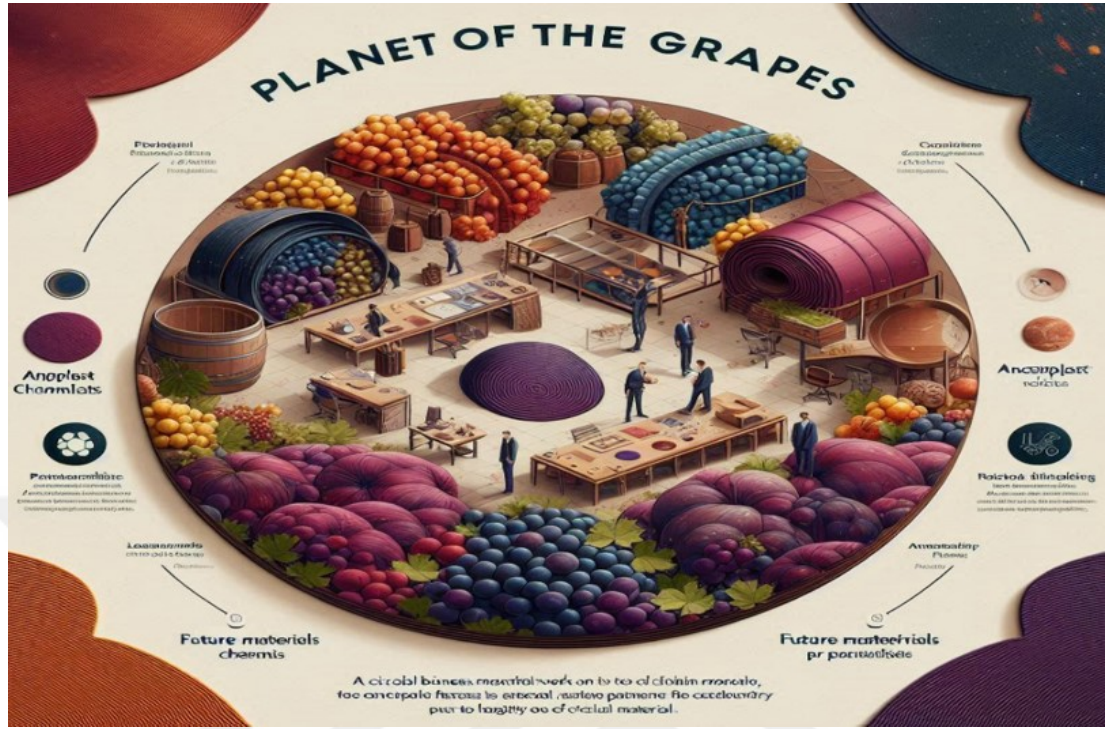
Şekil 5.6. Yeşil Akıllı Tedavi Projesi

5.2.8. Üzümlerin Gezegeni

Proje Özeti: Üzümlerin Gezegeni projesi, yerel şarap endüstrisinden gelen üzüm atıklarının moda, yaşam tarzı ve iç mekan sektörleri için biyo-bazlı bir üzüm derisi malzemesine dönüştürerek döngüsel bir iş modeli üzerinde çalışmaktadır. İleriyi düşünen yaklaşım olarak, döngüsel malzemelerin uzun ömürlü olmasına öncelik verilmektedir. Üzüm derisi malzememiz, İtalya'nın Milano kentinde bulunan üst düzey bir kaplama şirketi olan Ancaplast ve Fransa'daki ITECH üniversitesinde dünyadaki tek hayvansal deri programından gelen geleceğin malzeme kimyagerleri ile kurulan ortaklıklarla işbirliğinin bir kanıtı olarak duruyor. Bu yolculuk, sektörün önde gelen üst düzey isimleri tarafından titizlikle onaylandı. Bu yolculuk, İngiltere'de otuz yılı aşkın bir süredir endüstri için el çantaları üreten saygın bir zanaatkar da dahil olmak üzere, üst düzey moda endüstrisinin önde gelen isimlerinden titiz bir doğrulama gördü. Vizyonerlerin büyük ilgisini çeken malzememiz için ön pilot endüstri testlerine başlamanın eşliğindeyiz.

Projenin Yenilikçilik Boyutu: Proje, dairesel ekosistemi yerel markalarımızla somutlaştırmaya ve büyütmeye olanak tanıyacak ve aynı zamanda yenilikçi dairesel malzeme teknolojisini aksesuar pazarı için Ar-Ge ve prototip aşamasından yeni moda ve yaşam tarzı için prototip ve ön üretim aşamasına kadar ilerletmeyi sağlayacaktır. Bu sezon domates atığı için ilk kez kullanılan yeni, dairesel, teknolojik bir kurutma makinesi ve öğütücüyle işbirliği yapıldı ve bu teknolojiyle 50 kg üzüm cibresi test edildi ve işe yaradığı görüldü. Bu, bir ton üzüm cibresini 6 haftada havada kurutmaktan, bir domates fabrikasının buharını kullanarak 2 saatte 5 tona kadar cibre kurutmaya geçmeyi sağlayacak büyüklüktedir. Kurutulmuş üzüm cibresi daha sonra hazırlanarak Milano'daki üretim öncesi kaplama şirketine gönderilecek. Üzüm cibresi toplamalarına yönelik teknik veri sayfasının nasıl tamamlanacağına ilişkin eğitim de dahil olmak üzere bağcılarla iletişim ve işbirliği, bu sektörler arası kurutma makinesinin bir sonraki hasadına hazırlık çalışmaları devam etmektedir. Daha büyük miktarlardaki üzüm cibresini daha hızlı dönüştürmek, üzüm derisi teknolojisi için daha yüksek miktarlarda elde etmeyi sağladığından, bu adım proje için kritik bir adımdır. Proje için üzüm derisi formülü test edilecek, prototipler üretilecek ve bu prototiplerin performansı test edilecektir. Daha sonra Milano'daki kaplama şirketiyle üretim öncesi çalışmalar gerçekleştirilecek ve tekrar testler yapılacaktır. Proje ile aksesuarlar, moda, ayakkabı ve iç mekan pazarları için dayanıklı üzüm derisi yapılması planlanıyor. Bu endüstrilerin her birinde yeni teknoloji için prototip oluşturmak ve pilot testler yapmak titiz bir dikkat gerektirecektir. Amaç, tartışmalı hayvan derisinin kullanımını azaltırken, materyalimizin tamamen sentetik hayvan derisi alternatiflerinin performansı ile eşleşmesini veya bu performansı aşmasını sağlamak için formül

bulmak ve üretim süreçlerine geçiş sağlamaktır.



Şekil 5.7. Üzümlerin Gezegeni Projesi

5.2.9. ÇEVKO Vakfı (Çevre Koruma ve Ambalaj Atıkları Geri Kazanım ve Geri Dönüşüm Vakfı)

Genel bakış:

ÇEVKO, Türkiye'de geri dönüşüm ve atık yönetiminin desteklenmesine öncülük eden, kar amacı gütmeyen bir kuruluştur. 1991 yılında kurulan şirket, geri dönüşüm oranlarını artırmak için belediyeler, endüstriler ve tüketicilerle işbirliği yapıyor.

Temel Uygulamalar:

1- Kamuoyu Bilinçlendirme Kampanyaları: ÇEVKO, geri dönüşümün ve atıkların doğru şekilde bertaraf edilmesinin önemi konusunda halkı eğitmek amacıyla kapsamlı kampanyalar yürütmektedir.

2- Ambalaj Atıkları Yönetimi: Ambalaj atıklarının toplanmasını ve geri dönüştürülmesini sağlamak için 2.000'in üzerinde firma ile çalışmaktadır.

3- Belediye Ortaklıkları: Geri dönüşüm altyapısının kurulması ve iyileştirilmesi için belediyelerle işbirliği yapar.

Etki:

1- Ambalaj malzemelerinin geri dönüşüm oranlarında önemli artış.

2- Geri dönüşüm programlarına halkın farkındalığının ve katılımının artırılması.



Şekil 5.8. Çevre Koruma ve Ambalaj Atıkları Geri Kazanım ve Geri Dönüşüm Vakfı

5.2.10. Sıfır Atık Projesi

Genel Bakış:

T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından başlatılan Sıfır Atık Projesi, atık üretimini azaltmayı ve ülke genelinde geri dönüşüm ve yeniden kullanım uygulamalarını teşvik etmeyi amaçlamaktadır.

Temel Uygulamalar:

Mevzuat: Atık azaltma ve geri dönüşümü desteklemek için yasa ve yönetmeliklerin uygulanması.

Altyapı Geliştirme: Kamusal alanlarda, hükümet binalarında ve okullarda geri dönüşüm tesislerinin ve atık ayrıştırma ünitelerinin kurulması.

Eğitim Programları: Vatandaşları sıfır atık uygulamaları hakkında bilgilendirmek için ülke çapında eğitim kampanyaları.

Etki:

Çöp sahalarına gönderilen atıkların azaltılması.

Artan geri dönüşüm oranları ve kaynak verimliliği.

Sıfır atık ilkelerinin geniş halk kitleleri ve kurumlar tarafından benimsenmesi.



Şekil 5.9. Sıfır Atık Projesi

5.2.11. ECOBATUM (Ekolojik ve Ekonomik Dönüşüm Projesi)

Genel bakış:

ECOBATUM, geleneksel ekonomik faaliyetlerin sürdürülebilir ve çevre dostu uygulamalara dönüştürülmesine odaklanmaktadır. Bu kapsamda tarım, turizm ve imalat gibi sektörler yer almaktadır.

Temel Uygulamalar:

Çevre Dostu Tarım Uygulamaları: Organik tarımı, kimyasal girdilerin azaltılmasını ve tarımda yenilenebilir enerji kullanımını teşvik eder.

Sürdürülebilir Turizm: Çevresel etkiyi en aza indiren ve yerel toplulukları destekleyen eko-turizm girişimleri geliştirir.

Yeşil Üretim: Endüstrilerde daha temiz üretim teknolojilerinin ve atık minimizasyon stratejilerinin benimsenmesini teşvik eder.

Etki:

Tarım ve turizm sektörlerinde sürdürülebilirliğin artması.

Üretim süreçlerinin çevresel ayak izinde azalma.



Şekil 5.10. Ekolojik ve Ekonomik Dönüşüm Projesi

5.2.12. Kale Grubu - Seramikte Döngüsel Ekonomi

Genel bakış:

Türkiye'nin önde gelen seramik üreticilerinden Kale Grubu, atıkları en aza

indirmek ve kaynak verimliliğini en üst düzeye çıkarmak için döngüsel ekonomi ilkelerini üretim süreçlerine entegre etti.

Temel Uygulamalar:

Atık Geri Dönüşümü: Seramik atıklarını üretim sürecine geri dönüştürerek hammadde ihtiyacını azaltıyor.

Enerji Verimliliği: Üretimde enerji verimli teknolojileri ve yenilenebilir enerji kaynaklarını uygular.

Su Yönetimi: Tatlı su tüketimini en aza indirmek için üretim süreçlerinde suyu yeniden kullanır.

Etki:

Hammadde ve enerji tüketiminde önemli azalma.

Azalan üretim maliyetleri ve çevresel etki.



Şekil 5.11. Kale Grubu - Seramikte Döngüsel Ekonomi

5.2.13. Şişecam - Cam Geri Dönüşüm Girişimi

Genel Bakış:

Türkiye'nin önde gelen cam üreticilerinden Şişecam, cam atıkların geri kazanımı ve yeniden kullanımı için kapsamlı cam geri dönüşüm programları oluşturmuştur.

Temel Uygulamalar:

Toplama Sistemleri: Kullanılmış camın iadesini kolaylaştırmak için ülke genelinde cam toplama noktaları kurulmuştur.

Kamu Farkındalığı: Tüketicileri camı geri dönüştürmeye teşvik etmek için

kampanyalar yürütür.

Geri Dönüşüm Teknolojisi: Geri dönüştürülmüş camın kalitesini ve verimliliğini artırmak için gelişmiş geri dönüşüm teknolojilerine yatırım yapar.

Etki:

Camın geri dönüşüm oranlarının artması, işlenmemiş hammadde ihtiyacının azalması.

Cam üretiminde enerji tüketiminin ve sera gazı emisyonlarının azaltılması.



Şekil 5.12. Şişecam - Cam Geri Dönüşüm Girişimi

5.2.14. Coca-Cola İçecek - Atıktan Kaynağa Girişimleri

Genel bakış:

Coca-Cola İçecek, üretim ve dağıtım süreçlerinde atık azaltma ve kaynak verimliliğine odaklanan çeşitli döngüsel ekonomi girişimlerini hayata geçirmiştir.

Temel Uygulamalar:

Ambalaj Azaltma: Ambalaj malzemelerinin ağırlığını azaltır ve geri dönüştürülmüş içerik kullanır.

Su Yönetimi: Su tasarrufu önlemleri uygular ve operasyonlarında suyu yeniden kullanır.

Atık Yönetimi: Geri dönüşüm ve atıktan enerji elde etme girişimleri yoluyla çöp sahasına sıfır atık için çaba gösterir.

Etki:

Üretim ve ambalajlamanın çevresel ayak izinde azalma.

Operasyonlarda gelişmiş kaynak verimliliği ve sürdürülebilirlik.

Türkiye'nin döngüsel ekonomiye geçişi, hem kamu hem de özel sektörün önemli çabalarıyla gerçekleşmektedir. Bu girişimler yalnızca çevresel etkilerin azaltılmasına yardımcı olmakla kalmıyor, aynı zamanda yeni iş fırsatları yaratarak ve kaynak verimliliğini artırarak ekonomik faydalar da sağlıyor. Daha sürdürülebilir bir gelecek için bu uygulamaların desteklenmeye devam edilmesi ve yaygınlaştırılması şarttır.



Şekil 5.13. Coca-Cola İçecek - Atıktan Kaynağa Girişimleri

5.2.15. Batman Petrol Atıkları Geri Dönüşüm Projesi

Batman petrol bölgesinde olduğu için her yıl bir çok petrol arama firması binlerce metre derinliklerde kuyular açarak petrol aramaktadır. Bu aramalarda yüksek oranda kimyasal madde kullanımı gerçekleştirilmektedir. Petrol kuyusundaki arama çalışmaları sırasında çok yüksek miktarda içersinde en az %30 oranında petrol ve farklı kimyasal madde bulunan çamur halinde atık çıkarılmaktadır. Normal şartlarda bu atıkarın düzenli olarak Kocaelide bulunan İZAYDAŞ atık bertaraf merkezine götürülmesi gerekmektedir. Bu bertaraf işlemi için TPAO (Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı) her yıl çok yüksek bedellerde ihaleye çıkarak atıkların düzenli bir şekilde nakliye edilmesine çalışmaktadır. Fakat bölge halkının ifadeleri ve bölgede yapılan analizler ve meclis tutanaklarında geçen ifadeler, Batman'ın yer altında milyonlarca metreküp petrol atığının olduğu ve içme suyu için yapılan analizlerde insan sağlığı için tehlikeli olan fenol bulunduğu görülmüştür. Tüm bu etkenler gözönünde bulundurularak 2014 yılında Dicle Kalkınma Ajansı Batman Yatırım Destek Ofisi ve Batman Ticaret Sanayi Odası ortaklığından bir proje

araştırması yapılmıştır.

Bu proje ile Batman'ın yer altında bulunan ve yeni açılacak kuyulardan elde edilecek petrol atıklarının bölgede bulunan çimento fabrikalarının yüksek dereceli fırınlarında yakılması ile bertaraf edilmesi tasarlanmıştır. Proje kapsamında yapılan analizlerde petrol atıklarının en %30 oranında ısı değeri olan petrol bulunduğu ve bunun ara bir ayrıştırma işlemi ile çimento fabrikası fırınlarında yakıt olarak kullanılabilmesi saptanmıştır. Bu işlem için Siirt Kurtalan ilçesindeki Limk Kurtalan Çimento Fabrikası ve Mardin'deki Mardin Çimento Fabrika yönetimleri ile görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Mardin Çimento fabrikası daha önce bu işlem için bir deneme yapmış ve işlem başarılı olmuştur.

Proje kapsamında şöyle bir tasarım yapıldı: 1- TPAO bölgedeki tüm petrol arama şirketleri ile anlaşma yapılacak ve petrol atıkları tek merkezde toplanacak, 2- Batman merkezde veya anlaşma sağlanacak olan çimento fabrikasının yakınında bir ayrıştırma merkezi kurulacak ve toplanan tüm atıklar bu merkezde ayrıştırılacak 3- Ayrıştırma sonucunda çimento fabrikasında yakıt olarak kullanılacak olan atıklar konveyör ile direkt çimento fabrikasının fırınına beslenecek, kalan zararsız çamur doğal ortama diğer tehlikeli atıklar da bertaraf edilmek üzere ilgili yerlere transfer edilecektir.

Bu işlemler sonucunda, 1- Çimento fabrikaları en yüksek girdi maliyeti olan elektrik veya doğalgaz giderinin bir kısmından kurtulmuş olacak, 2- Çevre için zararlı olan bu atıklar çevreye zarar vermeden bertaraf edilecek ve 3- TPAO her yıl yüksek bedeller ödeyerek bertaraf etmek için ödediği paradan kurtulmuş olacaktır.



Şekil 5.14. Batman Petrol Atıkları Geri Dönüşüm Projesi

5.2.16. Babil Biyogaz Enerji Sistemleri San. ve Ltd. Şti.

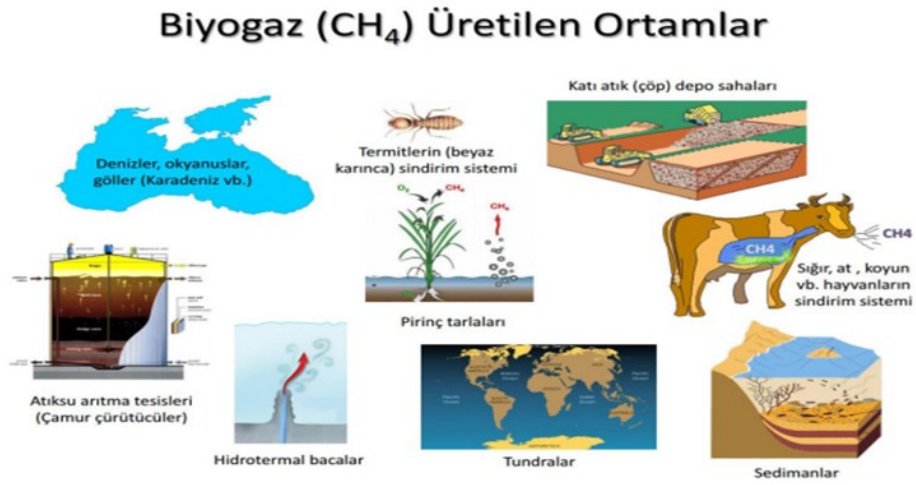
Şanlıurfa Tarıma Dayalı İhtisas Organize Sanayi Bölgesi 2007 yılında etrafı duvarla çevrili 8.360 dönüm ve duvarların dışında kalan yaklaşık 1.000 dönüm olmak üzere 9.360 dönümlük bir alan üzerine kurulmuştur. OSB'nin kapasitesi her biri en 200 büyükbaş hayvan kapasitesinde olan 534 işletmeden oluşmaktadır. OSB'deki 534 arazinin 532 tanesinin yer tahsisi yapılmış ve bu işletmelerin 150 tanesi aktif olarak çalışmaya başlamıştır. OSB'de halihazırda yaklaşık olarak 12000 tane büyükbaş hayvan bulunmaktadır.



Şekil 5.15. BESİ OSB'de Faaliyet Gösteren Bir Hayvancılık İşletme Örneği

Şanlıurfa İli Eyyübiye İlçesi, Çalışkanlar Köyü Şanlıurfa Tarıma Dayalı

İhtisas Organize Sanayi Bölgesi mevkiinde kurulu olan Babil Biyogaz Enerji Sistemleri Sanayi ve Ticaret Anonim Şirketi aynı zamanda bünyesinde GES de bulundurmaktadır. Tamamen çevreye dost yeşil enerji ve gübre tesisidir. Çevrede oluşan organik atıklardan gübre ve elektrik üretmektedir. Çevreyi hem temizlemekte hem istihdam sağlamaktadır. Tesisin çalışma prensibi organik atıkları (hayvansal gübreler, bitkisel atıklar ve gıda sanayi atık suları) kullanarak belli bir süre anaerobik ortamda fermantasyon işlemine tabi tutarak biyogaz elde etmek ve ortaya kararlı çevre açısında zararı olmayan gübre elde etmektir. Tesisin elektrik enerji kapasitesi 4,5 MW'tır. Tesisin son atık ürünü olan hayvan atığı da gübre haline getirilmekte ve sıfır atık prensibi ile çalışmaktadır.



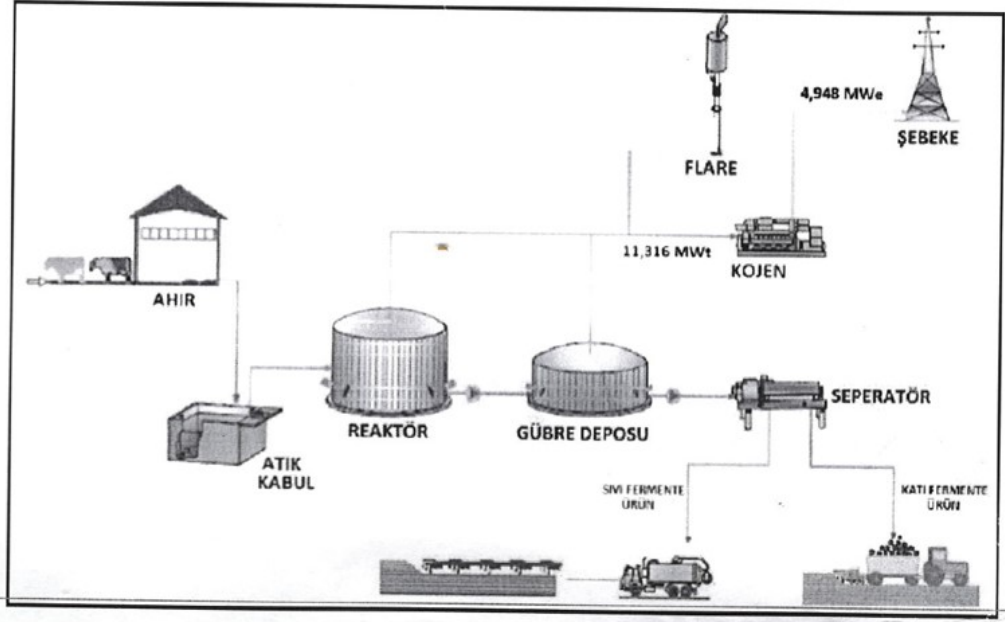
Şekil 5.16. CH₄ Üreten Alanların Şeması



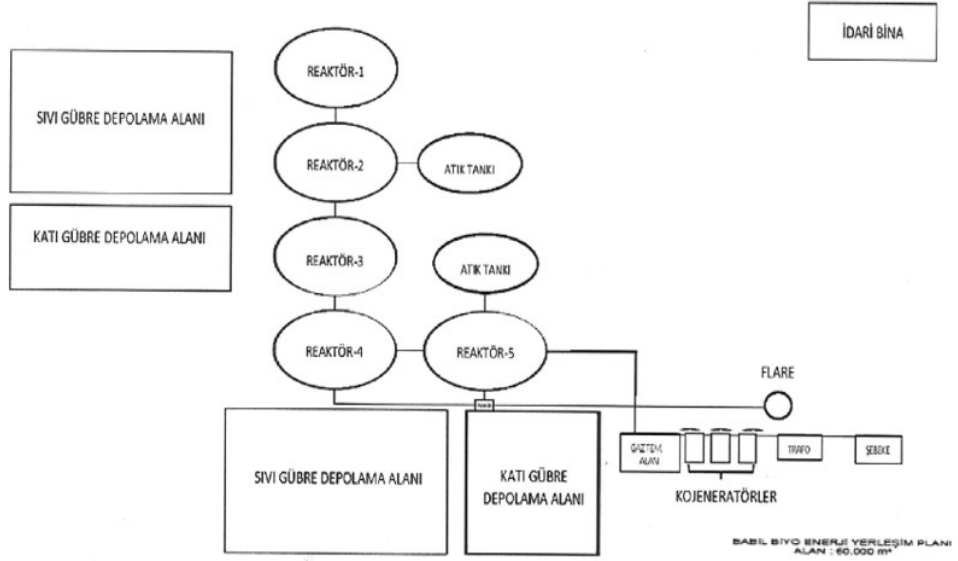
Şekil 5.17. Anaerobik Arıtım Şeması



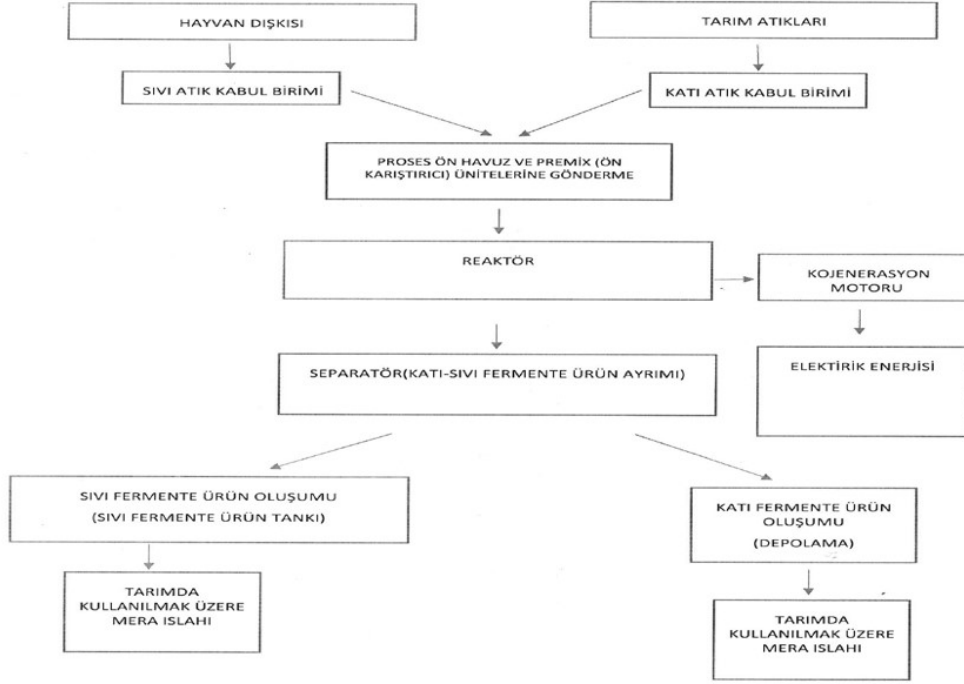
Şekil 5.18. Babil Biyogaz Tesisi



Şekil 5.19. Babil Biyogaz Atık Kabul Şeması



Şekil 5.20. İşletme Genel Vaziyet Planı



Şekil 5.21. Tesis Genel İş Akış Şeması

Babil Biyogaz Teisi için tespti edilen Bulgular ve Öneriler:

1- İşletme kapasitesi OSB'deki tüm firmaların faal olarak çalışacağı öngörülerek tasarlanmıştır. Fakat 534 işletmeden sadece 150 tanesi halihazırda aktif olarak faaliyet göstermektedir ve geri kalan firmaların tam kapasite ile çalışması daha zaman alacaktır. Dolayısıyla işletme kapasitesinin çok altında çalışma yapmaktadır.

2- BESİ OSB'nin ilk planında tüm işletmelerden atıkların kanallar vasıtasıyla Biyogaz tesisine otomatik olarak gelecek şekilde tasarlanmıştır. Fakat OSB'nin fiziksel şartlarından dolayı bu gerçekleşmemiştir ve şirket bir kamyon ile firmaları tek tek dolaşarak atıkları manuel olarak toplamaktadır. Bu durum;

a- Babil şirketi için ek nakliye maliyeti oluşturmakta ve verimliliğini düşürmektedir

b- Kamyonlar bir işletmeden diğerine fiziksel olarak ziyaret ettiği için firmalar arası olası hastalıkları da beraberinde taşımaktadır.

3- Firmalar OSB'de henüz su altyapısı olmadığı için işletmelerindeki sıyırıcıları çalıştırmamakta ve atıkları katı olarak biyogaz tesisine teslim etmektedir.

Bu durumda biyogaz tesisi için ek maliyete neden olmaktadır. Bu durumu engellemek için OSB yönetiminin su altyapısını tamamlayıp, işletmelerin atıkları sıvı olarak teslim etmesini sağlamalıdır.

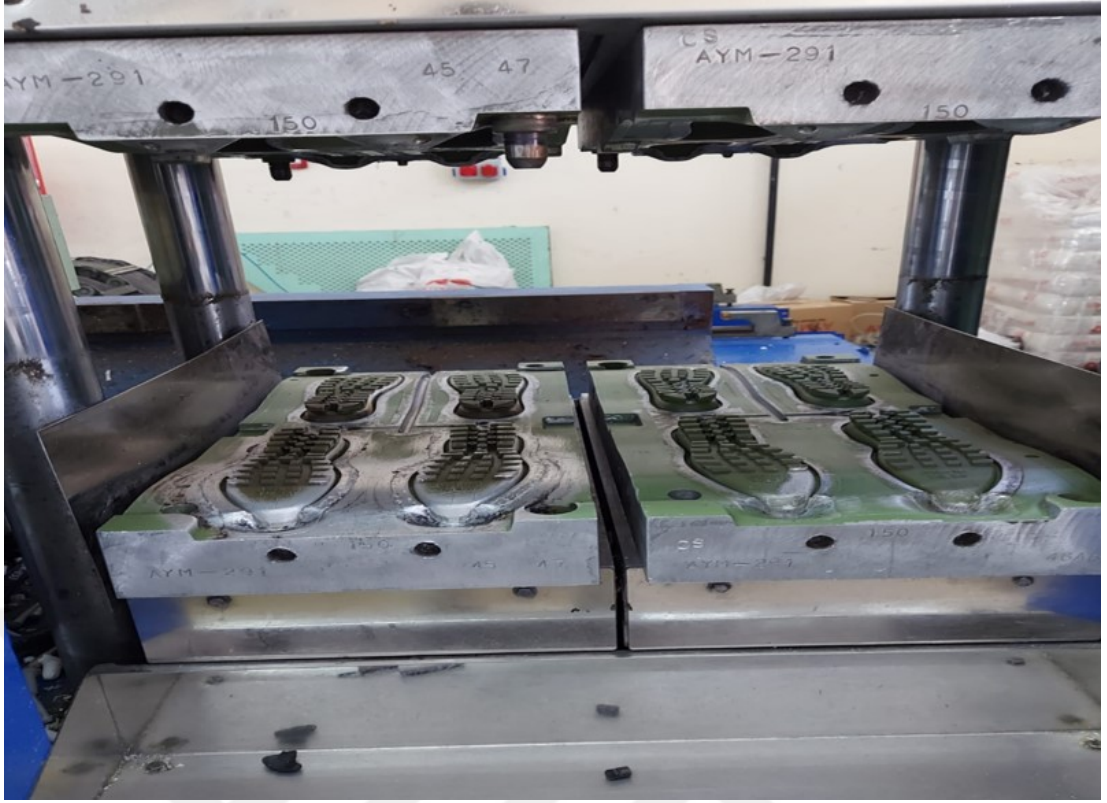
5.2.17. AYM Taban Firması

AYM TABAN firması ayakkabı sektöründe 10 seneye yakın merdane-garson-zenne ve çocuk grubunda ayakkabı üreten firmalara hizmet vermektedir. Müşterilerine geniş kalıp yelpazesi çeşitli ürünleriyle hizmet vermektedir. Bu ürünler arasında faylon, termo, kauçuk, tpu ve poliüretan hammaddeli ürünler bulunmaktadır. Firma Şanlıurfa Suruç Belediyesi tarafından Şanlıurfa Organize Sanayi Bölgesinde inşa edilen 3216 metrekare kapalı alanda faaliyet göstermektedir.



Şekil 5.22. Granül Hammaddesi

Firma ayakkabı taban imalatı için ilk işlem olarak hammaddeyi granül haline getirmektedir. Daha sonra enjeksiyon işlemi ile kalıp makinasına geçilmektedir.



Şekil 5.23. Ayakkabı Kalıbı

Granül olarak enjeksiyon makinasına gelen hammadde ısıtılarak sıvılaştırılır ve kalıp makinası getirilir. Kalıp makinasında malzeme taban şeklini alır.



Şekil 5.24. Ayakkabı Tabanı İmalatı

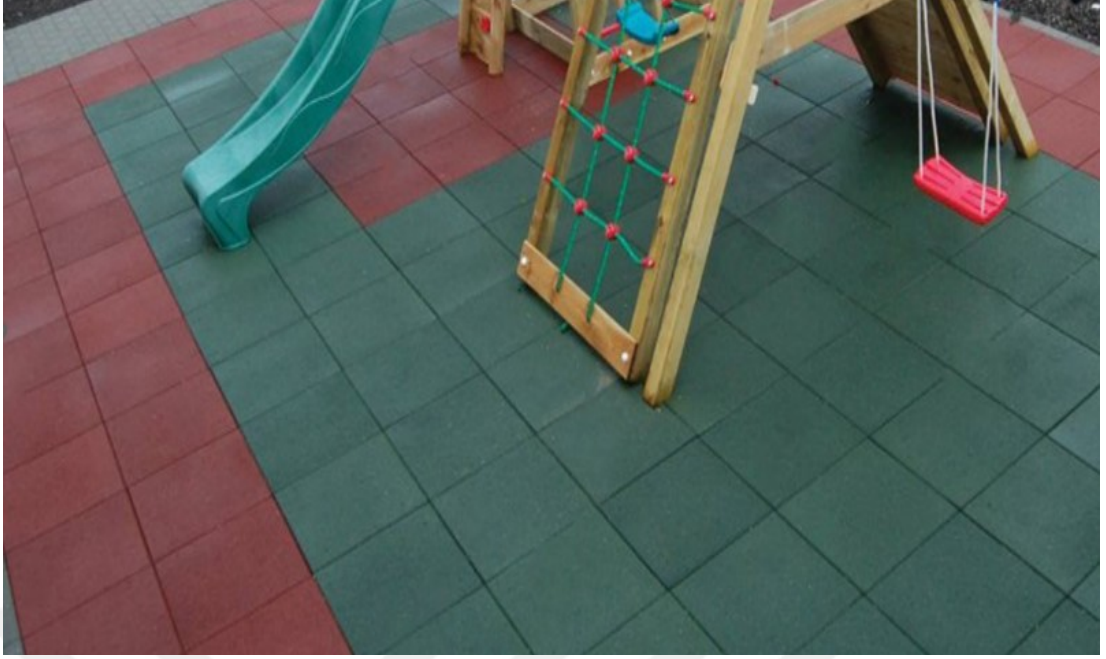
Taban kalıplarında şekil alan malzemeler orta alanda masalara getirilerek kalıp makinasında oluşan fazla kısımlar kesilerek son halini alır.



Şekil 5.25. İmalat Esnasında Oluşan Atık Malzemeler

İmalat sonunda oluşan bu atık malzemeler torbalara doldurularak tekrar değerlendirilmek üzere başka işletmelere gönderilmektedir. Bu malzemeler;

1- Geri dönüşüm firmaları tarafından toplanarak tekrar granül haline getirilir ve yürüyüş yollarında, açık spor alanlarında veya parklarda yumuşak zemin olarak kullanılır.



Şekil 5.26. Park alanında kullanılan kauçuk malzeme

2- Çimento firmaları tarafından toplatılarak yüksek ısıdaki fırınlarda yakıt olarak kullanılmaktadır. Ayrıca yakıt esnasında çıkan siyah duman ise siyah boya olarak tekrar imalata verilmektedir.



Şekil 5.27. Çimento Fabrikasının Siyah Dumanından Üretilen Boya

Çimento fabrikalarının bu malzemeyi yakıt olarak kullanması için yüksek miktarda bu maddeden hazır olması gerekmektedir. Fakat Şanlıurfa'da henüz bu alanda imalat yapan yeterli firma olmadığı için oluşan atıklar ancak geri dönüşüm firmaları tarafından değerlendirilmektedir.

5.2.18. Zorluklar ve Engeller

Endüstriyel simbiyoz ve döngüsel ekonomi uygulamaları, önemli çevresel, ekonomik ve sosyal faydalar sunmasına rağmen, bu uygulamaları benimsemek isteyen endüstriler çeşitli zorluklarla karşılaşmaktadır. Ekonomik ve finansal engeller arasında, geri dönüşüm tesisleri, atık işleme tesisleri ve enerji tasarruflu ekipmanlar gibi yeni teknolojilere ve altyapıya yüksek başlangıç maliyetleri ile yatırım yapma gerekliliği yer alır. Bu yatırımlar, belirsiz getiriler ve uzun geri ödeme süreleri nedeniyle risklidir ve geri dönüşüm ürünlerinin maliyet rekabetçiliği düşük olabilir. Teknik ve teknolojik zorluklar, etkili geri dönüşüm ve atık işleme teknolojilerinin tam olarak gelişmemiş olması ve bu süreçlerin mevcut sistemlere entegrasyonunun karmaşıklığı gibi sorunları içerir. Geri dönüştürülmüş malzemelerin tutarlı kalitesini sağlamak ve malzeme ile süreçlerde standardizasyon eksikliği de teknik zorluklar

arasında yer alır. Düzenleyici ve politika engelleri, karmaşık düzenleyici ortamlar ve standartlaştırılmış uygulamaların eksikliği ile ilgilidir; bu, yeni döngüsel ekonomi tesisleri için gerekli izin ve lisans süreçlerini zorlaştırır. Organizasyonel ve kültürel zorluklar ise, geleneksel ekonomik modellerin derinlemesine yerleşmiş olması nedeniyle değişime karşı direnci içerir. Ayrıca, döngüsel ekonomi ve endüstriyel simbiyozun faydaları konusunda farkındalık ve eğitim eksikliği, işbirliği ve bilgi paylaşımını zorlandırmaktadır. Lojistik ve tedarik zinciri sorunları, malzeme akış yönetimi ve tedarik zinciri entegrasyonunun karmaşıklığı ile ilgilidir; atık malzemelerin toplanması ve ayrıştırılması lojistik açıdan maliyetli ve zorlayıcı olabilir. Pazar ve tüketici engelleri de geri dönüştürülmüş ürünlerin algılanan düşük kalitesi ve hijyen kaygıları nedeniyle bu tür ürünlere yönelik sınırlı talebi içermektedir. Ürün tasarımında uzun ömürlülük, tamir edilebilirlik ve geri dönüştürülebilirlik gibi döngüsel ekonomi ilkelerinin uygulanması, mevcut pazar beklentileri ve inovasyon döngüleri ile sınırlı kalabilir. Bu zorlukların üstesinden gelmek, döngüsel ekonomi uygulamalarının daha geniş çapta benimsenmesi ve sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşılması için kritik öneme sahiptir.

6. SONUÇLAR

6.1. Politika Çıkarımları

Döngüsel ekonomi ve endüstriyel simbiyoz uygulamalarının entegrasyonunu teşvik etmek için hükümet politikaları ve düzenlemeleri kritik bir rol oynar. Etkili politika çerçeveleri, endüstrilerin daha sürdürülebilir uygulamalara geçişini sağlamak için çeşitli stratejiler kullanabilir. Atık yönetimi yönetmelikleri, endüstriyel atıkların azaltılmasını, geri dönüştürülmesini ve uygun şekilde bertaraf edilmesini zorunlu kılarak, çevresel sürdürülebilirliği destekler. Örneğin, Avrupa Birliği'nin Atık Çerçeve Direktifi, belirli geri dönüşüm hedefleri belirler ve genişletilmiş üretici sorumluluğunu (EPR) teşvik eder, bu da üreticilerin ürünlerinin yaşam döngüsü boyunca sorumluluk taşımasını sağlar. Ayrıca, ürün tasarım standartları, ürünlerin dayanıklılık, tamir edilebilirlik ve geri dönüştürülebilirlik gibi döngüsel ekonomi ilkelerine uygun olarak tasarlanmasını zorunlu kılabilir. AB'nin Ekotasarım Direktifi, enerji ile ilgili ürünlerin çevresel performansını iyileştirmek için yaşam döngüsü gereklilikleri belirleyerek bu yaklaşımı destekler. Bu düzenlemelerin etkin bir şekilde uygulanabilmesi için uyumluluk izleme mekanizmaları gereklidir; hükümetler düzenli teftiş ve denetimler yaparak yönetmeliklere uyulmasını sağlayabilir. Ayrıca, uyumsuzluk durumlarında cezalar uygulamak ve uyum sağlayan şirketlere teşvikler sunmak, endüstrileri döngüsel ekonomi ve endüstriyel simbiyoz uygulamalarını benimsemeye teşvik edebilir. Örneğin, aşırı atık üretimi yapan firmalara cezalar verilirken, yüksek geri dönüşüm oranları elde eden şirketlere vergi indirimleri gibi mali teşvikler sağlanabilir. Bu politikalar ve düzenlemeler, sürdürülebilir endüstriyel uygulamalara geçişi hızlandırmada ve döngüsel ekonominin ilkelerini yaygınlaştırmada önemli bir rol oynar.

6.1.1. Ekonomik Araçlar ve Teşvikler

Döngüsel ekonomi ve endüstriyel simbiyoz uygulamalarını teşvik etmek için ekonomik araçlar ve teşvikler, hükümet politikalarının önemli bir parçasıdır. Finansal teşvikler arasında, sübvansiyonlar ve hibeler, döngüsel ekonomi projelerinin geliştirilmesi ve uygulanması için endüstrilere sağlanarak ilk yatırım maliyetlerini karşılamalarına yardımcı olabilir. Aynı zamanda, geri dönüşüm teknolojilerine veya yenilenebilir enerjiye yatırım yapan şirketlere vergi kredileri gibi vergi teşvikleri, sürdürülebilir uygulamaların benimsenmesini teşvik eder. Piyasa temelli araçlar ise, karbon emisyonlarına bir fiyat koyan ve endüstrileri çevresel etkilerini azaltmaya teşvik eden AB Emisyon Ticareti Sistemi (ETS) gibi emisyon ticareti planlarını içerir. Bu planlar, kaynak verimliliğini ve endüstriyel simbiyozu destekleyerek

endüstrilerin sürdürülebilir uygulamaları benimsemesini sağlar. Ayrıca, Genişletilmiş Üretici Sorumluluğu (EPR) programları, üreticileri ürünlerinin tüm yaşam döngüsünden sorumlu tutar ve geri alma, geri dönüşüm ve bertaraf süreçlerini yönetmelerini zorunlu kılar. Bu programlar, üreticileri geri dönüşümü kolaylaştıracak şekilde ürünler tasarlamaya teşvik ederken, aynı zamanda tersine lojistik ağlarının geliştirilmesini destekler. Bu ekonomik araçlar ve teşvikler, endüstrilerin döngüsel ekonomi ve endüstriyel simbiyoz uygulamalarını benimsemeleri için güçlü bir motivasyon sağlayarak, sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşılmasına katkıda bulunur.

6.1.2. Araştırma, Geliştirme ve İnovasyon Desteği

Döngüsel ekonomi ve endüstriyel simbiyoz uygulamalarının ilerlemesini desteklemek için araştırma, geliştirme ve inovasyon kritik bir rol oynamaktadır. Hükümetler, Ar-Ge finansmanı yoluyla döngüsel ekonomi ve endüstriyel simbiyoz inovasyonlarına odaklanan projelere araştırma hibeleri sağlayarak, kaynak verimliliğini artıran ve atık yönetimini iyileştiren yeni teknolojilerin ve süreçlerin geliştirilmesine destek olabilirler. Ayrıca, inovasyon merkezleri ve mükemmellik merkezlerinin kurulması, akademi, sanayi ve hükümet arasında işbirliğini teşvik ederek, döngüsel ekonomi uygulamalarında önemli ilerlemeler kaydedilmesini sağlayabilir. Kamu-özel sektör ortaklıkları (PPP'ler) da bu süreçte önemli bir araç olarak kullanılabilir; devlet, sanayi ve araştırma kurumlarını bir araya getirerek ortak projeler geliştirilmesine olanak tanır ve her sektörün güçlü yönlerinden yararlanarak döngüsel ekonomi ve endüstriyel simbiyoz girişimlerini destekler. Ayrıca, hükümetler döngüsel ekonomi ve endüstriyel simbiyoz uygulamalarının faydalarını ve uygulanabilirliğini göstermek için tanıtım projelerini destekleyebilir. Bu tür projeler, bu yenilikçi yaklaşımların daha geniş çapta benimsenmesi için bir model teşkil edebilir ve başarılı örnekler sunarak diğer endüstrilerin bu uygulamaları benimsemelerini teşvik edebilir. Bu tür destekler, döngüsel ekonomiye geçişi hızlandırmaya ve sürdürülebilir endüstriyel uygulamaların yaygınlaşmasına katkıda bulunur.

6.1.3. Eğitim, Farkındalık ve Kapasite Geliştirme

Döngüsel ekonomi ve endüstriyel simbiyoz uygulamalarının başarılı bir şekilde benimsenmesini teşvik etmek için eğitim, farkındalık ve kapasite geliştirme stratejileri kritik öneme sahiptir. Eğitim programları aracılığıyla, bu kavramların her seviyedeki eğitim müfredatına entegre edilmesi, döngüsel ekonomi ve endüstriyel simbiyozu etkin bir şekilde uygulayabilecek donanımlı ve bilgili bir işgücü oluşturabilir. Ayrıca, hükümetler tarafından düzenlenen eğitim ve çalıştaylar,

endüstri profesyonellerine bu uygulamaların faydalarını anlatmanın yanı sıra, pratik rehberlik sunarak döngüsel ekonomi ve endüstriyel simbiyozun benimsenmesini kolaylaştırabilir. Kamu farkındalık kampanyaları da, işletmeler ve tüketiciler arasında döngüsel ekonomi uygulamalarının önemi ve endüstriyel simbiyozun sürdürülebilirliğe katkısı hakkında bilinç oluşturmak için etkili bir araçtır. Bu kampanyalar, geniş bir kitleye ulaşarak bilgi yaymayı amaçlar ve toplumun her kesimini bu dönüşümün bir parçası olmaya teşvik eder. Ayrıca, sanayi birlikleri, sivil toplum kuruluşları ve kamu gibi çeşitli paydaşların katılımı, sürdürülebilirlik için işbirlikçi bir yaklaşımı teşvik edebilir ve döngüsel ekonomi ile endüstriyel simbiyozun en iyi uygulamalarının benimsenmesini artırabilir. Bu tür eğitim ve farkındalık girişimleri, sürdürülebilir uygulamaların daha geniş bir ölçekte uygulanmasını ve toplumsal kabul görmesini sağlayarak döngüsel ekonomiye geçişi hızlandırabilir.

6.1.4. Altyapı Geliştirme ve Destek

Döngüsel ekonomi ve endüstriyel simbiyoz uygulamalarını desteklemek için altyapı geliştirme ve destek stratejileri büyük önem taşır. Altyapı yatırımları, özellikle geri dönüşüm ve atık işleme tesislerinin geliştirilmesi ve genişletilmesi yoluyla döngüsel ekonomi uygulamalarının etkinliğini artırabilir. Bu tesisler, malzeme geri kazanımı ve geri dönüşümü için gerekli altyapıyı sağlayarak kaynak verimliliğini ve atık yönetimini iyileştirir. Ayrıca, endüstriler arası işbirliğini teşvik eden paylaşılan kaynaklar, özellikle simbiyoz için tasarlanmış endüstriyel parklar gibi ortak alanların geliştirilmesiyle sağlanabilir. Bu parklar, ortak kamu hizmetleri, atık yönetim tesisleri ve lojistik destek sunarak, endüstriyel simbiyozu kolaylaştırır. Lojistik destek ise, ömrünü tamamlamış ürünlerin etkin bir şekilde toplanması, taşınması ve işlenmesi için tersine lojistik ağlarının geliştirilmesi ile güçlendirilebilir. Bu tür ağlar, döngüsel ekonomi uygulamalarının etkinliğini artırarak atık yönetimini optimize eder. Ek olarak, malzeme değişim platformlarının oluşturulması, dijital altyapıyı kullanarak endüstrilerin kaynak paylaşımı ve yan ürün kullanımı fırsatlarını belirlemesine yardımcı olabilir. Bu platformlar, endüstriyel simbiyozu teşvik ederek malzemelerin daha verimli kullanılmasını sağlar ve sürdürülebilir endüstriyel uygulamaların benimsenmesini destekler. Bu tür altyapı ve lojistik geliştirme stratejileri, döngüsel ekonomiye geçişi hızlandırmak ve endüstriyel simbiyoz ağlarını güçlendirmek için kritik öneme sahiptir.

6.1.5. Politika Entegrasyonu ve Tutarlılığı

Döngüsel ekonomi ve endüstriyel simbiyoz uygulamalarının etkin bir şekilde

teşvik edilmesi için politika entegrasyonu ve tutarlılığı büyük önem taşır. Sektörler arası koordinasyon, çevre düzenlemeleri, sanayi politikası ve ekonomik kalkınma stratejileri gibi farklı politika alanları arasında tutarlılık ve uyum sağlanmasını gerektirir. Bu tutarlılık, döngüsel ekonomi ve endüstriyel simbiyoz uygulamalarının daha geniş çapta benimsenmesine yardımcı olabilir. Bu amaçla, farklı devlet daireleri arasında koordinasyonu kolaylaştırmak ve sürdürülebilirlik konusunda birleşik bir yaklaşım geliştirmek için bakanlıklar arası komitelerin kurulması önerilmektedir. Ayrıca, uluslararası işbirliği de politika entegrasyonunda önemli bir rol oynar. Uluslararası girişimlere ve anlaşmalara katılmak, standartların ve düzenlemelerin uyumlaştırılmasını destekleyerek, endüstrilerin döngüsel ekonomi uygulamalarını sınırlar ötesinde daha kolay bir şekilde uygulamalarına olanak tanır. Bunun yanı sıra, uluslararası işbirliği, en iyi uygulamaların, teknolojilerin ve yeniliklerin paylaşılmasını teşvik eder, bu da döngüsel ekonomi ve endüstriyel simbiyoz uygulamalarının küresel ölçekte benimsenmesini hızlandırabilir. Bu stratejiler, politika entegrasyonunu güçlendirerek ve uluslararası işbirliğini teşvik ederek daha sürdürülebilir bir geleceğe geçişi destekler.

7. ÖNERİLER

7.1. Geleceğe Yönelik Eğilimler ve Öneriler

Döngüsel ekonomi ve endüstriyel simbiyoz, bir dizi gelişmekte olan teknoloji tarafından giderek daha fazla desteklenmektedir. Yapay zekâ ve makine öğrenimi, kestirimci bakım ve veri analitiği aracılığıyla işletme maliyetlerini düşürmek, kaynak verimliliğini artırmak ve iş süreçlerini optimize etmek için kullanılıyor. IoT teknolojileri, gerçek zamanlı izleme ve enerji yönetimi sağlayarak, kaynak kullanımını ve atık üretimini izlemeye yardımcı olur. Blockchain, tedarik zinciri şeffaflığını artırarak ve akıllı sözleşmeler aracılığıyla işlemleri otomatikleştirerek döngüsel ekonomi ilkelerine uyumu kolaylaştırır. İleri geri dönüşüm teknolojileri, kimyasal ve biyolojik yollarla atıkları değerli ürünlere dönüştürerek, geri dönüşüm süreçlerini geliştirir. 3D baskı, malzeme tasarrufu ve yerinde üretim imkanları sunarken, dijital ikiz teknolojisi süreç optimizasyonu ve yaşam döngüsü yönetimi için stratejik planlama yapılmasına olanak tanır. Yeşil kimya, biyo-bazlı malzemeler ve toksik olmayan süreçler aracılığıyla sürdürülebilir malzemeler geliştirerek, kapalı döngü süreçleri ile döngüsel ekonomiye katkıda bulunur. Bu teknolojiler, kaynakların etkin kullanımını sağlamak, atık üretimini azaltmak ve genel sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmak için endüstriler arası işbirliği ve inovasyonu teşvik eder.

7.2. Endüstriler için Öneriler

Endüstriler, döngüsel ekonomi ve endüstriyel simbiyoz ilkelerini benimseyerek kaynak verimliliğini artırabilir ve atıkları azaltabilir. Bu süreçte, ürün yaşam döngülerini modüler tasarım ve standartlaştırılmış parçalar kullanarak yeniden tasarlamak, bakım hizmetleri ve yenileme programları ile ürün ömrünü uzatmak ve geri dönüştürülebilir malzemeler seçerek ürünleri kolay sökülebilir hale getirmek önemlidir. Kaynak kullanımı ve atık yönetimi, süreç optimizasyonu ve yalın üretim teknikleri ile iyileştirilebilirken, atık azaltma için düzenli denetimler ve sıfır atık hedefleri koyulabilir. Endüstriyel simbiyoz, sanayi kümeleri ve malzeme değişim anlaşmaları ile teşvik edilebilir. Teknoloji, IoT entegrasyonu ve veri analitiği ile süreçler optimize edilirken, 3D baskı ve otomasyon üretimde malzeme tasarrufu sağlar. Sürdürülebilir uygulamalar, yeşil kimya ve yenilenebilir enerji kaynakları kullanılarak desteklenebilir. Etkili politika ve yönetim uygulamaları, sürdürülebilirlik hedeflerinin belirlenmesi ve çalışan eğitimi ile içeriden desteklenirken, dış katılım ve sertifikasyon yoluyla güçlendirilebilir. Ayrıca, etki ölçümü ve iletişim için KPI'lar ve sürdürülebilirlik raporları önemlidir. Son olarak, inovasyon ve işbirliği kültürünü

teşvik etmek, iç ve dış ortaklıklar ile sürdürülebilirlik çabalarını genişletir ve derinleştirir.

7.3. Politika Önerileri

Politika yapıcılar, döngüsel ekonomi ve endüstriyel simbiyoz girişimlerini desteklemek için çeşitli stratejiler uygulayarak elverişli bir ortam yaratabilirler. Sürdürülebilir uygulamaları teşvik etmek için mali teşvikler sağlamak, hibe ve fonlarla Ar-Ge'yi desteklemek önemli bir adımdır. Ayrıca, düzenleyici engelleri kaldırmak için sektörel standartları uyumlaştırmak ve izin süreçlerini basitleştirmek gereklidir. İşbirliği ve inovasyonu teşvik etmek amacıyla, endüstriler arası ortaklıkları destekleyen platformlar oluşturmak ve kamu-özel ortaklıklarını teşvik etmek faydalı olacaktır. Eğitim ve farkındalık kampanyaları yoluyla işletmeleri ve tüketicileri bilinçlendirmek, döngüsel ekonomi uygulamalarının benimsenmesini hızlandırabilir. Net hedefler ve ölçütler belirleyerek atık azaltma ve kaynak verimliliği konularında ulusal hedefler konulmalı, ilerlemeyi izlemek için sağlam izleme ve raporlama çerçeveleri oluşturulmalıdır. Son olarak, Ar-Ge finansmanını artırarak ve inovasyon merkezleri kurarak döngüsel ekonomi çözümlerini destekleyen yenilikleri teşvik etmek önemlidir. Bu politikalar, sürdürülebilirliği ve kaynak verimliliğini artırmanın yanı sıra ekonomik dayanıklılığı ve yeniliği de güçlendirecektir.

7.4. Genel Öneriler

Bu araştırma, döngüsel ekonomi ve endüstriyel simbiyoz uygulamalarının çevresel ve ekonomik faydalarını, karşılaşılan zorlukları ve bu uygulamaların başarıya ulaşması için gereken stratejileri ortaya koymaktadır. Döngüsel ekonomiye geçiş, malzemeleri daha uzun süre kullanımda tutarak ve geri dönüşüm ile yeniden kullanımı teşvik ederek kaynak tüketimini ve çevresel bozulmayı önemli ölçüde azaltabilir. Aynı zamanda, bu uygulamalar maliyet tasarrufu sağlar ve yeni gelir fırsatları yaratarak ekonomik büyümeye katkıda bulunur. Ancak, bu geçişin önündeki teknik, operasyonel ve düzenleyici engeller, yeni teknolojilere, süreç değişikliklerine ve işgücü eğitime duyulan ihtiyacı ortaya koymaktadır. Bu engellerin aşılması, sürdürülebilirlik odaklı ürün tasarımı, işbirliğine dayalı endüstriyel simbiyoz ağlarının geliştirilmesi ve hükümetlerin destekleyici politikalar ve teşvikler sunmasıyla mümkün olabilir. Dijital teknolojilerin entegrasyonu ve gelişmiş üretim teknikleri, döngüsel ekonomi uygulamalarının verimliliğini artırırken, vergi teşvikleri, sübvansiyonlar ve düzenleyici çerçevelerin basitleştirilmesi gibi finansal ve düzenleyici destekler, bu uygulamaların benimsenmesini kolaylaştırabilir. Ayrıca,

kamuoyu farkındalığı ve kurumsal eğitim programları, sürdürülebilir uygulamaların yaygınlaşması için kritik öneme sahiptir. Son olarak, araştırma ve geliştirme yatırımları, yeni teknolojilerin ve süreçlerin ilerlemesini destekleyerek döngüsel ekonomi hedeflerine ulaşılmasına katkı sağlayacaktır. Bu stratejiler, sürdürülebilirlik ve kaynak verimliliğini artırmanın yanı sıra, ekonomik dayanıklılığı ve yeniliği teşvik edecek bir ortam yaratacaktır.



KAYNAKLAR

- Andersen, M. S. (2007). *An introductory note on the environmental economics of the circular economy*. In M. S. Andersen (Ed.), *Perspectives on Industrial Ecology* (pp. 1-10). Springer.
- Chertow, M. R. (2000). *Industrial symbiosis: Literature and taxonomy*. *Annual Review of Energy and the Environment*, 25(1), 313-337. <https://doi.org/10.1146/annurev.energy.25.1.313>
- Ellen MacArthur Foundation. (2015). *Growth within: A circular economy vision for a competitive Europe*. <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/publications/growth-within-a-circular-economy-vision-for-a-competitive-europe>
- Ellen MacArthur Foundation. (2013). *Towards the circular economy: Economic and business rationale for an accelerated transition*. <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/publications/Ellen-MacArthur-Foundation-Towards-the-Circular-Economy-vol.1.pdf>
- European Commission. (2015). *Closing the loop - An EU action plan for the Circular Economy*. Retrieved from https://ec.europa.eu/environment/circular-economy/index_en.htm
- Ghisellini, P., Cialani, C., & Ulgiati, S. (2016). *A review on circular economy: The expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems*. *Journal of Cleaner Production*, 114, 11-32. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.09.007>
- Murray, A., Skene, K., & Haynes, K. (2017). *The circular economy: An interdisciplinary exploration of the concept and application in a global context*. *Journal of Business Ethics*, 140(3), 369-380. <https://doi.org/10.1007/s10551-015-2693-2>
- United Nations Environment Programme. (2019). *The circularity gap report 2019*. Retrieved from <https://www.unep.org/resources/report/circularity-gap-report-2019>
- World Economic Forum. (2014). *Towards the circular economy: Accelerating the scale-up across global supply chains*. https://www3.weforum.org/docs/WEF_ENV_TowardsCircularEconomy_Report_2014.pdf
- Yuan, Z., Bi, J., & Moriguichi, Y. (2006). *The circular economy: A new development strategy in China*. In *The Journal of Industrial Ecology* (Vol. 10, pp. 4-8).