



T.C.
EGE ÜNİVERSİTESİ
Fen Bilimleri Enstitüsü



SIFIR ATIK KAPSAMINDA ENDÜSTRİYEL SİMBİYOZ VE ATIK BORSASI UYGULAMALARININ İNCELENMESİ

Yüksek Lisans Tezi

Cansu MAYAOĞLU AKIN

Çevre Bilimleri Anabilim Dalı

İzmir
2021

T.C.
EGE ÜNİVERSİTESİ
Fen Bilimleri Enstitüsü

**SIFIR ATIK KAPSAMINDA ENDÜSTRİYEL
SİMBİYOZ VE ATIK BORSASI
UYGULAMALARININ İNCELENMESİ**

Cansu MAYAOĞLU AKIN

Danışman: Prof. Dr. Nuri AZBAR

Çevre Bilimleri Anabilim Dalı
Çevre Bilimleri Anabilim Dalı Tezli Yüksek Lisans
Programı

İzmir
2021

Cansu MAYAOĞLU AKIN tarafından Yüksek Lisans tezi olarak sunulan “SIFIR ATIK KAPSAMINDA ENDÜSTRİYEL SİMBİYOZ VE ATIK BORSASI UYGULAMALARININ İNCELENMESİ” başlıklı bu çalışma EÜ Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği ile EÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Eğitim ve Öğretim Yönergesi’nin ilgili hükümleri uyarınca tarafımızdan değerlendirilerek savunmaya değer bulunmuş ve 05.01.2021 tarihinde yapılan tez savunma sınavında aday oybirliği/oyçokluğu ile başarılı bulunmuştur.

Jüri Üyeleri:

İmza

Jüri Başkanı

: Prof. Dr. Nuri AZBAR

.....

Raportör Üye

: Doç. Dr. Mehmet AKSU

.....

Üye

: Prof. Dr. Görkem AKINCI

.....

EGE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**ETİK KURALLARA UYGUNLUK BEYANI**

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

05 / 01 / 2021



Cansu MAYAOĞLU AKIN

ÖZET

“SIFIR ATIK KAPSAMINDA ENDÜSTRİYEL SİMBİYOZ VE ATIK BORSASI UYGULAMALARININ İNCELENMESİ”

MAYAOĞLU AKIN, Cansu

Yüksek Lisans Tezi, Çevre Bilimleri Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Nuri AZBAR

Ocak 2021, 123 sayfa

Sanayi devrimiyle birlikte gelişen endüstri, toplumdaki üretim ve tüketim anlayışlarının farklılaşmasına sebep olmuştur. Bu durum kaynakların verimsiz kullanımını ve çevre için olumsuz sonuçları beraberinde getirmiştir. Doğal kaynakların sınırlı olması, kaynakların verimli kullanılması gerekliliğinin zorunlu kılması ve bir takım yeni kavram ve yaklaşımlar oluşmuştur.

Sürdürülebilirlik “gelecek nesillerin kendi ihtiyaçlarını karşılayabilme kabiliyetinden ödün vermeden mevcut ihtiyaçları karşılaması” olarak tanımlanmakla birlikte, kavram ekonomik açıdan irdelendiğinden sürdürülebilir kalkınma kavramı ortaya çıkmaktadır. Sürdürülebilir kalkınma, üretim sürecince kaynakların etkin kullanımı, yenilenebilir kaynaklara yönelmek ve üretim faaliyetlerini çevreye olan etkilerinden sorumlu olmak olarak tanımlanmaktadır. Buradan yola çıkarak sürdürülebilir kalkınma için gerekli ekonomik modelin döngüsel ekonomi yaklaşımı olduğu ve döngüsel ekonominin de önemli unsurları olarak sıfır atık yaklaşımı, atık yönetimi, temiz üretim ve eko-verimlilik olduğu bilinmektedir. Döngüsel ekonomi ve buna bağlı ortaya çıkan sıfır atık yaklaşımını uygulayabilmek ve hayata geçirebilmek için endüstriyel simbiyoz ve atık borsası gibi çalışmaların ortaya çıktığı bilinmektedir.

Bu tezde döngüsel ekonomi yaklaşımının önemli bir parçası olan endüstriyel simbiyoz ve atık borsası kavramları, bu kavramların Dünya’da ve Türkiye’deki uygulamaları ele alınmış olup, iyi uygulamalardan yola çıkarak İzmir için uygulanabilir bir model önerilmesi amaçlanmıştır.

Anahtar sözcükler: Sıfır atık, endüstriyel simbiyoz, atık borsası, döngüsel ekonomi

ABSTRACT**EVULUATION OF INDUSTRIAL SYMBYOSIS AND WASTE STOCK
MARKET IN THE CONTEXT OF ZERO WASTE**

MAYAOĞLU AKIN, Cansu

MSc in Environmental Sciences

Supervisor: Prof. Dr. Nuri AZBAR

January 2021, 123 pages

The industry, which has developed with the industrial revolution, has led to the differentiation of production and consumption understanding in society. This situation has brought about inefficient use of resources and negative consequences for the environment. The limited use of natural resources has made it necessary to use resources in a precise manner hence new concepts and approaches have emerged.

Sustainability is defined as “meeting the current needs of future generations without compromising their ability to meet their own needs”, the concept of sustainable development emerges as the concept is examined economically. Sustainable development is defined as the efficient use of resources in the production process, seeking renewable resources and being responsible for the effects of production activities on the environment. Based on this, it is known that the economic model required for sustainable development is the circular economy approach and its important elements consist of zero waste approach, waste management, cleaner production and eco-efficiency. It is known that studies such as industrial symbiosis and waste exchange have emerged in order to apply and implement the circular economy and the zero waste approach which is derived from circular economy.

In this thesis, it is aimed to deal with concepts such as industrial symbiosis and waste exchange which are important parts of the circular economy approach and their applications in the world and in Turkey, starting from the best practices applicable to Izmir is intended to propose a model.

Keywords: Zero waste, industrial symbiosis, waste exchange, circular economy



ÖNSÖZ

Bu tezde döngüsel ekonomi yaklaşımının önemli bir parçası olan endüstriyel simbiyoz ve atık borsası kavramları, bu kavramların Dünya’da ve Türkiye’deki uygulamaları ele alınmış olup, iyi uygulamalardan yola çıkarak İzmir için uygulanabilir bir model önerilmesi amaçlanmıştır.

Bu tez çalışmasının planlanmasında, araştırılmasında, yürütülmesinde ve oluşumunda ilgi ve desteğini esirgemeyen, engin bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım, yönlendirme ve bilgilendirmeleriyle çalışmamı bilimsel temeller ışığında şekillendiren sayın hocam Prof. Dr. Nuri AZBAR’a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İZMİR
Cansu MAYAOĞLU AKIN
05/01/2021

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
İÇ KAPAK	ii
KABUL ONAY SAYFASI	iii
ETİK KURALLARA UYGUNLUK BEYANI.....	iv
ÖZET	v
ABSTRACT	vii
ÖNSÖZ	x
İÇİNDEKİLER DİZİNİ.....	xii
ŞEKİLLER DİZİNİ	xv
TABLolar DİZİNİ.....	xviii
SİMGELER VE KISALTMALAR dİZİNİ.....	xx
1. GİRİŞ.....	1
2. SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK KAVRAMI VE SÜRDÜRÜLEBİLİR KALKINMA.....	3
3. DÖNGÜSEL EKONOMİ.....	9
3.1 Sıfır Atık.....	16
3.2 Atık Yönetimi.....	18

İÇİNDEKİLER (devam)

	<u>Sayfa</u>
3.3 Temiz Üretim ve Eko-Verimlilik	20
4. ENDÜSTRİYEL EKOLOJİ	25
5. ENDÜSTRİYEL SİMBİYOZ	27
6. ATIK BORSASI.....	32
7. EKO ENDÜSTRİYEL PARKLAR.....	35
8. ENDÜSTRİYEL SİMBİYOZ SÜRECİNDE KULLANILAN KOLAYLAŞTIRICI YAZILIMLAR	38
9. ENDÜSTRİYEL SİMBİYOZ BAĞLAMINDA ULUSAL MEVZUATIN MEVCUT DURUMU.....	41
10. DÜNYA’DA BAZI ENDÜSTRİYEL SİMBİYOZ UYGULAMALARI.....	46
10.1 Danimarka/ Kalundborg	46
10.2 Avustralya (Gladstone ve Kwinana Bölgeleri).....	48
10.2.1 Gladstone	49
10.2.2 Kwinana.....	50
10.3 İngiltere.....	53
10.4 Güney Kore	57
10.5 İsveç.....	60

İÇİNDEKİLER (devam)

Sayfa

10.6 Çin	62
11. TÜRKİYE’DE ENDÜSTRİYEL SİMBİYOZ UYGULAMALARI	65
11.1 Gaziantep Endüstriyel Simbiyoz Projesi	65
11.2 İskenderun Körfezi Endüstriyel Simbiyoz Projesi	69
11.3 TR 41 BEBKA Endüstriyel Simbiyoz Projesi.....	75
11.4 TR 21 Trakya Bölgesi Endüstriyel Simbiyoz Potansiyeli Araştırması	79
11.5 Aksaray OSB Endüstriyel Simbiyoz Olanakları Raporu.....	85
11.6 Eskişehir Endüstriyel Simbiyoz Projesi Raporu.....	92
11.7 Endüstriyel Simbiyoz ve Temiz Üretim (Sürdürülebilir Üretim) Ar-Ge Proje Pazarı	99
11.8 İzmir’de Eko-Endüstriyel Park Dönüşümü: Yeşil İAOSB.....	102
12. SONUÇ: İZMİR’E UYARLANMASI İÇİN MEVCUT MODEL ÖNERİSİ... ..	112
KAYNAKLAR DİZİNİ.....	117
TEŞEKKÜR	123
ÖZGEÇMİŞ.....	124

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
Şekil 2.1. Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri Bileşenleri	6
Şekil 2.2. Sürdürülebilir Kalkınma Hedeflerinin Ana Unsurları.....	7
Şekil 3.1. Doğrusal Ekonomi.....	9
Şekil 3.2. Döngüsel Ekonomi	12
Şekil 3.3. Endüstriyel üretim sistemleri (a) Doğrusal Üretim, (b) Yarı Döngüsel Üretim, (c) Döngüsel Üretim.....	13
Şekil 3.4. Tip I Ekolojik Üretim Süreci.....	14
Şekil 3.5. Tip II Ekolojik Üretim Süreci	14
Şekil 3.6. Tip II Ekolojik Üretim Süreci	15
Şekil 3.7. Doğrusal Ekonomiden Döngüsel Ekonomiye Geçiş.....	15
Şekil 3.8. Yüzdelik Bölgesel Atık Miktarı	17
Şekil 3.9. Yıllık Bölgesel Atık Miktarı.....	17
Şekil 3.10. Döngüsel Ekonomi Yaklaşımı.....	19
Şekil 3.11. Atık Yönetimi Hiyerarşisi	19
Şekil 3.12. Temiz Üretim Karamı.....	21

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
Şekil 3.13. Temiz Üreti Uygulaması Genel İş Akışı	22
Şekil 3.14. Sürdürülebilirlik konusundaki trend ve politikalar	24
Şekil 5.1. Simbiyotik ilişki	27
Şekil 5.2. Doğrusal girdi çıktı sistemi	28
Şekil 5.3. Endüstriyel simbiyoz kapsamında girdi çıktı sistemi.	29
Şekil 5.4. Üç Katmanlı Endüstriyel simbiyoz yapısı.....	29
Şekil 5.5. Endüstriyel simbiyozun avantajları	30
Şekil 6.1. Çevre ve Orman Bakanlığı, Türkiye’de İşlem Yapan Atık Bırsasının İletişim Şeması.....	33
Şekil 10.1. Kalundborg Eko-Endüstriyel Parkı	47
Şekil 10.2. Gladstone Bölgesi'ndeki Simbiyoz İlişkileri	49
Şekil 10.3. Kwinana Bölgesi'ndeki Yan Ürün Sinerjisine Dayalı Simbiyoz İlişkileri	51
Şekil 10.4. Kwinana Bölgesi'ndeki Fayda Sinerjisine Dayalı Simbiyoz İlişkileri	52
Şekil 10.5. Humber Estuary Bölgesi'ndeki Simbiyoz İlişkileri	55
Şekil 10.6. Batı Midlands Bölgesi’ndeki Simbiyoz İlişkileri	56

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
Şekil 10.7. Güney Kore Endüstriyel Simbiyoz Aşamaları	58
Şekil 10.8. Ulsan Bölgesi'nde Firmalar Arası Simbiyotik İlişkiler.....	59
Şekil 10.9. Landskrona Bölgesi'nde Endüstriyel simbiyoz mevcut ve potansiyel ağları	61
Şekil 10.10. Guitang Grubu'nun Endüstriyel Simbiyoz Ağları.....	63
Şekil 11.1. İskenderun Körfezi Endüstriyel Simbiyoz Olanakları	74
Şekil 11.2. TR41 Bölgesi Endüstriyel Simbiyoz Potansiyeli	77
Şekil 11.3. TR 21 bölgesinde atık alış-verişinden kaynaklanabilecek endüstriyel simbiyoz potansiyeli	80
Şekil 11.4. Aksaray Bölgesinde Üretilen Atıkların ATY Üretimine Uygunluğu..	88
Şekil 11.5. Değerlendirilebilecek atıkları üreten sektörler.	94
Şekil 11.6. Belirlenen atıkları kullanma potansiyeli bulunan sektörler.....	94
Şekil 11.7. Endüstriyel simbiyoz olanaklarına konu olan bazı önemli atıklar.	95
Şekil 11.8. Eskişehir Potansiyel Endüstriyel Simbiyoz Ağı.....	96

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
Şekil 11.9. Atıkları üreten sektörler bazında endüstriyel simbiyoz olanak sayıları	104
Şekil 11.10. Üretilen atıkları kullanma potansiyeli olan sektörler	106
Şekil 11.11. Sektörler arası endüstriyel simbiyoz olanakları matrisi	107
Şekil 12.1. Atık Borsası Model Geliştirme Yol Haritası	113
Şekil 12.2. 2018 yılı İzmir ilinde katı atık kompozisyonu.	114
Şekil 12.3. İzmir Model Önerisinde Ege Bölgesi Sanayi Odası'nın Rolü	116

TABLOLAR DİZİNİ

<u>Tablo</u>	<u>Sayfa</u>
3.1. Temiz Üretimin 5 Ana Prensipleri.....	23
3.2. Temiz Üretim Kazanımları	23
8.1. Mevcut Endüstriyel Simbiyoz BİT Araçları Karşılaştırması.....	39
10.1. 2005-2012 yılları arasında İngiltere Ulusal Endüstriyel Simbiyoz Programı (NISP) Uygulama Sonuçları	57
11.1. Paydaş analizleri sonrası belirlenen ES olanakları	67
11.2. İskenderun Körfezi Endüstriyel Simbiyoz Potansiyel Kazanımları	74
11.3. Endüstriyel Simbiyoz Örneklerinin detaylı açıklaması	81
11.4. Çeltik Sapı Ve Çeltik Kabuğunun Yakıt Dışı Kullanım Alanları.....	83
11.5. Belirlenen Fizibilite Alanları	84
11.6. Aksaray Bölgesinde Üretilen Atıklardan ATY Üretimine Uygun Bulunanların Kodları	89
11.7. Eskişehir bölgesinde öne çıkan sektörler.....	93
11.8. Temiz üretim ve endüstriyel simbiyoz projeleri.....	101
11.9. Proje kapsamında belirlenen öncelikli sektörler.....	103
11.10. Saha çalışması gerçekleştirilen sektörlerde (atık beyanı yapan 22 firmanın verileri ile) atık miktarları.....	105

TABLOLAR DİZİNİ (devam)

<u>Tablo</u>	<u>Sayfa</u>
11.11. Gıda Ürünleri İmalatı için endüstriyel simbiyoz olanakları	108
11.12. Tekstil ve Giyim Ürünleri İmalatı için endüstriyel simbiyoz olanakları..	108
11.13. Kimyasalların ve Kimyasal Ürünlerin İmalatı için endüstriyel simbiyoz olanakları	109
11.14. Plastik ve Kauçuk Ürünlerin İmalatı için endüstriyel simbiyoz olanakları	109
11.15. Fabrikasyon Metal Ürünlerin İmalatı için endüstriyel simbiyoz olanakları...	110
11.16. Motorlu Kara Taşıtı, Römork ve Yarı Römork İmalatı için endüstriyel simbiyoz olanakları.....	111
12.1. 2017 ve 2018 yılı İzmir ili bazı atık miktarları.....	115

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

<u>Simgeler</u>	<u>Açıklama</u>
GL	Giga Litre
Gws	Giga Watt Saat
Kg	Kilogram
TiO ₂	Titanyum dioksit
 <u>Kısaltmalar</u>	
ATY	Atıktan Üretilmiş Yakıt
BTYK	Bilim ve Teknoloji Yüksek Kurulu
İAOSB	İzmir Atatürk Organize Sanayi Bölgesi
İDEP	İklim Değişikliği Eylem Planı
SKD	Sürdürülebilir Kalkınma Derneği
TMM	Türkiye Material Marketplace
TTGV	Türkiye Teknoloji Geliştirme Vakfı
TÜBİTAK	Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
UNDP	Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı
UNEP	Birleşmiş Milletler Çevre Programı
UNIDO	Birleşmiş Milletler Sınai Kalkınma Teşkilatı

1. GİRİŞ

Sanayi devrimiyle birlikte artan üretim ve hammadde ihtiyacı kaynak kullanımının artmasına sebep olmuştur. Artan kaynak kullanımı beraberinde ortaya çıkan atıkların da ciddi oranda artmasına yol açmıştır. İnsanlık ve Dünya için önemli bir tehlike olan kaynakların verimsiz kullanımı ve üretim süreçlerinin çevreye verdiği zararı en aza indirebilmek için uzun yıllardır farklı çalışmalar gerçekleştirilmekte, yeni kavram ve süreçler denenmektedir. Sıfır atık yaklaşımı da bu süreç ve kavramlardan birisidir.

Sıfır atık yaklaşımı kaynakların etkin kullanımını amaçlarken, üretim süreçlerinde ortaya çıkan tüm atıkların geri kazanımını ele almaktadır. Döngüsel ekonomi yaklaşımının en önemli unsurlarından birisi olan sıfır atık kavramı aynı zamanda sürdürülebilirlik ve beraberinde sürdürülebilir kalkınma için de ön plana çıkan yaklaşımlar arasındadır. Sıfır atık kavramı ile birlikte yeni süreçler de beraberinde ortaya çıkmıştır. Bunlardan en önde geleni endüstriyel simbiyoz yaklaşımıdır. Endüstriyel simbiyoz kavramı adını biyolojiden almıştır, biyolojide iki canlının birbiriyle yardımlaşarak tek bir canlı gibi yaşamalarına simbiyoz denmekte olup, endüstride birden fazla işletmenin yardımlaşarak rekabette avantaj yakalamalarına da endüstriyel simbiyoz denmiştir. Endüstriyel simbiyozla birlikte, enerji, su, atık, yan ürün vb. çıktıların paylaşımı esas alınmaktadır. Kavram aynı zamanda sürdürülebilir kalkınmanında bir göstergesi olarak tanımlanmakta olup ilk ortaya çıkışı 1989'lara uzanmaktadır. 2000'li yıllarla birlikte de günümüzdeki şekline evrilmiştir. Kavramın en temel ve basit hali "Atık Borsası" olarak tanımlanmaktadır. Endüstriyel simbiyozun aksine daha dar anlamda sadece atık değişimini baz almaktadır.

Bu çalışmada sıfır atık kavramı çerçevesinde Dünya'da ve Türkiye'de endüstriyel simbiyoz ve atık borsası kavramları ele alınmıştır. Konunun kapsamı literatürle açıklanmış olup, akabinde Dünya'dan Danimarka, Avusturalya, İngiltere, Güney Kore, İsveç ve Çin örnekleri ile Türkiye'den TR41 Bölgesi, TR 21 Bölgesi, Gaziantep, İskenderun, Eskişehir, Aksaray ve Adana örnekleri incelenmiştir. Ayrıca Türkiye örneklerinin içerisinde İzmir'de de İzmir Atatürk

Organize Sanayi Bölgesi'nde (İAOSB) gerçekleştirilen çalışmaya yer verilmiştir. Yapılan incelemeler sonucunda İzmir'in mevcut durumu ve potansiyeli göz önüne alınarak İzmir için etkin ve sürdürülebilir bir model önerisi ortaya konmuştur.



2. SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK KAVRAMI VE SÜRDÜRÜLEBİLİR KALKINMA

Sanayi devrimi sonrası artan endüstri; üretim ve tüketim anlayışında değişikliklere yol açmıştır. Yaşanan bu gelişmeler kaynakların kullanımı ve çevre için olumsuzlukları da beraberinde getirmiştir. İkinci Dünya Savaşı takip eden yıllarda konuyla ilgili farkındalık artmaya başlamıştır. Başlarda sadece bilimsel araştırmalara konu olan bu süreç 1972 yılında Stockholm’de gerçekleştirilen Birleşmiş Milletler (BM) İnsani Çevre Konferansı ile farklı bir boyuta taşınmıştır. BM ve Avrupa Birliği (AB) gibi uluslararası kurumların gündemini meşgul eden konu, başlarda sadece çevre odağında kalsada ilerleyen dönemlerde ekonomik ve sosyal konularda da gündemi meşgul etmiştir (Başer, 2014).

Sürdürülebilirlik kavramı ilk olarak 1987 yılında BM tarafından gündeme getirilmiştir. Üretkenlik ve çeşitliliğin sürekli hale gelmesi ve devamlılığının sağlanabilmesi anlamına gelen kelime, BM Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu’nun Brundtland Raporu olarak tanınan “Ortak Geleceğimiz” raporuyla ortaya konmuştur.

Sürdürülebilirlik kavramı hakkında literatürde birçok farklı tanım olmasına rağmen; BM’nin, Ortak Geleceğimiz Raporunda sürdürülebilirlikle ilgili “gelecek nesillerin kendi ihtiyaçlarını karşılayabilme kabiliyetinden ödün vermeden mevcut ihtiyaçları karşılaması” (Academic Impact, 2019) tanımı, kavramla ilgili en net ve geniş tanımdır.

Kavram, ekonomi açısından değerlendirildiğinde, sürdürülebilir kalkınma kavramıyla birlikte ele alınarak, üretim sürecinde yenilenebilir kaynaklara yönelmek ve üretim faaliyetinin çevreye olan etkilerinden sorumlu olmak olarak tanımlanmaktadır (Yavuz, 2010).

BM’lere göre dünya kalkınma ihtiyaçlarını karşılama yollarını arayan 140’a yakın gelişmekte olan ülke olduğu ortaya konmuştur. Artan iklim değişikliği tehdidiyle birlikte, kalkınmanın gelecek nesilleri olumsuz yönde etkilememesi için bu ülkeler tarafından somut adımlar atılması gerekmektedir. Bu bağlamda 1987 sonra farklı çalışmalarla BM konuya eğilmiştir. Eylül 2020’de 189 üye ülkenin ve

147 devlet başkanının katılımıyla düzenlenen BM Genel Kurulu'nda Binyıl Bildirgesi kabul edilmiştir. Bildirge ile birlikte BM, küresel düzeyde insan onuru, eşitlik ve esneklik ilkelerinin güçlendirilmesi için sorumluluğu kabul etmiştir.

BM, Binyıl Bildirgesi'nde Binyıl Kalkınma Hedefleri'ni ortaya koymuştur. Binyıl Kalkınma Hedefleri ile birlikte Binyıl Bildirgesi'nde kabul ettiği ilkelerin gerçekleşmesi için sekiz adet hedef belirlemiş ve 2015 yılına kadar her bir ülke için sürdürülebilir kalkınma ve yoksullukla mücadele alanında ortaya konulan gelişmelerin ölçülebilir ve izlenebilir bir şekilde takibini mümkün kılmıştır. Fakat süreç içerisinde hedeflere ulaşılmasındaki sorunlar baş göstermiş ve 2012 yılında Rio'da gerçekleştirilen Birleşmiş Milletler Sürdürülebilirlik Kalkınma Konferansı ile BM'nin sürdürülebilir kalkınmaya yaklaşımı yeni bir boyut kazanmıştır. Gerçekleştirilen bu Konferans ile birlikte Binyıl Kalkınma Hedefleri yerini Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri'ne bırakmıştır.

Dünya da bu gelişmeler olurken AB'de sürdürülebilir kalkınma çalışmaları çevre üzerinden 1980'li yıllarda şekillenmeye başlamıştır. 1987'de Brundlant Raporu ile AB'de de farkındalık oluşurken, sürdürülebilir kalkınmanın AB'nin temel politikalarından biri olması 1997 Amsterdam Anlaşmasıyla birlikte gerçekleşmiştir. 2001'e gerçekleştirilen Götoborg Zirvesi ile AB Sürdürülebilir Kalkınma Stratejisi kabul edilmiş ve bu strateji ile AB'nin sonraki stratejilerinde özellikle çevre ve sosyal politikalar bağlamında etki değerlendirmesi yapılması zorunlu kılınmıştır (Uslu, 2019).

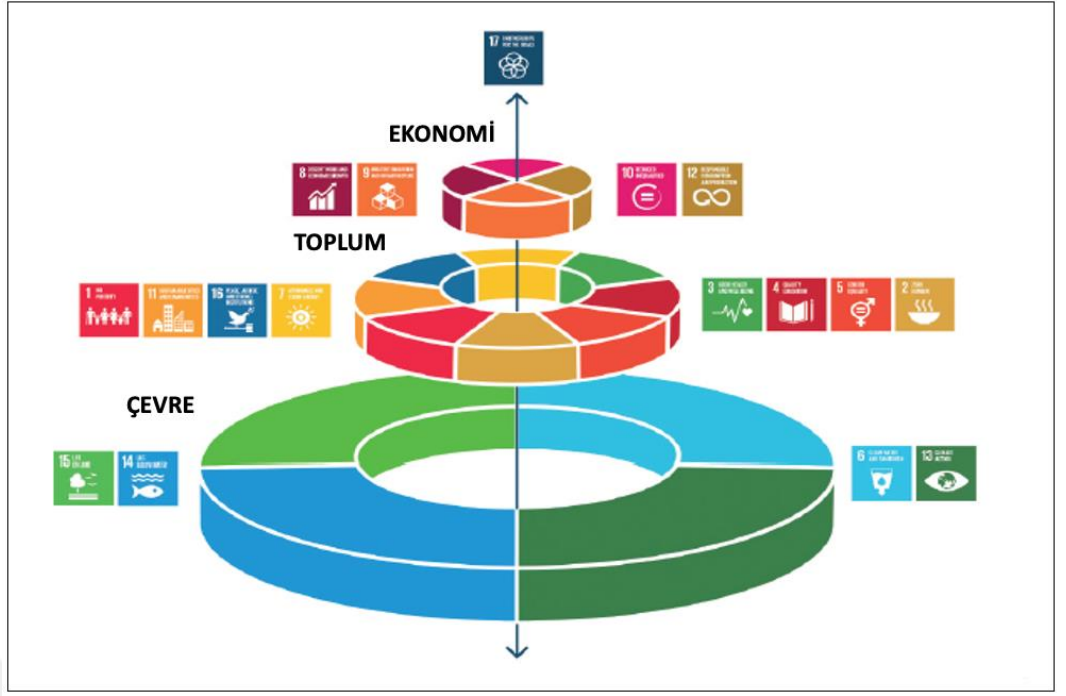
Türkiye'ye baktığımızda ise sürdürülebilir kalkınma yaklaşımının uzun yıllar çevreyle sınırlı kaldığı söylenebilir. Bu bağlamda birçok strateji ve politika belgesinde çevre üzerinden sürdürülebilir kalkınmaya yönelik çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Yedinci Beş Yıllık Kalkınma Planı (1996-2000) ile "Ulusal Çevre Stratejisi ve Eylem Planı" hayata geçirilmiştir. Sürdürülebilir kalkınma kavramı ise Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) ve Türkiye Teknoloji Geliştirme Vakfı (TTGV) tarafından 1999 yılında Bilim-Teknoloji-Sanayi Tartışmaları Platformu, Temiz Üretim-Ürün Çevre Dostu Teknolojiler Çalışma Grubu Sanayi Sektör Raporu'nda ele alınan temiz üretim kavramıyla gündeme gelmeye başlamıştır (Türkiye Teknoloji Geliştirme Vakfı,

2010). Sonraki yıllarda da farklı çalışmalar ve politika belgelerinde ön planda yer almaya devam etmiştir. Yedinci Beş Yıllık Kalkınma Planı (1996-2000)'da sürdürülebilir kalkınmanın teşvik edilmesine vurgu yapılmış ve AB uyum süreci ile bu çalışmalar desteklenmiştir.

Bilim ve Teknoloji Yüksek Kurulu (BTYK)'nın öncelikli alanları arasında "Temiz Üretim Yapabilme Yeteneği Kazanma" başlığıyla yer alan sürdürülebilir çevre kavramı, TÜBİTAK'ın Vizyon 2023 Teknoloji Öngörüler Projesi kapsamında hazırlanan Çevre ve Sürdürülebilir Kalkınma Tematik Paneli Vizyon ve Öngörü Raporu'nda da vurgulanmıştır (Uslu, 2019). Sürdürülebilir kalkınma kavramı yine aynı dönemde kalkınma planları, AB uyum süreci başta olmak üzere farklı çalışmalarda ön planda olmaya devam etmiştir. Son olarak Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı tarafından hazırlanan "2023 Sanayi ve Teknoloji Stratejisi" çalışmasında belirlenen 6 temel öncelikten biri olan "Beşerî Sermayenin Gelişimini Önceliklendiren Politikalar" başlığı altında sürdürülebilir toplumun önemine vurgu yapılmaktadır. Yine aynı raporda yer alan Sanayi ve Teknoloji Stratejisi'nin bileşenlerinden biri olan "Beşerî Sermaye" bileşeni sürdürülebilirlik kavramını ekonomik ve sosyal açıdan ele almaktadır (T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, 2019).

Sürdürülebilir kalkınma kavramı tartışılırken 3 ana unsur ön plana çıkmış ve kavram bu ana unsurlar etrafında şekillenmiştir. Doğal sermayenin korunarak gelecek nesillerin gereksinimlerini karşılayabilecek boyutta aktarıldığı, ekonomik ve çevresel dengenin sağlandığı bir kavramdır (Uslu, 2019). Bu sebeple sürdürülebilir kalkınması ele alırken sosyal, ekonomik ve çevresel unsurlarla ele almak gerekmektedir.

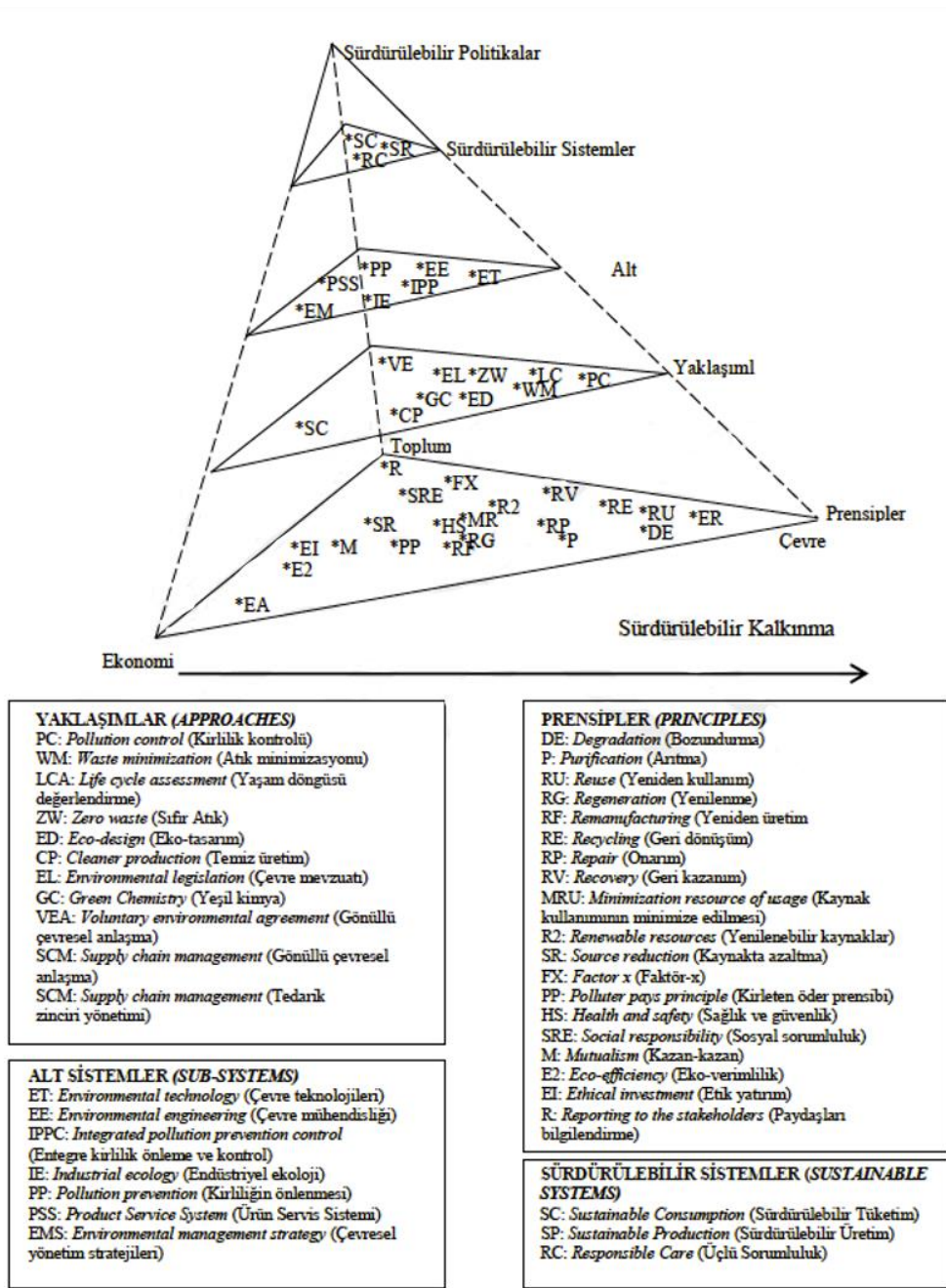
Sürdürülebilir kalkınma yaklaşımında çevresel ve sosyal unsurlar, ekonomik unsurları doğrudan etkilemektedir. Sürdürülebilir çevre ve sosyal bileşenler olmadan ekonomik kalkınmanın gerçekleşmesi mümkün değildir (Şekil 2.1). Bu bağlamda sanayileşme ve üretim süreçlerinde çevre ve sosyal unsurlar göz ardı edilmeden, önemle üzerinde durulması gereken hususlardır (Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı (UNDP), 2018).



Şekil 2.1. Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri Bileşenleri (Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı (UNDP), 2018).

Sosyal açıdan ele aldığımızda sürdürülebilirlik kalkınma yoksulluk ve açlığın önüne geçilmesi, bireylerin sağlık ve eğitim imkanlarına erişimi, eşitsizliklerin önlenmesi, barış ve adaletin geliştirilmesi başlıklarını ele almaktadır. Sürdürülebilir kalkınmaya çevresel boyutta bakacak olursak temiz su ve sağlıklı koşullar, temiz ve erişilebilir enerji, sürdürülebilir şehir ve yaşam alanları, iklim değişikliği, sudaki ve karadaki yaşamda sürdürülebilirlik yer almaktadır. Son olarak ekonomik açıdan sürdürülebilir kalkınma ise insana yakışır iş ve ekonomik büyüme, sanayi, yenilikçilik ve altyapı, tüketim ve üretim gibi unsurları içermektedir.

Sürdürülebilir kalkınmanın 3 ana unsuru olan sosyal, çevre ve ekonomi yaklaşımı kapsamında yapılan çalışmalar yeni yaklaşımların ortaya çıkmasını da tetiklemiştir. Bu bağlamda sürdürülebilir kalkınmada prensipler, yaklaşımlar, alt sistemler, sürdürülebilir sistemler olmak üzere pek çok kavramı ortaya çıkarmıştır (Uslu, 2019).



Şekil 2.2. Sürdürülebilir Kalkınma Hedeflerinin Ana Unsurları (Uslu, 2019).

Şekil 2.2’de de görülebildiği gibi sürdürülebilir kalkınma ekseninin 3 ana unsurunu sosyal, çevre ve ekonomik unsurlar oluşturmaktadır. Bu unsurların ortak paydada farklı etmenlerle örtüşmesi sürdürülebilir kalkınmanın temelini oluşturmaktadır. Bu temel katmana prensipler denilirken; arıtma, yeniden kullanım, geri dönüşüm, geri kazanım, yenilenebilir kaynaklar, sağlık ve güvenlik, sosyal sorumluluk gibi kavramlarla içi doldurulmaktadır. Sonraki katman ise yaklaşımları ele alır. Yaklaşımlar ise kirlilik kontrolü, eko tasarım, temiz üretim, çevre

mevzuatı, tedarik zinciri yönetimi, yaşam döngüsü değerlendirme ve sıfır atık gibi kavramlardan oluşmaktadır. Üst katmanlara doğru çıkıldıkça kavramlar yerini politika ve süreçlere bırakmaya başlamaktadır. Bu bağlamda yaklaşımlardan sonra alt sistemler katmanı karşımıza çıkmaktadır. Alt sistemlere baktığımızda; çevre teknolojileri, çevre mühendisliği, endüstriyel ekoloji, kirliliğin önlenmesi, çevresel yönetim stratejileri gibi kavramdan çok süreç yönetimleri karşımıza çıkmaktadır. Sürdürülebilir sistemler katmanı ise sürdürülebilir politikalardan önceki son adımdır. Bu noktada sürdürülebilir üretim ve tüketimin yanı sıra üçlü sorumluluk anlayışı bu katmanın kritik unsurlarıdır.

Sürdürülebilir kalkınmada sosyal, çevre ve ekonomik unsurlardan sürdürülebilir politikaya kadar izlenen süreçler ve unsurlar bütünsel bir yaklaşımla ele alındığında başarılı olabilmektedir. Fakat her bir unsur veya katmanın kendine özgü yöntem ve araçları da göz ardı edilmemelidir. Bu noktada özellikle ekonomik unsura ayrı bir vurgu yapmak gerekmektedir. Sürdürülebilir kalkınma kavramının gelişmesiyle birlikte mevcut ekonomik model olan “doğrusal ekonomi” ihtiyacı karşılayamamış ve yeni bir model gereksinimi ortaya çıkmıştır.

3. DÖNGÜSEL EKONOMİ

Sanayi Devrimi sonrası ürün odaklı yaklaşım ve tüketim toplumunun getirisiyle birlikte Doğrusal Ekonomi Model'e geçilmiştir. Bu modelde yüksek kar hedeflenirken doğal kaynakların, çevrenin, sosyal toplumun sürdürülebilirliği ikinci planda ele alınmaktadır. Doğrusal ekonomi modeli take-make-dispose olarak tanımlanmaktadır. Türkçeye **al-yap-at** şeklinde geçen bu yaklaşım; üretim amaçlı hammaddenin temini, ürüne dönüştürülmesi, son kullanıcıya sunulması ve atık haline gelmesi süreçlerini ele alınmaktadır.

Şekil 3.1'de de görülebileceği gibi doğrusal ekonomi yaklaşımda tüketim sürecinin yanı sıra, üretim süreci de atık oluşumuna sebep olmaktadır. Hammaddenin, atığa dönüşümüne kadar geçirdiği aşamalarda sadece sürecin sonunda değil her bir işlem safhasında çevreye atık bırakıldığı bilinmektedir (Önder, 2018). Bu nedenle sadece üretim süreci değil, hammaddenin temininden, ürüne dönüşmesi ve atık hale gelmesine kadar tüm sürecin ele alınması gerekmektedir. Bu bağlamda da doğrusal ekonomi yaklaşımının üretim ve tüketim sürecinde ortaya koyduğu etkiler birlikte ele alınmalıdır.



Şekil 3.1. Doğrusal Ekonomi (Sauvé et al., 2016).

İnsan yaşamının sürdürülebilmesi için doğanın sürdürülebilirliğinin sağlanabilmesi gerekmektedir. Fakat sanayi toplumunda doğal kaynaklar

hammadde olarak kullanılmakta, çevre üretim ve tüketim süreçlerinden zarar görmektir. Doğal kaynaklar, ticari olarak bir maliyet taşımadığı için üretim ve tüketim süreçleri ile ilgili politika ve stratejiler geliştirilirken göz ardı edilebilmektedir. Bu durum doğayı olduğu kadar insan yaşamını da olumsuz etkilemektedir (Yavuz, 2010). Oysaki sürdürülebilir kalkınma da ele alındığı gibi çevre, ekonomi ve sosyal bileşenler birbirilerini desteklemektedir. Bu bileşenleri etkileyen unsurlar zarar gördüğünde diğer bileşenlerde etkilenmekte ve ekosistem bütünsel anlamda zarar görmektedir. Üretim ve tüketim süreçlerinde doğaya verilen zarar hem sosyal anlamda insan yaşamını etkilediği gibi, hem de ekonomik sürdürülebilirliğin de önünü tıkamaktadır.

Doğrusal ekonomi yaklaşımında öncelik yüksek kardır. Bu yüzden düşük maliyet ve yüksek satış hedeflendiğinden çevre bilinci ve doğal kaynakların sürdürülebilirliği geri planda kalmaktadır. Tüm bunlar sürdürülebilir kalkınmanın 3 temel bileşeni olan sosyal, çevre ve ekonomi bileşenlerinin sürdürülebilirliği ile tamamıyla zıt düşmektedir. Bu noktada sürdürülebilir kalkınma için yeni bir ekonomik model ihtiyacı ortaya çıkmış ve kendisi göstermiştir.

Belli bir habitatta mevcut ekosistem ve ürün döngüsünü bozmadan ulaşılabilecek maksimum insan kapasitesine “*taşıma kapasitesi*” denmektedir. Taşıma kapasitesi kavramı sürdürülebilir kavramıyla doğrudan örtüşmekte ve döngüsel ekonomi modeliyle benzer yaklaşımı taşımaktadır. Bu bağlamda 1994 yılında William Rees tarafından yapılan bir çalışmada taşıma kapasitesinden yola çıkılarak Kanada’nın durumu analiz edilmiş ve mevcut durumun 3 katı kadar üretken alana ihtiyaç duyulduğu ortaya konmuştur (Başer, 2014). Yıllar geçtikçe bu oran Dünya’nın birçok yerinde ekosistemi tehdit edecek hale gelmiş veya yakın zamanda gelecektir. Bu noktada uluslararası kuruluşlar ve gelişmiş ülkelerin ortaya koydukları politikalar da bu süreci yavaşlatmaya ve bozulan dengeyi tekrar düzeltmeye yönelik olsa da mevcut doğrusal ekonomi modeli ile bunun gerçekleşmesi çok mümkün görünmemektedir.

Sürdürülebilir kalkınma yaklaşımının gelişmesiyle birlikte mevcut ekonomik model olan doğrusal ekonomik modelinin süreci tam olarak karşılamadığı ve yeni

ekonomik modellere ihtiyaç duyulduğu anlaşılmıştır. Önder (2018), bu değişimi çalışmasında şu şekilde ele almaktadır;

“Sürdürülebilir kalkınma anlayışının mevcut hâkim ekonomik yaklaşım içerisinde gerçekleştirilmesinin mümkün olmadığına anlaşılmaması, uluslararası alanda yeni ekonomik yaklaşım arayışlarını hızlandırmıştır. Çünkü doğrusal ekonomik sistem olarak ifade edilen mevcut ekonomik yaklaşımda, bir ürün üretmek için doğal kaynak yerinden alınır, işlenerek ürün haline getirilir ve kullanılarak atık haline dönüştürülür. Dolayısı ile söz konusu sürecin kendisi zaten atık oluşturma üzerine kurulmuştur. Bu nedenle bu yapıya alternatif yaklaşımlar geliştirilmeye başlanmıştır. Bunlardan en önemlileri Yeşil Ekonomi, Mavi Ekonomi ve en son olarak Döngüsel Ekonomi olarak sıralamak mümkündür.”

1970’li yıllarla birlikte küresel toplum artan nüfusun kaynakların sürdürülebilirliğine olumsuz etkisine dikkat çekmeye başlamıştır. Evran Sapmaz Veral (2018) doktora tez çalışmasında bu durumu şu şekilde ele almıştır.

“Döngüsel ekonomi kavramının pek çok çeşidi ve de zengin bir tarihsel geçmişi bulunmaktadır. 1970’lerin başına kadar, küresel gündemde yerel ölçekli olduğu düşüncesiyle çevre sorunları fazla önemsenmiyor olsa da, 1960 ve 1970’lerde bilim adamları, ekonomistler ve aktivistler tarafından nüfus ve kaynak tüketimindeki aşırı artış ve büyüme sonucu bunlarla bağlantılı sorunlara dikkat çeken pek çok çalışma gerçekleştirilmiş, Schumaer’in “Küçük Güzeldir”, Roma Kulübünün “Büyümenin Sınırları”, Rachel Carson’ın “Sessiz Bahar” gibi çalışmalar kaynakları sınırsızca kullanmanın nasıl bir felakete sonuçlanacağına dair dikkat çeken en önemli çalışmalardan olmuştur. Ancak, ekonomide kaynakların doğrusal yerine döngüsel akışına ilişkin ilk olarak Boulding’in, 1966 tarihli “Yaklaşan Uzay Gemisi Dünyası Ekonomisi” başlıklı makalesinde döngüsel ekonomi kavramını ele aldığı görülmekte, kavramın o dönemden bu yana, çevre ekonomisinin bir parçası olarak, pek çok yazar tarafından teorik olarak geliştirildiği ifade edilmektedir”

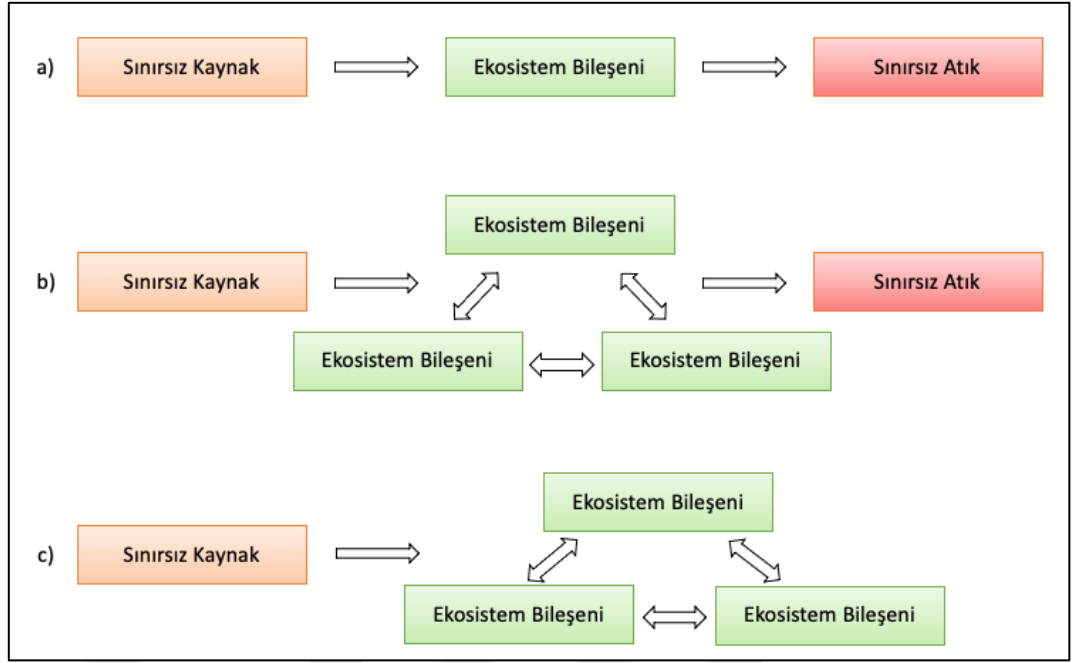
Üretim süreçlerindeki hammadde ihtiyaçlarının artması, kaynakların kullanımındaki artış ve doğal kaynakların tükenebilir olması döngüsel ekonominin gelişmesine sebep olmuştur. Bu noktada sürdürülebilir bir ekonomi için atıkların değerlendirilmesi ve geri kazanımı bu modelin temellerini oluşturmaktadır. Atık yönetimi, atıkların yeniden kazanımı ve toplumsal algının değişmesi döngüsel ekonomi kavramı ile ön plana çıkmaktadır (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Döngüsel Ekonomi (Sauvé et al., 2016).

Döngüsel ekonomi kavramı özellikle Çin ve AB’de politika yapıcılar tarafından ülkelerin, firmaların ve tüketicilerin çevreye verdikleri zararı azaltmalarını ve ürün yaşam döngüsünü sağlayacak bir çözüm olarak ortaya atılmıştır.

Sürdürülebilirliğin sağlanabilmesi için gerekli olan doğal kaynakların etkin kullanımı, enerji, atık yönetimi gibi ekonomi-çevre etkileşimini analiz ederken entropi yasasından destek alınabilmektedir. Bu bağlamda sürdürülebilirlik için gerekli olan sistemin doğrusal değil döngüsel olarak kurgulanması gerekliliği ortaya konmaktadır. Sürdürülebilirlik ancak entropinin sıfır olduğu ve dışarıdan oldukça az etkilenen izole bir sistem yani döngüsel ekonomi ve sıfır atık yaklaşımıyla mümkün olabilmektedir (Şekil 3.3)(Özkan et al., 2018).

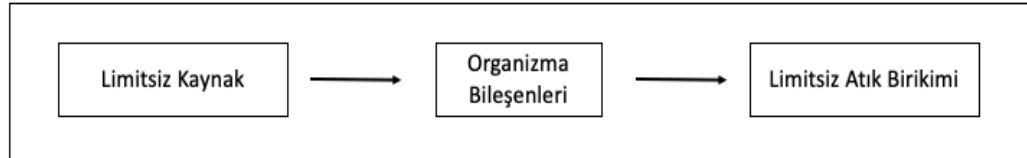


Şekil 3.3. Endüstriyel üretim sistemleri (a) Doğrusal Üretim, (b) Yarı Döngüsel Üretim, (c) Döngüsel Üretim (Özkan et al., 2018).

Döngüsel ekonomi üretim süreçlerinde atıkların yeniden kullanımı, doğal kaynakların tüketimi ve atıkların bertaraf miktarında azalmaları sağlamakla birlikte; orta ve uzun vadede daha düşük hammadde ve üretim maliyetlerini de beraberinde getirmektedir. Döngüsel ekonomi ile ilgili birçok tanımlama olmakla birlikte, genel çerçevede baktığımızda hammadde, ürün ve doğal kaynakların ekonomik döngüde olabildiğince uzun süre değere sahip oldukları ve bu bağlamda atık miktarının en aza indirildiği bir ekonomi model olarak tanımlanmaktadır.

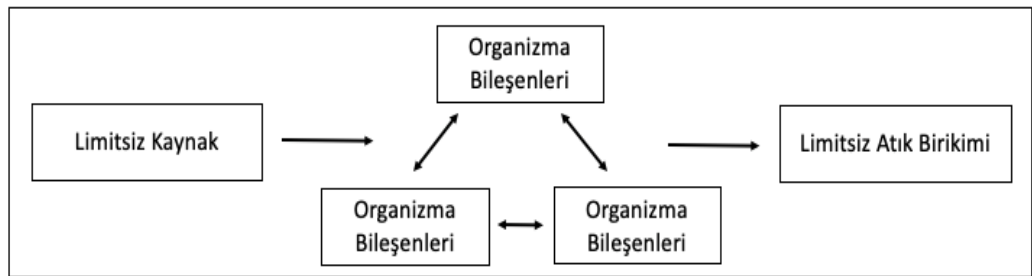
Allenby'nin 1992 yılında yayınladığı "Endüstriyel Ekoloji" makalesinde ekonomiler ve ekosistemlerin enerji ve malzemeyi kullanarak ürüne dönüştüren benzer sistemler olduğu vurgulanmıştır. Bu benzerliğin ekonomilerin doğrusal, ekosistemlerin ise döngüsel bir yaklaşım izleyerek farklılaştığını belirtmiştir. Bu bağlamda döngüsel modeli 3 tip olarak tanımlamıştır. Tip-1, Tip-2 ve Tip-3 şeklinde yaptığı tanımlamalardada; sınırsız girdi ile başlayan sürecin son ürün ve sınırsız atık ile tamamlandığı üretim modeline Tip-1, üretim sürecindeki değişikliklere göre çıktı ve atık çeşitliliğinin artmasına Tip-2, son olarak sürdürülebilir yapıyı temsil eden, sınırlı kaynak ve imkanlarla gerçekleştirilen modele Tip-3 denmektedir (Allenby, 1992).

Allenby'nin Tip-1 modelinde; sistemde ürün ve atıklar geri dönüştürülmemektedir. Bu sebeple her ürün için yeni bir kaynak ihtiyacı söz konusudur ve bu da beraberinde sürekli kaynak tüketimini beraberinde getirmektedir. Doğrusal ekonomik model ile yakından ilişkili olan Tip-1 doğal kaynakların tükettiği ve çevresel olumsuzlukları beraberinde getirdiği için sürdürülebilir bir model değildir (Şekil 3.4) (Başülmez ve Meçik, 2018).



Şekil 3.4. Tip I Ekolojik Üretim Süreci (Başülmez ve Meçik, 2018).

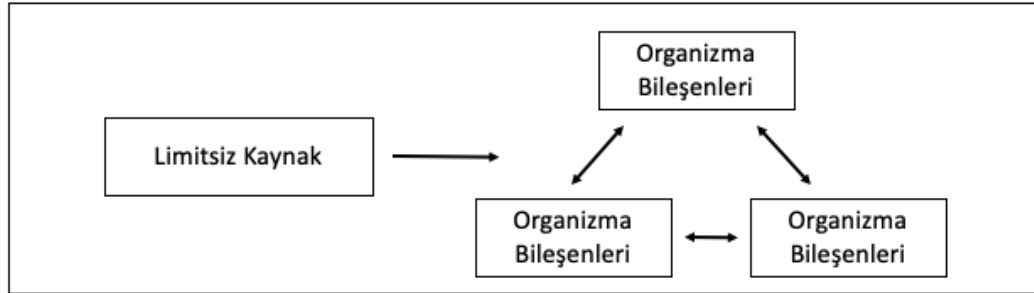
Tip-2'de ise üretim süreçlerinin çeşitliliği ile kullanılan kaynak ve ortaya çıkan atığın benzer oranda değişiklik gösterdiği vurgulanmaktadır. Doğrusal ve döngüsel sistemin arasında kalan bu model günümüz ekonomik modeline daha yakındır. Daha az girdi ile üretilen ürün sonucunda daha az atık oluşmaktadır. Ekosistemdeki aktörler arasında iş birliğinin başladığı bu sistemde yeterli olmasa da kaynakların sınırlı oluşu ve geri dönüşümü sınırlıda olsa gerçekleştirilmektedir. Sürdürülebilirliğe yaklaşılan bu model geçiş modeli olarak tanımlanabilmektedir (Şekil 3.5) (Başülmez ve Meçik, 2018).



Şekil 3.5. Tip II Ekolojik Üretim Süreci (Başülmez ve Meçik, 2018).

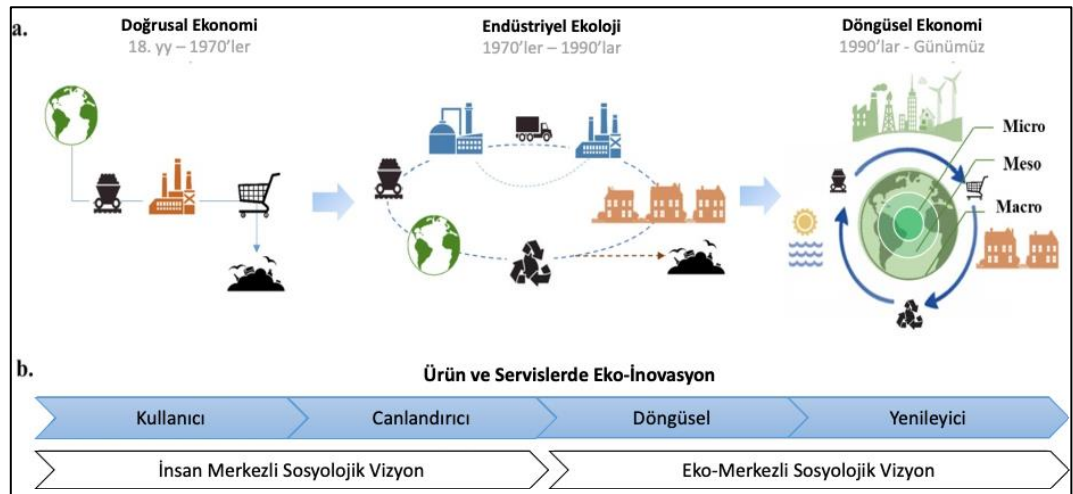
Kapalı döngüsel üretim süreci olarakta tanımlayabileceğimiz Tip-3; üretim sürecinin birbirini beslemesi, enerji ve atıkların sürekli olarak kullanılabilirdiği sistemdir. Sürdürülebilirğin tam olarak sağlanabileceği bu sistem yenilenebilir enerji kaynakları ile yan ürünlerin sürekli olarak yeniden kullanılacak şekilde

tasarlanmıştır (Şekil 3.6). Bu sistemde kaynaklar sınırlıdır. Enerji ve ürün çeşitliliği ile sisteme bağlılığın söz konusu olduğu bu tapı malzeme akışını sürekli hale getirir. Endüstriyel ekonoloji yaklaşımının mutlak hedefi olan bu yapı, sürdürülebilirliğinde mutlak gerçekleştiği sistemdir (Başülmez ve Meçik, 2018).



Şekil 3.6. Tip II Ekolojik Üretim Süreci (Başülmez ve Meçik, 2018).

Tüm bu sanayi devrimi sonrası başlayan ve gösterdiği değişimle günümüze kadar gelen sistemler günümüzde kullanılan ekonomik sistemlerin kırılma ve değişimlerini de oluşturmuştur. Sanayi devrimi sonrası doğrusal ekonomi yaklaşımı süreç içerisinde evrilmeye ve döngüsel ekonomiye doğru dönüşmeye başlamıştır. Hali hazırda bu dönüş hale devam etmekte ve döngüsel ekonomiye doğru evrilmektedir (Şekil 3.7).



Şekil 3.7. Doğrusal Ekonomiden Döngüsel Ekonomiye Geçiş (Prieto-Sandoval et al., 2018).

3.1 Sıfır Atık

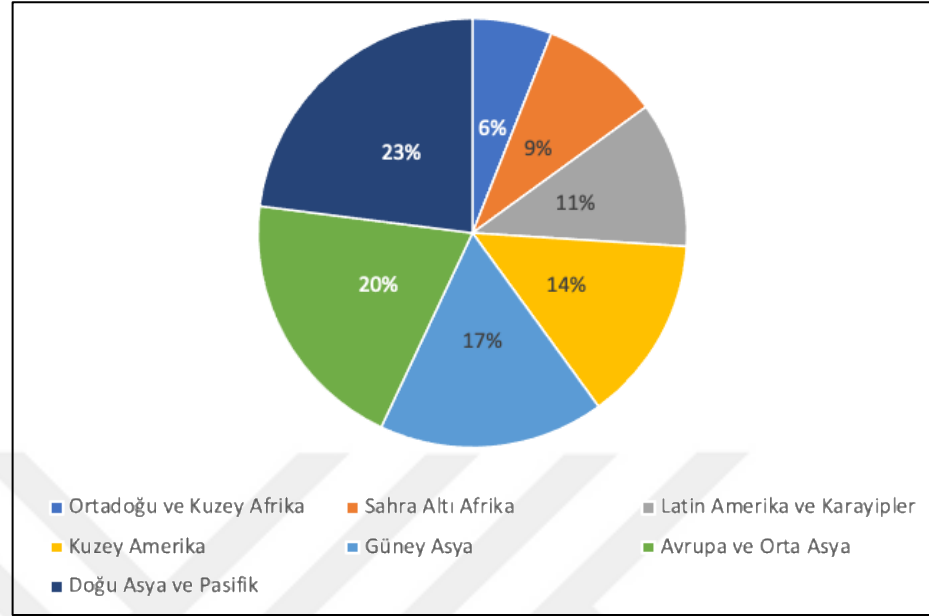
Atık üretimi kentleşmenin, ekonomik kalkınmanın ve nüfus artışının doğal bir ürünüdür. Ülkeler ve şehirlerin büyümesi ve tüketim toplumu atık üretimini daha da arttırmaktadır. Bu nedenle atık geri kazanımı ve atık bertarafı her geçen gün daha da ön plana çıkmaktadır.

Sıfır atık kavramı üretim süreçlerinde kullanılan enerji, hammadde ve insan kaynaklarının etkin kullanımını ve tüm üretim sürecinde ortaya çıkan atıkların geri kazanımını ele almaktadır. Kaynakların verimli kullanılması, atıkların minimize edilmesi hatta ortadan kaldırılması, toplanan atıkların geri dönüşümle tekrar kullanılabilir hale getirilmesi ve en önemlisi israfın önlenmesi sıfır atık kavramının doğru bir şekilde hayata geçirilmesi ile mümkündür. Bu yüzden sıfır atık kavramı, sürdürülebilir kalkınma için yüksek öneme sahip olmasının yanı sıra döngüsel ekonominin de ana unsurunu oluşturmaktadır.

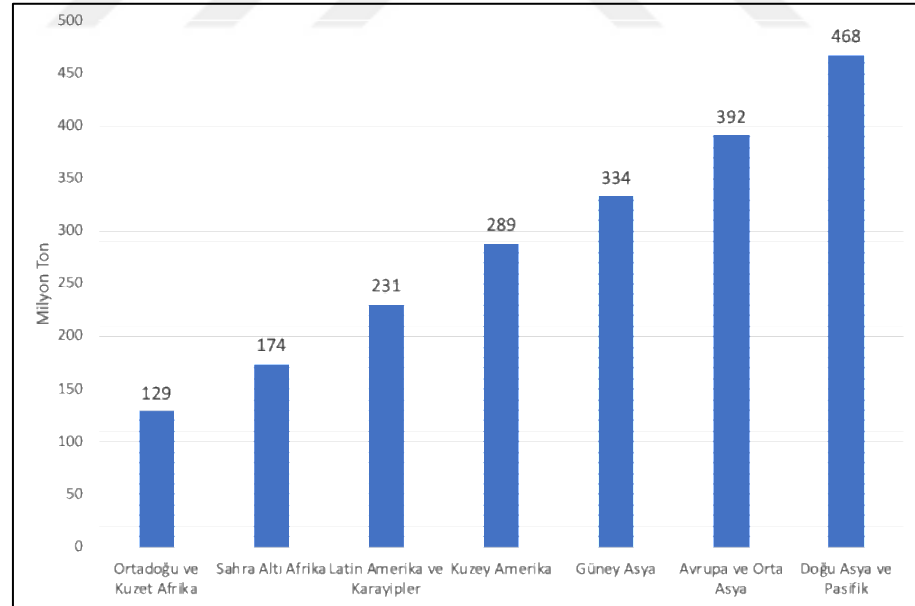
Gerorge Washington Carver ve Henry Ford yaptıkları çalışmalarla sıfır atık anlayışının ortaya çıkışında etkili olmuşlardır. Carver henüz bir lisans öğrencisiyken 1983 yılında yayımladığı bir makale ile doğada atık diye bir kavram olmadığı ve doğadaki her atığın başka bir sürecin girdisi olduğuna değinmiştir. 1930 yıllarında Ford ise ürettiği araçların bazı parçalarında soya fasulyesi küspesi kullanmaya başlamıştır. Atıkların geri kazanımından yılda 20 milyon dolara yakın tasarruf elde etmiştir (Yaman ve Olhan, 2010). Sıfır atık kavramı ise ilk kez 1970’lerde “Sıfır Atık Sistemleri-Zero Waste Systems Inc (ZWS)” firmasının adında, Kimyager Paul Palmer tarafından kullanılmıştır. Elektrik endüstrisinde açığa çıkan kimyasalların tekrar geri kazanımını sağlayan firma, ücretsiz olarak topladığı kimyasalları, geri dönüştürerek farklı alanlara yarı fiyatına satmış ve kimyasalların geri dönüşümüne katkıda bulunmuştur (Ulaşlı, 2018).

Dünya Bankası tarafından 2018 yılında yayınlanan “What a Waste 2.0” kitabında dünya atık üretimine değinilmiştir. 2012 yılında 1,3 milyar ton olan küresel atık üretimi, 2016 yılında 2,01 milyar tona ulaşmıştır. Dünya’daki atıkların %43’ü Doğu Asya ve Pasifik’teki ülkeler ile Avrupa ve Orta Asya ülkeleri,

tarafından, %15'i ise Orta Doğu, Kuzey Afrika ve Sahra Altı Afrika ülkeleri tarafından oluşturulmaktadır (Şekil 3.8, Şekil 3.9) (Kaza et al., 2018).



Şekil 3.8. Yüzdelik Bölgesel Atık Miktarı (Kaza et al., 2018).



Şekil 3.9. Yıllık Bölgesel Atık Miktarı (Kaza et al., 2018).

Yüksek gelirli ülkelerin dünya nüfusunun %16'sını oluşturmalarına rağmen, dünyada üretilen atıkların %34'ü bu ülkelere aittir. Dünya nüfusunun %9'unu oluşturan düşük gelirli ülkeler ise küresel atığın %5'ini oluşturmaktadır.

Türkiye’de ise Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) tarafından 2016 yılında yapılan araştırmaya göre kişi başı atık kitarı 1,17 kg olarak belirtilmiştir. Nüfus artışı ile atık miktarının doğru orantılı olarak arttığını düşündüğümüzde 2023 yılında 87 milyon, 2040 yılında ise 100 milyonu geçmesini beklediğimiz Türkiye nüfusu için atık miktarı ciddi tehlike oluşturmaktadır. Türkiye’yi bekleyen bu tehlikeye karşı Çevre ve Şehircilik Bakanlığı kapsamlı olarak çalışmalarını sürdürmektedir.

2017 yılında Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından “Sıfır Atık Projesi” hayata geçirilmiş, proje kapsamında kamu kurumları, alışveriş merkezleri, havaalanları, okullar, üniversiteler, hastaneler ve konutlar olmak üzere bireylerde hazırlanan kılavuzlarla sıfır atık konusunda farkındalık oluşturulması hedeflenmiştir.

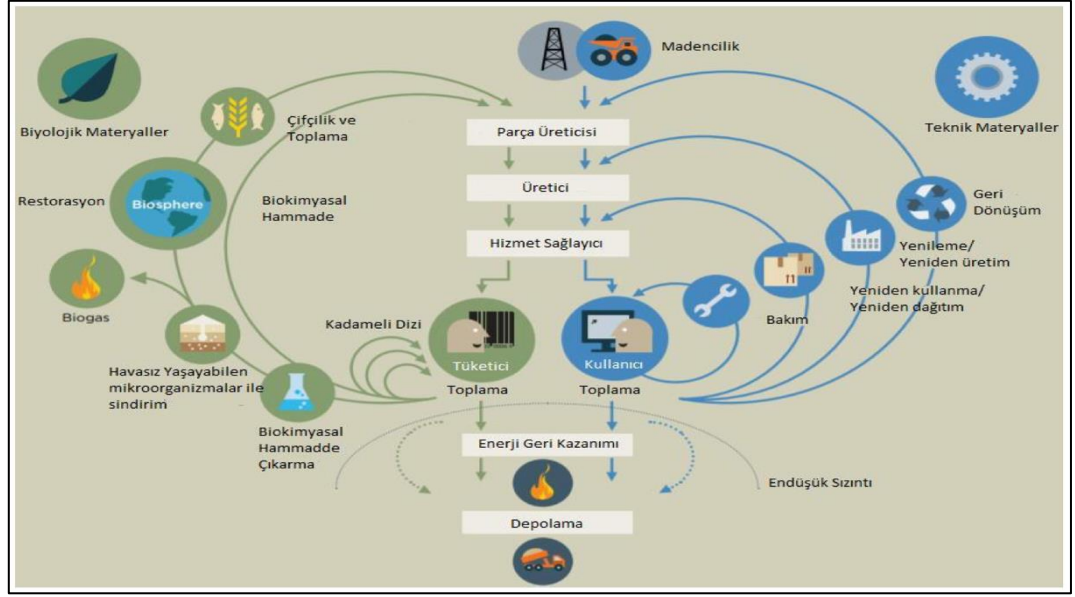
3.2 Atık Yönetimi

Döngüsel ekonomi, doğal sermayeyi koruyarak geliştirmekte, kaynak verimliliğini etkin kontrol etmekte ve sistem etkinliğini koruyarak düzenlemektedir. Kontrol edebilmek ve düzenlemek için yönetmek gerekmektedir. Bu bağlamda döngüsel ekonomi için sıfır atık kadar öneme sahip bir diğer konuda atık yönetimidir.

Atık yönetimi anlam olarak; atığın ortaya çıktığı noktada azaltılması, tasniflenmesi, toplanması, depolanması, geri kazanılması, lojistiği, geri kazanımı ve/veya bertarafı süreçlerini bütünsel olarak ele alan bir yönetim sürecidir.

Atık yönetiminin temel mantığı 3R kavramı ile tanımlanmaktadır. Azaltma (reduce), yeniden kullanım (reuse) ve geri dönüşüm (recycle) kavramlarının İngilizce baş harflerinden oluşan 3R kavramı, döngüsel ekonomiyi, doğrusal ekonomiden ayıran en önemli unsurları içinde barındırmaktadır (Önder, 2018).

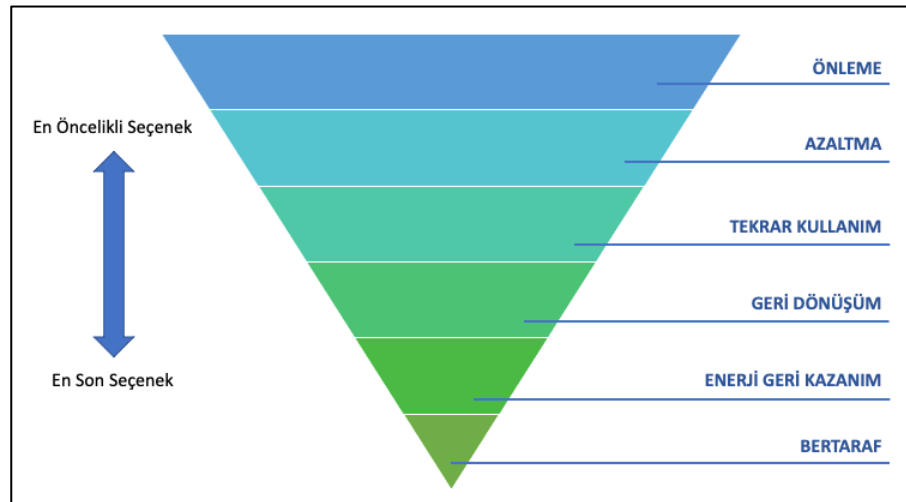
3R yaklaşımı üretimden tüketime her aşamada etkin olarak yer almaktadır. Şekil-3.10’da bu duruma yer verilmiş olup 3R yaklaşımı dönem dönem ekolojik süreçlerle, dönem dönem ise teknik süreçlerle ele alınmaktadır.



Şekil 3.10. Döngüsel Ekonomi Yaklaşımı (Önder, 2018).

Şekil-3.10'da da görülebildiği gibi döngüsel ekonomide atık miktarını en aza indirmek hedeflenmektedir. Bu nedenle atık yönetimi döngüsel ekonomi için kritik kavramlardandır (Önder, 2018).

Atık yönetimi süreci birbirini takip eden altı adımdan oluşmaktadır. Atık Yönetimi Hiyerarşisi olarak tanımlanan bu süreçte atık yönetimi seçeneklerinin çevre açısından en fazla tercih edilmesi gerekenden, en az tercih edilmesi gerekene doğru sıralanmasıdır (Şekil 3.11).



Şekil 3.11. Atık Yönetimi Hiyerarşisi (Çetin, 2011).

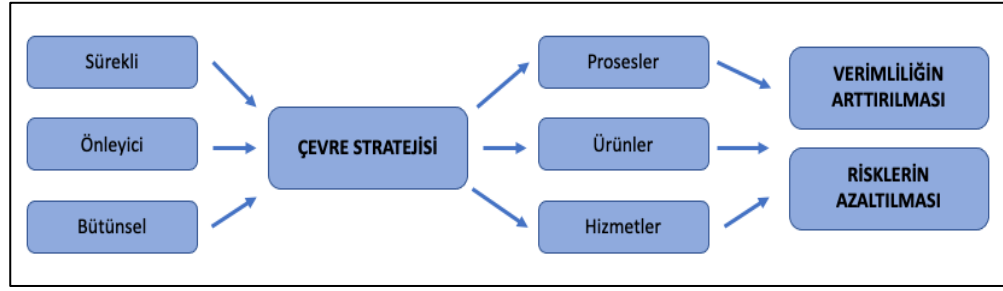
Atık yönetimi hiyerarşisi atığın üretildiği yerde takip edilmesi ve en aza indirgenmesi ile başlamaktadır. Ortaya çıkan atığın tekrar kullanım sürecine sokulması, eğer bu mümkün değilse geri dönüştürülmesi amaçlanır. Bunları takiben kalan atıkların enerjiye dönüştürülmesi, eğer enerjide dönüştürülebiliyorsa bertarafı atık yönetimi hiyerarşisinin süreçlerini oluşturmaktadır.

Döngüsel ekonomi yaklaşımıyla birlikte Dünya’da atık yönetimi de ön plana çıkmış ve gelişmiş ülkeler başta olmak üzere atık yönetimine ilişkin farklı politika ve stratejiler geliştirilmiştir. Ülkemizde ise 2015 yılında yayınlanan 29314 sayılı Atık Yönetimi Yönetmeliği ile atık yönetimi düzenlenmiştir. Bu yönetmelik ile temiz teknolojilerin kullanımı teşvik edilirken, doğal kaynakların kullanımının azaltılması hedeflenmektedir. Yönetmelik kapsamı atığın ortaya çıktığı yerde geri kazanılması ön plana çıkarken, gerçekleştirilemediği durumlarda geri kazanım ya da bertarafının lisanslı tesislerde yapılması zorunlu kılınmıştır (Başer, 2014).

3.3 Temiz Üretim ve Eko-Verimlilik

Üretim süreçlerinin çevreye vermiş olduğu zararı en aza indirmek, doğanın ve insan yaşamının sürdürülebilirliği için oldukça önemlidir. Sürdürülebilir kalkınma yaklaşımının tartışmaya açtığı bir diğer konuda temiz üretim ve eko-verimlilik yaklaşımlarıdır.

Birleşmiş Milletler Çevre Programı (UNEP) Temiz üretim kavramını “üretim süreçleri, ürün ve hizmetlere sürekli uygulanacak bütünsel ve önleyici yaklaşımla insanlar ve çevre üzerindeki riskleri en aza indirmek” olarak tanımlamıştır (Uslu, 2019). Temiz üretim kavramındaki bu yaklaşım şekil 3.12’de ele alınmaktadır.



Şekil 3.12. Temiz Üretim Karamı (T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, 2019).

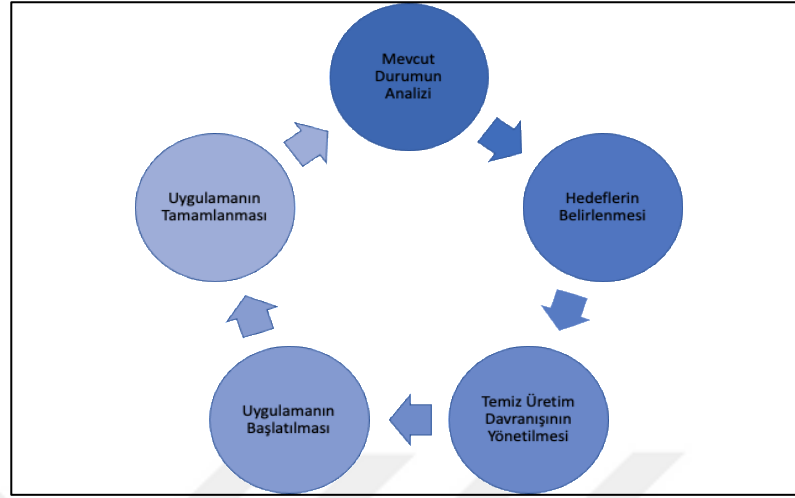
Temiz üretim tanımlanırken yukarıda da yer alan üretim süreçleri, ürün ve hizmetler olmak üzere 3 başlığa vurgu yapılmaktadır. Bu bağlamda üretim süreçlerinde, doğal kaynakların etkin kullanımı, tehlikeli ve toksik maddelerin kullanılmaması, üretim süreci boyunca atıkların miktar ve toksik içerik bağlamında azaltılması beklenirken; ürünlerde bu durum ürün yaşam döngüsü sürecinde ortaya çıkabilecek olumsuzlukların gözlemlenerek azaltılması ve son olarak hizmet sürecinde geliştirme ve uygulama safhalarında ortaya çıkabilecek olumsuz etkilerin dikkate alınması ön plana çıkmaktadır (Cılız vd., 2017).

Temiz üretim ile aynı sayılabilecek bir diğer yaklaşım eko-verimlilik kavramıdır. Eko verimlilik kavramı daha az kaynak kullanılarak aynı üretim veya hizmetin gerçekleştirilmesini ifade etmektedir (Uslu, 2019).

Kısaca temiz üretim ve eko verimlilik; üretim ve/veya hizmet sürecinde üretim, dağıtım, tüketici kullanımı ve sürecin sonundaki atıkların bertarafını ele alan ürün yaşam döngüsünün tüm aşamalarında meydana gelen çevresel ve insani riskleri azaltma yönündeki stratejik yaklaşımdır (T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, 2019).

Dünya’da üretim süreçlerinin ortaya çıkardığı çevre sorunları ile baş edebilmek adına kirliliği kontrol etmek yerine öncelikle kirliliğin önlenmesine çalışılmaktadır. Bu da temiz üretim ve eko-verimlilik kavramlarının temellerini oluşturur. Çevre ve sürdürülebilirlik için büyük önem taşıyan bu kavramlar aynı zamanda firmalar için de önemli bir ekonomik kazancı beraberinde getirmektedir.

Temiz üretim sürecine ait genel iş akışı şekil 3.13'te verilmiştir. Gerçekleştirilen çalışmaların özelliklerine göre iş akışı detaylandırılmaktadır (Gümüş, 2016).



Şekil 3.13. Temiz Üreti Uygulaması Genel İş Akışı (Gümüş, 2016).

Tüm bunların yanı sıra son yıllarda çevre ile ilgili konular ekonomik ve sosyal politikalar bağlamında da ön plana çıkmaktadır. Bu bağlamda temiz üretimin öne çıkan 5 ana prensibi bulunmaktadır (Tablo 3.1) (Bükülmez vd., 2014).

Tablo 3.1. Temiz Üretimin 5 Ana Prensipleri (Bükülmez et al., 2014).

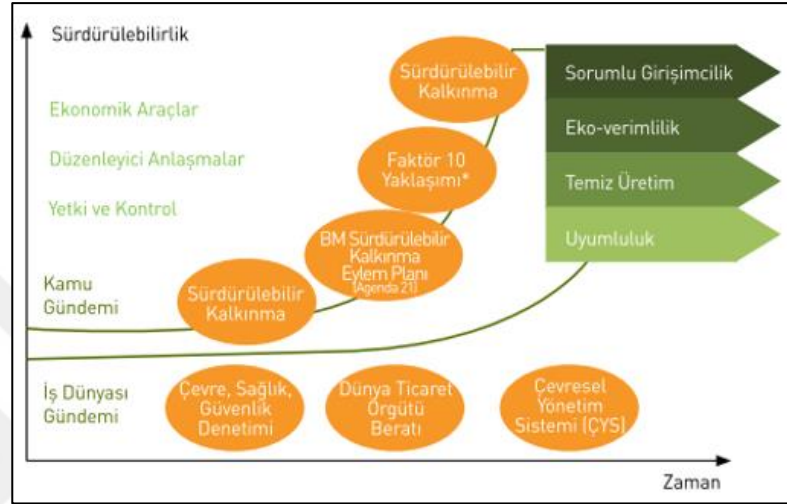
	1 malzeme ikamesi	Daha az zararlı hammadde, yardımcı malzeme ve işletme malzemesi kullanımı Daha uzun ömürlü işletme malzemelerinin kullanılması
	2 işletmenin iyi idaresi	Üretim sürecindeki malzeme ve enerji verimliliği faaliyetlerinin artırılması Fire ve kaçakların azaltılması ve çalışanların bu konuda Eğitimi
	3 işletme içi geri dönüşüm	Su, <u>solvent</u> vb. gereksinimlerin üretimde yeniden kullanılmasını sağlayabilecek malzeme ve enerji kapalı döngülerinin oluşturulması Malzeme ve enerji akışlarının basamaklı hale getirilerek geri dönüşümün kolaylaştırılması
	4 teknolojik optimizasyon/ değişim	Modern ve daha verimli teknolojilerin kullanılması Süreçlerin yeniden tasarlanması ve süreç kontrolünün iyileştirilmesi Zararlı proseslerin ikamesi veya değişikliğe uğraması
	5 ürünün optimizasyonu	Kullanım ömrünün artırılması Kolay tamir edilebilir ürün üretimi Bileşenlerine ayrıştırılabilen, geri dönüştürülebilmesi daha kolay ürün üretimi Tehlikesiz maddelerin kullanımı

Bu prensiplerin hayata geçirilmesi ve temiz üretimin etkin uygulanmasının sadece ekonomik değil üretim süreçlerine, çevreye ve çalışanlara da katkısı bulunmaktadır. Sözü edilen kazanımlar tablo 3.2’de yer almaktadır.

Tablo 3.2. Temiz Üretim Kazanımları (Bükülmez et al., 2014).

			
Üretim	Finans	Çalışan	Çevre
- Verimlilik seviyesi iyileşir. - Ürünün kalitesi artar. - Verimli hammadde ve enerji kullanımı sağlanır. - Hızlı ve yürütülmesi kolay bir süreçtir. - Görece düşük sermaye yatırımı gerektirir.	- Karlılık artar, üretim maliyetleri azalır. - Dış sermaye veya işletme yatırımının hızlı geri dönüşü sağlanır. - Mevzuata uyuma yönelik ekstra harcamaları önler. - Sigorta giderlerinde tasarruf oluşur.	- Çalışanın motivasyonu artar. - Fikir üretme ve uygulamada çalışanların aktif katılımı sağlanır. - Çevresel kaza riski düşer.	- Tüketici riskleri minimize edilir. - Çalışanlar, müşteriler, yerel organizasyonlar ve de halkın desteği alınır. - Finansal kurumlarda ve yatırımcılardaki sermayeye erişim kolaylaşır.

Her geçen yıl temiz üretim kavramı, çevre yönetimi ve verimlilik kavramlarıyla daha fazla iç içe ele alınmaktadır. İlerleyen yıllarda bu kavramları destekleyecek yeni kavramlarda muhakkak ki literatürde yer alacaktır. Bu çerçevede baktığımızda strateji ve politikaların, özel sektörün eğiliminin, ulusal ve uluslararası kurumların sürdürülebilirlik altındaki etkinliği daha da ön plana çıkacaktır (Şekil 3.14).



Şekil 3.14. Sürdürülebilirlik konusundaki trend ve politikalar (Bükülmez et al., 2014).¹

¹ Faktör 10 yaklaşımı, insanlığın önündeki 30-50 yıl içerisindeki mevcut kişi başı enerji ve malzeme tüketimini 10 kat düşürmesi ve bununla birlikte kaynak verimliliği ve etkinliğinin 10 kat arttırmasını öngörmektedir.

4. ENDÜSTRİYEL EKOLOJİ

Her geçen gün dünyadaki nüfus artışına paralel olarak üretim artmakta ve buna bağlı olarak da doğal kaynakların tüketimi, yenilenebilir kaynakların kendini yenileyememesi durumlarıyla karşı karşıya kalınmaktadır. Artmaya devam eden nüfus ve büyüyen dünya ekonomisi doğal kaynaklarının hızla tüketilmesinin yanı sıra bir takım çevresel ve sosyal sorunları da beraberinde getirmektedir. Bu bağlamda birçok ülke doğal kaynakların sürdürülebilir ve etkin kullanımı, kaynak yönetimi, atık yönetimi vb. yaklaşımlarla çeşitli politikalar geliştirmektedir. Doğal üretim sistemi, tüm üretici ve tüketicilerin birbirini tamamladığı kaynak kullanımının en aza indirgendiği bir sistemdir. Hammadde ve enerji akışının kapalı bir döngüde gerçekleşmesi ürünler, atıklar ve yan ürünlerin yeniden sisteme kazandırılması, süreçteki tüm maddelerin kullanımını sağlamakta ve atık ortaya çıkarmamaktadır. Bu yaklaşım yeni bir kavram olarak “Endüstriyel Ekoloji”nin ortaya çıkmasını sağlamıştır (T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, 2019).

Tüm canlıların yaşam döngüsü birkaç sistem sayesinde devam edebilmektedir. Canlılar oksijen, su, üreme ve beslenme gibi doğal süreçler sayesinde yaşamlarına devam edebilmektedir. Bu süreçler arasında meydana gelebilecek bir aksama ekoloji dengesini bozarak çevre sorunlarının beraberinde gelmesine sebep olmaktadır. Endüstriyel sistemlerin sürekliliğinin sağlayabilmek için ekonomik prensiplerden de yararlanılarak endüstriyel ekoloji kavramı oluşturulmuştur (Başülmez & Meçik, 2018).

Ayres tarafından ortaya atılan endüstriyel metabolizma kavramı hammaddelerin, enerjinin ve insan gücünün ürüne ve atığa dönüştürüldüğü süreçlerin tamamını ele almaktadır. Endüstriyel metabolizma kavramından esinlenen Frosch ve Gallapoulos, 1989 yılında ilk kez “Endüstriyel Ekoloji” kavramını ortaya atmışlardır. Endüstriyel ekoloji; endüstri ile doğal yaşam ve ekolojik sistemlerin etkileşimine dayanmaktadır. Endüstriyel ekolojiye göre üretim sürecinde ortaya çıkan atık, yeniden kaynak olarak kullanılmalı ve sistemden atık çıkmamalıdır (Ulutaş, 2017).

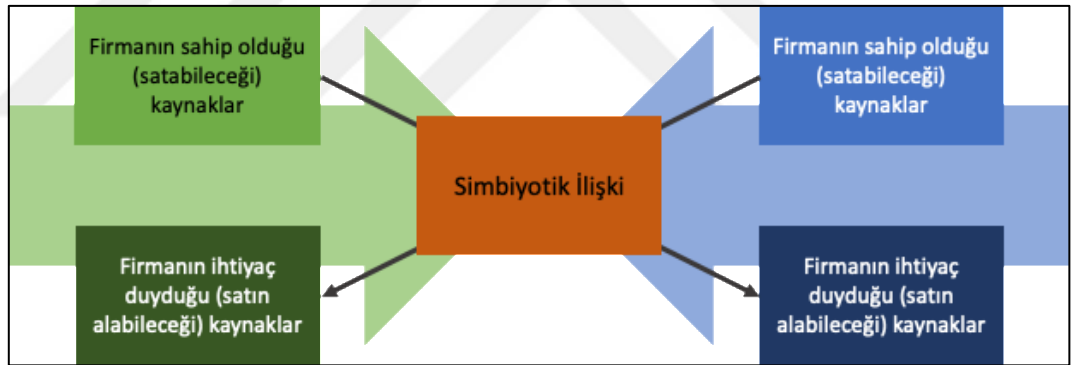
Endüstriyel ekoloji süreç içeriisinde kavram olarak gelişmiş ve farklı şekillerde ele alınmaya başlamıştır. Bu bağlamda 1995 yılında Garner endüstriyel ekolojinin kapsam ve özelliklerini yeniden ele almıştır. Garner'ın yeni endüstriyel ekoloji tanımını Özkan vd., (2018) şu şekilde yapmaktadır.

- *“Endüstriyel ve ekolojik sistemler arasındaki etkileşimlere sistematik bir bakış getirir,*
- *Madde ve enerji akışları dönüşümleri üzerine çalışır,*
- *Birden fazla disiplini ilgilendiren (multidisipliner) bir yaklaşım içerir,*
- *Doğrusal (açık) prosesler sisteminden döngüsel (kapalı) sisteme doğru bir değişimdir (böylece bir işletmenin atığı diğerinin girdisi olmaktadır),*
- *Endüstriyel sistemlerin ekolojik sistemler üzerindeki çevresel etkilerinin azaltılmasına yönelik bir uygulamadır,*
- *Endüstriyel faaliyetlerin uyumlu bir şekilde ekolojik sistemlere entegrasyonuna yönelik bir yaklaşımdır,*
- *Endüstriyel sistemlerin daha etkin ve sürdürülebilir olan doğal sistemlere benzemesinin sağlanmasıdır ve*
- *Endüstriyel ve doğal sistemlerdeki hiyerarşilerin belirlenmesi ve karşılaştırılması ile potansiyel çalışma ve eylem alanlarının tespit edilmesidir.”*

2003 yılında Graedel ve Allenby, hammaddeden ürüne, hammadde, ürün ve yan ürün ile atıkları bütün olarak önceleyen bir yaklaşım olarak endüstriyel ekolojiyi tanımlamışlardır. Kavram sadece üretim süreçlerinin çevreye verdiği zararları düzenlemekle kalmayıp zararı en aza indirgeyebilecek yeni üretim yöntemlerini de incelemektedir. Üretimdeki rekabet ve çevresel etkiler için ürün ve süreçlerin tasarımlarını ele alan bir yaklaşım olarak da tanımlanmaktadır. Kısaca çevre sorunlar benzer olduğundan endüstriyel uygulamalar ve insan aktiviteleri ile çevresel ve ekolojik prosesler arasında sistematik bir yaklaşım gerekmektedir. Diğer bir ifadeyle; endüstri ve çevre arasındaki fiziksel, kimyasal ve biyolojik etkileşimlerin beraber çalışmasıdır. Çevre problemleri sistematik olduğundan, endüstriyel uygulamalar-insan aktiviteleri ile çevresel-ekolojik prosesler arasında sistemli bir yaklaşımı gerektirmektedir (Davarcıoğlu ve Lelik, 2017). Endüstriyel ekoloji sürdürülebilir kalkınmanın bir alt sistemi olmakla beraber bu alt sistemin kurulumu çeşitli yöntemlerle gerçekleştirilecektir. Endüstriyel simbiyoz da bu yöntemlerden biridir (Uslu, 2019).

5. ENDÜSTRİYEL SİMBİYÖZ

Biyoloji de iki canlının birbirleriyle yardımlaşarak tek bir canlı gibi yaşamalarına “Simbiyoz” denmektedir. Endüstriyel simbiyoz da adını biyolojiden almıştır. Simbiyoz’un kelime anlamından yola çıkarak endüstride birden çok ve farklı işletmenin doğadakine benzer şekilde yardımlaşarak rekabet gücünü arttırmak amacıyla madde ve enerji değişimine “Endüstriyel Simbiyoz”, aradaki ilişkiye de “Simbiyotik İlişki” denmektedir. Endüstriyel simbiyoz; iki veya daha fazla ve birbirinden bağımsız faaliyet gösteren işletmelerin iş birliği yaparak kendilerine rekabet avantajı da sağlayacak iş birliğini ortaya koymaktadır. Çıktı ve girdi odaklı bir iş birliğini ifade eden kavram, tercihen birbirine yakın işletmeler için lojistik avantajı da dikkate alacak şekilde ön plana çıkmaktadır (Şekil 5.1). İşletmelerin sürdürülebilir ve etkin ham madde kullanımı için etkili bir yol olan endüstriyel simbiyoz kavramı, aynı zamanda işletmelerin çevresel performanslarına da etki etmektedir (Atalay, 2012).



Şekil 5.1. Simbiyotik ilişki (Bükülmez et al., 2014).

Endüstriyel simbiyoz kavramı sürdürülebilir kalkınma yaklaşımının bir göstergesi olarak nitelendirilmektedir. Temelleri 1989’a kadar uzanan yaklaşımın günümüzdeki halini alması 2000’li yılları bulmuştur. İngiltere’de 2000’li yılların başında gerçekleştirilmeye başlayan endüstriyel simbiyoz uygulamaları, 2005 yılında itibaren ulusal program olarak uygulanmaya başlamıştır. Türkiye’de ise ilk olarak 2010 yılında hayata geçirilen bir çalışma ile İskenderun Körfezi’nde uygulamaya konmuştur (Uslu, 2019).

Endüstriyel simbiyoz kavramında işletmeler enerji, yan ürünler, su ve maddenin değişimini de kapsayacak her türlü kaynağın paylaşmaktadırlar. Bu süreçte asıl olan bir firmanın çıktısının diğer firmanın girdisi olmasıdır. Bu sayede hem çevre korunmakta hem sürdürülebilirlik anlamında atık kullanımı minimize edilmekte hem de firmalara ekonomik anlamda önemli fayda sağlanmaktadır. Tüm bu özellikleri itibarıyla endüstriyel simbiyoz kavramı temiz üretim, inovasyon, Ar-Ge, işbirliği ve rekabetçilik gibi birçok kavramla yakından ilişkilidir (Bükülmez et al., 2014).

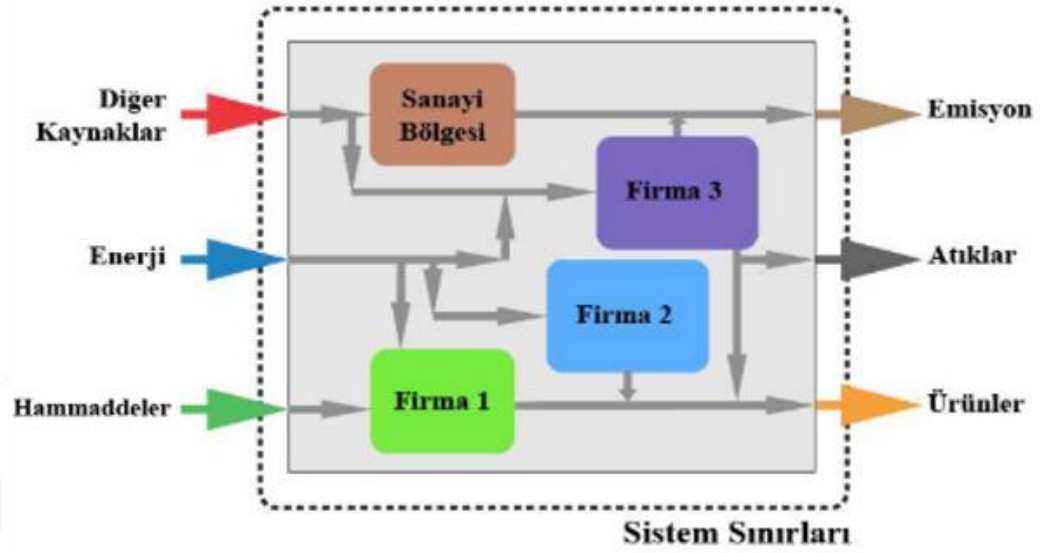
Klasik tedarik sürecinde, üretimde kullanılan hammadde ve enerji, üretim sonrasında önemli bir atığa sebep olmaktadır. Temiz üretim yaklaşımı üretimde doğru hammadde ve enerji kullanımı ile atık oluşumunu minimize etmektedir. Hammadde ve enerji başta olmak üzere üretim girdilerinin doğrudan üretim sonrası ürün ve atıklara dönüştüğü sürece doğrusal girdi-çıkı sistemi denmektedir (Şekil 5.2) (Gümüş, 2016).



Şekil 5.2. Doğrusal girdi çıktı sistemi (Gümüş, 2016)

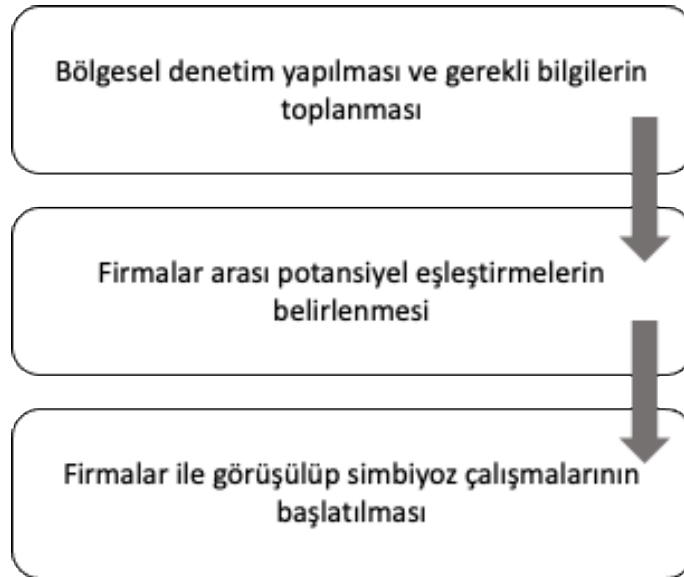
Endüstriyel simbiyozun etkin olduğu yapılara bakıldığında, klasik tedarik sürecine göre kaynakların verimli ve ortak kullanımını beraberinde getirmektedir. Endüstriyel simbiyoz firmalar arasında madde değişimini optimize eder ve ortak kaynak kullanımını artırır (Şekil 5.3). Bu sayede endüstriyel simbiyozda yer alan

firmalar hem ekodonmik olarak avantaj sağlarken hem de atık olarak çevreye verdiği zararı minimize ederler (Gümüş, 2016).



Şekil 5.3. Endüstriyel simbiyoz kapsamında girdi çıktı sistemi (Gümüş, 2016).

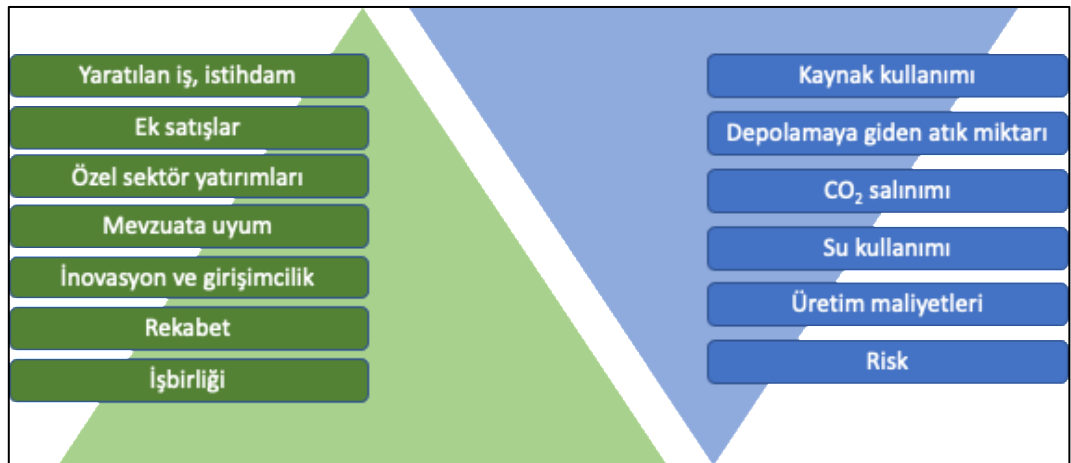
Endüstriyel simbiyoz ile ilgili birçok farklı yaklaşım bulunmaktadır. Bu yaklaşımlardan en çok karşımıza çıkan ve en temel yaklaşım olarak üç katmanlı yapı gösterilebilir (Şekil 5.4).



Şekil 5.4. Üç Katmanlı Endüstriyel simbiyoz yapısı (Gümüş, 2016)

3 katmanlı yapıda öncelikle endüstriyel simbiyoz uygulanacak bögenin tanınması ve gerekli bilgilerin toplanarak verilerin elde edilmesi gerçekleştirilmektedir. Elde edilen veriler ışığında firmaların girdi ve çıktıları baz alınarak, ekonomik ve lojistik değerlendirmeler ışığında potansiyel eşleştirmeler gerçekleştirilmektedir. Son aşamada ise gerçekleştirilen potansiyel eşleştirmeler çerçevesinde firmalarla görüşülerek iş birliğinin sağlanması ve endüstriyel simbiyoz çalışmalarının başlatılması sağlanır.

Endüstriyel simbiyozun geçmişte de etkin bir şekilde sanayi kuruluşları tarafından uygulanan bir yaklaşım olduğu bilinmektedir. Firmalara getirdiği ekonomik kazanımlar bunun en büyük sebepleri arasındadır. Günümüze geldikçe endüstriyel simbiyoz kavramı oluşmuş ve ortaya konan yaklaşım ekonominin çok daha ilerisine geçmiştir. Endüstriyel simbiyoz ile kaynak kullanımı, depolamaya giden atık miktarı, karbon salımı, su ve enerji kullanımı, üretim maliyetleri ve üretimdeki risk önemli ölçüde azalmaktadır. Bunun yanı sıra önemli bir istihdam yaratılmakta, firmalar için maliyet tasarrufu oluşmakta, başta çevre mevzuatları olmak üzere, birçok mevzuata uyumu kolaylaştırılmakta, rekabeti arttırdığı gibi, iş birliğine de önemli katkılar sunmaktadır (Şekil 5.5). Tüm bu kazançlar endüstriyel simbiyozun dünya genelinde her geçen gün ön plana çıkan bir kavram olmasına sebep olmaktadır.



Şekil 5.5. Endüstriyel simbiyozun avantajları (BEBKA, 2016).

Dünya genelinde ekonomik kalkınma, kaynak verimliliği ve yeşil büyüme gibi akımların politika aracı olarak görülen endüstriyel simbiyoz, AB’de

“Endüstriyel Simbiyozun ya da Eko-Endüstriyel Parkların potansiyel yararları Sürdürülebilir Tüketim ve Üretim Direktifi” altında tanımlanmıştır (Çoban, 2016).

Avrupa Komisyonu tarafından 2011 yılında yayımlanan “Roadmap to a Resource Efficient Europe-Kaynak Verimli bir Avrupa için Yol Haritası” çalışması altında da endüstriyel simbiyoz kavramı incelenmiştir. Yapılan araştırmalar sanayileşmenin yoğun olduğu AB için önemli bir fırsat olan endüstriyel simbiyozun, 2007 yılında kullanılan 8 milyar tonluk hammaddeden 1,4 milyar Euro'luk tasarruf sağlandığını göstermektedir (Çoban, 2016).



6. ATIK BORSASI

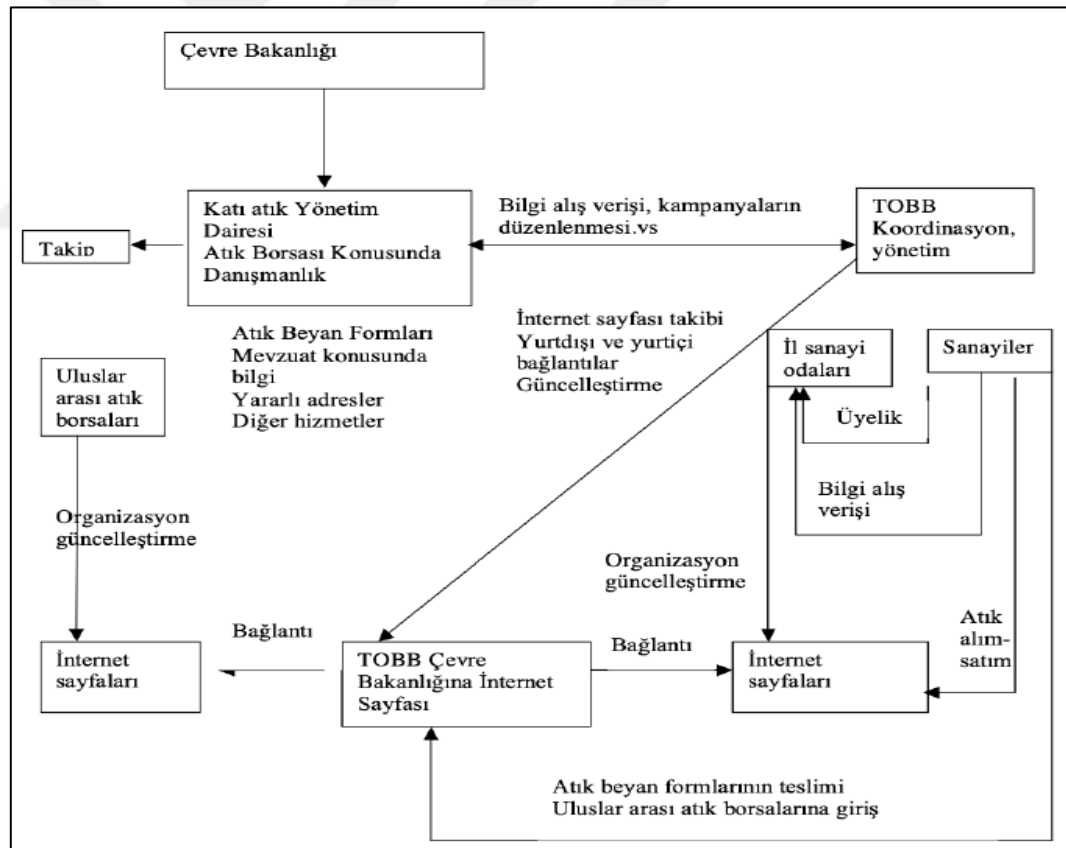
Atık borsası yaklaşımı endüstriyel simbiyoz kavramının en temel ve basit hali olarak karşımıza çıkmaktadır. Her geçen gün artan atık miktarı, atıkların depolanması ve bertarafı gibi süreçleri beraberinde getirmiş ve Dünya geneline süreçle ilgili mevzuatlar geliştirilmiştir. Mevzuatlar çerçevesinde yapılması gerekenler firmalar için ekonomik yük olurken, bununla ilgili çözüm arayışları “atık borsası” kavramını beraberinde getirmiştir.

Bir firmanın atığının, başka bir firmanın ham maddesi olabileceği gerçeğinden yola çıkılarak “atık borsası” yaklaşımı ortaya çıkmıştır (Öktem, 2016). Kısaca atık borsası, atıkların arz/talep ile buluşturularak, el değiştirmesi olarak tanımlanabilir (Orhan, 2009). Yaklaşım ile birlikte atıkların planlanması ve etkin bir şekilde kullanımı ele alınmaktadır. Firmalar arasında iletişim sağlanarak atıkların tekrar ekonomik döngüye dahil edilmesi sağlanmaktadır. Atık borsası yaklaşımına bakıldığında çevresel katkısı kadar, üretim sürecindeki atıkların minimize edilmesi ve sıfır atık yaklaşımına daha da yaklaşılması hedeflenmektedir.

II. Dünya Savaşı sonrası ülkelerin sanayiye yönelimi artmış, bu yönelimle birlikte ekonomik durum göz önüne alınarak kaynakların etkin kullanımı önem kazanmıştır. Atık borsasına ilişkin bilinen ilk çalışma İngiltere’de 1942 yılında kurulan “National Industrial Materials Recovery Association (NIMRA) - Ulusal Endüstri Materyali Geri Kazanım Kurumu”, atık borsasının ilk çalışması olarak karşımıza çıkmaktadır (2005 National Materials Exchange Conference and Managers Meeting, 2005). Bununla birlikte 1970’lerden sonra birçok ülke benzer çalışmalara yönelmiş ve kısa zamanda atık geri kazanım piyasalarının sayısı on ikiye yükselmiştir. Avrupa’nın önde gelen ve sanayisi gelişmiş birçok ülkesi bu piyasaları aktif kullanmaya başlamıştır. 1975 yılına gelindiğinde ise uluslararası ilk resmi atık borsası Danimarka, Finlandiya, Norveç ve İsveç’in iş birliğiyle kurulmuş, 1978 yılında Fransada bu birliğe dahil olmuştur. Amerikada ise ilk atık borsası kuruluşu 1973 yılında hayata geçirilmiştir (Orhan, 2009). Günümüze doğru geldikçe, artan sanayileşme ve atıkların çeşitliliği atık borsalarının yaygınlaşmasını beraberinde getirmiştir.

Ülkemizde ise atık borsası yaklaşımı diğer ülkelere nazaran oldukça yeni bir yaklaşım olarak göze çarpmaktadır. Atıkların geri kazanımı yönünde yapılan çalışmalar ve artan bilinç gerek kamu gerekse de özel sektör desteğiyle atık borsası yaklaşımlarının hayata geçirilmesi yönünde adımlar atılmasını sağlamıştır. Bu bağlamda 1998 yılı itibariyle bölgesel seviyede de olsa atık borsası çalışmalarının özellikle sanayi odalarının katkılarıyla oluşturulmaya başladığı görülmektedir (Orhan, 2009).

Yıllar içerisinde özellikle AB Uyum süreci bağlamında gelişmeler yaşanmış ve bu gelişmeler çerçevesinde atık yönetimine ilişkin mevzuatlar geliştirilmiştir. Bu gelişmeler çerçevesinde 1999 yılında Çevre ve Orman Bakanlığı koordinasyonuyla birlikte TOBB, Kocaeli, İstanbul ve Bursa illerindeki sanayi odaları ile atık borsası çalışmaları başlamıştır (Şekil 6.1) (Orhan, 2009).



Şekil 6.1. Çevre ve Orman Bakanlığı, Türkiye’de İşlem Yapan Atık Borsasının İletişim Şeması (Orhan, 2009).

İlk olarak Kocaeli Sanayi Odası tarafından 1998 yılında başlatılan atık borsası çalışması zaman içerisinde TOBB'un da katılımıyla 48 ticaret ve sanayi odasının üyeliğinde faaliyetini genişletmiştir. Kocaeli atık borsası dünyadaki atık borsalarıyla yakın standartlarda işlem yapmıştır. Türkiye'de ilk olması ve sanayinin yoğun olması bunda etken olsa da bu başarı işlem hacmine yeteri derecede yansımamıştır (Orhan, 2009).

2010 yılından itibaren atıkların geri dönüşümünde AB mevzuatına uyum çerçevesinde aranan lisans şartı, atık borsası adıyla çalışma yapılamamasına sebep olmuştur. Bu çerçevede 10 Eylül 2014 Tarih ve 29115 Sayı ile Resmî Gazete'de yayınlanan Çevre İzin ve Lisans Yönetmeliği ile birlikte firmaların atıklarını lisanslı firmalara vermeleri gerekmektedir (Öktem, 2016). Hali hazırda ülkemizde atıkların yönetimi 2 Nisan 2015 Tarih ve 29314 Sayı ile Resmî Gazete'de yayınlanan Atık Yönetimi Yönetmeliği ile düzenlenmektedir.

7. EKO ENDÜSTRİYEL PARKLAR

Endüstriyel simbiyoz kavramının somut bir uygulaması olarak eko endüstriyel parklar karşımıza çıkmaktadır. Eko endüstriyel parklar, Anahtar Dergisi'nin Nisan 2012 sayısında "İmalat ve hizmet sektöründe faaliyet gösteren işletmelerin birlikte konumlandığı, enerji, su, hammadde, malzeme, atık yönetimi gibi konularda iş birliğine giderek, çevresel, sosyal ve ekonomik performanslarını artırdıkları işletmeler topluluğu" şeklinde tanımlanmaktadır (Atalay, 2012).

1992 yılında Birleşmiş Milletler Çevre ve Kalkınma Konferansı'nda ilk kez gündeme gelen eko endüstriyel parklar, 2005 yılında Avrupa, Asya, Afrika ve Amerika'da eko endüstriyel parkların planlamaya girmesiyle dünya geneline yayılmaya başlamıştır (Eymirli, 2020).

Uluslararası anlamda eko endüstriyel parklar için standart bir ölçek bulunmamaktadır. Birçok unsurun değişimini içerisinde barındıran eko endüstriyel parklar, bulundukları bölge, değişim araçları, kurgusu vb. birçok başlıkta gösterdikleri farklılıklarla birbirlerinden ayrılmaktadırlar. Yale Üniversitesi'nden Marian R. Chertow 1997-1999 yılları arasında 18 eko endüstriyel park üzerinden yapmış olduğu araştırma sonucunda eko endüstriyel parkları 5 tipte gruplamıştır.

- Tip-1: Atıkların Diğer İşletme/Kuruluşlara Verilmesi,
- Tip-2: İşletme/Organizasyon İçi Değişim,
- Tip-3: Aynı Eko Endüstriyel Parkta Birlikte Yer Alan İşletmeler Arasındaki Değişim,
- Tip-4: Komşu Olmayan işletmeler Arasındaki Değişim,
- Tip-5: Geniş Bir Bölgede Sanal Olarak Organize Olmuş İşletmeler Arasındaki Değişim,

Bu çerçevede Chertow özellikle 3 ve 5. Tiplerin endüstriyel simbiyoz kavramına daha uygun oldukları belirtilmiştir (Chertow, 2000).

Tüm dünyada eko endüstriyel park yaklaşımları farklı tanımlar, sınıflandırmalar ve bağlamlarla karakterize edilmektedir. UNIDO tarafından 2016 yılından eko endüstriyel park uygulamalarının incelenmesi üzerine;

- Eko endüstriyel parkları farklı kurumsal yapılar için farklı anlamlara gelmektedir,
- Çalışmalar hala istenen noktada değildir,
- Süreç ve sürekli iyileştirmeye dayalı yaklaşımlar daha faydalı olmaktadır,
- Deneyim eksikliği, farkındalık, destekleyici düzenlemeler ve bunların uygulanması eko endüstriyel parklarının geliştirilmesini ve uygulanmasını yavaşlatmaktadır,
- Birçok iyi uygulama unsuru vardır, ancak eko endüstriyel parkların planlanması, geliştirilmesi ve yönetiminde rutin olarak bir araya getirilip uygulanması gerekmektedir.

sonuçlarına varılmıştır (The United Nations Industrial Development Organization (UNIDO) et al., 2017).

Yapılar arasında birçok farklılık olsa da eko endüstriyel parkların işletmesi ve tasarımında benimsenmesi gereken temel prensipler bulunmaktadır (Eymirli, 2020).

- Eko endüstriyel parklarda enerji verimliliğine dikkat edilmelidir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı ve firmalar arası enerji akışları planlanmalıdır.
- Eko endüstriyel parktaki firmalar arasında endüstriyel simbiyoz ağı aktif bir şekilde oluşturulmalıdır. Temiz üretim bağlamında atıklar azaltılmalı ve atık arıtımı gerçekleştirilmelidir.
- Eko endüstriyel parktaki firmalar arasında su etkileşimi sağlanarak, su kaynaklarının doğru kullanımı sağlanmalı, su kirliliği asgariye indirilmelidir.
- Eko endüstriyel park yönetiminin etkin olması sağlanmalıdır. Sadece belli hizmetler ve altyapı dışında teknolojik hizmet, insan kaynakları ve risk yönetimi konularında da firmalar arasındaki etkileşim sağlanmalıdır.

- Eko endüstriyel park dışında da ağ oluşumu sağlanmalı, paydaşlarla aktif iletişim kurulmalıdır.

Eko endüstriyel parkların en büyük avantajı, içerisinde yer alan firmalara sağlamış olduğu rekabet gücüdür. Endüstriyel simbizoy yaklaşımının doğasından kaynaklı atıkların etkin kullanımı firmalara hem ekonomik hem de çevresel anlamda ciddi kazanımlar sağlamaktadır. Doğru planlanmış bir yapıyla birlikte, organizasyon anlamında da verilecek destekler firmalara rekabet avantajı sağladığı gibi, performanslarını da arttırmaktadır (Eymirli, 2020).



8. ENDÜSTRİYEL SİMBİYOZ SÜRECİNDE KULLANILAN KOLAYLAŞTIRICI YAZILIMLAR

Endüstriyel simbiyozun en önemli ayağı olan atık girdi çıktıları üzerinden sektörlerin eşleştirilmesi, literatür taraması sonucunda elde edilen verilerle manuel bir şekilde yapılabileceği gibi bu eşleştirmeleri gerçekleştiren yazılımlar ve web siteleri de bulunmaktadır. Ülkemizde ODTÜ Çevre Mühendisliği Bölümü tarafından geliştirilen “Endüstriyel Simbiyoz Olanak Tarama Aracı (ESOTA®)” endüstriyel simbiyoz kapsamında atık eşleştirmelerini excel programını kullanarak manuel bir şekilde farklı OSB’ler üzerinde yapmıştır. Yine merkezi ülkemizde bulunan “Eko Denge” firmasının EPESUS yazılımının içeriğinde, atıkların girdi-çıkıtı olarak eşleştirilmesi, yeni proses araştırmalarını ve coğrafi işletme hizmetlerini kapsamaktadır. Ülkemizde bulunan İş Dünyası ve Sürdürülebilir Kalkınma Derneği’nin (SKD Türkiye) alt çalışması olan Türkiye Material Marketplace (TMM) Projesi, bir şirketin üretiminden artakalan ham maddeleri, yan ürünleri, üretim fazlaları ve kullanılmış malzemelerinin başka bir şirketin üretimine girdi olması için yaratılan dijital bir platform olarak faaliyet göstermektedir. Bu platformda firmalar sisteme üye olup manuel bir şekilde arz ya da talep edilen atıkları sisteme yüklemektedir. Firmaların kontak kurması sonucunda TMM aradan çekilmektedir. Dünya’da ise endüstriyel simbiyoz ve atık borsası sistemi ile atık değişimi amacıyla kurulmuş Web bazlı tarama araçları mevcuttur. Bunlardan bazıları; Dansk Symbiosecenter (Symbiosis Center Denmark), EPOS, iNex Circular, Life M3P, LOWaste, MAESTRI, US BCSD Materials Marketplace Materials Innovation Exchange, MarketplaceHUB, Sharebox, SymbioSyS, Synergie Quebec vb. tarama araçlarıdır.

2016 yılında yayımlanan Fostering Industrial Symbiosis for a Sustainable Resource Intensive Industry Across The Extended Construction Value Chain (FISSAC) raporunda, FISSAC proje ortakları tarafından toplanan endüstriyel simbiyozun en iyi altmış uygulamasından elde edilen temel bulgular özetlenmektedir. Dünyada devam eden endüstriyel simbiyoz projeleri (kamu ve/veya özel ortaklıklar), hükümet girişimlerinin ve geri dönüştürülmüş malzemelerin inşaat uygulamaları için hammadde olarak kullanımına ilişkin teknik şartnameler de dahil olmak üzere atık yönetimine ilişkin düzenleyici çerçeveyi

gözden geçirmektedir. Söz konusu raporda aynı zamanda endüstriyel simbiyoz eşleştirmeleri için çeşitli mevcut yazılım ve programların karşılaştırılması yapılmıştır (Tablo 8.1).

Tablo 8.1. Mevcut Endüstriyel Simbiyoz BİT Araçları Karşılaştırması (FISSAC, 2016).

		KBDSS	DIET	IME	DIME	MatchMaker	IEPT	WasteX	IEDP	RUES	IUAWM	Presteo	SymbioGIS	CRISP*	SYMBIOSIS	eSymbiosis	CZC	USBCSD Marketplace	ZeroWIN	LoopLocal	MIPS	COMETHE	EPESUS
Fırsat Tanımlama	Yeni İşlem Bulma	x								o	x				o			o		o			x
	Girdi-Çıktı Eşleştirmesi	x	x	x	x	x	x	x	x	o	x	x	x	o	o	x	x				o		x
	İlişki Benzerliği		x			x		x	x	o	o	x	x			x			o	o		o	
	Coğrafi Referans ve Coğrafi Bilgi Sistemi						x		x		x	x	x		x								x
Fırsat Değerlendirmesi	SWOT Analizi																						
	Maliyet Fayda Analizi		x	x	x		x			o	x		x				x					o	
	Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi		x												o	x					o	o	x
	Yaşam Döngüsü Maaliyeti																						x
	Engel Değerlendirmesi													o								o	
	Network Analizi																						
Engel Kaldırma	Teknoloji Geliştirme										x					x	x	o					
	Mevzuat Onayı																					o	
	Finansman																x	*					
	Kamu Onayı																						
Ticarileşme ve Uyarılama Yönetimi	Paydaş Analizi														o		x	o				o	
	İletişim Yönetimi													o	o		x	o					
	Bilgi Trasnferi													o			x	o					
	Araştırma ve İşbirliği													o			x	o					
Dokümantasyon	Web Sayfaları ve İnceleme	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			x			x	x	x	o	x
	Yayınlar													x	x		x	x				x	
(*) CRISP, incelenen diğer araçlarla karşılaştırıldığında, bir tasarım aracının aksine bir proje ve iletişim yönetimi paketini andırır ve birden çok araç arasındaki koordinasyonu sağlar.																							
(X) Belirtilen yetenek, yapılan incelemeler sonucunda dokümanlar ve web sitesinde fonksiyonlarıyla yer almaktadır.																							
(O) Belirtilen yetenek, yayınlarda dolaylı olarak yer almaktadır.																							

Mevcut yazılımlar üzerine gerçekleştirilen karşılaştırmalı analiz; 22 aracın 5 ana başlık ve bu ana başlıklara bağlı 20 parametre üzerinden değerlendirilmesinden oluşmaktadır. Yapılan değerlendirmede neredeyse tüm araçların fırsat tanımlamasını farklı şekillerde ele aldığı görülmektedir. Bunun yanı sıra 4 araç dışında tüm araçların endüstriyel simbiyozun temeli olan girdi-çıktı eşleştirmesi hizmeti verdiği saptanmıştır. Ayrıca fırsat tanımlaması ana başlığının altında ilişki benzerliğinin

tespit edilmesi ve coğrafi bilgi sistemlerinin kullanımının yine birçok aracın fonksiyonları arasında olduğu görülmektedir.

Endüstriyel simbiyozun daha çok planlama tarafını ele alan “Fırsat Değerlendirmesi” ana başlığı altında yer alan bileşenlerden “maliyet fayda analizi” bileşeninin yine birçok araçta yer aldığı görülmektedir. Bunun yanı sıra aynı ana başlık altında yer alan diğer bileşenlerin araçlar tarafından neredeyse hiç kullanılmaması, endüstriyel simbiyozla yönelik planlama süreçlerinde araçların zayıf kaldığını bizlere göstermektedir. Benzer durum “Engel Kaldırma” ve “Ticarileşme ve Uygulama Yönetimi” ana başlıkları için de geçerli olmakla birlikte, araçların bu noktalarda yetersiz olmaları, endüstriyel simbiyozla yönelik çalışmaların girdi-çıktı değişimi odağında kısıtlı kalmasına sebep olmaktadır.

Endüstriyel simbiyozun planlama ve yönetim tarafında, mevcut araçların yeterli olmaması, uygulama da da zorluklara sebep olmaktadır. İlerleyen zamanlarda piyasaya girecek yeni araçlar ve mevcut araçların geliştirilmesiyle bu zorlukların ortadan yavaş yavaş kalması beklenmekle birlikte, endüstriyel simbiyoz çalışmalarının veriminin ve performansının artması, farklı bölge ve ülkelere yaygınlaşması beklenmektedir.

9. ENDÜSTRİYEL SİMBİYOZ BAĞLAMINDA ULUSAL MEVZUATIN MEVCUT DURUMU

Endüstriyel simbiyozun temelinde bulunan atık değişimi ve enerji verimliliği kapsamında ulusal ve uluslararası politikalar ve mevzuatlar mevcuttur. Uluslararası mevzuat kapsamında Avrupa Birliği yaklaşımı; 2013-2020 yılları arasında kabul ettiği 7. Çevre Eylem Programı (7th Environment Action Programme), Atık Çerçeve Direktifi (2008/98/EC), Atık Olma Durumunun Sona Ermesi (End-of-Waste) Düzenlemesi olmakla beraber, İngiltere’deki yasal düzenlemeler kapsamında Atık Muafiyetleri (Waste Exemptions) ve Ürün Kalite Protokolleri (Quality Protocols) gibi eylem planları ve protokoller endüstriyel simbiyozun ana çerçevesini oluşturmaktadır.

7. Çevre Eylem Programı (7th Environment Action Programme) hedefleri kapsamında, doğal kaynakların korunması, yeşil ve rekabetçi bir ekonomi yaklaşımı, çevre mevzuatının iyileştirilmesi ve faydalarının en üst düzeye çıkarılması, çevre politikaları için bilgi ağının genişletilmesi, çevre ve iklim politikası için yatırım ve fon sağlanması, çevre entegrasyonu ve politika tutarlılığının geliştirilmesi, şehirlerin sürdürülebilirliğinin sağlanması ve uluslararası çevre ve iklimle ilgili sorunları ele almadaki etkinliğinin artırılması gerekmektedir (Alkaya, 2014)

Atık Çerçeve Direktifi (2008/98/EC) 2008 yılında revize edilmiş olup, direktifin 6. Maddesi gereği bir malzemenin “atık olma durumunun sona ermesi (End-of-Waste)” konusunda düzenleme getirilmiştir. Söz konusu düzenlemenin hedefleri; geri dönüşüm kapasitelerinin artırılması, idari yüklerin hafifletilmesi, ikincil (geri dönüştürülmüş) malzemelerin kalitesinin artırılması, ikincil (geri dönüştürülmüş) malzeme pazarının büyümesinin sağlanması amacıyla hayata geçirilmiştir (Sapmaz Veral ve Yiğitbaşıoğlu, 2018)

Atık Olma Durumunun Sona Ermesi (End-of-Waste) Düzenlemesi gereği, malzemenin atık kapsamından çıkması için farklı amaçlar için kullanımının olması ve sıkça kullanılması, malzeme için belirli bir pazar olması, malzemenin belirli amaçlar için teknik şartları sağlaması ve ürünler için geçerli olan mevzuat ve

standartları karşılaması, malzemenin kullanımının çevreye ve insan sağlığına olumsuz etkilerinin olmaması gerekmektedir. Bu kriterleri sağlanması durumunda atık olarak tarif edilen malzemenin, atık olma durumu sona ermektedir.

Atık Muafiyetleri (Waste Exemptions) programı, 1994 yılında programı ile başlatılmış olup, belirli atıkların belirli bir sürede, farklı uygulamalar için belirli miktarlarda kullanımı tüm izin ve yasal prosedürlerden muaf tutulmaktadır. Atık kullanımının ve atıklar için taleplerin artması sonucunda, “Atık Muafiyetleri” programının kapsamı 2010 yılında genişletilmiştir. Atıklardan çeşitli ürünler üretmek üzere başvuran özel sektör kuruluşlarına 3 yıl boyunca ücretsiz olmak üzere birden fazla atık çeşidi için atık kullanım izni verilmektedir. Bu sayede söz konusu atıkların nerede ne miktarda ve ne şekilde kullanıldığı takip edilebildiğinden, yasal olmayan yollarla atık bertarafının ve insan sağlığını olumsuz yönde etkileyecek uygulamaların önüne geçilebilmektedir (Alkaya, 2014).

Ürün Kalite Protokolleri (Quality Protocols), atıkların birbirinden farklı sektörlerde kullanılmasını kolaylaştıran bir diğer düzenleme olup, İngiltere Çevre Ajansı ve Atık/Kaynak Eylem Programı (Waste and Resources Action Programme – WRAP) ve sanayi temsilcilerinden oluşan teknik bir ekip, atıkların hangi işlemlerden geçerek hangi ürünlere dönüştürülebileceğini içeren kalite protokolleri hazırlamaktadır. Bu oluşan ürünlerin kalite protokollerinin yanı sıra standartlara uygunluğunu konusunda da bilgiler verilmektedir (Alkaya, 2014).

Ulusal politikalar çerçevesinde pek çok plan, strateji, eylem planı, kanun ve yönetmelikte endüstriyel simbiyozu işaret eden ifadeler yer almaktadır. AB Entegre Çevre Uyum Stratejisi, İklim Değişikliği Eylem Planı (İDEP), Bütünleşik Kentsel Gelişme Stratejisi ve Eylem Planı ulusal politikalara örnek verilebilir (Ulutaş, 2013). Endüstriyel simbiyoz ile atık alışverişi yapılması hem çevresel hem de ekonomik açıdan çok faydalı bir uygulama olmasının yanında bu atık alışverişinin belirli ilkeler ve mevzuat kapsamında yapılması gerekmektedir. Genel olarak bakıldığında öncelikli olarak atık yönetiminde insan ve çevre sağlığına zarar vermeyecek şekilde uygulamaların yapılması esastır. Atık yönetimi hiyerarşisi gereği atıkların kaynağında en aza indirilmesi için tedbirlerin alınması oldukça önemlidir. Endüstriyel simbiyoz uygulamalarında atığın bir yerden başka bir yere

taşınması faaliyetinde Çevre ve Şehircilik Bakanlığında lisans almış, atık taşıma lisanslı firmalar tarafından yapılması zorunludur. Bunun dışında herhangi bir bertaraf veya yakma yöntemi kesinlikle yasaktır.

Bu ilkeler kapsamında ülkemizde bulunan başlıca mevzuatlar aşağıdaki gibidir:

- 11.08.1983 tarihinde Resmî Gazete 'de yayımlanarak yürürlüğe giren 2872 sayılı “Çevre Kanunu”,
- 02.04.2015 tarihinde Resmî Gazete 'de yayımlanarak yürürlüğe giren 29314 sayılı “Atık Yönetimi Yönetmeliği”,
- 26.03.2010 tarihinde Resmî Gazete 'de yayımlanarak yürürlüğe giren 27533 sayılı “Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmelik”,
- 06.10.2010 tarihinde Resmî Gazete 'de yayımlanarak yürürlüğe giren 27721 sayılı “Atıkların Yakılmasına İlişkin Yönetmelik”

Çevre Kanunu'nun amacı, çevrenin, sürdürülebilir çevre ve sürdürülebilir kalkınma ilkeleri doğrultusunda korunmasını sağlamaktır. Çevrenin bozulmasının önlenmesi ve kirliliğin giderilmesi konularında gerekli tedbirleri ve yaptırımları içeren kanun, her türlü faaliyet sırasında doğal kaynakların ve enerjinin verimliliğini ön planda tutarak atık oluşumunu kaynağında azaltan ve atıkların geri kazanılmasını sağlayan çevre ile uyumlu teknolojilerin kullanılmasını esas alır. Çevrenin korunması, çevre kirliliğinin önlenmesi ve giderilmesi amacıyla uyulması zorunlu standartlar ile vergi, harç, katılma payı, yenilenebilir enerji kaynaklarının ve temiz teknolojilerin teşviki yapılmaktadır. Geri kazanım katılım payı, plastik poşet ve plastik ambalaj kullanımının azaltılması, depozito uygulaması, emisyon ücreti, kirlileme bedeli ve kirliliğin önlenmesine yönelik teminat alınması ve karbon ticareti gibi piyasaya dayalı mekanizmalar ile ekonomik araçlar ve teşviklerle sürdürülebilirlik sağlanmaktadır (T.C. Cumhurbaşkanlığı Mevzuat Bilgi Sistemi, 1983).

Atık Yönetimi Yönetmeliği kapsamında, atık oluşumundan bertarafına kadar tüm süreç boyunca çevrenin ve insan sağlığının korunarak yönetimin sağlanması temel amaçtır. Atıkları kaynağında azaltmak başta olmak üzere atıkların yeniden

kullanımı, geri dönüşümü, geri kazanımı gibi yollar ile doğal kaynakların tüketilmesinin önüne geçilmesi ve enerji verimliliğinin sağlanması hedeflenmektedir. Temiz teknolojilerin geliştirilmesi ve kullanılması, geri kazanılmış ürünlerin kullanımının özendirilmesi, farklı türdeki atıkların kaynağında diğer atıklarla karıştırılmaksızın, sınıflandırılarak ayrı toplanması vd. genel hükümleri bulunan söz konusu yönetmelikte, atık üreten tüm kurum/kuruluşlara yönelik yükümlülükler detaylıca sunulmuştur. Yönetmelik kapsamı dışında gerçekleştiren her faaliyet için idari yaptırım olarak 2872 sayılı Çevre kanunda belirtilen müeyyidelerin uygulanacağı belirtilmiştir (T.C. Cumhurbaşkanlığı Mevzuat Bilgi Sistemi, 1983).

Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmelik, atıkların bertarafı sürecinde oluşabilecek sızıntı sularının ve depo gazlarının toprak, hava, yeraltı suları ve yüzeysel suların üzerindeki olumsuz etkilerinin en aza indirilmesinin sağlanması, atık türüne göre uygun olacak şekilde depo tabanı yapılması ve düzenli depolama tesislerinin kurulmasını kapsamaktadır. Söz konusu tesislerin atık kabul işlemlerine, bakım süreçlerine ve mevzuata uygun bir şekilde kapatıldıktan sonraki kontrol süreçlerini esas alan kuralları içermektedir (T.C. Cumhurbaşkanlığı Mevzuat Bilgi Sistemi, 2010).

Atıkların Yakılmasına İlişkin Yönetmelik, atıkların yakılmasının çevresel etkileri noktasında çevre üzerindeki olumsuz etkilerini, hava, toprak, yüzey suları ve yeraltı sularında emisyonlar sonucu oluşan kirliliği ve insan sağlığı için ortaya çıkabilecek riskleri önlemek amacıyla atık yakma ve beraber yakma tesisleri için gerekli asgari şartları kapsamaktadır (T.C. Cumhurbaşkanlığı Mevzuat Bilgi Sistemi, 2017).

Yukarıda bahsi geçen kanun ve yönetmelikler haricinde atığın türüne göre oldukça fazla sayıda yönetmelik ve tebliğ bulunmaktadır. Bunlardan bazıları; Atık Yağların Kontrolü Yönetmeliği, Atık Pil ve Akümülatörlerin Kontrolü Yönetmeliği, Ambalaj Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği, Hafriyat Toprağı, İnşaat ve Yıkıntı Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği, Ömrünü Tamamlamış Lastiklerin Kontrolü Yönetmeliği, Ömrünü Tamamlamış Araçların Kontrolü Hakkında Yönetmelik, Atık Elektrikli ve Elektronik Eşyaların Kontrolü Yönetmeliği, Evsel

ve Kentsel Arıtma Çamurlarının Toprakta Kullanılmasına Dair Yönetmelik, Bazı Tehlikesiz Atıkların Geri Kazanılması Tebliği Atıktan Türetilmiş Yakıt, Ek Yakıt Ve Alternatif Hammadde Tebliği ‘dir.

Endüstriyel simbiyoz kapsamında enerji verimliliği de atık kadar önemli bir ayak olup, ülkemizde enerji ile ilgili mevzuatların başlıcaları; Enerji Verimliliği Kanunu, Enerji Kaynaklarının ve Enerjinin Kullanımında Verimliliğin Artırılmasına Dair Yönetmelik, Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun (biyokütle–organik atık) çerçevesinde bulunmaktadır.

Tüm bu mevzuat ve yasal düzenlemelerin ortak noktası, sürdürülebilir çevre, temiz üretim, kaynak verimliliği, enerji verimliliği ve atık yönetimi gibi kavramların reelde doğru bir şekilde uygulanması amacıyla hazırlanmıştır ve yürütülmeye devam etmektedir.

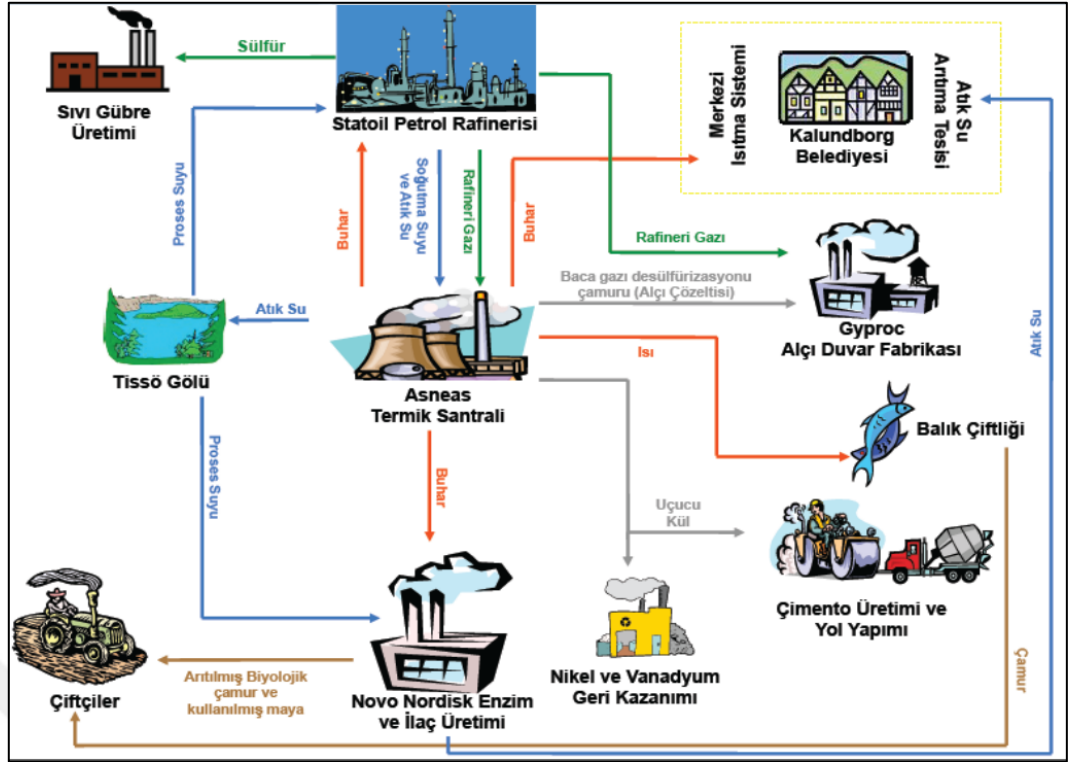
10. DÜNYA'DA BAZI ENDÜSTRİYEL SİMBİYOZ UYGULAMALARI

Küresel ölçekte bakıldığında Dünya'da birçok ülkede endüstriyel simbiyoz çalışmaları yapılmış ve hala devam etmektedir. Bu bölümde Dünyada önde gelen endüstriyel simbiyoz uygulamalarından birkaçı incelenecektir.

10.1 Danimarka/ Kalundborg

Endüstriyel simbiyoz literatüründe en çok karşılaşılan örnek olan Danimarka/ Kalundborg eko endüstriyel parkı, bilinen ilk endüstriyel simbiyoz uygulaması olup, yıllar içinde ihtiyaçlar doğrultusunda kendiliğinde oluşmuştur. Sanayinin yoğunlaştığı Kalundborg Bölgesinde endüstriyel simbiyoz, yeraltı su kaynaklarının az olması ve verimli kullanılması için bölgede bulunan bir petrol rafinerisi için yine bölgede bulunan bir göl olan Tisso Gölü'nden su çekilmesiyle başlamıştır. Kalundborg Bölge Yönetimi ve söz konusu petrol rafinerisinin iş birliğiyle boru hattı çekilmiş ve proje tamamlanmıştır. Daha sonra yine aynı bölgede bulunan ve alçıpan üretimi yapan bir firma petrol rafinerisinden çıkan uçucu külü alıp kendi üretiminde ham madde olarak değerlendirmesiyle ikinci adım atılmıştır (Uslu, 2019). Hem özel sektör hem de kamunun iş birlikleri sonucunda ihtiyaçlar doğrultusunda kendiliğinden büyüyen bir eko endüstriyel park oluşmuştur.

Söz konusu bölgede enerji, petro-kimya, biyoteknoloji, ilaç sanayi, çimento ve alçı sektörleri ile tarımsal üretim yapan birçok firma arasında atık su, buhar, yakıt ve endüstriyel prosesler sonucu oluşan diğer birçok yan ürünün alışverişi bulunmaktadır (Başer, 2014). Kalundborg'ta bulunan ve bahsi geçen endüstriyel simbiyozların gerçekleştiği işletmeler; Asnaes termik enerji santrali, Statoil petrol rafinerisi, Kemira kimya firması, Novo Nordisk enzim ve ilaç firması, Gyproc alçı duvar fabrikası, bir toprak iyileştirme işletmesi ve Kalundborg Belediyesi faaliyet göstermektedir (Uslu, 2019).



Şekil 10.1. Kalundborg Eko-Endüstriyel Parkı (Demirer, 2012)

Şekil 10.1’de Kalundborg Eko-Endüstriyel Parkında bulunan endüstriyel simbiyoz ağına şematik gösterimi bulunmaktadır. Yukarıda bahsi geçen firmalar arasında malzeme değişimlerinin yanı sıra su ve/veya enerji alışverişleri yapılmaktadır. Söz konusu eko endüstriyel parkın içinde bulunan enerji santralinden çıkan atık ısı ile balık çiftlikleri ısıtılmakta olup, atık buharın Kalundborg Belediyesi’ne gönderilerek kasaba halkının merkezi ısıtmasında kullanılması sağlanmaktadır. Çıkan atık buharın bir kısmı da Statoil petrol rafinerisi ve Novo Nordisk enzim ve ilaç firması tarafından kullanılmak üzere alınmaktadır. Bu atık ısı enzim ve ilaç firmasının enerji gereksiniminin yüzde 50’sini, rafinerinin enerji gereksiniminin ise yüzde 4’ünü karşılamaktadır. Statoil rafinerisine gönderilen atık buhar kullanıldıktan sonra santrale tekrar gönderilmektedir. Bu şekilde enerji santralinin su ihtiyacının %95’i rafinerinin atık sularından, rafinerinin su ihtiyacının ise %98’i enerji santrali tarafından üretilen atık buhardan karşılanmaktadır. Buna ilaveten, termik santralden çıkan baca külü çimento üretiminde ham madde olarak kullanılması amacıyla çimento fabrikasına gönderilmekte ve yol yapımı için kullanılmaktadır. Diğer firmalar tarafından alınan

bu uçucu küllerin içerisinde bulunan nikel ve vanadyum çeşitli proseslerden geçirilerek ayrıştırılıp satılmaktadır (Başer, 2014).

Termik santralden desülfürizasyon sonucu çıkan alçı çözeltisi Gyproc alçı duvar fabrikasına satılmaktadır. Statoil petrol rafinerisinden çıkan sülfürlü gübre bölgedeki gübre fabrikalarına verilmektedir. Novo Nordisk enzim ve ilaç firmasındaki insülin üretiminden kaynaklanan maya çözeltileri, çiftçilere satılarak domuz yemi üretiminde kullanılmaktadır. Söz konusu bölgede bulunan balık çiftliklerine ait çamurlar ile enzim üreticisi olan Novo Nordisk firmasının biyogenetik fermantasyonu sonucu oluşan biyokütleler tarımsal üretim yapan tarlalara gübre olarak kullanılmak üzere gönderilmektedir (Başer, 2014).

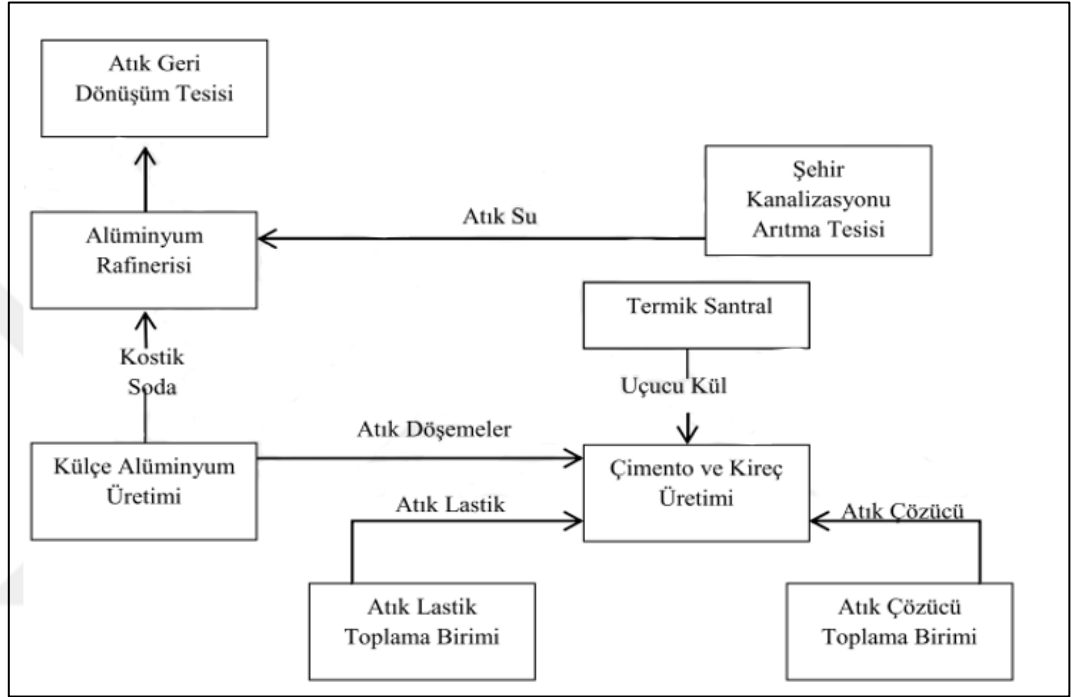
Yukarıda bahsi geçen endüstriyel simbiyoz ağları seçilmiş örnekler olup, Kalundborg bölgesinde yirmiden fazla yan ürün değişimi gerçekleşmektedir. Yapılan bu değişimler kapsamında 2015 yılı verilerine göre; insülin üretiminden kaynaklanan maya çamurundan biyogaz üretimi gerçekleştirilmiştir. Su geri kazanımı konusunda örnek olabilecek bir eko endüstriyel park olan Kalundborg 'de 3 milyon m³/yıl su geri kazanımı ve 75.000 evin yıllık elektrik tüketimine denk gelen 15 milyon GJ enerji değerinde proses buharı kazanımı sağlanmıştır. 150.000 ton doğal alçı taşının yerine baca gazının desülfürizasyonundan gelen alçı taşı kullanımı, doğal kaynakların korunması açısından oldukça önemli bir kazanımdır (Özkan et al., 2018).

10.2 Avustralya (Gladstone ve Kwinana Bölgeleri)

Avustralya madencilik faaliyetlerinin çok yoğun olarak gerçekleştirildiği bir ülke olup, Kwinana Bölgesi ve Gladstone Bölgesi'nde hem madencilik sektörünün hem de endüstriyel simbiyoz ağının güçlü olduğu bölgelerdendir. Söz konusu bölgelerde endüstriyel simbiyoz potansiyel araştırmaları CSRP (Centre for Sustainable Resource Processing-Sürdürülebilir Kaynak İşleme Merkezi) tarafından yürütülmektedir. CSRP, verimli ve çevre dostu mineral ve maden üretim yöntemlerinin araştırıldığı bir araştırma merkezidir (Sheehy ve Dickie, 2002). Kwinana ve Gladstone Bölgeleri'nde sürdürülen endüstriyel simbiyoz uygulamaları küresel ölçekte örnek olabilecek uygulamalardandır (Uslu, 2019).

10.2.1 Gladstone

Gladstone Sanayi Bölgesi'nde madencilik (alüminyum, kömür), çimento, kimya (amonyum nitrat, sodyum siyanür, klor), petrol, enerji işletmeleri ve bir termik santral mevcuttur (Beers et al., 2007). Gladstone Bölgesi'nde yürütülen simbiyotik ilişkiler şekil 10.2'de verilmektedir.



Şekil 10.2. Gladstone Bölgesi'ndeki Simbiyoz İlişkileri (Beers et al., 2007).

Çimento ve kireç üretimi yapan bir fabrika, yüksek ısı gerektiren proses işlemleri için atık araba lastiklerini ve tehlikeli, yanıcı atıkları yakıt kaynağı olarak değerlendirmektedir (Uslu, 2019). Söz konusu çimento fabrikasında, bölgede bulunan termik santralin faaliyeti sonucu oluşan uçucu kül alternatif ham madde olarak girmektedir. Bir diğer simbiyotik ilişki, şehir kanalizasyon arıtma tesisinde bulunan atık suyun alüminyum rafinerisinde, filtre çamurlarının yıkanmasında kullanılmasıdır. Bu simbiyoz ağının kurulması amacıyla bölgeye 8,5 km uzunluğunda bir boru hattı çekilmiştir. Alüminyum rafinerisinin atık suyu kullanması ile 6,5 milyon lt/gün su tasarrufu sağlanmıştır. Ayrıca atık su arıtma tesisinden gelen atık suyun nehir sularına karışması da önlenmiştir (Beers et al., 2007). Gladstone Bölgesi'nde bulunan bir kimya fabrikasında oluşan asidik atıklar

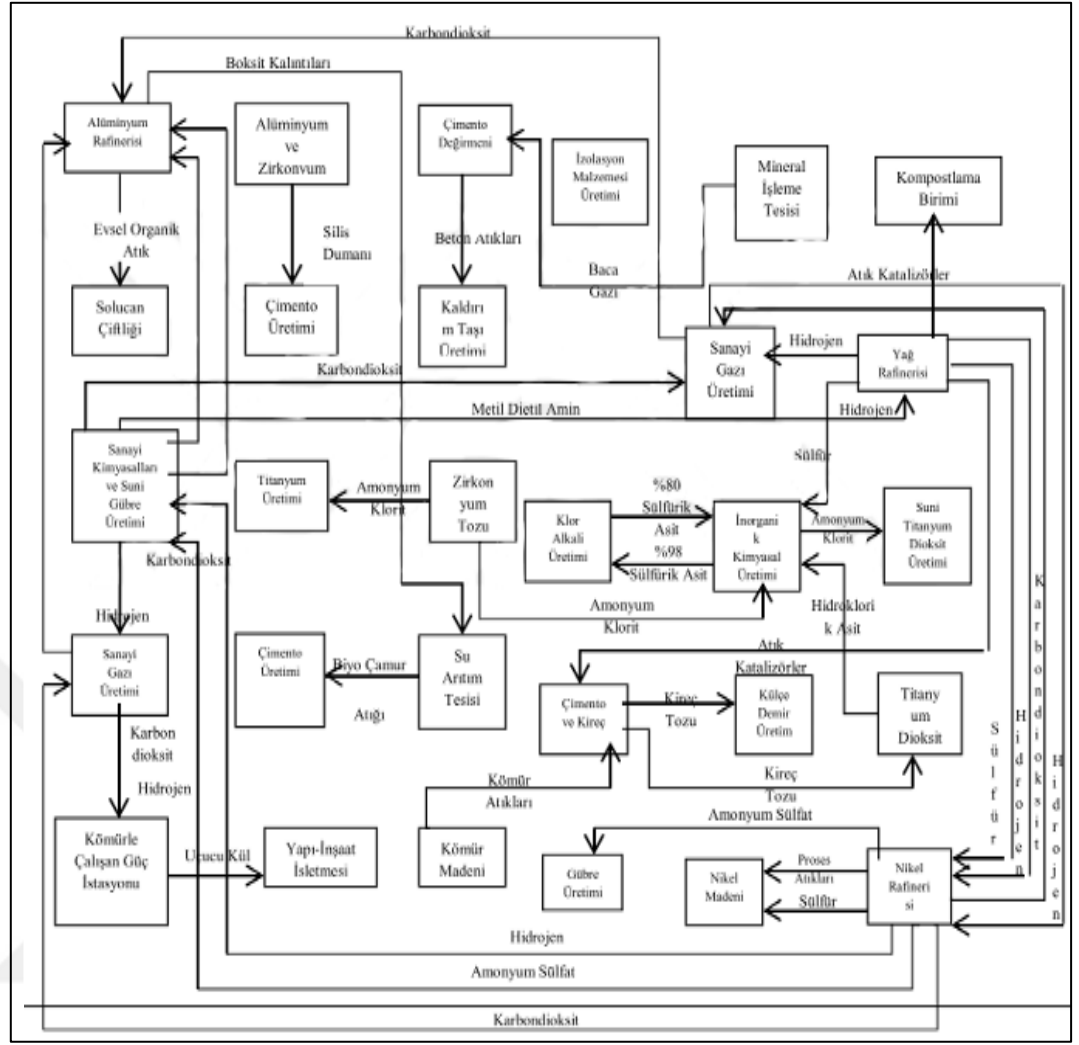
alüminyum rafinerisinin faaliyetleri sonucu ortaya çıkan bazik atıkları nötralize etmek için değerlendirilmektedir.

Yukarıda bahsi geçen bölgenin endüstriyel simbiyoz ağ modeli kapsamında 2005 yılı verilerine ait çevresel ve ekonomik kazanımları aşağıda listelenmiştir.

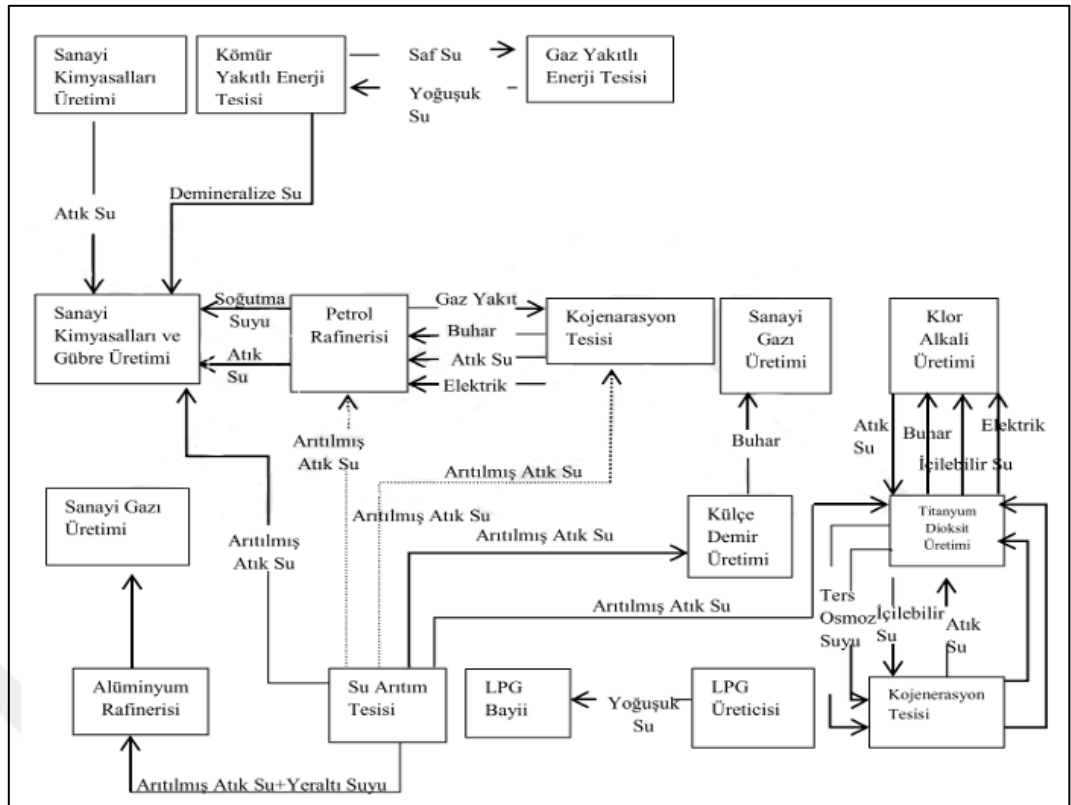
- Geri kazanılan su miktarı 28 milyon litre/yıl 'dır,
- 30.000 ton/yıl metal atık tekrardan ekonomiye geri kazandırılmıştır,
- Toz parçacık salınımı 2002 yılında 1080 ton/yıl iken 2003 yılında 1042 ton/yıl'a düşmüştür (Bossilkov & Corder, 2008).

10.2.2 Kwinana

Kwinana Bölgesi'nde madencilik (alüminyum, nikel, demir), çimento, kimya, tarım, petrol sektörleri kapsamında faaliyet gösteren firmalar bulunmaktadır. Bu firmalar haricinde söz konusu bölgede gıda renklendiricisi olan titanyum dioksit (TiO_2) üretimi gerçekleştiren bir firma, kojenerasyon tesisi, termik santral ve atık su arıtma tesisi bulunmaktadır (Uslu, 2019). 2001 yılında yapılan çalışmalar sonucunda bölgede 47 adet endüstriyel simbiyoz sinerjisi belirlenmiş olup, 32 adetinin yan ürün sinerjisi, 15 tanesinin fayda sinerjisi olduğu tespit edilmiştir (Beers et al., 2007). Bölgede temel olan yan ürün sinerjileri şekil 10.3'de, fayda sinerjileri ise şekil 10.4'te gösterilmektedir.



Şekil 10.3. Kwinana Bölgesi'ndeki Yan Ürün Sinerjisine Dayalı Simbiyoz İlişkileri (Uslu, 2019).



Şekil 10.4. Kwinana Bölgesi'ndeki Fayda Sinerjisine Dayalı Simbiyoz İlişkileri (Uslu, 2019).

Söz konusu bölgedeki alüminyum rafinerisi bir kimya fabrikasının yan ürünü olan alçıtaşını satın alarak, alüminyum rafinerisinin etrafında alüminyum tozlarından dolayı kirlenmiş ve bozulmuş olan toprağın iyileştirilmesinde kullanılmaktadır. Titanyum dioksit üretimi yapan bir işletmenin yan ürünü olarak ortaya çıkan hidrojen klorür, amonyum klorür üreten bir kimya fabrikası tarafından değerlendirilmektedir. Titanyum dioksit üretimi yapan bir firmanın atık su arıtma tesisinden çıkan arıtılmış sular, alüminyum rafinerisine verilir ve alüminyum rafinerisi arıtılmış suyun yer altı suyuna karışmasını sağlayarak tekrardan üretim amaçlı kullanılmasını sağlar. Bir kimya fabrikasının atık suları Titanyum dioksit üreten bir firma tarafından değerlendirilmektedir. Bir gıda fabrikasının yan ürünü olan karbondioksit, bir kimya fabrikası tarafından satın alınarak gazlı içecek üretiminde kullanılmaktadır. Şekil 10.4’de gösterilen fayda sinerjilerinden kesikli çizgiler henüz gerçekleştirilmemiş potansiyel simbiyoz örneklerini göstermektedir. Bölgedeki başlıca fayda sinerjileri şu şekilde sıralanabilir; üretim aşamalarında elektrik ve su buharı kullanan titanyum dioksit üreten bir işletme, söz konusu enerjiyi kojenerasyon tesisinden sağlarken, kojenerasyon tesisi de titanyum dioksit

üretimi yapan işletmenin üretim faaliyetleri sonucu ortaya çıkan basınçlı gaz ve demineralize suyu kendi üretim aşamalarında girdi olarak değerlendirmektedir. Söz konusu bölgedeki arıtma tesisi, bölgede bulunan tüm işletmelere yüksek kalitede arıtılmış su sağlamaktadır (Uslu, 2019).

Yukarıda bahsi geçen bölgenin endüstriyel simbiyoz ağ modeli kapsamında 2005 yılı verilerine ait çevresel ve ekonomik kazanımları aşağıda listelenmiştir.

- 260.000 ton/yıl atığın bertaraf edilmesi önlenmiştir,
- 6 GL/yıl su ve 72 Gws/yıl enerji kazanımı gerçekleştirilmiştir,
- Kojenerasyon tesisinin faaliyete başlamasıyla karbondioksit gazı salımı 170.000 ton/yıl azaltılmıştır,
- 10.000 ton/yıl alçıtaşı tekrardan ekonomiye kazandırılmıştır,
- 4 GL/yıl atık su yeniden değerlendirilmiştir,
- Azaltılan karbondioksit gazı salımının toplam miktarı 377.000 ton/yıl'dır,
- Yıllık azot oksit ve sülfür oksit gaz salımları sırasıyla %40 ve %90 oranında azaltılmıştır (Bossilkov ve Corder, 2008).

10.3 İngiltere

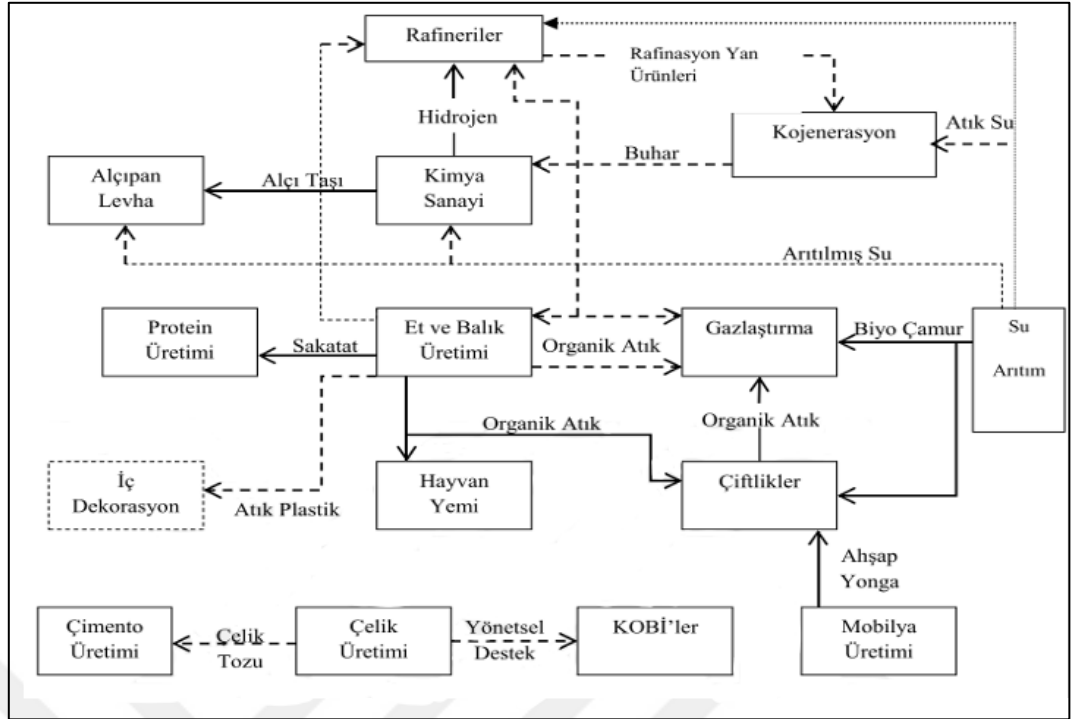
İngiltere’de Advantage West Midlands Bölgesel Kalkınma Ajansı tarafından endüstriyel simbiyoz uygulamalarına ilişkin ilk çalışmalar 2003 yılında başlamıştır. Ajans endüstriyel simbiyoz uygulamalarını, sürdürülebilir kalkınma hedeflerine uygunluğu ve ekonomik getirisinin yüksek olması bakımından, her iki amacın da gerçekleştirilmesine yönelik önemli bir araç olarak görmüştür. 2003 yılında başlatılan çalışmaların bölgede uygulanmasının ardından beklenen çevresel ve ekonomik kazanımın çok daha üstünde bir sonuç elde edilmesiyle, 2005 yılında bölgesel yapılan bu çalışmaların ve uygulamaların ulusal ölçeğe taşınmasına karar verilmiştir (Başer, 2014).

İngiltere endüstriyel simbiyoz uygulamaları açısından önde gelen ülkelerden biri olup, bölgede yirmiden fazla eko endüstriyel park ve tamamlanmış endüstriyel simbiyoz projesi bulunmaktadır. Tüm ülkede yürütülmekte olan “Ulusal Endüstriyel Simbiyoz Programı (National Industrial Symbiosis Programme-

NISP)”, üretimi bulunan tüm sektörlerdeki firmaların birbirleriyle enerji, su ve/veya madde/malzeme alışverişinin sağlanmasını sağlayan iş modeli kapsamında firmaların karşılıklı ekonomik kazanç elde edebilecekleri bağlantıların geliştirilmesini amaçlayan ulusal ölçekli bir kaynak verimliliği programı olarak tanımlanmaktadır. NISP Programı İngiliz Sanayi Konfederasyonu (Confederation of British Industry, CBI) ve İngiliz Hükümeti tarafından fonlanmaktadır. Söz konusu program kamu tarafından finanse edildiğinden, NISP’e katılım ücretsiz olup, 2011 yılı verilerine göre program kapsamında 15.000’den fazla firma ile iş birliği sağlanmaktadır (Başer, 2014).

Bahsi geçen NISP programının, HISP (Humber Industrial Symbiosis Programme- Humber Endüstriyel Simbiyoz Programı), WISP (West Midlands Industrial Symbiosis Programme-Batı Midlands Endüstriyel Simbiyoz Programı) ve MBIS (Mersey Banks Industrial Symbiosis-Mersey Banks Endüstriyel Simbiyoz Programı) olmak üzere üç tane alt programı bulunmaktadır.

HISP Ağı, İngiltere'nin doğusunda bulunan Humber Estuary Bölgesi'nde kurulmuş olup, söz konusu bölgede Humber nehri, petrol rafinerisi, kimyasal madde üretimi yapan büyüklü küçüklü firmalar, su ve enerji tesisleri, paketleme ve nakliye firmaları ve madencilik, mobilya, gıda gibi çeşitli sektörlerin bulunduğu tesisler yer almaktadır. Humber Bölgesi'ndeki endüstriyel simbiyoz ağı şekil 10.5’de verilmektedir.



Şekil 10.5. Humber Estuary Bölgesi'ndeki Simbiyoz İlişkileri (Uslu, 2019).

Söz konusu bölgede et ve balık üretimi yapan firmanın atıkları hayvan yemi olarak kullanılmaktadır. Kimyasal ürün üreten bir firmanın çıktısı olan alçı taşı satın alan alçıpan üretim firması, satın aldığı alçı taşı ham madde olarak kullanılmaktadır. Atık bitkisel yağlar, biyodizel üretiminde değerlendirilmektedir (Mirata, 2004). Şekil 10.5’de kesikli çizgiler potansiyel endüstriyel simbiyoz olanaklarını göstermektedir. Bu bağlamda çelik üretiminden kaynaklanan çelik tozunun çimento üretiminde, rafineri tesisinden kaynaklanan yan ürünlerin kojenerasyon tesisinde, kojenerasyon tesisinde çıkan atık buharın kimya firmasında kullanılması, gıda üretim tesislerinden kaynaklanan plastik atıklarının iç dekorasyonda kullanılmasının mümkün olduğu söylenebilir.

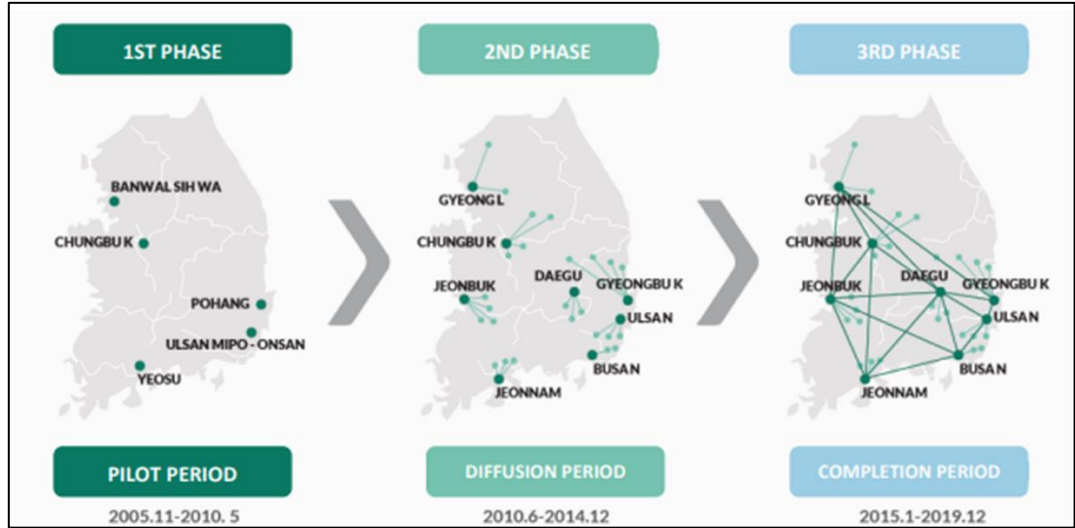
NISP’in bir diğer alt programı olan WISP ağı, İngiltere’nin batı bölgesinde Batı Midlands Bölgesi’nde kurulmuş olup, söz konusu bölgede otomotiv, uçak, metal, plastik, tarım ürünleri, gıda, seramik, cam üretimi yapan ve nakliye, hizmet sektörlerinde faaliyet gösteren firmalar yer almaktadır (Mirata, 2004). Batı Midlands Bölgesi’ndeki endüstriyel simbiyoz ağı şekil 10.6’de verilmektedir.

Tablo 10.1. 2005-2012 yılları arasında İngiltere Ulusal Endüstriyel Simbiyoz Programı (NISP) Uygulama Sonuçları (Başer, 2014).

NISP Çıktıları ve Parasal Değerleri	Yıllık Ortalama Çıktı Değeri	Bir Birim Çıktı Başına Düşen Yatırım Miktarı (€)	Elde Edilen Çıktıların Toplam Değeri	Birim Çıktı Başına Düşen Yatırım Miktarı (€)
Ek satışlar	234 milyon €	0,02	1,71 milyar €	0,005
Maliyetlerde tasarruf	243 milyon €	0,02	1,21 milyar €	0,005
Karbondioksit azaltımı	8 milyon ton	0,73	39 milyon ton	0,15
Hammadde tasarrufu	12 milyon ton	0,48	58 milyon ton	0,1
Su tasarrufu	14 milyon ton	0,4	71 milyon ton	0,08
Önlenen atık miktarı	9 milyon ton	0,64	45 milyon ton	0,13
Oluşumu engellenen tehlikeli atık miktarı	0,4 milyon ton	13,74	2 milyon ton	2,74

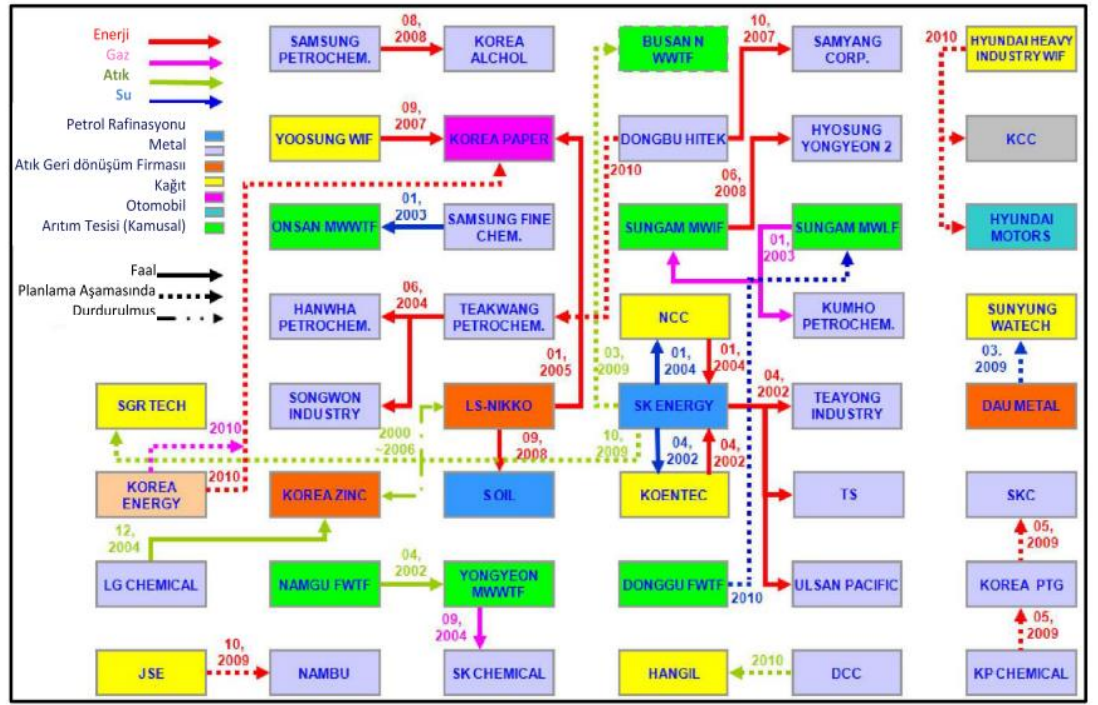
10.4 Güney Kore

Kore Ulusal Temiz Üretim Merkezi (KNCPC), Ticaret, Sanayi ve Ekonomi Bakanlığı (MOTIE) aynı anda çevresel sürdürülebilirliği sağlamak ve yenilikçi endüstriyel gelişimi teşvik etmek amacıyla 2003 yılında Ulusal Eko-Endüstriyel Park (EIP) programını başlatmıştır. Söz konusu programın ilk iki yılında özel sektörün katılımı sağlanamamış olup, istenen ekonomik ve çevresel sonuçlar elde edilememiştir. Bu durum, Kore Sanayi Kompleksi Şirketi'nin (KICOX) uygulama rolünü devralması ve iş merkezli bir strateji benimsemesinden sonra değişmiştir. KICOX ayrıca söz konusu programı 2005-2019 dönemini kapsayan daha spesifik hedefler ve üç aşamalı bir uygulama stratejisiyle yenilemiştir (Kim, 2017). Projenin ilk aşamasında pilot projeler ve uygulamalar belirlenmiş ve beş adet pilot bölge seçilmiştir. Seçilen bölgelerdeki endüstriyel kompleks tesisleri arasında sektörel olarak atık, enerji, yan ürün vb. endüstriyel simbiyotik ilişkiler belirlenmiş ve söz konusu sanayi bölgeleri, birer eko endüstriyel parka dönüştürülmüştür (Özkan et al., 2018).



Şekil 10.7. Güney Kore Endüstriyel Simbiyoz Aşamaları (Kim, 2017).

Şekil 10.7’de görüldüğü gibi eko endüstriyel park programı kapsamında birinci aşamada belirlenen beş adet sanayi bölgesinden bir tanesi Ulsan Bölgesi’dir. Günümüzde Güney Kore ekonomisinde oldukça önemli olan Ulsan Bölgesi’nde sanayileşme daha çok petrokimya, demir- çelik, demir dışı metaller, gemi inşa ve otomobil gibi ağır sanayiler üzerine olmuştur. Bu sanayileşme gerçekleşirken doğal kaynak tüketimi, atık üretimi ve hava emisyonlarının çok yüksek olması söz konusu bölgede tarım ve balıkçılık faaliyetlerini olumsuz yönde etkilemiştir (Başer, 2014). Ulusal Eko-Endüstriyel Park (EIP) programının başlaması ile bölgede atık üretimi ve atık su deşarjı ile enerji kullanımının ciddi oranda azaldığı, bunun yanı sıra karbondioksit, karbonmonoksit, sülfür ve azot bileşenlerini içeren emisyonların azaldığı gözlemlenmiştir (Başer, 2014). Ulsan Bölgesi’nde seneler içinde oluşturulan endüstriyel simbiyoz ağları şekil 10.8’de gösterilmektedir.



Şekil 10.8. Ulsan Bölgesi'nde Firmalar Arası Simbiyotik İlişkiler (Başer, 2014).

Söz konusu programın 2005- 2010 yılları arasında gerçekleştirilen ilk aşamasında, 2009 yılına kadar seçilen Ulsan Bölgesi dahil beş adet endüstriyel parkta yapılması öngörülen 45 adet endüstriyel simbiyoz projesi belirlenmiş olup, bu projelerden 8 tanesi tamamlanmıştır. Tamamlanan 8 proje ile toplamda belirlenen ekonomik kazanç 38 milyon TL/yıl, CO₂ emisyon azaltımı ise 103.310 ton/yıl olarak kaydedilmiştir (Özkan et al., 2018).

Programın ikinci aşaması 2010-2014 yılları arasında gerçekleştirilmiş olup, bu aşamada pilot projelerden elde edilen tecrübelerle endüstriyel simbiyoz ağlarını arttırmak ve genişletmek üzere 20 adet eko-endüstriyel park kurulması planlanmıştır (Uslu, 2019). İkinci aşamada sistemin bileşenlerinin merkezi bir yapı tarafından yönetildiği model olan “hub and spoke” modeli kapsamında kurulması planlanan 20 adet endüstriyel parka bu bilgi ve tecrübelerin transferi ile yaygınlaştırılması hedeflenmiştir (Çoban, 2016).

Programın 2014-2019 yılları arasında gerçekleştirilen son aşaması ise emisyonun sıfırlanması, kurulan her bir parkın kendi içinde yeniden kullanım

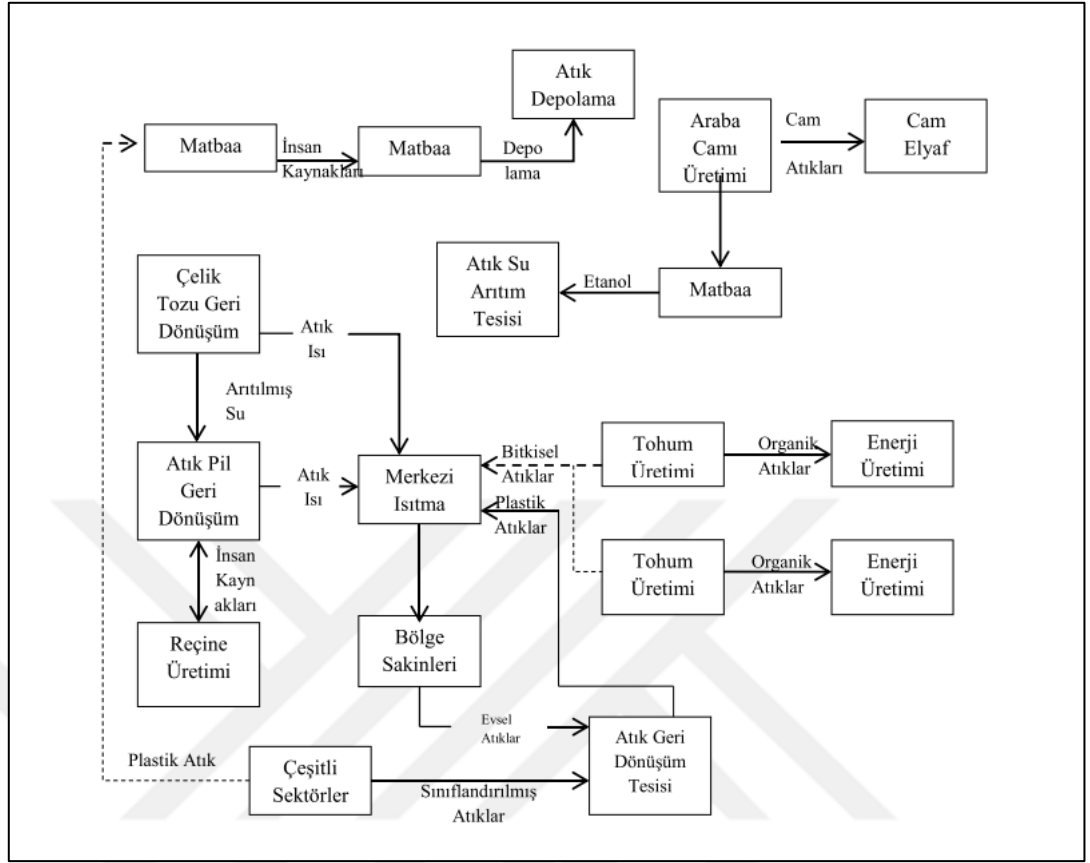
yollarını arttırarak sürdürülebilir bir sistemin oturtulması ile hedeflenen endüstriyel simbiyoz ağlarının tamamlanmasını hedeflemektedir (Uslu, 2019).

Söz konusu program kapsamında ekonomik ve çevresel kazanımlara bakıldığında; 2005-2010 yılları arasında gerçekleştirilen 45 proje ile birlikte, 477.633 ton atık azaltılmasıyla bir o kadar atık bertarafının önüne geçilmiştir. 110.032 ton atıksu ve 176.781 TEP enerji azaltılmış, oluşan sera gazı miktarında 668.198 ton CO₂ eşdeğeri düşüş tespit edilmiş olup, sera gazındaki bu düşüş ile Kore'nin düşük karbon-yeşil büyüme politikasında, sanayi kaynaklı sera gazı emisyonlarının 1 milyon 310 bin ton azaltılması hedefi başarıyla gerçekleştirilmiştir (Özkan et al., 2018).

10.5 İsveç

İsveç'in güney batısında bulunan Landskrona Bölgesi'nde 2002 yılında başlatılan Landskrona Endüstriyel Simbiyoz Programı (LISP-Landskrona Industrial Symbiosis Programme), İsveç'te gerçekleştirilen ilk endüstriyel simbiyoz programıdır. Özel sektör ve kamunun yanı sıra Uluslararası Sanayi ve Çevre Ekonomisi Enstitüsü ile yapılan ortak çalışma kapsamında yürütülen LISP'in faaliyete başlamasını takiben ilk on ay boyunca tüm masraflarını İsveç İş Geliştirme Ajansı karşılamıştır. Söz konusu program kapsamında tarımsal tohum üretimi, kimyasal madde üretimi, motorlu araç parçaları imalatı, metal işleme ve geri dönüşümü, ambalajlama, ulaşım ve lojistik gibi farklı sektörlerde faaliyet gösteren firmalar bulunmaktadır (Mirata ve Emtairah, 2005).

Landskrona Bölgesi'nde gerçekleştirilen endüstriyel simbiyoz ağları şekil 10.9'da gösterilmektedir. Şekil 10.9'da kesikli çizgiler potansiyel endüstriyel simbiyoz olanaklarını göstermektedir.



Şekil 10.9. Landskrona Bölgesi'nde Endsütriyel simbiyoz mevcut ve potansiyel ağları (Uslu, 2019).

Bölgede başlıca endsütriyel simbiyoz ilişkileri; mevcut simbiyotik ilişkiler kapsamında bir matbaanın üretimi sonucu ortaya çıkan atık kağıtlar bertaraf edilmek yerine yakıt olarak kullanılmakta, tarımsal atıkların bölgede bulunan bir kimya firmasının üretimlerinden kaynaklanan organik çözelti ile birleştirilmesi sonucu elde edilen tabakanın yakıt olarak değerlendirilmesi, bir galvaniz kaplama firmasının faaliyetlerinin çıktısı olarak ortaya çıkan sülfürik asit atığı başka bir kimya firması tarafından değerlendirilmesi olarak sıralanabilir (Uslu, 2019).

LISP uygulamasının başarısında rol oynayan etmenler incelendiğinde, öncelikle söz konusu bölgedeki işletmelerin endüstriyel simbiyoz uygulamalarını sahiplenmesi ve bu uygulamayı geliştirmek için birbirleriyle yarış halinde oldukları söylenebilir. Uygulamanın başarısında hızlandırıcı bir rol oynayan bir diğer unsur, endüstriyel simbiyoz potansiyellerinin belirlenmesi sürecinde İsveç İş Geliştirme

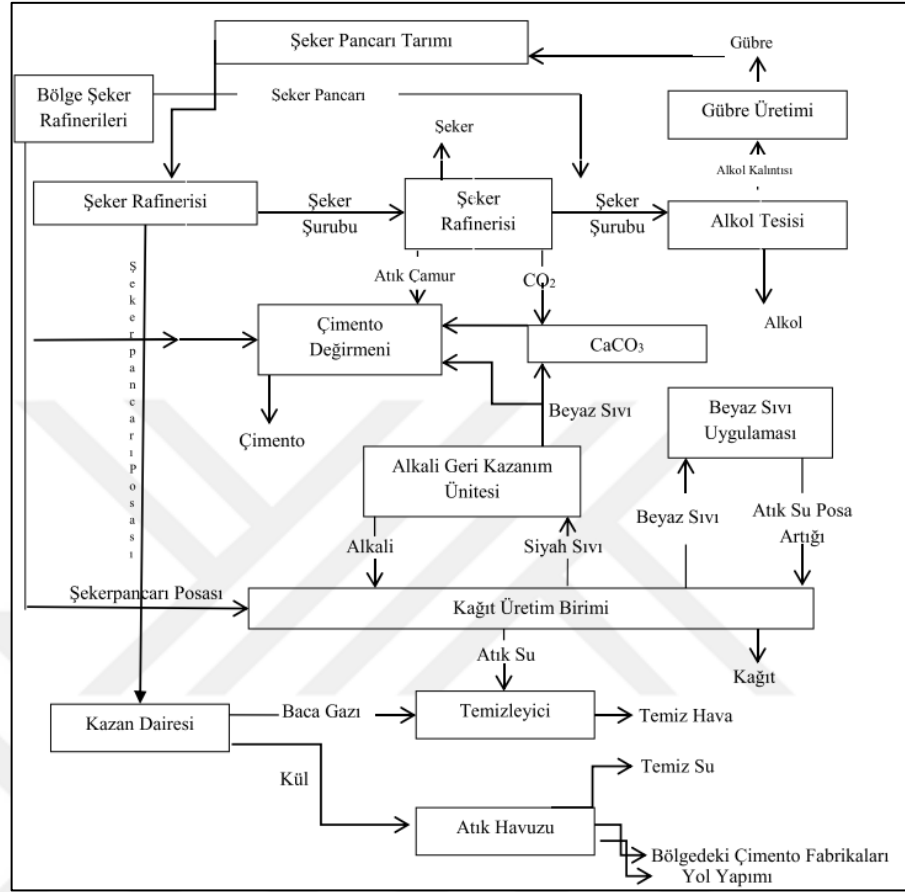
Ajansı'nın mali desteğidir. Kamu ve özel sektörün ortak bir şekilde çalışması ve programın fonlanması da bu başarıyı sürdürülebilir kılmaktadır (Uslu, 2019).

10.6 Çin

Eko endüstriyel parklar ilk olarak 1990'ların sonunda Çin'de döngüsel ekonomi stratejisi kapsamında önemli bir bileşen olarak tanıtılmıştır. Döngüsel ekonomi Devlet Çevre Koruma İdaresi (SEPA) tarafından Çin'de bir çevre stratejisi olarak önerilmiştir. Bu nedenle, SEPA 2001 yılında hem eko endüstriyel parklar programı hem de döngüsel ekonomi programının sorumluluğunu üstlenmiştir. Bu programlar sırasıyla, Ulusal Pilot Eko Endüstriyel Programı (NPEIPP) ve Ulusal Pilot Döngüsel Ekonomi Bölgesi Programı (NPCEZP) olarak adlandırılmaktadır. Ancak, döngüsel ekonominin gelişmesi ve ekonomik kazançlarının fark edilmesi ile döngüsel ekonomi, merkezi hükümet tarafından bir çevre stratejisi yerine ekonomik bir strateji olarak benimsenmiştir. Bu iki program kapsamında, iki farklı yönetim sistemi oluşturulmuş ve 60 adet sanayi kompleksi pilot olarak ulusal eko endüstriyel parklar olarak geliştirilmek üzere onay almıştır. Aralarında 6 adet sanayi kompleksi ise her iki program tarafından onaylanmıştır (Zhang et al., 2010).

Yapılan çalışmalar kapsamında Çin'de pilot eko endüstriyel park olarak seçilen ve en iyi örneklerden biri olan Guitang Grubu'nun başlıca üretim faaliyeti şeker rafinasyonudur. Çin'in güneydoğusundaki Guigang Bölgesi'nde yer alan Guitang Grubu, Çin'deki en büyük şeker üretimi yapan firmalardan biridir. Guitang Grubu'nda, Marian R. Chertow'un farklı eko endüstriyel parkları inceleyerek ortaya koyduğu 5 tip eko endüstriyel parkın ikinci tipi olan aynı işletme içerisinde farklı üretim birimlerinin kurulmasıyla gerçekleştirilen endüstriyel simbiyoz ağına çok iyi bir örnektir.

Şekil 10.10'da Guitang Grubu'nun kendi içinde Simbiyotik ilişkileri gösterilmektedir.



Şekil 10.10. Guitang Grubu'nun Endüstriyel Simbiyoz Ağları (Uslu, 2019).

Ana üretimin şeker rafinasyonu olduğu bu işletmede yıllar boyunca işletmenin büyümesi ile şeker rafinasyonundan elde edilen yan ürünlerin kullanılması ilk simbiyotik ilişkileri doğurmuştur. Yan ürünlerden şeker şurubu alkol üretiminde kullanılmakta olup, diğer yan ürün olan şeker kamışı ve pancarı posasının uzun liflerinden kâğıt üretimi gerçekleştirilmektedir (Zhu et al., 2007). Kâğıt üretimi esnasında yapılan yoğurma işlemi için yüksek miktarda alkalinin prosese girmesi gerekmektedir. Dolayısıyla işlem sonrasında yine yüksek miktarda alkali çıktısı olmaktadır. Yoğurma işlemi sonrası ortaya çıkan alkalinin (siyah likör) dönüşümünü sağlamak amacıyla bir alkali dönüşüm tesisi kurulmuş olup, alkaliden arındırılmış sıvıya kalsiyum karbonat eklenmesiyle çimento üretimi yapılmaktadır. Şeker pancarı posasının kısa liflerinin tamamının yakılması yerine enerji dönüşümünde kullanılması da bir diğer Simbiyotik ilişkiyi göstermektedir. Söz konusu enerji dönüşüm ünitesinde bulunan yağ tutucu, alkali suyun nötralize kükürt dioksit'e dönüştürülmesini sağlamakta olup, elde edilen sülfatlı su çiftçilere toprak iyileştirici olarak satılmaktadır. Enerji dönüşüm ünitesinin bir diğer tutucusu olan

elektrostatik tutucu oluşan uçucu külü filtrelemektedir. Bu işlem sırasında filtrelenen uçucu kül ise çimento üretiminde ve yol yapımında değerlendirilmektedir (Zhu et al., 2007).

Bir diğeri simbiyoz ilişkisi, şeker üretimi esnasında karbonatlama işleminin yanı sıra sülfitleme işleminin uygulanmasıdır. Sülfitleme işlemi yöntem olarak karbonatlama işlemine benzemekte ancak karbondioksit gazı yerine sülfür dioksit gazı kullanılmaktadır. Bu işlemde elde edilen atık çamur direk olarak gübre olarak kullanılabilir. Karbonatlama işlemi sonucu ortaya çıkan atık çamur ise çimento sektöründe üretim girdisi olarak değerlendirilmektedir (Zhu et al., 2007).

Guitang Grubu'nda başarılı bir endüstriyel simbiyoz ağına geliştirilmesinde, Guigang Yönetimi'nin önemli bir oranda etkin olması, endüstriyel simbiyoz uygulamalarında devlet desteğinin ne kadar önemli olduğunu ortaya koymaktadır (Uslu, 2019).

11. TÜRKİYE’DE ENDÜSTRİYEL SİMBİYOZ UYGULAMALARI

11.1 Gaziantep Endüstriyel Simbiyoz Projesi

Gaziantep Endüstriyel Simbiyoz Projesi fizibilite çalışması 2016 yılında tamamlanmış olup, projenin genel amacı endüstriyel simbiyoz (ES) uygulamalarına yönelik kapsamlı bir çalışma gerçekleştirilerek Gaziantep Organize Sanayi Bölgesi’nde potansiyel endüstriyel simbiyoz olanaklarının belirlenmesidir. Bu çalışma sonucunda belirlenen üç farklı endüstriyel simbiyoz potansiyeli kapsamında fizibilite çalışmalarının yapılması, sonrasında bu simbiyotik olanakları üzerinden uygulama fizibilitesinin hazırlanması hedeflenmiştir.(Gaziantep Sanayi Odası, 2015)

Fizibilite sürecinde yapılan faaliyetler şu şekilde özetlenebilir:

- Gaziantep Sanayi Odası’na bünyesinde bulunan firmalara yönelik bilgilerin toplanması
- Firmaların endüstriyel sektör (NACE) ve atık (EWC) kodları bazında sınıflara ayrılması
- Firmaların kapasite raporları baz alınarak firma NACE kodlarının güncellenmesi ve doğrulanması
- Firmalar arasındaki ES olanaklarının ESOTA aracılığıyla belirlenmesi
- ESOTA çıktılarına göre tamamlanan ES olanakları ile ilgilenen firmaların belirlenmesi
- ESOTA çıktılarının değerlendirilerek uygulanabilir olanların belirlenmesine yönelik firmaların katılımıyla oluşacak çalıştayların düzenlenmesi
- Belirlenen ES olanaklarının önceliklendirmesinin yapılması

Endüstriyel simbiyoz olanaklarının belirlenme aşamalarında ilk olarak GSO’ya kayıtlı aktif firmaların iletişim bilgileri, NACE kodları, gerçek üretim konuları, bölge kodları ve kapasite raporları listelenmiştir. İkinci adımda, hazırlanan listelerdeki firmaların çakışan NACE kodları kümelenmiş ve her bir NACE kodu için mevcut firma sayıları belirlenmiştir. Bu incelemenin sonucunda

listede 2012 firmaya ait 166 farklı NACE kodunda faaliyet gösterdiği tespit edilmiştir. Söz konusu firmalara ait kapasite raporları kullanılarak firmaların NACE kodları doğrulanmış ve güncellenmiştir. Sonraki aşamada, Orta Doğu Teknik Üniversitesi (ODTÜ) Çevre Mühendisliği Bölümü tarafından geliştirilen Endüstriyel Simbiyoz Olanak Tarama Aracı (ESOTA) kullanılarak firmalar arasındaki endüstriyel simbiyoz olanakları belirlenmiştir. Daha sonra endüstriyel simbiyoz olanaklarının Gaziantep’de karşılık gelen firmalar için geçerli olup olmadığını tespit etmek amacıyla, firmaların kapasite raporları ve NACE kodları incelenmiş ve ESOTA veri tabanı ile karşılaştırılmıştır. Bazı firmalar bu aşamada elenmiştir. Bunun haricinde firmalara yapılan ziyaretlerde firma yetkilileri ile yapılan görüşmeler sonucunda yanıtlanamayan sorular yanıtlanmıştır. Bu sürecin sonunda Gaziantep’te mevcut olan firmalar için geçerli olmayan endüstriyel simbiyoz olanakları da elenmiştir. Tüm bu çalışmalar sonucunda 57 farklı NACE kodunda faaliyet gösteren 1305 firmada uygulanabilecek 104 endüstriyel simbiyoz olanağı tespit edilmiştir. Bahsi geçen 104 endüstriyel simbiyoz olanağının uygulanabilirliğini tespit etmek amacıyla paydaş analizleri ve toplantıları yapılmış olup, bu toplantılar sonucunda 104 ES olanağı 37’ye indirilmiştir. Proje kapsamında gerekli çalışmalar ve paydaş analizleri yapıldıktan sonra belirlenen endüstriyel simbiyoz olanakları tablo 11.11’de sunulmuştur (Gaziantep Sanayi Odası, 2015).

Tablo 11.1. Paydaş analizleri sonrası belirlenen ES olanakları (Gaziantep Sanayi Odası, 2015).

ATIKLARIN ÜRÜN ELDESİ
Kullanılmış hahların ve halıfleks fire atıklarının geri kazanım projesi
Kullanılmış PET malzemelerin geri kazanımı ve Re-PET ham madde imalatı
Hayvan derilerden jelatin üretimi
Tekstil kırıntı ve tıraşlama atıklarının kompozit ve laminant inşaat malzemesi üretiminde kullanımı
Plastik ayakkabı ve terlik sektörü EVA ve Poliüretan atıklarının değerlendirilmesi (geri dönüşüm, alternatif kullanım vb.)
Halı atıklarının yer kaplama ve plastik "ahşap" üretiminde kullanımı
Keten lif atıklarının iplik, kumaş, paspas ve polimer kompozit malzeme üretiminde kullanımı
Kullanımı mevcut olmayan polimer bazlı atıkların inşaat malzemeleri (bims, ısı yalıtım paneli vb.) üretiminde kullanımı
Tekstil sektöründen kaynaklanan pamut ve polipropilen lif atıklarının otomotiv iç döşeme malzemesi, ses yalıtımı malzemesi, halı sırtı vd. üretiminde kullanımı
Süt işleme atıklarının protein, kasein, peptit, lipid, emulsiyonlaştırıcı vd. üretiminde kullanımı
Atık araç lastiklerinin yonga levha üretiminde kullanımı
Plastik, kauçuk ve tekstil sektöründen kaynaklanan granül ve lifli atıkların ses yalıtımı amaçlı kompozit malzeme üretiminde kullanımı
Atık su arıtma tesisi çamurlarının killi ürünler üretiminde kullanımı
Demir döküm sektörü kaynaklı atık kumun seramik üretiminde kullanımı
Kimya sektöründen kaynaklanan kalsiyum karbonat atıklarının kağıt üretiminde kullanımı
PVC atıklarının hidroklorik asit ve diğer klorlu çözeltilerin üretiminde kullanımı
Poliüretan köpük atıklarının mobilya ve beton üretiminde kullanımı
Polivinil alkol atıklarının tekstil sektöründe yapıştırıcı olarak kullanımı
Polipropilen bazlı plastik atıkların paketlenme ürünleri üretiminde kullanımı
Atık boyanın hazır beton üretiminde kullanımı
Hurda camın yalıtım malzemesi üretiminde kullanımı
Alüminyum üretimi atıklarının tuğla üretiminde kullanımı
Polipropilen atıklarının geri dönüştürülmüş, örülmemiş (non-women) kumaş üretiminde, geri dönüştürülmüş halı ipliği ve halı üretiminde kullanımı
Gıda sektörü organik atıklarının hayvan yemi üretiminde kullanımı
Atık araç lastiği atıklarından dış zemin kaplamaları üretimi
PVC atıklarının ayakkabı tabanı üretiminde kullanımı
Kömür kazanlarından çıkan uçucu küllerin tuğla üretiminde kullanımı
Ayakkabı sektöründen kaynaklanan vulkanize EVA ve kauçuk atıklarının polipropilen üretiminde sertleştirici olarak kullanımı
Döküm kumunun beton üretiminde kullanımı
Hurda camın beton üretiminde kullanımı
Ayakkabı üretimi kaynaklı acrylic butyl styrene (ABS) 'in mobilya üretiminde kullanımı
ATIKLARDAN ENERJİ ELDESİ
Evsel atık su arıtma çamurlarının atık ısı kaynakları ile kurutularak çimento sektöründe alternatif yakıt olarak kullanımı
Gaziantep organik atık envanterinin çıkartılması ve organik atıklardan (gıda üretimi, antep fıstığı işleme, ömrünü tamamlamış gıda, imha edilecek gıda, hal atıkları vb.) biyogaz üretimi
Kullanımı mevcut olmayan polimer bazlı atıklar ve tehlikeli atıkların enerji eldesi için yakılması
Gaziantep Endüstriyel atık ve atık ısı kaynakları envanteri ve haritasının çıkarılması
DİĞER
Firmalara sürdürülebilir (temiz) üretim, eko-tasarım, eko-inovasyon, eko-etiketli ürün üretimi vb. yeşil sanayi konusunda eğitimler verilmesi
Gaziantep Organize Sanayi personel servislerinin ortak kullanımı

Belirlenen 37 endüstriyel simbiyoz olanağı gerçekleştirilen çalıştaylar kapsamında uygulanabilirliği incelendikten sonra önceliklendirilmesi yapılarak 13 endüstriyel simbiyoz olanağına indirilmiştir. Bu olanaklar aşağıdaki şekilde sıralanmaktadır (Gaziantep Sanayi Odası, 2015);

- Gaziantep Endüstriyel atık ve atık ısı kaynakları envanteri ve haritasının çıkarılması
- Kullanılmış halıların ve halıfleks fire atıklarının geri kazanım projesi
- Kullanılmış PET malzemelerin geri kazanımı ve Re-PET ham madde imalatı
- Kullanımı mevcut olmayan polimer bazlı atıkların inşaat malzemeleri (bims, ısı yalıtım paneli vb.) üretiminde kullanımı
- Polipropilen atıklarının geri dönüştürülmüş, örülmemiş (non-woven) kumaş üretiminde, geri dönüştürülmüş halı ipliği ve halı üretiminde kullanımı
- Gıda sektörü organik atıklarının hayvan yemi üretiminde kullanımı
- Gaziantep organik atık envanterinin çıkartılması ve organik atıklardan (gıda üretimi, antep fıstığı işleme, ömrünü tamamlamış gıda, imha edilecek gıda, hal atıkları vb.) biyogaz üretimi
- Plastik ayakkabı ve terlik sektörü EVA ve Poliüretan atıklarının değerlendirilmesi (geri dönüşüm, alternatif kullanım vb.)
- Atık araç lastiklerinin spor sahası ve oyun bahçesi gibi dış zeminlerin üretiminde kullanımı
- Kömür kazanlarından oluşan kül atıklarının yapı malzemeleri imalatında kullanımı
- Kullanımı mevcut olmayan polimer bazlı atıklar ve tehlikeli atıkların enerji eldesi için yakılması
- Firmalara, danışmanlara, ilgili tüm paydaşlara kaynak verimliliği, endüstriyel simbiyoz, sürdürülebilir (temiz) üretim, eko-tasarım, eko-inovasyon, eko-etiketli ürün üretimi vb. yeşil sanayi konusunda eğitimler verilmesi
- Gaziantep Organize Sanayi personel servislerinin ortak kullanımındır.

Söz konusu projenin sonucunda planlanan proje çıktıkları; belirlenen 13 endüstriyel simbiyoz olanağının 12 tanesinin detaylı fizibilite raporu hazırlanarak yatırımcılarla buluşturulması hedeflenmiştir. Gaziantep Kaynak Verimliliği konusu üzerine stratejik plan hazırlanması ve konuya özel bir Merkez kurulması planlanmıştır. Bahsedilen tüm uygulamalarla sanayide kaynak verimliliğinin sağlanması, sürdürülebilirliğin ve çevresel performansın artırılması, üretim maliyetlerinin düşürülmesi ve atık bertarafının azaltılması amaçlanmıştır.

11.2 İskenderun Körfezi Endüstriyel Simbiyoz Projesi

İskenderun Körfezi Endüstriyel Simbiyoz Projesi'nin ilk aşaması 2009-2010 yılları arasında gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmanın sonucunda Endüstriyel Simbiyoz Projesi'nin Uygulama Aşaması'na geçilmesine karar verilmiştir. Söz konusu proje Ocak 2011'de başlayıp Şubat 2014'te tamamlanmıştır. Projede İskenderun Körfezi'nde ES olanaklarının belirlenmesi, pilot uygulamalarla başlayıp daha büyük ölçekte uygulamaya geçilmesi, ES uygulamaları için bir veri tabanı ve iletişim ağının oluşturulması ve ulusal bir Endüstriyel Simbiyoz Programı'nın geliştirilmesi hedeflenmiştir.

Bölgede sektörel analiz çalışmaları yapıldıktan sonra firmaların karşılıklı yararlanabileceği kaynaklardan (atık, yan ürün, lojistik vb.) oluşan, literatür bilgilerinin, sektörel ve bölgesel raporların, mevcut endüstriyel simbiyoz örneklerinin de eklenmesiyle ortaya çıkan “yeşil sinerji” adlı ES veri tabanı oluşturulmuştur.

Söz konusu firmalarla çeşitli toplantılar ve konferanslar gerçekleştirildikten sonra bölgede 500'ün üzerinde ES olanağı belirlenmiş olup, önceliklendirme çalışmaları sonucunda 10 adet endüstriyel simbiyoz olanağı örnek proje olarak seçilmiştir ve bu projeler için detaylı fizibilite çalışmaları yapılmıştır.

Çalışmaların sonucunda, örnek projelerin bir kısmı uygulama aşamasına geçmiş, bir kısmı yatırım aşamasına gelmiş ve bir kısmının da Ar-Ge çalışmaları devam etmiştir. Örnek projeler, çok yüksek miktarlarda atığın bertaraf etmek yerine değerlendirilebileceği, yatırım yapılması halinde yeni ürünlerin üretilebileceği ve

bu söz konusu yatırımların kendilerini 1-2 yılda geri ödeyebilecekleri tespit edilmiş oldu. Bunun haricinde, atık alışverişi dışında endüstriyel simbiyoz kapsamına giren mevzuat ve ortak eğitim çalışmaları doğrultusunda firmaların ikili iş birlikleri de ortaya konmuştur.

Bu proje kapsamında belirlenen örnek projeler; meyve posasından hayvan yemi üretimi, tarımsal ve hayvansal atıklardan enerji üretimi, pamuk tohumu atığından biyoremediasyon ürünü üretimi, atık yağdan elektrik üretimi, ömrünü tamamlamış lastiklerden granül üretimi, hurda akülerden kurşun geri kazanımı, demir çelik üretiminden kaynaklanan cürufun yol yapımında kullanılması, soda proses atığının çimentoda katkı maddesi olarak kullanılması, çeşitli atıkların kireç fırınlarında yakıt olarak değerlendirilmesi, demir çelik üretiminden kaynaklanan cüruf ve tufalin gübre üretiminde kullanılmasıdır. Örnek olarak seçilen bu endüstriyel simbiyoz olanaklarının detaylı açıklamaları aşağıda verilmiştir.

Meyve posasından hayvan yemi üretimi: Meyve konsantresi üretim sonucu oluşan meyve posasının kireç üretim tesisinde ortaya çıkan atık ısı ile kurutularak hayvan yemi olarak kullanılması üzerine çalışmalar yapılmıştır. Oluşan ürünün kalitesi ve enerji değeri test edilmiş olup, hayvan yemi olarak kullanılması uygun bulunmuş ve bu ürünün kalitesinin yüksek olduğu tespit edilmiştir. Simbiyotik ilişkinin gerçekleştirilmesi sonucunda,

- 115 ton/yıl petrokok karşılığı atık ısının değerlendirilebileceği ve buna bağlı olarak 3500 ton/yıl CO₂ salımında azalma beklendiği,
- 12000 ton/yıl atığın değerlendirilebileceği,
- Yılda 1400 tondan fazla yem üretilebileceği anlaşılmıştır.

Bu sistemin faaliyete geçmesi durumunda kendini 3 senede geri ödeyebileceği belirlenmiştir (TTGV vd., 2014).

Tarımsal ve hayvansal atıklardan enerji üretimi: Bölgede bulunan farklı üreticilerin mısır atıkları, tavuk ve büyükbaş hayvan atıklarından biyogaz ve enerji üretimi için fizibilite çalışmaları yapılmıştır. Toplanan atıklar ve bu atıkların değişik oranlardaki karışımlarına yönelik biyokimyasal metan potansiyeli ve atık

karakterizasyon deneyleri yapılmış olup, biyogaz üretimi için en uygun seçenekler tespit edilmiştir. Yapılan çalışmalar sonucunda 1 MW kurulu güce sahip bir tesisin kurulması durumunda, 41000 ton hayvansal ve tarımsal atığın kullanılması halinde elde edilecek sonuçlar;

- Yaklaşık olarak yılda 9 milyon kilowatt saat enerji üretilebileceği,
- Yılda 5500 ton katma değeri bulunan organik gübre elde edilebileceği tespit edilmiştir.

Bu sistemin faaliyete geçmesi durumunda (yerli ekipman ve teknoloji kullanılması halinde) kendini 4 senede amorti edebileceği belirlenmiştir (TTGV vd., 2014).

Pamuk tohumu atığından biyoremediasyon ürünü üretimi: Pamuk tohumu üretimi sonucunda oluşan lint atığının pilot ölçekte işlenmesi ile oluşan biyoremediasyon ürününün performansının belirlenmesine yönelik çalışmalar yapılmıştır. Biyoremediasyon yöntemi ile petrolle kirlenmiş toprakların temizlenmesi ve söz konusu topraktaki petrolün daha fazla yayılmasını engellemek amacıyla üretilmesi planlanan ürünün adsorpsiyon ve biyoremediasyon potansiyelinin belirlenmesine yönelik 8 aylık çalışmalar (laboratuvar analizleri, saha çalışmaları vb.) yapılmış ve başarılı sonuçlar elde edilmiştir. Pilot sistemin büyütülerek ticari ölçeğe taşınması durumunda bu sistemin kendini 3,5 senede amorti edebileceği belirlenmiştir (TTGV vd., 2014).

Atık yağdan elektrik üretimi, ömrünü tamamlamış lastiklerden granül üretimi, hurda akülerden kurşun geri kazanımı: Üç farklı endüstriyel simbiyoz olanağının hayata geçeceği, 2014 yılında inşaat halinde olan bir geri kazanım tesisinde sanayi kuruluşları açısından büyük problem yaratan atık yağların uygun işlemlerden geçirilerek elektrik üretiminin gerçekleştirilmesi planlanmaktadır. Buna ilaveten, söz konusu tesiste atık akülerden kurşun ve plastik geri kazanımı ve ömrünü tamamlamış lastiklerden granül üretimi yapılması da planlanmaktadır. Geri kazanım tesisinin tamamlanması durumunda öngörülen sonuçlar,

- Yılda 40000 ton atık değerlendirileceği, bunun sonucunda 10 milyon kilowatt saat elektrik üretileceği ve üretilen elektriğin geri kazanım tesisinin bulunduğu OSB'ye satılmasının planlandığı,
- Yılda 14000 ton kurşunun geri kazanılacağı belirlenmiştir.

Geri kazanım tesisinin kurulumu tamamlandıktan sonra 1 yıldan kısa sürede kendini amorti edeceği öngörülmektedir (TTGV vd., 2014).

Demir çelik üretiminden kaynaklanan cürufun yol yapımında kullanılması: Demir çelik sektörünün atığı olarak çıkan ve hala bu sektör için büyük sorun yaratan cürufların, karayolları yapımında kullanılan doğal agrega yerine kullanılması planlanmaktadır. Bu simbiyotik ilişkinin sonucu olarak,

- Demir çelik üreticisi firmanın cüruflarını depolamak için kullandığı 42 dönüm arazinin atıl halden kurtarılması,
- Doğal agrega kaynaklarının korunarak bu sürede bir taş ocağının açılmasının önlenmesi,
- Yıllık 250000 ton cüruftan yine yıllık 13000 ton demir kazanımı yapılması ve bu sayede yatırımın 1 yıldan kısa bir sürede kendini amorti edeceği öngörülmüştür (TTGV vd., 2014).

Soda proses atığının çimentoda katkı maddesi olarak kullanılması: Soda üretim prosesinin çıktısı olan soda proses atığı kurutularak çimento üretiminde hammadde olarak kullanılan kalker yerine kullanılması planlanmıştır. Bu sistem için pilot üretim çalışmaları yapılmış olup, ürün kalitesinde olumsuz bir etkiye rastlanmamıştır. Bu proje ile;

- Soda proses atığının kurutulmasına yönelik alternatif teknolojilerin araştırılmasına devam edilmiş,
- Yüksek miktarlarda doğal kaynak ve enerji tüketen çimento sanayi için alternatif ham madde kullanımına yönelik uygulama örneği gösterilmiştir (TTGV vd., 2014).

Çeşitli atıkların kireç fırınlarında yakıt olarak değerlendirilmesi: Kireç üretim prosesinde yakıt olarak kullanılan fosil kaynaklı bir yakıt olan petrokok yerine çevredeki firmalardan sağlanacak çeşitli atıkların, kurulması öngörülen yeni fırında alternatif yakıt olarak kullanılması planlanmaktadır. İlk aşamada firma enerji ihtiyacının %20'sini ; kalorifik değeri yüksek ve kül içeriği düşük olan zeytin çekirdeği, tekstil atıkları, atık yağlar, ağaç/orman atıkları vb. atıklardan karşılanması planlanmaktadır. Yeni fırının hayata geçirilmesi durumunda beklenen sonuçlar,

- Yılda 2250 ton atık değerlendirileceği,
- Yılda 1700 ton petrokok tasarrufu sağlanması ön görülmüştür (TTGV vd., 2014).

Demir çelik üretiminden kaynaklanan cüruf ve tufalin gübre üretiminde kullanılması: Tehlikesiz atık olarak değerlendirilen ve demir çelik endüstrisinden kaynaklanan çelikhane cürufu ve tufalinden bitki besin elementlerinin geri kazanımı ve bu elementlerin bitki büyümesine etkisi araştırılmış olup, bu kapsamda gübre üretimi, atık karakterizasyon analizleri, toprak karakterizasyon analizleri gibi denemeler yapılmıştır.

Bu çalışmalar neticesinde belirlenen 10 fizibilite çalışmasının 2 tanesinin Ar-Ge çalışmaları devam ederken 8 tanesinin İskenderun Körfezi'nde endüstriyel simbiyoz projesi kapsamında yapılabilirliği ortaya konmuş olup, bu projeler sonucunda beklenen toplam kazançlar aşağıda tablo 11.2'de, endüstriyel simbiyoz olanaklarının birbirleriyle ilişkileri ise şekil 11.1'de belirtilmiştir.

Tablo 11.2. İskenderun Körfezi Endüstriyel Simbiyoz Potansiyel Kazanımları (TTGV vd., 2014).

8 ES UYGULAMASI (POTANSİYEL) KAZANIMLAR	
Çevre-Verimlilik	
Değerlendirilen Atık (ton/yıl)	330.000
Doğal kaynak ikamesi (ton/yıl)	280.000
Toplam tasarruf edilen/üretilen enerji (kWh/yıl)	34.000.000
CO ₂ azaltımı (ton/yıl)	37.000
İşgücü tasarrufu (adam-gün/yıl)	3.500
Su tasarrufu (m3/yıl)	6.500
Arazi kazancı (m2)	45.000
Sosyal - İşbirliği	
Yeni istihdam (kişi)	21
Yeni girişim (adet)	6
Katılım sağlayan kurum/kuruluş sayısı	27
Katkı sağlayan üniversite sayısı	5
Ekonomik-Rekabet	
Yeni ürün (çeşit)(adet)	10
Yeni ürün (miktar)(ton/yıl)	280.000
Yatırım maliyeti (Dolar)	7.000.000
Yıllık net kazanç (Dolar)	6.400.000
Geri ödeme süresi (yıl)	1,1



Şekil 11.1. İskenderun Körfezi Endüstriyel Simbiyoz Olanakları (TTGV vd., 2014).

İskenderun Körfezi Endüstriyel Simbiyoz Projesi kapsamında söz konusu bölgede bulunan sektörlerin potansiyel endüstriyel simbiyoz olanakları ve onların potansiyel kazanımları ortaya konmuş olup, endüstriyel simbiyozun uygulanması durumunda hem ekonomik hem de çevresel kazanımlarının oldukça yüksek olacağı düşünülmektedir.

11.3 TR 41 BEBKA Endüstriyel Simbiyoz Projesi

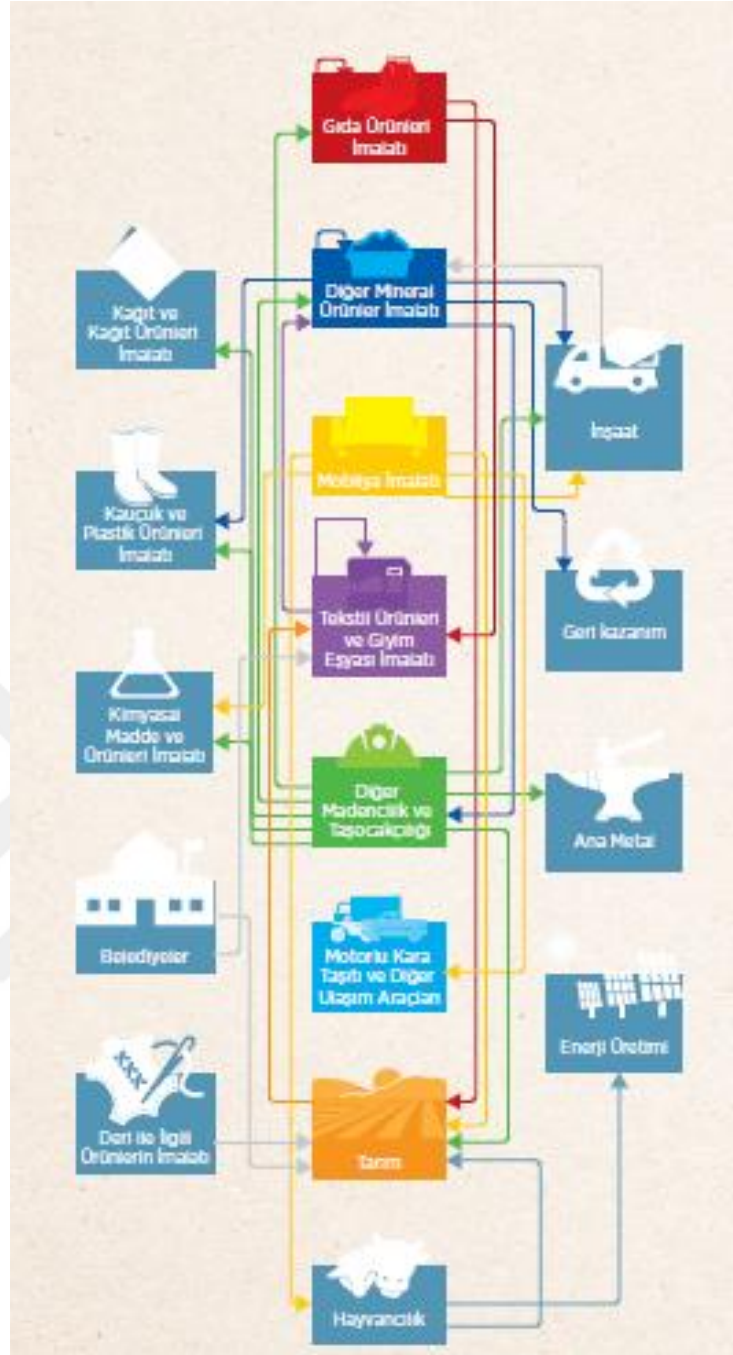
Bursa Eskişehir Bilecik Kalkınma Ajansı (BEBKA) ve Türkiye Teknoloji Geliştirme Vakfı (TTGV) arasında 17 Şubat 2014 tarihinde imzalanan protokolle iki kurum arasında TR41 bölgesinde endüstriyel simbiyoz uygulamalarının yaygınlaştırılması kapsamında iş birliği başlamıştır. Projenin temel amacı, endüstriyel simbiyoz olanaklarının belirlenerek farkındalığın artırılması, sektörel ve bölgesel analizlerle mevcut potansiyelin ve stratejinin belirlenmesi, endüstriyel simbiyoz potansiyelinin sürdürülebilirliğine ve yaygınlaştırılmasına yönelik çalışmaların yapılarak hayata geçirilebilirliğini ortaya koymaktır. Söz konusu proje iki aşamadan oluşmaktadır;

- Fizibilite ve Altyapı Aşaması
- Uygulama ve Sürdürülebilirlik Aşaması

Bu raporda sadece fizibilite ve altyapı çalışmaları yapılmış olup, projenin ilk aşaması tamamlanmıştır. Uygulama ve sürdürülebilirlik aşaması ise ilk aşamanın tamamlanması sonucu oluşan çıktıların doğrultusunda sinerjilerin hayata geçirilmesi ve sürdürülebilirliğinin sağlanmasına yönelik olacağı belirtilmiştir. Fizibilite ve altyapı aşaması kapsamında, sektörler ve firmalar arasındaki olası iş birliği ve sinerji imkanlarının ve önceliklerin belirlenmesine yönelik sektörel analiz çalışmaları ve paydaş ziyaretleri yapılmıştır. Bu veriler ışığında potansiyel ve sinerji çalışmaları yapılmış olup, potansiyel endüstriyel simbiyoz ağı oluşturulmuştur. Yapılan araştırmalarda literatürdeki örnek çalışmaların ve uygulamaların derlenmesi sonucu sektörel bazda oluşturulan endüstriyel simbiyoz potansiyeli aşağıdaki gibi örneklendirilmiştir (Bursa Eskişehir Bilecik Kalkınma Ajansı, 2014):

- Gıda ürünleri imalatı sonucu ortaya çıkan atıklar, tarımda kompost üretiminde kullanılırken, hayvancılıkta gerekli işlemlerden geçirildikten sonra hayvan yemi olarak kullanılabilir.
- Seramik sektöründen kaynaklanan kırıntı ve kırıklar (Eskişehir ve Bilecik şehirlerinde çok sayıda seramik sektörü firmaları bulunmaktadır.) inşaat sektöründe tuğla ve dolgu malzemesi üretiminde kullanılabilir.
- Mobilya üretiminden kaynaklanan ahşap atıkları hayvancılıkta hayvan alt yatağı malzemesi olarak, kimyasal ürünler imalatında aktif karbon üretiminde ayrıca spor alanlarında alt temel malzemesi olarak değerlendirilebilir.
- Tekstil ürünleri üretim prosesi sonucu ortaya çıkan tekstil atıkları, izolasyon malzemesi üretiminde, tekstil sektöründen gelen tekstil atık su çamuru da tuğla üretiminde ham madde olarak kullanılabilir.
- Madencilik ve taş ocakçılığı faaliyetleri sonucu ortaya çıkan mermer tozu atıkları, gıda sektöründe şeker rafinasyonunda, cam ve cam ürünleri üretiminde kullanılabilir.
- Motorlu kara taşıtı ve diğer ulaşım araçlarının üretiminden kaynaklanan atıklardan miktarca en çok olan metal hurda atıkları tekrardan kullanılır. Metal hurda haricindeki diğer atıklarından bazıları ise (plastik, kumaş, elektronik aksam vb.) katma değeri yüksek ürünlere dönüştürülebilir. Ayrıca motorlu kara taşıtı ve diğer ulaşım araçlarının üretiminde diğer sektörlerden gelen atıklar da kullanılabilir. Örneğin, otomotiv fren balata üretiminde, mermer tozu atıklarından faydalanılabilir.
- Tarım ve hayvancılık faaliyetleri sonucu oluşan atıklar genel olarak yakılmaktadır. Ancak ülkemizde söz konusu faaliyetlerden kaynaklanan atıklar çok fazla miktarlarda bulunmakta olup, bu atıklar yakma prosesleri dışında kompost üretiminde ya da biyogaz üretim tesisinde enerjiye dönüştürülmek üzere ham madde olarak değerlendirilebilir.

Söz konusu endüstriyel simbiyoz olanaklarının birbirleriyle potansiyel ilişkileri şekil 11.2’de belirtilmiştir.



Şekil 11.2. TR41 Bölgesi Endüstriyel Simbiyoz Potansiyeli (Bursa Eskişehir Bilecik Kalkınma Ajansı, 2014).

TR 41 bölgesinde yapılan araştırmalar sonucunda çevre iller arasında da potansiyel sinerjiler belirlenmiştir. Çevre illerde öne çıkan sektörler, TR 41 bölgesinde öne çıkan sektörlerle benzerlik göstermektedir. Bu sektörlerden başlıcaları; gıda ürünleri imalatı, diğer metalik olmayan mineral ürünlerin imalatı, başka yerde sınıflandırılmamış makine ve ekipman imalatı, fabrikasyon metal

ürünleri imalatı (makine ve teçhizatı hariç), ve diğer madencilik ve taş ocakçılığı olarak listelenebilir (Bursa Eskişehir Bilecik Kalkınma Ajansı, 2014).

Endüstriyel simbiyoz birbirine yakın işletmeler arasındaki sinerjileri içerse de aynı zamanda farklı iller ya da bölgeler arasında da söz konusu alışverişi gerçekleştirmek mümkündür. Bu sebeple TR 41 bölgesinde yapılan araştırmalarda bölgedeki illerin çevre iller arasındaki potansiyel sinerjileri de incelenmiştir.

Bursa, Eskişehir, Bilecik illeri ile çevrede bulunan iller üzerinde yapılan sektörel analizler sonucunda (Bursa Eskişehir Bilecik Kalkınma Ajansı, 2014);

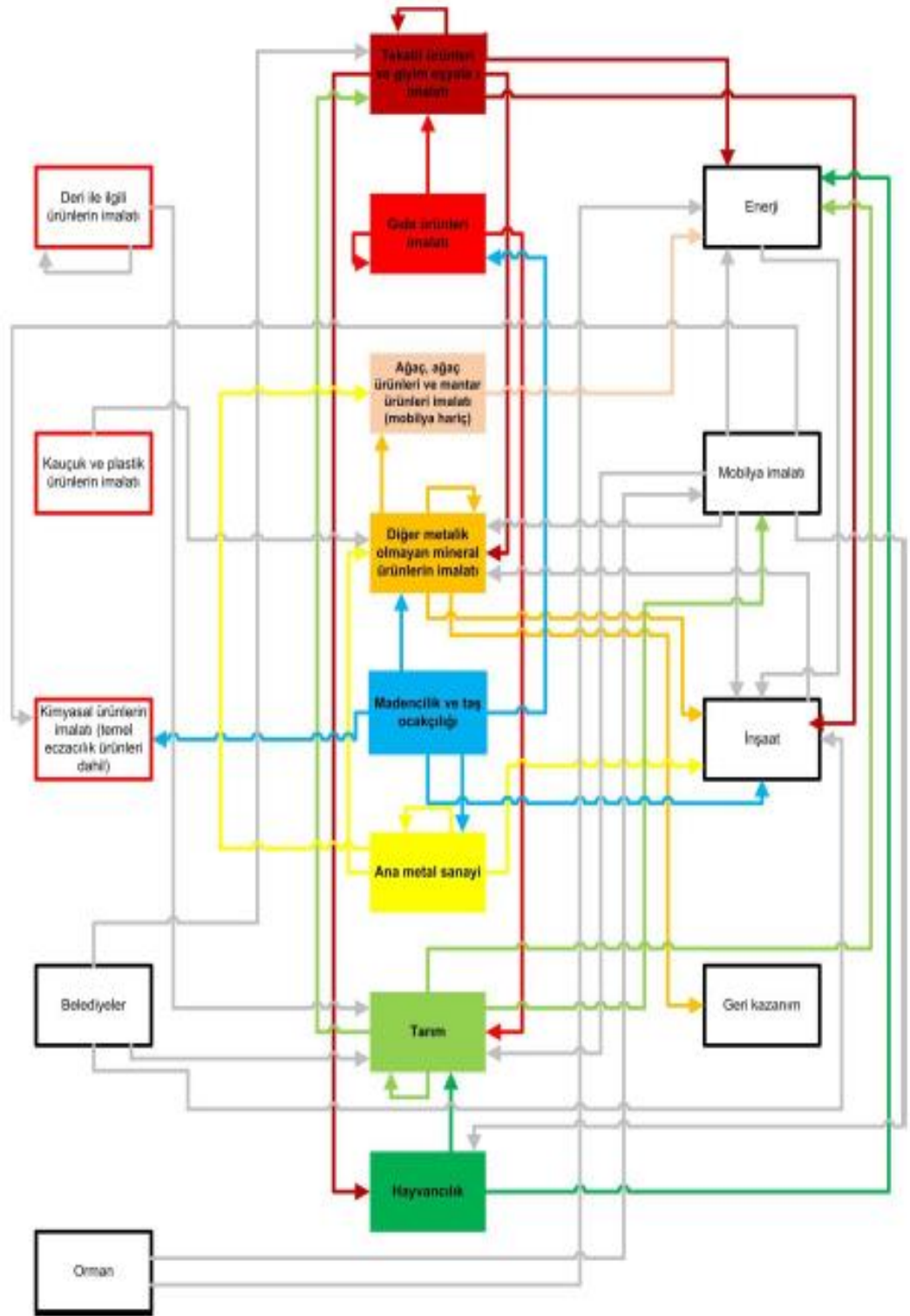
- Bursa ilinde tekstil sektörü toplam üretim içinde önemli bir yer kaplamaktadır. Tekstil sektöründen kaynaklanan tekstil atıkları, Doğu Marmara Kalkınma Ajansı'na (MARKA) bağlı olan Yalova, Sakarya, Bolu ve Düzce illerinde bulunan ağaç ve mantar ürünleri imalatı (mobilya hariç) sektöründe değerlendirilebilir. Bu atıklar aynı zamanda farklı işlemlerden geçirilerek enerji üretiminde ve inşaat sektöründe, selüloz imalatında ya da atık lint ile karıştırılarak kâğıt üretiminde kullanılabilir. Bunun haricinde söz konusu atıklar kimyasalların ve kimyasal ürünlerin imalatında ham madde olarak değerlendirilebilir. Aynı zamanda bu atıklardan aktif karbon üretilebilir ve bu sektör Kocaeli ve Ankara illerinde ön plana çıkmaktadır. Tekstil ürünleri üretimi sonucu ortaya çıkan atık su arıtma çamuru da tuğla üretiminde ham madde olarak kullanılabilir.
- Bursa ve Eskişehir illerinde mobilya imalatı sonucu ortaya çıkan atıkların kimya sanayide kullanılması mümkündür. Örneğin, söz konusu atıklar aktif karbon üretiminde, porsuz karbon üretiminde ve süper kapasitörle CO₂ tutumunda kullanılabilir.
- Bolu ili hariç Marmara Kalkınma Ajansı'na (MARKA) bağlı olan illerde kauçuk ve plastik sektöründen kaynaklanan atıklar diğer metalik olmayan ürünlerin imalatı sektöründe ham madde olarak kullanılabilir. Örneğin, kauçuk sektöründen kaynaklanan atıkları seramik üretiminde, plastik sektöründen kaynaklanan atıklar kompozit üretiminde kullanılabilir.
- Yapılan sektörel analizler sonucunda Güney Marmara Kalkınma Ajansı (GMKA), Zafer Kalkınma Ajansı (ZAFERKA), Ankara Kalkınma Ajansı

(ANKARAKA) ve Mevlana Kalkınma Ajansı'na (MEVKA) bağlı illerde ve Bilecik ilinde öne çıkan sektörün diğer metalik olmayan mineral ürünlerin imalatı olduğu belirlenmiştir. Bursa ilinde bulunan tekstil sektöründen kaynaklanan atıklar izolasyon malzemesi ve dolgu maddesi üretiminde kullanılabilir.

Bu proje kapsamında TR 41 bölgesinde uygulama ve sürdürülebilirlik aşamasının ön adımı olarak söz konusu bölgede bulunan sektörler ve çevre iller arasındaki potansiyel endüstriyel simbiyoz olanakları ortaya konmuştur.

11.4 TR 21 Trakya Bölgesi Endüstriyel Simbiyoz Potansiyeli Araştırması

Trakya Kalkınma Ajansı (TRAKYAKA) ve Türkiye Teknoloji Geliştirme Vakfı (TTGV) arasında 24 Temmuz 2014 tarihinde imzalanan protokolle TR 21 Trakya Bölgesi için Endüstriyel Simbiyoz Potansiyelinin Araştırılması çalışmasına başlanmıştır. Bu rapor kapsamında sektör analizi, endüstriyel simbiyoz potansiyeli ve stratejilerini belirleme çalışmaları, yerel paydaş analizleri yapılmıştır. Planlama aşamasında bölgesel kalkınmanın desteklenmesi ve rekabetçiliğin artırılması amacıyla sektörel öncelik belirlenmesi ve endüstriyel simbiyoz potansiyellerinin bu çatıda incelenmesi hedeflenmiştir. Bu sebeple bölgede aktif faaliyet gösteren organize sanayi bölgeleri belirlenmiş olup, illere göre sektörel dağılımları incelenmiştir. Hemen akabinde TR 21 Trakya Bölgesindeki öncelikli çevre sorunları ve sektörel bazdaki çevresel etkilerin genel değerlendirmesi yapılmıştır. Bu incelemeler sonucunda elde edilen verilerle (sektör dağılımları, bölgedeki atıklar vb.) birlikte literatürden elde edilen endüstriyel simbiyoz örnek çalışmaları derlenerek söz konusu bölge için olası olası endüstriyel simbiyoz potansiyelleri ortaya konmuştur. Şekil 11.3'de TR 21 bölgesinde belirlenen potansiyel endüstriyel simbiyoz ağı verilmektedir (Trakya Kalkınma Ajansı, 2016).



Şekil 11.3. TR 21 bölgesinde atık alış-verişinden kaynaklanabilecek endüstriyel simbiyoz potansiyeli (Trakya Kalkınma Ajansı, 2016).

Tablo 11.3. Endüstriyel Simbiyoz Örneklerinin detaylı açıklaması (Trakya Kalkınma Ajansı, 2016).

Atık Alan Sektör	Atık Veren Sektör	Atık türü	Kullanım Şekli
Diğer metalik olmayan mineral ürünlerin imalatı	İnşaat	Bor atıkları	Bor atıklarından seramik üretimi
Diğer metalik olmayan mineral ürünlerin imalatı	Tarım	Mermer atıkları	Mermer atıklarının fındık tarımında kullanılması
Gıda ürünleri imalatı	Gıda ürünleri imalatı	Organik atık	Gıda atıklarından teknolojik işlemler ile alternatif yem hammaddesi geri kazanımı ve hayvan beslemede kullanım olanakları
Gıda ürünleri imalatı	Gıda ürünleri imalatı	Organik atık	Tarımsal gıda atıklarından hemiselüloz eldesi ile gıda koruyucusu malzeme üretimi
Gıda ürünleri imalatı	Tarım	Organik atık	Gıda imalatı atıklarından üretilen sıfır değerlikli demirin toprak remediasyonunda kullanılması
Tekstil ürünleri imalatı	Kimyasalların ve kimyasal ürünlerin imalatı	Tekstil atıkları	Akrilik tekstil atıklarından aktif karbon üretimi
Tekstil ürünleri imalatı	Kağıt ve kağıt ürünleri imalatı	Tekstil atıkları	Tekstil atıklarının selüloz imalatında kullanılması
Tekstil ürünleri imalatı	Diğer metalik olmayan mineral ürünlerin imalatı	Ank çamur	Tekstil atıksuyu arıtma çamurunun tuğla üretiminde kullanımı
Tekstil ürünleri imalatı	Ağaç, ağaç ürünleri ve mantar ürünleri imalatı	Tekstil atıkları	Tekstil atıklarının nitrosetülöz vernik üretiminde kullanımı
Ağaç, ağaç ürünleri ve mantar ürünleri imalatı	Mobilya imalatı	Ağaç kırıkları	Ağaç kırıklarının süraşe üretiminde kullanılması
Madencilik ve taşocaklığı	Ana metal sanayi	Doğal mineral atıklar	Mermer tozu atıklarının cüruf yapıcı malzeme olarak kullanılması
Ana metal sanayi	İnşaat	Cüruf	Cürufların asfalt yapımında kullanılması
Tarım	Tekstil ürünleri imalatı	Tarımsal atıklar	Tarımsal atıkların tekstil endüstrisi atıksuyundaki boyaların giderilmesinde kullanılması
Tarım	Tarım	Organik atık	Domates atıklarının şarap atıklarıyla karıştırılarak gübre elde edilmesi
Mobilya imalatı	Hayvancılık	Ahşap atıkları	Hayvan yatağı alt temel malzemesi
Hayvancılık	Enerji	Hayvansal atıklar	Hayvansal atıkların enerji üretiminde kullanılması
Ormancılık	Enerji	Orman atıkları	Orman atıklarının biyokütle olarak değerlendirilmesi

Şekil 11.3 ve tablo 11.3’den de görülebileceği gibi söz konusu bölgede yapılan araştırmalar neticesinde ortaya çıkan endüstriyel simbiyoz potansiyeli oldukça geniştir. TR21 Bölgesinde buğday, ayçiçek yağı ve pirinç üretimi önde gelen sektörlerden olduğundan tarımsal atık oluşumu da fazladır. Paydaş

görüşmelerinde bu tarımsal atıklar ekonomik bir değere dönüştürülmeden imha edildiği ve bu imha edilme işleminin ek bir gidere sebep olduğu belirtilmiştir. Tarımsal atıklara ek olarak hayvansal üretimin çok olduğu ve orman yüz ölçümü oldukça büyük olan bölgede, hayvansal atık ve orman atıkları da öncelikli atıklar arasında gelmektedir. Aynı şekilde bu atıkların da katma değerli ürünlere dönüştürülmediği yine yapılan toplantılarda belirtilmiştir.

Tarımsal, hayvansal ve orman atıklarına yönelik endüstriyel simbiyoz potansiyelleri iki ana başlıkta incelenmiştir. Atıkların yakıt olarak değerlendirilmesi ilk başlık olup, yapılan çalışmada bu atıkların doğrudan yakılması yerine, dönüştürme teknolojileri (fermentasyon, sentezleme, piroliz, hidroliz vb.) kullanılarak yakıtı dönüştürülmesi ve bunun sonucunda sıvı biyoyakıt, sentetik yakıt ve gaz biyoyakıt gibi daha fazla katma değerli ürün elde edilmesi hedeflenmiştir. Bölgede oluşan tarımsal, hayvansal ve orman atıklarının ısı değerleri belirlenerek yakıt potansiyelleri incelenmiştir.

Trakya Kalkınma Ajansı tarafından yapılan araştırmada, pirinç, buğday ve ayçiçek yağı atıklarının (teorik olarak bakıldığında) yaklaşık 284-300 MW elektrik üretim kapasitesine sahip olduğu ve buna karşılık gelen değer yaklaşık olarak 1.844-2.000 GWs yıllık elektrik üretimidir. Hayvansal atıkların ise toplam biyogaz potansiyelleri hesaplandığında yaklaşık 41 MW gücünde biyogazdan elektrik enerjisi elde edilebilecek biyogaz santrali yatırımı yapılabileceği belirtilmiştir (Trakya Kalkınma Ajansı, 2016).

Söz konusu atıklar için belirlenen ikinci başlık yakıt dışı değerlendirme yöntemleridir. Biyokütleden endüstriyel ürün üretimi biyorafinasyon işlemi ile petrol yerine organik atık kullanarak organik asitler, çözücü maddeler, esterler, monomerler, polimerler gibi kimyasal maddeler, gübre, lif, biyoplastikler gibi değerli ürünler üretilebilmektedir. Yine bu bölgeye has olan çeltik atıkları da şekil 11.4'te belirtildiği gibi çok farklı alanlarda kullanılabilir.

Tablo 11.4. Çeltik Sapı Ve Çeltik Kabuğunun Yakıt Dışı Kullanım Alanları (Trakya Kalkınma Ajansı, 2016).

	Uygulama Adı	Açıklama
Çeltik Sapı	Çeltik sapının kültür mantarı yetiştiriciliğinde kullanılması ⁸⁹	Çeltik sapının kültür mantarı yetiştiriciliğinde kullanılmasının dünya üzerinde birçok örneğinin bulunmasının yanı sıra ülkemizde de örneği vardır. Balyalar halinde Edirne'den, kültür mantarı yetiştiren firmalara gönderilen çeltik sapları kompost maddesi olarak bu tip mantar üretiminde kullanılmakta olup maliyeti neredeyse buğday saplarının yarısıdır.
	Çeltik sapının kümes hayvancılığında kullanılması	Çeltik sapları, kümes hayvanlarının barınması ve yumurtlama öncesi kuluçka dönemini geçirebilmesi için bir kümes yatağı yapımında kullanılabilir. Uygulama alanları olarak TR 21 bölgesinde de sıkça görülmektedir.
	Çeltik sapının sebze üretim faaliyetlerinde kullanılması ⁹⁰	Çeltik sapı, nadasa bırakılmış tarlalarda bir örtü olarak kullanılabilir. Bu örtü yetiştirilen sebzelerin gerekli olan nemlilik oranını sabitlemede, toprağın verimliliğini sağlamada ve yetiştirilen ürünler dışında kendiliğinden çıkabilecek otsu bitkilerin çoğalmasına engel olmada kullanılabilir.
	Çeltik sapının sunta üretiminde kullanılması ⁹¹	Çeltik sapının MDF ve HDF (medium density fiberboard ve high density fiberboard) – sunta üretiminde de kullanımı mümkündür ve örnekleri de bulunmaktadır.
Çeltik Kabuğu	Çeltik kabuğunun çimento üretiminde kullanılması ⁹²	Çeltik kabuğu külleri çimento üretiminde de kullanılabilir. Araştırmacılar tarafından yapılmış olan testler sonucunda içinde %24.5 oranında çeltik kabuğu külü bulunan çimento kimyasal ve fiziksel özelliklerinin ticarileşmiş çimentonun yerine tutabileceği, çok benzer test sonuçları ortaya koyduğu belirtilmiştir.
	Çeltik kabuğunun izolasyon üretiminde kullanılması ⁹³	Çeltik kabukları A sınıfı bir izolasyon malzemesi olabilirler. Çeltik kabukları yanması zordur, nemliliği absorbe etmezler, dolayısıyla yüzeylerinde mantar ya da yosun oluşumlarına rastlanmaz, bu nedenle kendi bünyesinde bulunan silikat bileşeniyle birlikte izolasyon malzemeleri üretiminde kullanılabilirler.
	Çeltik kabuğundan kompozit malzeme üretiminde kullanılması ⁹⁴	Kompozit malzemelerde dayanıklılık, tokluk gibi özelliklerin verilebilmesi için malzemeye katılan fiber çeşitlerinin üretiminde kül içeriğinde silikat ve türevleri bulunması nedeniyle çeltik kabuğu külü kullanılabilir.

Yapılan çalışmalar ışığında 2015 yılında 2. Aşamaya geçilerek endüstriyel simbiyoz fizibilite alanlarının belirlenmesine yönelik çalışmalar başlamıştır. Bu aşama endüstriyel simbiyoz çalışmayı ve bölge için fizibilite konularının belirlenmesini kapsamaktadır. Çalıştayda fikir alışverişi sonucunda bölgede en çok öne çıkan atıklar; Atık çamur (arıtma çamuru), şardon tozu, tekstil kırıntısı, cüruf (kömür cürufu), plastik, kâğıt ve ambalaj atıkları ve hurda metal olarak belirlenmiştir.

2.Aşama kapsamında bölgedeki endüstriyel simbiyoz fizibilite konularının belirlenmesi, 1.Aşamada elde edilen veriler ve yapılan çalıştay sonucu öne çıkan atıklar dikkate alınarak tablo 11.5’de gösterildiği gibi 7 başlık altında toplanmıştır.

Tablo 11.5. Belirlenen Fizibilite Alanları (Trakya Kalkınma Ajansı, 2016).

Fizibilite Konusu	Kapsamı	Olası Taraflar (*)
1. Organik atıklardan biyogaz ve elektrik üretimi	Lüleburgaz bölgesindeki hayvan çiftliklerinden kaynaklanan hayvan gübresi atığının, yakın çevreden temin edilebilecek tavuk gübresi, çeltik anğı ve diğer organik atıklar ile birleştirilerek biyogaz, elektrik ve organik gübre üretimine yönelik bir tesisin kurulması (**) (Fizibilite sürecinde ilave olarak sentetik petrol üretimi olasılığı da değerlendirilecektir.)	- Tüm Süt, Et ve Damızlık Sığır Yetiştiricileri Derneği (TÜSEDAD) (anğı veren) - Altıca Çevre Teknolojileri ve Enerji Üretim A.Ş. (atığı alan)
2. Kömür kazan cüruf ve küllerinin değerlendirilmesi	Tekstil işletmelerinin kömür kazanlarından çıkan cüruf ve küllerin çimento, beton ve yol yapımında kullanım olanaklarının değerlendirilmesi	- Velimeşe’deki Tekstil Firmaları - İstanbul Teknik Üniversitesi
3. Döküm ve maça kumlarının geri kazanımı	Hema Endüstri A.Ş. ve bölgedeki diğer döküm tesislerinden kaynaklanan döküm ve maça kumu atıklarının geri kazanılarak tekrar döküm kumu olarak değerlendirilmesini sağlayacak bir geri kazanım tesisinin kurulması	- Hema Endüstri A.Ş. - Diğer dökümcüler - ATM Anlım Teknik Makine San. ve Tic. Ltd. Şti.
4. Metal ve plastik atıkların değerlendirilmesi	Arçelik A.Ş. Elektrik Motorları ve Çamaşır Kurutma Makinası işletmelerinden kaynaklanan çeşitli atıkların (alüminyum talaş atıkları, alüminyum cüruf, demir çapaklar, sac kırıntıları, plastik kurma atıkları, vb.) Arçelik A.Ş.’ye ait diğer işletmelerde metal ve plastik hammadde olarak değerlendirilmesi	- Arçelik A.Ş. Elektrik Motorları İşletmesi - Arçelik A.Ş. Çamaşır Kurutma Mak. İşletmesi - Arçelik A.Ş. Elektronik İşletmesi
5. Çeltik tarımının su tasarrufu ve verimlilik arışı hedefleri doğrultusunda iyileştirilmesi (***)	Büyük bir firmanın katkıları ile bölgede çeltik tarımının su tasarrufu ve verimlilik arışı hedefleri doğrultusunda iyileştirilmesine yönelik araştırma ve pilot uygulama projesinin gerçekleştirilmesi (Daha kuru ortanda çeltik yetiştirilmesinin çeltik sapı toplama sürecine olası katkıları kapsamında biyogaz çalışmasında yer alacak çeltik sapı toplama faaliyetleri ile koordinasyon sağlanacaktır.)	- Velimeşe’deki büyük bir firma - Seçilecek bir çeltik üreticisi
6. Ergene Havzası Arıtma Çamuru Yönetim Planının Hazırlanması Projesi’nin yakından takip edilerek, özellikle atık çamur karakterizasyonu sonuçları doğrultusunda yeni fizibilite alanlarının oluşturulması konusunun değerlendirilmesi		(****)
7. Çeltik saplarının toplanması ile ilgili yürütülecek çalışmalar ve elde edilecek sonuçlar doğrultusunda, biyogaz iltihacı dışında elde edilebilecek çeltik sapları için diğer potansiyel kullanımlara yönelik yeni bir projenin geliştirilmesi		(****)

(*) Çalışma grupları içinde TRAKYAKA ve TTGV de bulunacaktır. Gelişmeler doğrultusunda diğer tarafların dahil edilmesi söz konusu olabilecektir. Bu aşamada belirlenmiş olmasa da ihtiyaçlar doğrultusunda üniversitelerden ayrıca katılım sağlanabilecektir.

(**) Çeltik saplarının toplanması bir alt proje olarak bu başlık altında yürütülecektir.

(***) İçerik ve taraflar TRAKYAKA ve Firma ile yürütülecek çalışmalar sırasında netleştirilecektir.

(****) Gelişmeler doğrultusunda belirlenecektir.

Tablo 11.5’de belirtilen 5 endüstriyel simbiyoz potansiyelinden ilk üçü doğrudan atıkların değerlendirilmesi içermektedir. Dördüncü fizibilite konusu daha basit ve teknik çözümü net bir çalışma olup, yasal değerlendirmesi önem arz etmektedir. Beşinci öneri fizibilite konusu sürdürülebilirlik anlamında daha farklı

bir yere sahiptir. Endüstriyel simbiyozun atık alışverişi haricinde farklı bakış açılarını da içermektedir. Bu sebeple daha kapsamlı bir araştırma yapılması gerektiği belirtilmiştir. Altıncı ve yedinci konular başta olmak üzere süreç kapsamında yeni alanların da belirleneceği raporda belirtilmiştir (Trakya Kalkınma Ajansı, 2016).

11.5 Aksaray OSB Endüstriyel Simbiyoz Olanakları Raporu

Endüstriyel simbiyoz 2014-2023 TR71 Bölge Planı'nda belirlenmiş öncelikli konular içinde yer almakta olup, Aksaray OSB'de endüstriyel simbiyoz olanaklarının araştırılması projesi ile söz konusu organize sanayi bölgesindeki firmaların yanı sıra TR71 Düzey 2 Bölgesi bölgesinde bulunan Kırıkkale, Kırşehir, Nevşehir, Aksaray ve Niğde illerinde bulunan firmaların ortak yarar sağlayabileceği ikili işbirlikleri imkanlarının araştırılması ve bu işbirliklerinin kurulması halinde sağlanacak karşılıklı kazanımlar belirlenmiştir (AHİLER Kalkınma Ajansı, 2018).

Söz konusu proje ile bölge içinde ve/veya dışında bulunan firmalar arasında kurulması planlanan endüstriyel simbiyoz potansiyelleri incelenmiştir. Endüstriyel simbiyoz kapsamında kurulacak olan iş birliklerinde firmaların sera gazı salımı, kaynak kullanımı ve atık üretimi gibi çevresel etkilerini azaltmalarına ve ortak hammadde tedariği, teknoloji paylaşımı, atık alışverişi, ortak lojistik ve benzer pazarları birlikte değerlendirme gibi rekabet avantajı sağlamalarına imkân tanıyacak ortaklıklar araştırılmıştır.

Bu çalışma çerçevesinde, ekonomik değeri yüksek firmalar ve/veya olumsuz çevresel etkileri yüksek sektörler belirlenmiştir. Bu sektörlerin belirlenmesinde internetten ulaşılan bölge planları, çevre durum raporları, sektörel raporlar vb. kaynaklar kullanılması yanı sıra Aksaray OSB, Aksaray Ticaret ve Sanayi Odası ve Aksaray İl Çevre ve Şehircilik Müdürlüğü'nden elde edilen veriler de kullanılmıştır. Aksaray ilinde ve Aksaray OSB'de yer alan sektörler için literatür taraması ile örnek olabilecek endüstriyel simbiyoz olanakları ortaya konmuştur. Proje kapsamında Aksaray ilinin öncelikli sorunları belirlenerek çevresel durumu (atıklar, KOBİ ölçeğindeki firmalar vb.) tespit edildikten sonra Aksaray OSB için

sektörel profilin çıkartılması ve Aksaray OSB'nin çevresel durumu ortaya konmuştur. Bu çalışmalar sonucunda öne çıkan sektörlerdeki endüstriyel simbiyoz olanakları incelenmiştir. Öne çıkan sektörler metal İşleme ve makine sektörleri, gıda sektörü, inşaat, yıkım ve yapı malzemeleri sektörü, otomotiv sektörü, plastik ve kauçuk sektörü, tekstil sektörü, mobilya imalatı, maden ve mermer sektörü, cam sektörü, yem sektörü ve kâğıt sektörü olmakla beraber, yapılan çalışmalar sonucunda öncelikli olarak belirlenen konularda fizibilite konsept notları oluşturulmuştur. Belirlenen konular aşağıdaki gibidir (AHİLER Kalkınma Ajansı, 2018).

Patates Cipsi Üretiminden Kaynaklanan Atıksudan Nişasta Geri Kazanımı ve Nişastanın Farklı Sektörlerde Değerlendirilme Olanğı

Patates işleme endüstrisi Aksaray OSB'de bulunan önemli sektörlerden bir tanesi olmakla beraber patates işleme endüstrisinde kabuk, posa, atık su ve işlemeye uygun olmayan patatesler gibi yan ürünler bulunmaktadır. Yan ürünlerin etanol ve biyoetanol, laktik asit üretimi, organik gübre ve tek hücre proteini üretiminde kullanılması mümkündür. Bunun yanı sıra patates işleme endüstrisinde yıkama, dilimleme ve kesim gibi proseslerde kullanılan suya nişasta atıkları karışmaktadır ve bu katma değeri olan nişasta atık su olarak atıldığından ekonomik bir kayıp yaşanmaktadır.

Nişasta üretmek üzere patatesin işlenmesi sırasında atılan posa ve yine nişasta içeren atıkların tek hücre proteini üretiminde kullanılarak hayvan beslemede kullanılmak üzere alternatif protein kaynağı üretilmesinin mümkün olduğu ortaya konmuştur (Liu et al., 2014)

Patatesin işlenerek cips üretilmesi sırasında üretim prosesleri gereğı kullanılan atık su da önemli miktarda nişasta bulunmaktadır. Yapılan analizler sonucunda prosese giren patatesin içerisinde bulunan nişastanın %75'i işlenmiş patatesin içerisinde yer almaktadır. Bu da %25'lik bir nişasta kaybı yaşandığını ve bu bakiye nişastanın atık suda ya da katı atık olarak tesisten bertaraf edilen çamurda bulunduğunu göstermektedir (Catarino et al., 2009). Söz konusu atık su, tesiste fiziksel ön işlemden geçtikten sonra kalan nişastalı çamur lisanslı firmalar ile

bertarafa gönderilmektedir. Bakiye nişastanın atık sudan etkin yöntemlerle geri kazanılması gerek bertaraf maliyetleri açısından gerekse nişastanın ekonomik değerinin bulunması açısından firmalar için oldukça önemlidir. Geri kazanılacak doğal nişastanın kullanım alanlarına bakıldığında ise (AHİLER Kalkınma Ajansı, 2018),

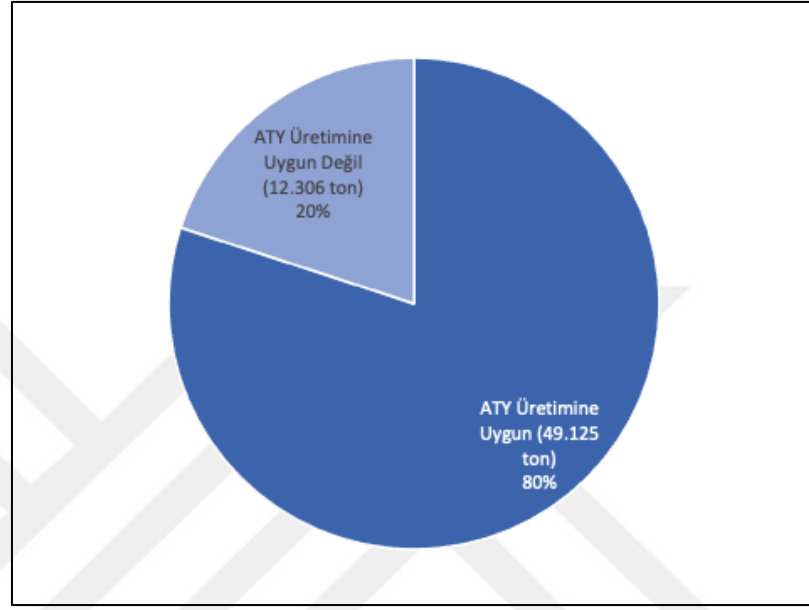
- Et ürünleri, kuruyemiş ve çerezler, çorbalar, ekmek mayası üretimi ve sosların üretimi (Gıda sektörü)
- Dokuma öncesi yapılan bir dokuma hazırlık işlemi olan haşıllama uygulamaları (Tekstil sektörü)
- Kâğıt üretiminde ham madde olarak kullanılması (Kâğıt sektörü)
- Yapı kimyasallarında macun, kartonpiyer (alçı bazlı), fayans yapıştırıcıları (çimento esaslı), harçlar, boyalar (emülsiyon bazlı) ve beton üretimi (Yapı kimyasalları sektörü)
- Yem sektörü, tutkal, kozmetik, madencilik, su arıtma ve petrol sektörlerinde de nişastanın kullanımı mevcuttur.

Aksaray Bölgesinde Bulunan Uygun Atıklar Kullanılarak Atıktan Türetilmiş Yakıt (ATY) Üretimi

Aksaray ilinde kâğıt, cam, metal, plastik, ambalaj gibi geri dönüştürülebilir atıkların geri kazanımı için çokça atık geri dönüşüm tesisleri bulunmaktadır. Yapılan araştırmalarda geri dönüştürülebilir atıkların %25'lik kısmının geri dönüşüme uygun olamamasından kaynaklı bertaraf edilerek katı atık düzenli depolama sahasına gönderildiği tespit edilmiştir.

Türkiye’de geri dönüştürülemeyen atıklar (yüksek kalorifik değere sahip olanlar), tehlikeli atıklar, arıtma çamurları, atık yağlar vb. gibi atıkların değerlendirilmesi amacıyla gerçekleştirilen uygulamalardan bir tanesi atıktan türetilmiş yakıt (ATY) üretimidir. Yapılan çalışmada 2017 yılı Aksaray İl Çevre Müdürlüğü’nün atık beyanları esas alınmış olup, atıktan türetilmiş yakıt üretimine uygunlukları değerlendirilmiştir. Proje kapsamında Aksaray OSB içinde kurulması planlanan ATY tesisinin bölgedeki geri dönüştürülemeyen atıkların tespiti ve hangi atıktan ne kadar miktarda temin edilebileceğine yönelik çalışmalar yapılmıştır. Söz

konusu 2017 yılı verilerine göre 87 farklı atık kodu ile yapılan atık beyanları mevcut olup, toplam atık miktarı da Şekil 11.4'te görüldüğü gibi 61.431 tondur. 87 farklı atık kodu tehlikeli ve tehlikesiz atıkları içermektedir. Bu atıklardan %80'i ATY üretimine uygun olmakla beraber %20'si uygun değildir (AHİLER Kalkınma Ajansı, 2018).



Şekil 11.4. Aksaray Bölgesinde Üretilen Atıkların ATY Üretimine Uygunluğu (AHİLER Kalkınma Ajansı, 2018).

ATY üretimine uygun atık kodlarından miktar açısından ön plana çıkan 16 farklı kod bulunmaktadır ve tablo 11.6'da gösterilen 16 farklı kod atığın toplam miktarı Aksaray bölgesinde ATY üretimine uygun olan atıkların %99'unu oluşturmaktadır. Bu sebeple yapılması planlanan ATY üretimi gerçekleştirecek tesisin kurulmasından önce tablo 11.6'da listelenen atıkların kalorifik değerleri, nem içerikleri vb. özelliklerinin detaylı bir şekilde analiz edilmesi önerilmiştir.

Tablo 11.6. Aksaray Bölgesinde Üretilen Atıklardan ATY Üretimine Uygun Bulunanların Kodları
(AHİLER Kalkınma Ajansı, 2018).

ATIK KODU	AÇIKLAMA	ATIK KODU	AÇIKLAMA
020106	Ayrı toplanmış ve saha dışında işlem görecektir hayvan dışkı, idrar ve tezek (ve bunlara temas etmiş saman), akan sıvılar	080111	Organik çözücüler ya da diğer tehlikeli maddeler içeren atık boya ve vernikler
150103	Ahşap ambalaj	150105	Kompozit ambalaj
020304	Tüketime ya da işlenmeye uygun olmayan maddeler	190205	Fiziksel ve kimyasal işlemlerden kaynaklanan tehlikeli maddeler içeren çamurlar
150101	Kağıt ve karton ambalaj	080121	Boya ya da vernik sökücü atıkları
020103	Bitki dokusu atıkları	040220	040219 dışındaki saha içi atıksu arıtımından kaynaklanan çamurlar
040222	İşlenmiş tekstil elyafı atıkları	070214	Tehlikeli maddeler içeren katkı maddelerinin atıkları
020502	İşletme sahası içerisindeki atıksu arıtımından kaynaklanan çamurlar	101103	Cam elyaf atıkları
150102	Plastik ambalaj	070213	Atık plastik
030307	Atık kâğıt ve kartonun hamur haline getirilmesi sırasında mekanik olarak ayrılan ısı kartaları	070208	Diğer dip tortusu ve reaksiyon kalıntıları
150106	Karışık ambalaj	070216	Zararlı silikonlar içeren atıklar
080113	Organik çözücüler ya da diğer tehlikeli maddeler içeren boya ve vernik çamurları	120109	Halojen içermeyen işleme emülsiyon ve solüsyonları
150110	Tehlikeli maddelerin kalıntıları içeren ya da tehlikeli maddelerle kontamine olmuş ambalajlar	080410	080409 dışındaki atık yapışkanlar ve dolgu macunları
190813	Endüstriyel atıksuyun diğer yöntemlerle arıtılmasından kaynaklanan tehlikeli maddeler içeren çamurlar	160107	Yağ filtreleri
191204	Plastik ve lastik	160119	Plastik
080117	Organik çözücüler ya da diğer tehlikeli maddeler içeren boya ve verniğin sökülmesinden kaynaklanan atıklar	120107	Halojen içermeyen madeni bazı işleme yağları (emülsiyon ve solüsyonlar hariç)
150202	Tehlikeli maddelerle kirlenmiş emiciler, filtre malzemeleri (başka şekilde tanımlanmamış ise yağ filtreleri), temizleme bezleri, koruyucu giysiler	061302	Kullanılmış aktif karbon (060702 hariç)
200139	Plastikler	170203	Plastik
170204	Tehlikeli maddeler içeren ya da tehlikeli maddelerle kontamine olmuş ahşap, cam ve plastik	080317	Tehlikeli maddeler içeren atık baskı tonerleri
040209	Kompozit malzeme atıkları (emprenye edilmiş tekstil, elastomer, plastomer)	030105	030104 dışındaki talaş, yonga, kıymık, ahşap, kontrplak ve kaplamalar
200126	200125 dışındaki sıvı ve katı yağlar	050109	Saha içi atıksu arıtımından kaynaklanan tehlikeli madde içeren çamurlar

Aksaray bölgesinde geri kazanımı mümkün olmayan atıkların ATY'ye dönüştürülmesi insan ve çevre sağlığı açısından oldukça önemli olup kalorifik değeri yüksek değerlendirilemeyen atıkların, yapılması planlanan tesiste ön işleme tabi tutularak katma değerinin artırılması ve yakıtı dönüştürülmesinin endüstriyel simbiyoz olanağı açısından oldukça gerçekçi ve uygulanabilir olduğu belirtilmiştir (AHİLER Kalkınma Ajansı, 2018).

Metallerin Kesilmesi Sonucunda Ortaya Çıkan Atık Parçaların Metal İşleyen Diğer Firmalarda Değerlendirilmesi

Aksaray'ın sanayileşmesinde büyük bir role sahip olan ve dolayısıyla öne çıkan sektörlerden bir tanesi otomotiv sektörü olup, Mercedes Benz'e malzeme tedarik eden yan sanayi firmaları Aksaray OSB'de yer almaktadır. Endüstriyel simbiyozun temelini oluşturan firmalar arasında atık alışverişi açısından, metal gibi geri dönüşümü mümkün ve birçok sanayide kullanılabilen bir malzeme oldukça önemlidir.

16 01 17 koduyla belirtilen demir ve metaller ve 17 04 05 koduyla belirtilen demir ve çelik atıkların bulunduğu otomotiv sanayi kapsamında metal işleyen firmalar Aksaray OSB'de oldukça önem arz etmektedir. 2016 yılı verilerine göre yıllık 11154 ton demir ve metaller (16 01 17 kodlu) ki bu miktar totalde bertaraf edilen atığın %32'sine denk gelmekte olup, Aksaray ilinde en yüksek miktarda bertaraf edilen atık olmuştur. Ancak aynı yılın verilerine göre demir ve metal atıklarının sadece %2'lik bölümünün geri kazanıldığı tespit edilmiştir. Bu açıdan bakıldığında, demir ve metal atıkları üzerinden kurulacak bir endüstriyel simbiyoz ağı, söz konusu atıkların geri dönüştürülmesine gerek kalmadan ve kalitesi bozulmadan bir diğer firmaya girdi olmasının ekonomik açıdan ciddi bir katma değer yaratılacağı düşünülmektedir. Metallerin kesilmesi ile ortaya çıkan parçaların metal işleyen firmalara girdi olarak alınması hem hammadde hem de enerji ihtiyacını azaltarak ekonomik açıdan olduğu gibi çevresel açıdan (kaynak verimliliği, enerji etkin üretim, ham madde verimliliği, atıkların yeniden kullanımı vb.) da çok önemli bir katma değer oluşturacaktır (AHİLER Kalkınma Ajansı, 2018).

Atık Mermer Parçalarının Tozlarının ve Çamurunun Karo/Parke Taşı İmalatında Kullanılması

Aksaray ili ve çevre illerde mermerin çıkartılması ve işlenmesi için gereken sektörler mevcut olup, mermer/granit atıklarının yapı sektöründe kullanılması mümkündür. Granit malzemenin kesilmesiyle moloz taşları, mermer çamurları ve mermer tozları ortaya çıkmaktadır. Kesme işlemi sırasında ortaya çıkan granit

moloz karo yapımında kullanılabilir. Aksaray OSB’de karo üretimi yapan firmalar mevcut olup, bu firmalar ham madde olarak çimento, çakıl ve kum kullanmaktadır. Ancak madencilik faaliyetleri sonucunda ortaya çıkan mermer molozlarının öğütülerek bunun haricinde mermer tozlarının ise doğrudan karo yapımında kullanılması mümkündür.

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı’nın ilgili yayınlarında görülebileceği gibi mermer tozlarının ve öğütülerek kullanılan mermer molozlarının karo yapımında ham madde olarak kullanılması ile oluşan ürünlerin biçim, yüzey özellikleri, boyut ve görüntü açısından standartlara uygun olduğu ifade edilmektedir.

Karo yapımında mermer tozlarının ve parçalarının kullanılması ile ortaya çıkan ürünün su emme oranının %5 daha düşük olmasına karşın dayanıklılığının %8 oranında artabileceği belirtilmektedir (Öztürk, 2018).

Mermer işleme tesislerinin bulunduğu bölgelerdeki mermer atık sahalarının çevreye olan olumsuz etkilerinin yanı sıra bu atıkların imha edilmesi de ekonomik açıdan kayıplara yol açmaktadır. Özellikle mermer çamurlarının bilinçsizce doğal ortama dökülmesi sonucunda ekosistemde; toprağın su süzme kapasitesinin azalması ve toprağın üretkenliğinin düşmesi, bitki örtüsünü olumsuz etkilemesi, mermer çamurlarının toprakta kurumasıyla havaya karışarak hava kirliliği yaratması, alıcı ortamda su kirliliğine sebep olması vb. olumsuz etkilere yol açmaktadır.

Tüm bu veriler ışığında atık mermer tozları ve parçalarının doğaya geliş güzel dökülmesi yerine karo/parke yapımı gibi sektörlerde kullanılması gerek çevresel gerekse ekonomik açıdan oldukça büyük önem arz etmektedir (AHİLER Kalkınma Ajansı, 2018).

Metalden Diğer Tank, Rezervuar ve Konteynerler İmalatı Esnasında Oluşan Demir Oksit Atıklarının Biyogaz Üretim Tesislerinde Kullanılması

Ülkemiz biyokütle bakımından oldukça zengin bir ülkedir. Söz konusu atıklar ağırlıklı olarak tarımsal atık, hayvan atıkları, gıda atıkları ve organik evsel

atıklardan oluşmaktadır. Aksaray ilinde tarım ve hayvancılık faaliyetleri ön planda olup, özellikle şeker pancarı üretiminde ve büyükbaş hayvan çiftliklerinde oluşan atıklar biyogaz için önemli bir kaynaktır. Bunun yanı sıra Aksaray OSB’de bulunan ve metallerin fiziksel işlem görmesi ile tahıl tankı, rezervuarı ve otomotiv parçası üreten firmalardan, kesme ve şekillendirme işlemleri sırasında metal tozu ve demir tozu atıkları çıkmaktadır. Söz konusu atıkların bir bölümünde kesme işleminde demir oksit oluşmaktadır. Atık demir oksitler atık sahalarına dökülmekte, geri dönüşüm firmalarına verilmekte veya çimento tesislerinde bertaraf edilmektedir. Fakat demir oksit biyogazın üretim sürecinde biyogaz da bulunan karbondioksit ve sülfürün giderimi için de kullanılabilir. Demir oksit aktif karbon gibi adsorpsiyon materyali ile beraber karışımın yüzey alanının artırılmasıyla CO₂ gazının tutulmasını sağlamaktadır. Bununla birlikte biyogaz saflaştırma işleminde H₂S giderimi için yine demir oksit kullanmak mümkündür. Biyogaz demir (III) oksit peletler içinden geçirilerek hidrojen sülfür adsorbe edilir. Oluşan demir (III) sülfüre oksijen ilave edilerek kükürt giderilir böylelikle kullanılmış olan demir (III) oksitin %60’ı geri kazanılabilir.

Yukarıda belirtilen veriler ışığında, atık demir oksit parçalarının CO₂ tutucu ve H₂S giderimi için kullanılmasından önce bir prosesten geçmesi gerektiğinden çok fazla tercih edilmemesine karşın, Aksaray OSB’de hem proses gereği demir oksit açığa çıkan firmaların bulunması hem de biyogaz tesisinin bulunması nedeniyle değerlendirilebilir bir seçenek haline gelmektedir (AHİLER Kalkınma Ajansı, 2018).

11.6 Eskişehir Endüstriyel Simbiyoz Projesi Raporu

2020-2021 yılı için kalkınma ajanslarının teması “Kaynak verimliliği” olmakla beraber 2019-2023 yıllarını kapsayan 11. Kalkınma Planı kapsamında verimlilik ve rekabet artışını desteklemek amacıyla, BEBKA Kalkınma Ajansı’nın 2018 yılında açtığı çağrı ile Eskişehir Endüstriyel Simbiyoz Projesi gerçekleştirilmiştir. Yapılan çalışmada öncelikle odaklanılması gereken firmaları belirlemek amacıyla geniş çaplı bir sektörel değerlendirme yapılmıştır. Ürettiği atık miktarı, çalışan sayısı, elektrik, doğalgaz ve su tüketimleri açısından sektörler değerlendirilmiş olup, 24 sektör ön plana çıkmıştır. Tablo 11.7’de gösterilen 24

farklı sektörün endüstriyel simbiyozu uygunluğu açısından her bir kriter detaylı olarak incelenmiştir.

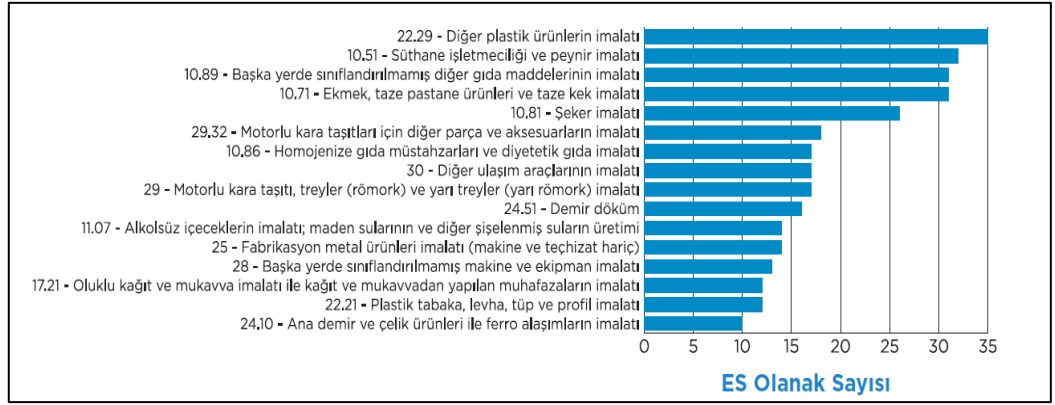
Tablo 11.7. Eskişehir bölgesinde öne çıkan sektörler (Bursa Eskişehir Bilecik Kalkınma Ajansı, 2020).

#	NACE Kodu
1	10.51 - Sütane işletmeciliği ve peynir imalatı
2	10.61 - Öğütülmüş hububat ve sebze ürünleri imalatı
3	10.71 - Ekmek, taze pastane ürünleri ve taze kek imalatı
4	10.72 - Peksimet ve bisküvi imalatı; dayanıklı pastane ürünleri ve dayanıklı kek imalatı
5	10.81 - Şeker imalatı
6	10.82 - Kakao, çikolata ve şekerleme imalatı
7	14.13 - Diğer dış giyim eşyaları imalatı
8	17.21 - Oluklu kağıt ve mukavva imalatı ile kağıt ve mukavvadan yapılan muhafazaların imalatı
9	22.29 - Diğer plastik ürünlerin imalatı
10	23.11 - Düz cam imalatı
11	23.31 - Seramik karo ve kaldırım taşları imalatı
12	23.32 - Fırınlanmış kilden tuğla, karo ve inşaat malzemeleri imalatı
13	23.42 - Seramik sıhhi ürünlerin imalatı
14	24.51 - Demir döküm
15	25.50 - Metallerin dövülmesi, preslenmesi, baskılanması ve yuvarlanması; toz metalürjisi
16	25.62 - Metallerin makinede işlenmesi ve şekil verilmesi
17	27.51 - Elektrikli ev aletlerinin imalatı
18	27.90 - Diğer elektrikli ekipmanların imalatı
19	28.14 - Diğer musluk ve valf/vana imalatı
20	29.10 - Motorlu kara taşıtlarının imalatı
21	29.32 - Motorlu kara taşıtları için diğer parça ve aksesuarların imalatı
22	30.20 - Demir yolu lokomotifleri ve vagonlarının imalatı
23	30.30 - Hava taşıtları ve uzay araçları ile bunlarla ilgili makinelerin imalatı
24	35.11 - Elektrik enerjisi üretimi

NACE: Nomenclature Des Activites Economiques (Avrupa Topluluğunda Ekonomik Faaliyetlerin İstatistiki Sınıflaması)

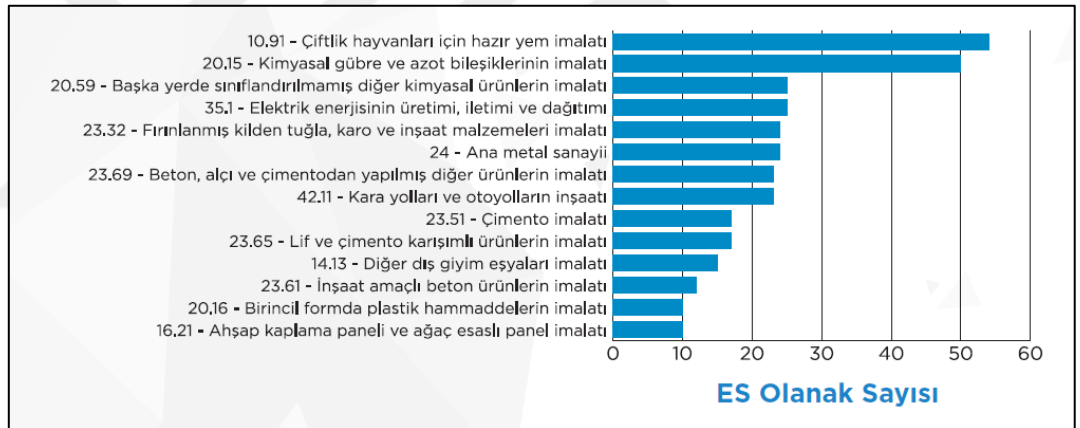
Bu 24 sektör atık üreticisi ve/veya kullanıcısı olarak gruplanmış olup, proje kapsamında 112 farklı atık türünün değerlendirilebileceği 464 endüstriyel simbiyoz olanağı ortaya konmuştur.

Yapılan incelemeler sonucunda, toplam 63 farklı sektörde üretilen atığın 51 farklı sektörde değerlendirilebileceği belirlenmiştir. Atığı değerlendirebilecek sektörlerle şekil 11.5’de yer verilmiştir. Grafikte gösterildiği gibi 24 sektör içerisinde, her birinin 10’dan fazla atığını değerlendirebileceği 16 farklı sektör bulunmaktadır.



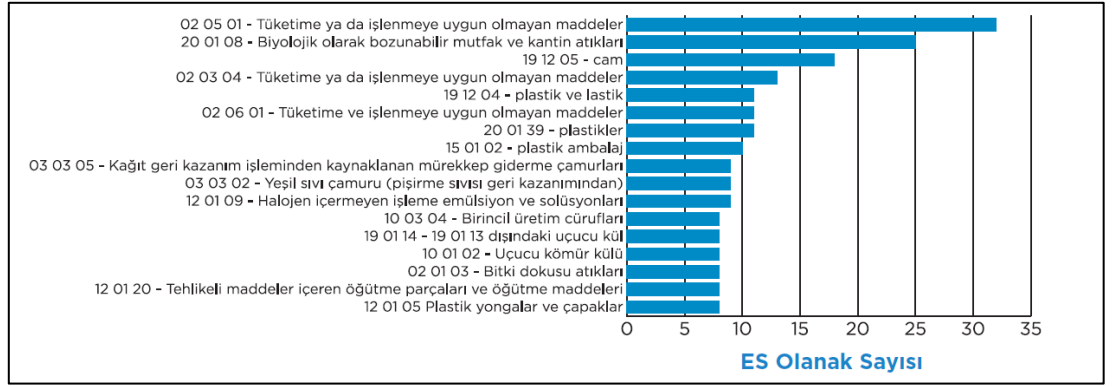
Şekil 11.5. Değerlendirilebilecek atıkları üreten sektörler.

Üretilen atıkların 51 farklı sektörde kullanıma potansiyeli bulunmakla beraber, şekil 11.6'dan anlaşıldığı üzere 10 ve daha fazla atığın kullanılmasına yönelik 14 farklı sektörde endüstriyel simbiyoz olanağı tespit edilmiştir.



Şekil 11.6. Belirlenen atıkları kullanma potansiyeli bulunan sektörler.

Atık üreten ve kullanma potansiyeli bulunan sektörlerin ve 112 farklı atık türünün belirlenmesi ile 8 ve daha fazla endüstriyel simbiyoz olanağı sağlayan 17 atık türü gruplandırılmıştır. Aşağıda şekil 11.7'de gösterilen grafikte bu atık türleri listelenmiştir.

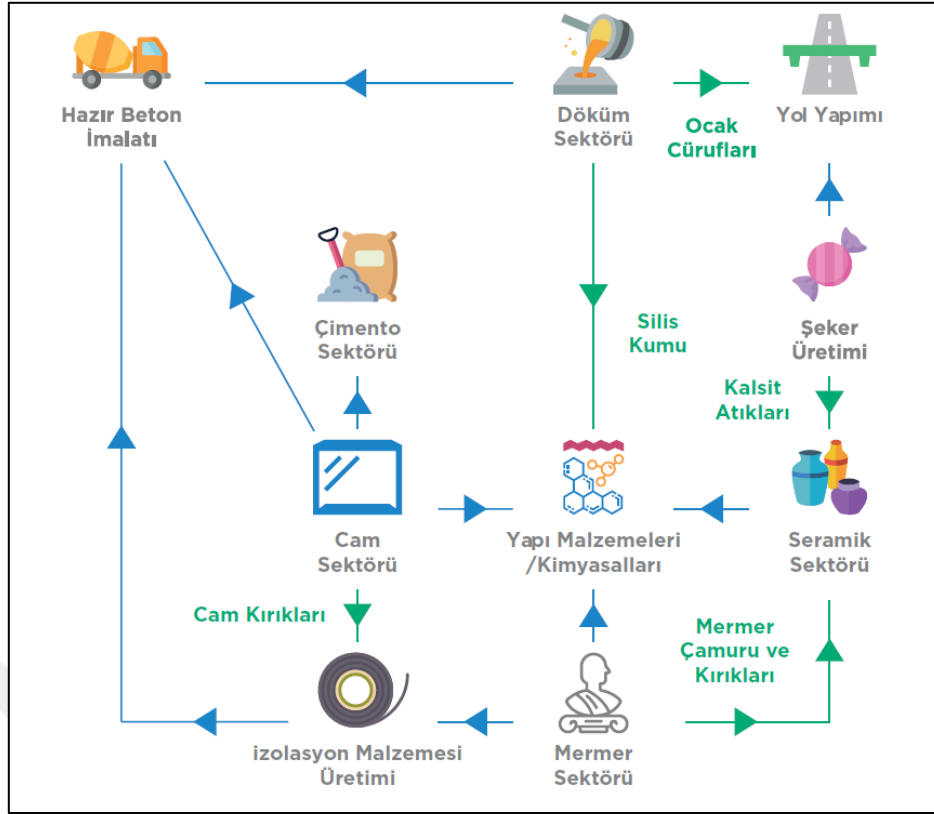


Şekil 11.7. Endüstriyel simbiyoz olanaklarına konu olan bazı önemli atıklar.

Bu veriler ışığında endüstriyel simbiyoz anket çalışmaları, firma ziyaretleri ve sinerji çalıştayını gerçekleştirildikten sonra fizibilite konsept notlarının hazırlanması amacıyla pilot ölçekle uygulanması mümkün olan 5 adet endüstriyel simbiyoz olanağı belirlenmiştir (Bursa Eskişehir Bilecik Kalkınma Ajansı, 2020).

- Cam kırığı atıklarının cam yünü üretiminde kullanılması
- Mermer çamuru ve kırıklarının seramik sektöründe ve yapı kimyasalları üretiminde kullanımı
- Şeker üretimi sonucu oluşan kalsit atıklarından seramik ürün imalatı
- Döküm sektöründen kaynaklanan atık silis kumundan yapı malzemeleri üretimi
- Dökümhane ocak cürufurularının yol yapımında kullanımı

Söz konusu endüstriyel simbiyoz olanaklarının birbiriyle olan atık alış verişi şeması şekil 11.8’de gösterilmiş olup, detaylı açıklamaları aşağı verilmiştir.



Şekil 11.8. Eskişehir Potansiyel Endüstriyel Simbiyoz Ağı.

Cam Kırığı Atıklarının Cam Yünü Üretiminde Kullanılması

Eskişehir bölgesinde cam sektörünün en çok yatırım alan sektörlerden biri olmasının yanı sıra cam sektöründe endüstriyel simbiyoz olanağının araştırılması sonucunda potansiyel olduğu görülmüştür. Cam sektörünün başlıca atıklarından olan cam kırığının cam yünü üretim tesisinde kullanılması gerek çevresel gerekse ekonomik açıdan büyük önem taşımaktadır.

Cam yünü üreten firmalar ham madde olarak doğrudan cam kırığı kullanmaktadır. Türkiye’de diğer toplanan atıklardan farklı olarak cam yünü üretimi için yeterince cam atığı bulunmamaktadır. Bu nedenle cam yünü üretiminde, camın ham maddeleri kullanılmakta ve doğal kaynak tüketimi artmaktadır. Buna karşın, cam yünü üreticileri cam kırığı atıklarının tamamını alabilecek kapasiteye sahip olması ve herhangi bir işlem için yatırım yapmadan ham madde olarak kullanabilecek olması, coğrafik açıdan bakıldığında cam yünü

üreticileri ve cam üretimi yapan firmaların aynı OSB içinde bulunması göz önüne alındığında ekonomik açıdan ciddi bir fayda sağlayacağı anlaşılmıştır.

Cam kırıklarının atık olarak bertaraf edilmesinden yan ürün olarak tesisten çıkarılması bertaraf maliyetlerini azaltacak olup, cam yünü üreticisine uygun fiyatlarda satılmasıyla ekstra bir kazanç elde edilecektir. Bununla birlikte cam yünü üreticisinin ham maddesini daha uygun bir fiyata almasıyla her iki firma ekonomik kazanç elde edecektir. Ekonomik kazancı kadar çevresel kazancı da mümkün olan bu olanakta doğal ham madde tüketiminin azaltılması, cam kırıklarının tekrar kullanılmasıyla cam üretimi sırasında harcanan yoğun enerjinin tasarrufu ve buna bağlı olarak CO2 salımının azalmasına yol açacaktır (Bursa Eskişehir Bilecik Kalkınma Ajansı, 2020).

Mermer Çamuru ve Kırıklarının Seramik Sektöründe ve Yapı Kimyasalları Üretiminde Kullanımı

Yapılan çalışmada elde edilen veriler ışığında Eskişehir OSB’de ve çevresinde bulunan üretim sonucunda mermer çamuru çıkaran firmalar ile aynı bölgede bulunan seramik ve karo üretimi yapan firmalar arasında endüstriyel simbiyoz potansiyelinin bulunduğu tespit edilmiştir. Mermer işleme tesislerinden çıkan mermer çamurları, söz konusu tesislerin bulunduğu alanda çevresel etkileri azaltıldıktan sonra atık depo sahalarına gömülmektedir. Bu işlem firmaya ilave maddi bir yük getirmektedir. Mermer çamurları seramik ve karo üretiminde ham madde olarak kullanılabilir. Bu simbiyotik ilişki ile seramik ve karo üretimi yapan firmalar hem ham madde çıkarılması hem de ham maddeye ulaşım açısından maddi giderlerinden kazanç elde edeceklerdir. Ekonomik kazancın yanı sıra bölgedeki atık mermer çamuru ve mermer tozu sorunu azalacak olup, seramik ürünleri üretiminde kaynak verimliliği sağlanmış olacaktır (Bursa Eskişehir Bilecik Kalkınma Ajansı, 2020).

Şeker Üretimi Sonucu Oluşan Kalsit Atıklarından Seramik Ürün İmalatı

Eskişehir’de öne çıkan olanaklardan bir tanesi de şeker üretimi sonucu ortaya çıkan kalsit atıklarının seramik üretiminde kullanılmasıdır. Eskişehir’de bulunan

şeker fabrikasından yüksek miktarda ve düzenli olarak kalsit atığı çıkmaktadır. Sürdürülebilirlik açısından düzenli atık çıkması oldukça önemlidir. Şeker fabrikasından çıkan kalsit, seramik üretiminde kullanılan ham maddelerden biridir. Ancak araştırmalar sonucunda söz konusu kalsit atığının taşıma ücretleri ödenerek çimento tesislerine gönderildiği öğrenilmiştir. Çimento tesislerinde kalsit atığı, alternatif ham madde olarak kullanılmaktadır. Bu duruma şeker fabrikası açısından bakıldığında, kalsit atığının taşıma ücreti ödenerek bedelsiz bir şekilde ham madde olarak kullanılmak için verilmesi yerine seramik ürün imalatı yapan firmalara ham madde olarak satılması hem maddi gideri azaltacak hem de geliri arttıracaktır. Bununla birlikte, seramik üretimi yapan firmalar açısından bakıldığında ise, kullanılacak olan ham maddeyi daha uygun fiyatlara alacak olup, bu simbiyotik ilişki maddi kazancın yanı sıra doğal kaynak kullanımını da azaltacaktır (Bursa Eskişehir Bilecik Kalkınma Ajansı, 2020).

Döküm Sektöründen Kaynaklanan Atık Silis Kumundan Yapı Malzemeleri Üretimi

Eskişehir’de bir diğer endüstriyel simbiyoz olanağı atık döküm kumlarının yapı malzemeleri üretiminde kullanılmasıdır. Eskişehir OSB ve çevresinde bulunan döküm tesislerinden kaynaklanan döküm kumları Eskişehir Büyükşehir Belediyesi’nin düzenli depolama sahalarına gönderilmektedir. Ancak son dönemde sahada yer kalmamasından dolayı il dışındaki sahalarla gönderilen atık kumlar gönderici firmaya büyük bir mali yük getirmektedir. Bununla birlikte söz konusu atıklar periyodik olarak taşınmakta olup, taşınma zamanı gelene kadar tesislerde bekletilmekte bu da hem kullanılabilir alanı daraltmakta hem de çevre şartlarını olumsuz etkilemektedir.

Simbiyotik ilişki kapsamında bakıldığında, Eskişehir OSB’de ve çevresinde yer alan yapı ürünleri imalatı yapan firmaların sayıları ve kapasiteleri düşünüldüğünde atık döküm kumlarının bu firmalara gönderilerek değerlendirilmesinin bu noktada söz konusu firmaların önemli bir paydaş olabileceği belirlenmiştir (Bursa Eskişehir Bilecik Kalkınma Ajansı, 2020).

Dökümhane Ocak Cüruflarının Yol Yapımında Kullanımı

Türkiye’de döküm ve demir-çelik sektöründen kaynaklanan atıkların yol yapımında kullanılması ile ilgili çalışmalar yapılmış olup, dökümhane ocak cüruflarının yol yapımında kullanılması (agrega olarak) ülkemizde tam olarak uygulamaya geçmemiştir. Bunun sebebi hem karayolları mevzuatı hem de çevre mevzuatı kapsamında detaylı bir çalışma gerekmektedir ve henüz bu çalışma gerçekleştirilmemiştir. Ocak cüruflarının karayolları şartnamesindeki standartları sağlayıp sağlamadığını belirleyebilmek adına laboratuvar çalışmaları yapılmasının mümkün olduğu belirlenmiş olup, bu çalışma kapsamında laboratuvarda yapılması tavsiye edilen bazı analizler tespit edilmiştir. Bu analizlerden birkaç tanesi tane büyüklüğü dağılımı- Eleme metodu, tane şekli tayini- Yassılık endeksi, organik madde tayini, Los Angeles aşınma tayini, agregaların hidrasyondan potansiyel genleşmesi vd. analizler olup, söz konusu atığın geri kazanılmasıyla ya da bu ürünün yan ürün olarak kabul görebilmesi için teknik bir rapora ihtiyaç bulunmaktadır. Bu simbiyoz olanağı teorik olarak mümkün olmakla beraber, bu analizler sonucunda elde edilen verilerle yol yapımında kullanılmasından önce malzemenin kırma ve/veya eleme işlemi görüp görmeyeceğine dair de fikir sahibi olunabilecektir. Bu aşamalardan sonra bir fizibilite çalışmasıyla çalışmanın detaylandırılması ve hemen akabinde uygulamaya geçilmesi mümkün olacaktır (Bursa Eskişehir Bilecik Kalkınma Ajansı, 2020).

11.7 Endüstriyel Simbiyoz ve Temiz Üretim (Sürdürülebilir Üretim) Ar-Ge Proje Pazarı

Adana’da gerçekleştirilen Endüstriyel Simbiyoz ve Temiz Üretim Ar-Ge Proje Pazarında firmaların ikili iş birlikleri ve birbirleriyle olan etkileşimlerini arttırmak amacıyla yapılan önemli bir etkinlik olup, Çukurova Üniversitesi, Adana Sanayi Odası, Üniversite-Sanayi Ortak Araştırma Merkezi ve TTGV iş birliği ile dört ortaklı yürütülmüş bir projedir. Etkinlik kapsamında 14 özel sektör temsilcisi, 15 üniversite ve araştırma merkezinin katkılarıyla 40 proje bulunmaktadır. Söz konusu projelerden 30 tanesi sözlü sunum olarak gerçekleştirilmiş ve 10 tanesi poster sunumu şeklinde gerçekleştirilmiştir. Yapılan bu etkinlikte projeleri ile katılan kuruluşların ve bu etkinliğin amacı, atıkların yönetimi, değerlendirilmesi ve

azaltılması, kaynak verimliliğinin artırılması, temiz üretim kapsamında ürünlerin üretilmesi ve süreçlerin yönetilmesi, yenilenebilir enerjinin daha yaygın kullanımı vb. olmakla beraber, ulusal bazda potansiyelin ortaya koyulması açısından oldukça önemlidir (Adana Sanayi Odası vd., 2013).

Sektörler 4 ana başlık altında toplanmıştır. Gruplandırılmış temiz üretim ve endüstriyel simbiyoz potansiyel projeleri tablo 11.8’de verilmiştir.

- Yapı malzemeleri ve inşaat sektörleri
- Kimya, tekstil ve metal işleme
- Tarım, hayvancılık ve gıda
- Enerji, enerji yönetimi ve bilişim

Tablo 11.8. Temiz üretim ve endüstriyel simbiyoz projeleri (Adana Sanayi Odası vd., 2013).

SÖZLÜ SUNUMLAR
<i>Yapı malzemeleri ve inşaat sektörleri</i>
Elektrik ark fırını çelik izabe cürufunun karayolu inşaatında dolgu, temel ve alt temel malzemesi olarak kullanımı
Soda katı atığının çimentoda minör bileşen olarak kullanımı
Kentsel dönüşüm atıkların ve sanayi atıkların yol dolgularında değerlendirilmesi
Yapı malzemelerinin üretiminde bor ürünlerinin üretimi sonucunda ortaya çıkan atık malzemenin kullanılması
Siirt-Madenköy konsantratör tesisinden kaynaklı atık malzemeden beton kaktı maddesi eldesi
Biyoyakıt atıklarından biyo-kökenli ısı yalıtım malzemesi üretimi
Yerel ve doğal malzemelerle ses yutucu bir malzeme üretimi çalışması
Gün ışığında uyarılabilen nano fosforesans bileşikler
<i>Tarım-hayvancılık ve gıda sektörleri</i>
Gıda atıklarından teknolojik işlemler ile alternatif yem hammaddesi geri kazanımı ve hayvan beslemede kullanım olanakları
Çöpten enerjiye "tarımsal ve tarıma dayalı sanayi atıklarından enerji eldesi"
Çukurova bölgesinde oluşan tarımsal ve hayvansal atıklardan biyogaz yoluyla enerji üretimi
Yüksek hızlı anaerobik reaktörlerde tarımsal atıklar/hayvan gübrelerinin artırılma potansiyelinin araştırılması
Zirai-endüstriyel atık sulara siyanobakterilerden biyokütle eldesi ve gübre olarak kullanılması
Organik atıklardan biyogaz, ısı, elektrik ve gübre üretimi
Drenaj suları ile tarımsal kaynaklı azot kaybının saptanması ve endüstriyel-ekoloji açısından bölgesel yönetiminin geliştirilmesi
Kentsel atık su arıtım çamurunun kompostlaştırılmasında içme suyu arıtma çamurunun kullanımı
<i>Kimya, tekstil ve metal işleme sektörleri</i>
Tekstil atık sularının ucuz adsonbanlar ile yeniden kullanılabilir hale getirilmesi
Alüminyum durulama banyo atık sularından kostik/su geri kazanımı ve katma değeri yüksek nano bohemit üretimi için yeni bir teknoloji
Kaplama sektöründen çıkan "sıyırma asidi" nin, kromsan katı atıklarındaki "kromu" indirgemedi kullanılması
Ftalik asit ester içeren atık sulara temiz üretim teknolojisi ile su ve alkol geri kazanımı için hibrit bir proses
Çürük asit ve tufaldan demir-3 klorür üretimi
Karbondioksitin yeniden kullanılabilir enzim sistemleriyle metanole dönüştürülmesi
Temiz teknoloji ile baca gazı arıtımı ve gübre eldesi
<i>Enerji, enerji yönetimi ve bilişim sektörleri</i>
Lint atığından elde edilen biyo-bazlı bir ürünün petrol ile kirlenmiş topraklar için biyoremediasyon ve adsorpsiyon amaçlı kullanımı
Su kirliliğinin, insansız hava aracı kullanarak uzaktan algılama teknikleriyle tespit ve takibi
Endüstriyel atık çamurların kurutulup yakılarak elektrik elde edilmesi
Tesislerde enerji için entegre çözüm
İnşaat ve yapı malzemeleri üretim sektöründe çevreci üretim parametrelerinin ayarlanması, atık ısının geri kazanılması
Güneş takip modülleri ile geliştirilmiş güneş enerjisi panelleri ve atık ısı geri kazanımı
POSTER SUNUMLARI
İnşaat, çimento, yapı malzemeleri atıklarının döşeme benzeri malzemelerin yapımında değerlendirilmesi
Isı üretim sistemlerinde %40 yakıt tasarrufu sağlayan çoklu teknolojiler
Sinop ili dalga enerji potansiyelinin belirlenmesi ve dalga çiftlik kurulumu için araştırma/geliştirme çalışmaları
Dönen daire enerji sistemleri
Geri dönüşüm projesi
Ozon temelli renk giderme sistemi
Uzaktan, gerçek zamanlı atık su izleme sistemi
Daha verimli enerji üretimi için yeni geliştirilmiş jeneratör generasyonu ar-ge çalışmaları
Çelikhane cürufunun ekonomiye katılması
Thermo photo voltaic (tpv) güneş enerjisi hücre yapımı
Güvenlik katsayısı yüksek, elektrik enerjisi güç dağılım analizörü

11.8 İzmir’de Eko-Endüstriyel Park Dönüşümü: Yeşil İAOSB

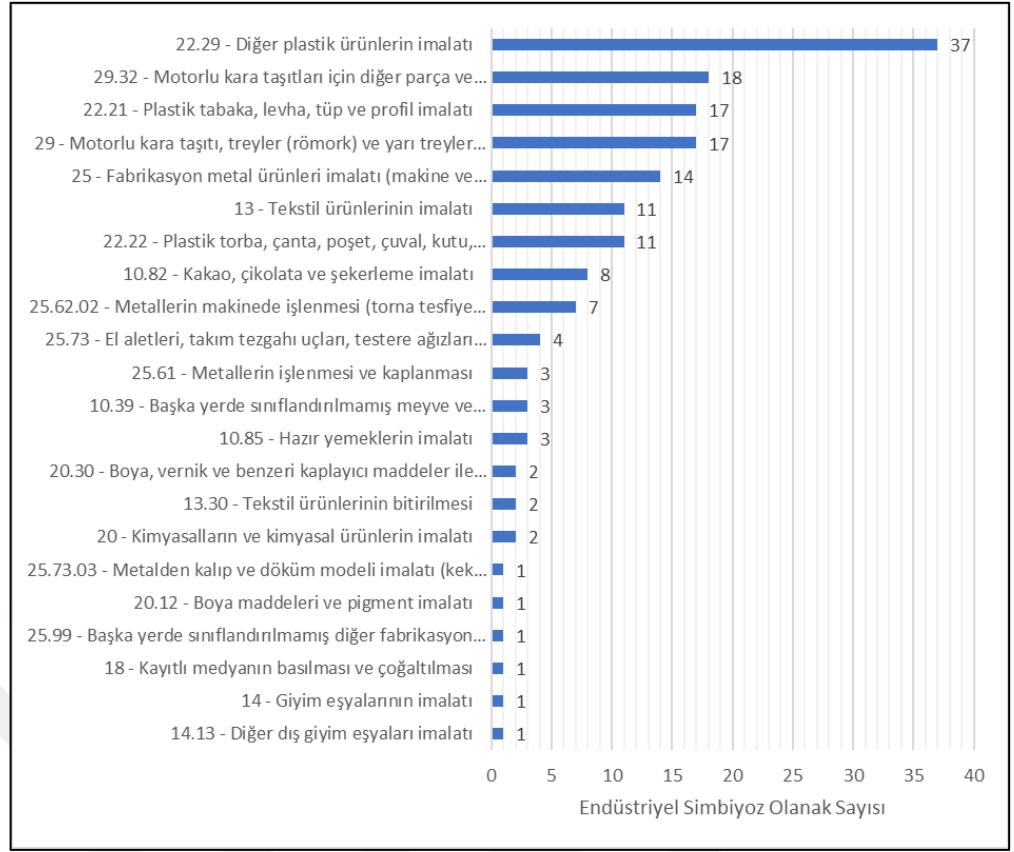
İzmir Kalkınma Ajansı’nın desteğiyle İzmir Atatürk Organize Sanayi Bölge Müdürlüğü tarafından yapılan çalışmalarda söz konusu bölgede atık üreticileri ve/veya atığı kullanma potansiyeli olan firmalar araştırılmış olup, bu firmaların endüstriyel simbiyozla uygunluk potansiyelleri belirlenmiştir. Söz konusu potansiyeller belirlenirken her sektörde üretilen atık çeşitleri ve miktarları dikkate alınmıştır. Bu çalışmada yer alan proje ekibinin tecrübeleri ve öncesinde oluşturdukları endüstriyel simbiyoz veri tabanları üzerinden endüstriyel simbiyoz olanakları belirlenmiştir. 2019 yılı içerisinde İzmir Atatürk Organize Sanayi Bölgesi’ne gerçekleştiren ziyaret sonucunda elde edilen veriler aşağıda verilmektedir.

Yapılan incelemede kaynağın etkin kullanımı, atık üretimi, su tüketimi gibi konularda öne çıkan sektörler belirlenmiş olup, yapılan sınıflandırma ile farklı NACE kodlarına sahip 30 adet sektör tespit edilmiştir. Bu sektörler tablo 11.9’da listelenmiş olup, ürettikleri atıkların değerlendirilme potansiyeli olan dolayısıyla endüstriyel simbiyoz olanağı yaratan sektörlerdir.

Tablo 11.9. Proje kapsamında belirlenen öncelikli sektörler (İzmir Atatürk Organize Sanayi Bölgesi vd., 2019).

NACE Kodları	Sektörler
10.39	Başka yerde sınıflandırılmamış meyve ve sebzelerin işlenmesi ve saklanması
10.61	Öğütülmüş hububat ve sebze ürünleri imalatı
10.82	Kakao, çikolata ve şekerleme imalatı
10.83	Kahve ve çayın işlenmesi
10.84	Baharat, sos, sirke ve diğer çeşni maddelerinin imalatı
10.85	Hazır yemeklerin imalatı
13.30	Tekstil ürünlerinin bitirilmesi
13.91	Örgü (triko) veya tığ işi (kroşe) kumaşların imalatı
14.13	Diğer dış giyim eşyaları imalatı
14.14	İç giyim eşyası imalatı
16.29	Diğer ağaç ürünleri imalatı; mantar, saz, saman ve benzeri örme malzemelerinden yapılmış ürünleri
18.12	Diğer matbaacılık
18.13	Basım ve yayım öncesi hizmetler
20.12	Boya maddeleri ve pigment imalatı
20.14	Diğer organik temel kimyasalların imalatı
20.20	Haşere ilaçları ve diğer zirai-kimyasal ürünlerin imalatı
20.30	Boya, vernik ve benzeri kaplayıcı maddeler ile matbaa mürekkebi ve macun imalatı
20.41	Sabun ve deterjan ile temizlik ve parlaticı maddeler imalatı
20.21	Plastik tabaka, levha, tüp ve profil imalatı
22.22	Plastik torba, çanta, poşet, çuval, kutu, damacana, şişe, makara vb. paketleme malzemelerinin imalatı
22.29	Diğer plastik ürünlerin imalatı
25.12	Metalden kapı ve pencere imalatı
25.61	Metallerin işlenmesi ve kaplanması
25.62	Metallerin makinede işlenmesi ve şekil verilmesi
25.73	El aletleri, takım tezgahı uçları, testere ağızları vb. imalatı
25.92	Metalden hafif paketleme malzemeleri imalatı
25.94	Bağlantı malzemelerinin ve vida makinesi ürünlerinin imalatı
25.99	Başka yerde sınıflandırılmamış diğer fabrikasyon metal ürünlerin imalatı
29.10	Motorlu kara taşıtlarının imalatı
29.32	Motorlu kara taşıtları için diğer parça ve aksesuarların imalatı

Endüstriyel simbiyoz potansiyeli bulunan atık üreten sektörler endüstriyel simbiyoz olanakları sayısına göre şekil 11.9’da sıralanmıştır. 22.29 NACE kodlu “Diğer plastik ürünlerin üretimi” sektöründe üretilen atıklar için 37 farklı endüstriyel simbiyoz olanağı belirlenmiştir.



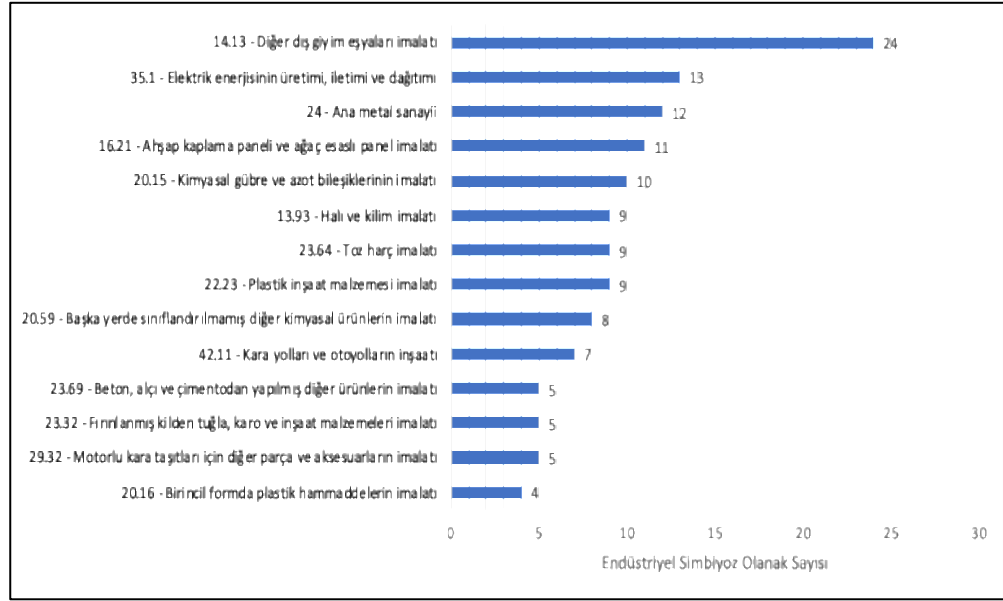
Şekil 11.9. Atıkları üreten sektörler bazında endüstriyel simbiyoz olanak sayıları (İzmir Atatürk Organize Sanayi Bölgesi vd., 2019).

2016 yılı atık verilerine bakıldığında, bölgede atık beyan eden 42 adet firmanın 22 tanesi kaynağın etkin kullanımı, atık üretimi, su tüketimi gibi konularda öne çıkan sektörler olup, tablo 11.10'da gösterildiği üzere söz konusu 22 firmada demir metal toz ve parçacıklar, plastikler, ambalajlar, metaller, kağıt ve karton, koruyucu giysiler ve ana çözeltiler, üretim miktarı açısından ön plana çıkmaktadır.

Tablo 11.10. Saha çalışması gerçekleştirilen sektörlerde (atık beyanı yapan 22 firmanın verileri ile) atık miktarları (İzmir Atatürk Organize Sanayi Bölgesi vd., 2019).

Üretilen Atıkların Çeşitleri	Toplam Atık Miktarı (kg)
Demir metal toz ve parçacıklar	813.113
Plastikler	809.166
Plastik yongalar ve çapaklar	569.618
Tehlikeli maddelerin kalıntılarını içeren ya da tehlikeli maddelerle kontamine olmuş ambalajlar	241.412
Tehlikeli maddeler içeren mürekkep atıkları	222.531
Metaller	195.165
Kağıt ve karton ambalaj	161.871
Tehlikeli maddelerle kirlenmiş emiciler, filtre malzemeleri (başka şekilde tanımlanmamış ise yağ filtreleri), temizleme bezleri, koruyucu giysiler	156.341
Diğer organik çözücüler, yıkama sıvıları ve ana çözültüler	149.582
Sıyırma asitleri (parlatma asitleri)	121.760
Kağıt ve karton	92.950
Endüstriyel atık suyun diğer yöntemlerle arıtılmasından kaynaklanan tehlikeli maddeler içeren çamurlar	55.390
Birincil üretim cürufaları	54.650
Tehlikeli maddelerle kontamine olmuş metal atıkları	52.420
Çinko külü	51.025
Plastik ambalaj	41.125
Katı çinko	26.140
Diğer hidrolik yağlar	22.922
Organik çözücüler ya da diğer tehlikeli maddeler içeren atık yapışkanlar ve dolgu macunları	19.766
Kompozit malzeme atıkları (emprenye edilmiş tekstil, elastomer, plastomer)	14.940
Saha içi atık su arıtımından kaynaklanan tehlikeli maddeler içeren çamurlar	10.060
Diğer	47.608
Genel Toplam	3.929.555

Atığı üreten sektörler belirlendikten sonra atığı değerlendirerek kullanma potansiyeli bulunan sektörler tespit edilmiştir. Yapılan incelemede şekil 11.10’da görüldüğü üzere tekstil, enerji üretimi, ana metal sanayi, ağaç ürünleri üretimi ve kimyasal ürünler üretimi sektörlerinde atığı kullanma potansiyeli bulunan ve söz konusu 5 sektörü içeren 70 adet endüstriyel simbiyoz olanağı tespit edilmiştir.



Şekil 11.10. Üretilen atıkları kullanma potansiyeli olan sektörler (İzmir Atatürk Organize Sanayi Bölgesi vd., 2019).

Tüm bu veriler ışığında, atık üreten sektörler ve bu atığı değerlendirebilecek sektörler arasında toplam 179 adet endüstriyel simbiyoz olanağı tespit edilmiştir. Aşağıda şekil 11.11’de gösterilen grafikte sektörler arası endüstriyel simbiyoz olanaklarının karşılaştırmalı analizi bulunmaktadır. Bu analiz kapsamında öne çıkan eşleşen ve önce çıkan sektörlerden bazıları; plastik sektörü – tekstil sektörü, motorlu kara taşıtları – ana metal sanayi, tekstil sektörü – metalik olmayan diğer mineral ürünler, gıda sektörü – kimya sektörü ve metal sektörü – metalik olmayan diğer mineral ürünlerdir.

[illegible]

Şekil 11.11. Sektörler arası endüstriyel simbiyoz olanakları matrisi (İzmir Atatürk Organize Sanayi Bölgesi vd., 2019).

Yukarıda verilen karşılaştırmalı matrisin öne çıkan her bir sektör özelinde endüstriyel simbiyoz olanaklarının detaylı incelemesi aşağıda verilmiştir. İlgili sektörden çıkan atıkların hangi alanlarda değerlendirilebileceği ve söz konusu değerlendirme olanağını sağlayan sektörlerin listesi aşağıda tablolarda verilmiştir.

Tablo 11.11. Gıda Ürünleri İmalatı için endüstriyel simbiyoz olanakları (İzmir Atatürk Organize Sanayi Bölgesi vd., 2019).

Endüstriyel Simbiyoz Olanakları	Atığın Değerlendirilebileceği Sektörler
Biyodizel üretiminde gıda sanayinden çıkan atık yağların değerlendirilmesi	20.59 – Başka yerde sınıflandırılmamış diğer kimyasal ürünlerin imalatı
Çikolata üretim atıklarının; polifenoller, tutkal, pektinler ve pigmentlerin üretiminde kullanılması	10.89 – Başka yerde sınıflandırılmamış diğer gıda maddelerinin imalatı
	20.12 – Boya maddeleri ve pigment imalatı
	20.30 – Boya, vernik ve benzeri kaplayıcı maddeler ile matbaa mürekkebi ve macun imalatı
	20.59 – Başka yerde sınıflandırılmamış diğer kimyasal ürünlerin imalatı
Meyve ve sebze atıklarının şeker şurubu üretimi için kullanılması	10.81 – Şeker imalatı
Son kullanım tarihi geçmiş yiyecek ve içeceklerden biyoplastik üretimi	22.2 – Plastik ürünlerin imalatı

Tablo 11.12. Tekstil ve Giyim Ürünleri İmalatı için endüstriyel simbiyoz olanakları (İzmir Atatürk Organize Sanayi Bölgesi vd., 2019).

Endüstriyel Simbiyoz Olanakları	Atığın Değerlendirilebileceği Sektörler
Kömür kazanı uçucu külü ve dip külünden beton, tuğla ve yol yapımı	23.6 – Beton, çimento ve alçıdan yapılmış eşyaların imalatı
	23.32 – Fırınlanmış kilden tuğla, karo ve inşaat malzemeleri imalatı
	42.11 – Karayolları ve otoyolların inşaatı
Tekstil endüstrisinden gelen pamuk ve polipropilen lif atıklarının, kapıların iç yüzeyleri gibi otomobil iç kısımlarının üretiminde kullanılması	29.32 – Motorlu kara taşıtları için diğer parça ve aksesuarların imalatı
Tekstil atıklarının ve akrilik malzemelerin yüksek katma değerli aktif karbon yapımında değerlendirilmesi	20.59 – Başka yerde sınıflandırılmamış diğer kimyasal ürünlerin imalatı
Kullanılmış tekstil kırıntı ve kumaş parçalarının polywood benzeri şilte malzeme üretiminde kullanılması	23.99 – Başka yerde sınıflandırılmamış metalik olmayan diğer mineral ürünlerin imalatı
Yünlü atık kumaş takviyeli kompozit yapı malzemeleri üretimi	23.99 – Başka yerde sınıflandırılmamış metalik olmayan diğer mineral ürünlerin imalatı

Tablo 11.13. Kimyasalların ve Kimyasal Ürünlerin İmalatı için endüstriyel simbiyoz olanakları
(İzmir Atatürk Organize Sanayi Bölgesi vd., 2019).

Endüstriyel Simbiyoz Olanakları	Atığın Değerlendirilebileceği Sektörler
Boya imalat sanayileri tarafından üretilen çamur tuğla üreticileri tarafından kullanılabilir	23.32 – Fırınlanmış kilden tuğla, karo ve inşaat malzemeleri imalatı
Organik çözücüler ilaç arıtma işlemlerinde geri kazanılabilir ve tekrar kullanılabilir	21.10 – Temel eczacılık ürünleri imalatı
Pigment üretimi gerçekleştiren tesislerden elde edilen hidroklorik asitin kimyasal üretim tesisinde amonyum klorüre dönüştürülmesi	20.15 – Kimyasal gübre ve azot bileşiklerinin imalatı

Tablo 11.14. Plastik ve Kauçuk Ürünlerin İmalatı için endüstriyel simbiyoz olanakları (İzmir Atatürk Organize Sanayi Bölgesi vd., 2019).

Endüstriyel Simbiyoz Olanakları	Atığın Değerlendirilebileceği Sektörler
Atık poliüretan (PU) ve Etilen-Vinil Asetat (EVA) kullanılarak, alkali ile aktive olmuş metakaolin harçlarının üretiminde geleneksel yapı kumu elde edilmesi	23.64 – Toz harç imalatı
Plastik ve kauçuk endüstrisinden elde edilen atıkların, kauçuk kül ile karıştırılması ve tekstil malzemesini güçlendirmek için tekstil endüstrisinde değerlendirilmesi	14.13 – Diğer dış giyim eşyaları imalatı
Poliüretan atıkların, paspas, halı altlığı, spor salonu zemin parçaları, atletik alanlar ve otomotiv ses yalıtımı üretiminde kullanılması	13.93 – Halı ve kilim imalatı 22.23 – Plastik inşaat malzemesi imalatı
Atık plastikler kullanılarak beton uygulamaları için form-board üretimi gerçekleştirilmesi	16.21 – Ahşap kaplama paneli ve ağaç esası panel imalatı
Plastik atıklarının yakılarak enerjiye dönüştürülmesi	35.1 – Elektrik enerjisinin üretimi, iletimi ve dağıtımı
Spor ayakkabı imalatından elde edilen atık kauçukların (vulkanize EVA) köpük ve vulkanize kauçuk karışımı NR, BR ve SBR) polipropilen için sertleştirici katkı maddeleri olarak yeniden değerlendirilmesi	20.16 – Birincil formda plastik hammaddelerin imalatı
Taşıma çantaları içeren plastik atık, bardaklar ve diğer kullanılmış plastiklerin agrega üzeri bir kaplama olarak kullanılması ve bu kaplamalı taşın yol yapımında değerlendirilmesi	42.11 – Karayolları ve otoyolların inşaatı
Atık plastiklerin piroliz yoluyla sentez gazına dönüştürülmesi ve bu gazdan amonyak üretimi gerçekleştirilmesi	20.15 – Kimyasal gübre ve azot bileşiklerinin imalatı

Tablo 11.15. Fabrikasyon Metal Ürünlerin İmalatı için endüstriyel simbiyoz olanakları (İzmir Atatürk Organize Sanayi Bölgesi vd., 2019).

Endüstriyel Simbiyoz Olanakları	Atığın Değerlendirilebileceği Sektörler
Atık motor ve yağlama yağlarının piroliz yöntemi ile katma değerli ürün ve yakıtlara dönüştürülmesi	35.1 – Elektrik enerjisinin üretimi, iletimi ve dağıtımı
Bor yağlı talaşlar içerisinde bor yağı ve metaller geri kazanılabilir	38.22.01 – Tehlikeli atıkların ıslahı ve bertaraf edilmesi (tehlikeli atıkların ıslahını yapan tesislerin işletilmesi, zararlı atıkların yok edilmesi için kullanılmış malların bertarafı vb. faaliyetler) (radyoaktif atıklar hariç)
Demir oksit (çelik işleri tozu) diğer uygun atık malzemelerle birlikte karıştırılarak çimento fırınlarının ön işlemlerinde değerlendirilebilir (çimento fırınları için ön karışımlar)	23.51 – Çimento imalatı 23.65 – Lif ve çimento karışımı ürünlerin imalatı 23.69 – Beton, alçı ve çimentodan yapılmış diğer ürünlerin imalatı
Kil bazlı ateşlemeli bir matrise dahil edilmesi, galvanik çamurlara ait farklı metallerin hareketsizleştirilmesi için önerilen bir yöntemdir	23.32 – Fırınlanmış kilden tuğla, karo ve inşaat malzemeleri imalatı
Metal işleme sonucunda ortaya çıkan tufal gübre katkı maddesi olarak kullanılabilir	20.15 – Kimyasal gübre azot bileşiklerinin imalatı
Metal işleme ve metal eşya, ürün, araç, teçhizat vb. üretiminden kaynaklanan metal atıkların geri kazanılması	24 – Ana metal sanayii
Metallerin kesilmesi sonucunda ortaya çıkan atık parçalar metal işleyen diğer firmalarda değerlendirilebilir	28.22.10 – El veya motor gücü ile çalışan kaldırma, taşıma, yükleme ya da boşaltma makinelerinin imalatı (vinç palangası, yük asansörü, bocurgat, demir ırgat, krik, forklift, kaldırma ve taşıma kuleleri, vinçler, hareketli kaldırma kafesleri vb.) 29.20.01 – Treyler (romörk), yarı treyler (yarı romörk) ve mekanik hareket ettirici tertibatı bulunmayan diğer araçların parçalarının imalatı (bu araçların karoserleri, kasaları, aksları ve diğer parçaları)

Tablo 11.16. Motorlu Kara Taşıtı, Römork ve Yarı Römork İmalatı için endüstriyel simbiyoz olanakları (İzmir Atatürk Organize Sanayi Bölgesi vd., 2019).

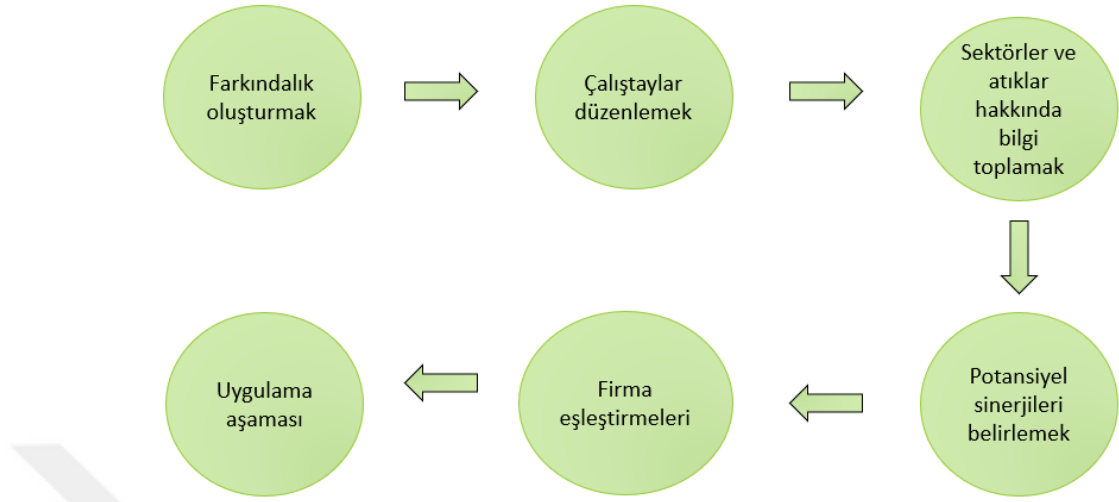
Endüstriyel Simbiyoz Olanağı	Atığın Değerlendirilebileceği Sektörler
Alüminyum mekanik olarak oksit parçasından ayrılabilir ve kalan oksitler çelik endüstrileri için kullanılabilen bir ürüne harmanlanabilir	24.10 – Ana demir ve çelik ürünleri ile ferro alaşımların imalatı
Atık motor ve yağlama yağlarının piroliz yöntemi ile katma değerli ürün ve yakıtlara dönüştürülmesi	35.1 – Elektrik enerjisinin üretimi, iletimi ve dağıtımı
Demir oksit (çelik işleri tozu) diğer uygun atık malzemelerle birlikte karıştırılarak çimento firmalarının ön işlemlerinde değerlendirilebilir (çimento firmaları için ön karışımlar)	23.51 – Çimento imalatı 23.65 – Lif ve çimento karışımı ürünlerin imalatı 23.69 – Beton, alçı ve çimentodan yapılmış diğer ürünlerin imalatı
Metal işleme ve metal eşya, ürün, araç, teçhizat vb. üretiminden kaynaklanan metal atıkların geri kazanılması	24 – Ana metal sanayii
Plastik otomotiv atıkları kullanılarak hafif ve yüksek yüzey alanına sahip agrega malzemelerinin üretimi	01 – Bitkisel ve hayvansal üretim ile avcılık ve ilgili hizmet faaliyetleri 23.99.02 – Mineral ses/ısı izolasyon malzemelerinin imalatı (cüruf yünleri, taş yünü, madeni yünler, pul pul ayrılmış vermikulit, genleştirilmiş kil, soğuk tandış plakası vb. ısı ve ses yalıtım malzemeleri) 41 – Bina inşaatı
Refrakter malzemelerin üretiminde alüminyum cüruf kullanılabilir	23.20 – Ateşe dayanıklı (refrakter) ürünlerin imalatı
Birincil üretim cürufları beton üretiminde kullanılabilir	23.61 – İnşaat amaçlı beton ürünlerin imalatı 23.69 – Beton, alçı ve çimentodan yapılmış diğer ürünlerin imalatı

12. SONUÇ: İZMİR'E UYARLANMASI İÇİN MEVCUT MODEL ÖNERİSİ

Endüstriyel simbiyozun atık değişimi, enerji verimliliği, ortak tedarikler, lojistik gibi birçok avantajı bulunmakla beraber yalnızca atık alışverişi tarafına odaklanıldığında atık borsası kavramı karşımıza çıkmaktadır. Dünyadaki uygulamalar ile ülkemizdeki örnekler karşılaştırmalı olarak incelendiğinde, ülkemiz açısından endüstriyel simbiyozun yeni bir kavram olduğu ve uygulama aşamasının henüz tam olarak oturmadığı görülmektedir. Bu sebeple endüstriyel simbiyozu hayata geçirmek için öncelikle atık borsalarının kurulması ile başlanmasının doğru bir adım olacağı düşünülmektedir. Gaziantep Sanayi Odası'nın 1999 yılında oluşturduğu GSO-Atık Borsası, sanayicilerin gönüllü katılımı ile başlamıştır ancak sürdürülebilirliği sağlanamamış ve uygulamanın devamı gelmemiştir. Bu noktada sanayicilerin karşılıklı olarak iş birliğine açık olmaları, madde/malzeme değişimine olumlu bakmaları ve gerekli adımları atmak için hazır olmaları oldukça önemlidir.

Endüstriyel simbiyoz ve atık borsasının bir bölgeye uygulanabilmesi için öncelikli adım farkındalık oluşturmaktır. Bu aşamada bölgesel sanayi potansiyeli belirlenmelidir. Atık değişimine uygun olan sanayiciler belirlendikten sonra söz konusu sanayicileri bir araya getirerek aralarındaki iletişim sağlanır. Genellikle bu iletişimin kurulabilmesi için paydaşların bir araya getirildiği çalıştaylar düzenlenir. Bu noktada seçilen sanayiciler planlanan program, bu programın amaçları ve beklenen faydalar hakkında bilgilendirilir (Uslu, 2019). Bir sonraki adımda, seçilen sanayiciler hakkında bilgiler toplanmalıdır. Prosesleri için gereken ham madde ve oluşturdukları atıkların detaylı bir listesi çıkartılmalıdır. Endüstriyel simbiyoz ve atık borsasının ne kadar başarılı olacağı bu adımda toplanan bilgilerle doğru orantılıdır. Sanayiciler şeffaf bir şekilde bu bilgileri paylaşmalı ve gerek görüldüğü takdirde karşılıklı gizlilik sözleşmesi imzalanmalıdır (Mirata, 2004). Firmaların atık girdi çıktı bilgileri havuzda toplandıktan sonra olası atık değişim senaryoları ortaya konur ve potansiyel sinerjiler belirlenir. Bu sinerjiler doğrultusunda endüstriyel simbiyoz ve atık borsası kapsamında firma eşleştirmeleri yapılır. Yukarıda bahsedilen Türkiye'de Endüstriyel Simbiyoz fizibilite çalışmaları da bu yol haritası izlenerek yapılmıştır. Aslında bu çalışmaların büyük bir kısmı atık

değişimine dayandığından yapılan çalışmalara atık borsası çalışmaları demek de mümkündür. Bu aşamadan sonra gelen ve son olan aşama ise uygulama ayağıdır.

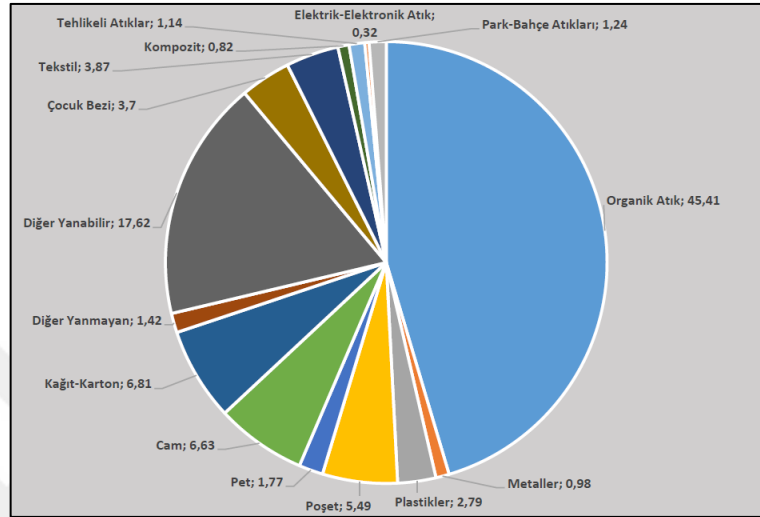


Şekil 12.1. Atık Borsası Model Geliştirme Yol Haritası

Endüstriyel simbiyozun atık borsasından çok daha kapsamlı (enerji verimliliği, lojistik, insan kaynakları, ortak tedarikler, teknoloji paylaşımı vb.) olduğu düşünülmekte olup, atık borsasının hayata geçmesinin ilk adımı atmak açısından daha doğru olduğu düşünülmektedir. Söz konusu atık borsasının bu veriler ışığında kurulmasını takiben atık üreten firmaların ve/veya atıkları ham madde olarak kullanmak isteyen firmaların arz ve taleplerine uygun bir şekilde listeler oluşturulur ve bu söz konusu listeler herkese açık bir şekilde yayınlanır. Yapılan bu eşleştirmeler yerel, bölgesel, ulusal olabileceği gibi uluslararası da olabilir.

İzmir ili içinde Ege Bölgesi Sanayi Odası (EBSO)'na bağlı 14 adet organize sanayi bölgesi (İTOB OSB, Aliğa Kimya İhtisas ve Karma OSB, Bağyurdu OSB, Bergama OSB, İzmir Atatürk OSB, Buca Ege Giyim OSB, İzmir Kemalpaşa OSB, İzmir Pancar OSB, Kınık OSB, Menemen Plastik İhtisas OSB, Ödemiş OSB, Tire OSB ve Torbalı OSB, Dikili Tarıma Dayalı İhtisas Sera Organize Sanayi Bölgesi), biri Gaziemir biri Menemen'de olmak üzere 2 adet serbest bölge bulunmaktadır. İzmir ili geneline bakıldığında 2019 yılı Çevre Durum Raporu verilerine göre İzmir Büyükşehir Belediyesi verilerine göre İzmir İlinde günlük ortalama 5.480 ton/gün

evsel atık toplanarak bertaraf edilmektedir. İzmir İlinde toplanan evsel katı atığın %93'lük kısmı Bergama ve Harmandalı Katık Atık Düzenli Depolama Sahalarında; %7 lik kısmı ise düzensiz döküm sahalarında bertaraf edilmektedir (Çevre Mühendisleri Odası İzmir Şubesi, 2019). Söz konusu atıkların kompozisyonu aşağıda şekil 12.1'de verilmektedir.



Şekil 12.2. 2018 yılı İzmir ilinde katı atık kompozisyonu (Çevre Mühendisleri Odası İzmir Şubesi, 2019).

Bu veriler yalnızca belediye atıklarına ait olup, bunlar dışında hafriyat toprağı, inşaat ve yıkıntı atıkları, ambalaj atıklar, tehlikeli atıklar, atık madeni yağlar, atık pil ve akümülatörler, bitkisel atık yağlar, ömrünü tamamlamış lastikler, atık elektrikli ve elektronik eşyalar, ömrünü tamamlamış (hurda) araçlar, tehlikesiz atıklar, tıbbi atıklar ve maden atıkları da bulunmaktadır. Bu atıkların 2017 yılı Çevre Durum Raporu verilerine göre bazı atık miktarları tablo 12.1'de verilmektedir.

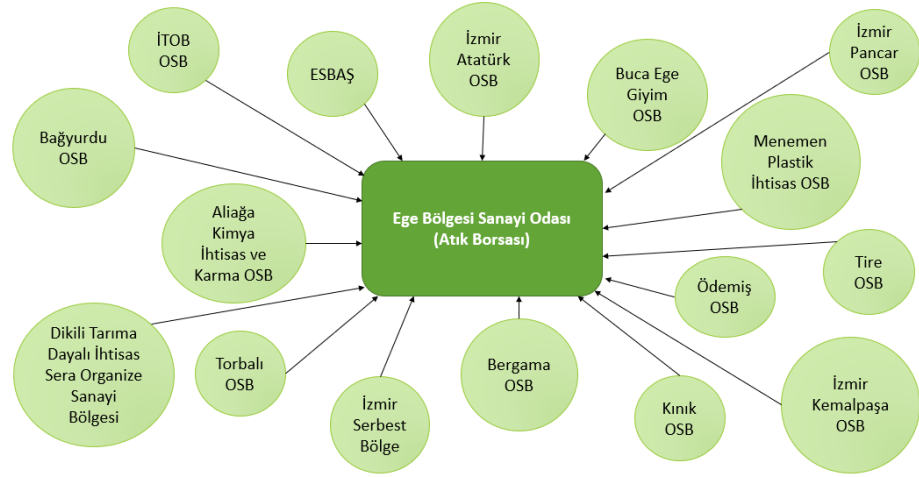
Tablo 12.1. 2017 ve 2018 yılı İzmir ili bazı atık miktarları (İzmir Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü, 2018).

Atık Türü	Atık Miktarı (ton/yıl)
Ambalaj ve ambalaj atıkları (2018 yılı verileri)	332.989
Tehlikeli atıklar	174.410 (143.421 ton/yıl geri kazanılmış)
Atık madeni Yağlar	3.491 (3.336 ton/yıl geri kazanılmış)
Atık akümülatörler	821 (111 ton/yıl geri kazanılmış)
Atık pil	6
Bitkisel atık yağlar	631
Ömrünü tamamlamış lastikler (ÖTL)	-
Atık elektrikli ve elektronik eşyalar (AEEE) (2018 yılı verileri)	1.113
Tehlikesiz atıklar	25.444.760.888 (25.442.446.046 ton/yıl geri kazanılmış)
Tıbbi atık (2018 yılı verileri)	7.200
Maden Atıkları (2018 yılı verileri)	1.099.701

Söz konusu atıkların bir kısmı sıfır atık yönetimi kapsamında toplanmakta ve geri dönüştürülmektedir. Ancak hala çok büyük miktarlarda atığın bertarafa gönderildiğini söylemek mümkündür. Atık olarak adlandırdığımız malzemelerin atık olarak değil ham madde olarak görülmesi bu noktada çok önemlidir. Birçok atık değerlendirilebilecekken bertarafa gönderildiğinden doğal kaynakların daha fazla tüketilmesi, bu kaynakları kullanmak için harcanan enerji ve atığın bertaraf edilerek çevreyi olumsuz etkilemesinin yanı sıra bu işlemler esnasında oluşan karbon ayak izi de çevresel açıdan olumsuz etkiler yaratır. Ayrıca atıkların bertaraf maliyetleri firmalara ek bir maliyet getirmektedir.

Tüm bu veriler ışığında, İzmir ili'nde bulunan firmalarla yapılacak doğru bir çalışmayla söz konusu firmalar birbirleriyle eşleştirilebilir ve aralarında atık değişimleri sağlanabilir.

Ege Bölgesi Sanayi Odası'nın çatısı altında kurulacak bir atık borsası ile İzmir'in atık miktarının azaltılması, doğal kaynakların korunması, atık üreten firmaların bertaraf maliyetlerinin, atığı ham madde olarak kullanacak firmaların da ham madde maliyetlerinin azaltılması sağlanabilir.



Şekil 12.3. İzmir Model Önerisinde Ege Bölgesi Sanayi Odası'nın Rolü

Yukarıda bahsi geçen 14 adet OSB ve 2 adet serbest bölgede bulunan ve bu atık değişimine sıcak bakan firmaların, kurulması önerilen atık borsasına katılmasıyla örnek bir sinerji yakalanabileceği düşünülmekte olup, sürdürülebilirliği sağlanırsa da sonraki adımın atık borsasını bir üst seviyeye taşıyıp endüstriyel simbiyoz kapsamında OSB'lerin eko endüstriyel parklara dönüştürülmesi mümkün olabilir.

Yapılan bu tespitler hem literatür taraması sonucu hem de saha ziyaretleri sonucu elde edilen veriler ve tespitler olmakla beraber, söz konusu çalışma için Gaziantep Sanayi Odası, İzmir Atatürk Organize Sanayi Bölgesi ve Tire Organize Sanayi Bölgesi ziyaret edilmiştir.

KAYNAKLAR DİZİNİ

- Adana Sanayi Odası, TTGV, Çukurova Üniversitesi, Adana ÜSAM,2013,
Endüstriyel Simbiyoz ve Temiz Üretim (Sürdürülebilir Üretim) AR-GE Proje
Pazarı, Adana.
- Academic Impact,
“Sustainability”,<https://academicimpact.un.org/content/sustainability>,
(Erişim tarihi: 29 Eylül 2019).
- AHİLER Kalkınma Ajansı, 2018, Aksaray Organize Sanayi Bölgesi Endüstriyel
Simbiyoz Olanakları Raporu, Aksaray.
- Allenby, B.R., 1992, Industrial Ecology: The Materials Scientist in an
Environmentally Constrained World, MRS Bulletin, 17(3):46–51p.
- Atalay, N., 2012, Temiz Üretim (Eko-Verimlilik), Kalkınmada Anahtar
Verimlilik Dergisi, 24(280):16–20s.
- Başer, N., 2014, Kalkınmada Sürdürülebilirliğe Yönelik Bir Araç Olarak
Endüstriyel Simbiyoz Yaklaşımı, Ankara.
- Başülmez, Ü. ve Meçik, O., 2018, Sürdürülebilir Kalkınma Ve Endüstriyel
Ekoloji Kapsamında E-Atık Politikaları İçin Karşılaştırmalı Bir Analiz,
Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 52:381–
408s.
- Beers, D., Bossilkov, A., Corder, G. and Berkel, R., 2007, Industrial Symbiosis in
the Australian Minerals Industry: The Cases of Kwinana and Gladstone,
Journal of Industrial Ecology, 11(1):55–72p.
- Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı (UNDP), 2018, Sürdürülebilir Kalkınma
Hedefleri ve Toplam Faktör Verimliliği, Ankara.
- Bossilkov, A. and Corder, G., 2008, Regional Synergies for Sustainable Resource
Processing: a Status Report, 70p.
- Bükülmez, E., Işıtan, K., Ulutaş, F., Telçeken, Y., Tanık, D. C. ve Kocakuşak, D.,
2014, Temiz Üretim.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Bursa Eskişehir Bilecik Kalkınma Ajansı, 2014, Bursa Eskişehir Bilecik Endüstriyel Simbiyoz Programı Fizibilite Raporu.
- Bursa Eskişehir Bilecik Kalkınma Ajansı, 2020, Eskişehir Endüstriyel Simbiyoz Projesi Raporu.
- Catarino, J., Mendonça, E., Picado, A., Partidário, P. and Nobre, J., 2009, Eco-Efficiency in a Crispy Chips Industry, Global Science Books, 2–5p.
- Çetin, T., 2011, Balıkesir İli Ambalaj Atıkları Geri Kazanım Potansiyelinin Değerlendirilmesi ve Toplum Bilinçlendirme Çalışmalarının Etkisinin Belirlenmesi, Balıkesir.
- Çevre Mühendisleri Odası İzmir Şubesi, 2019, İzmir İli 2019 Yılı Çevre Durum Raporu.
- Chertow, M. R., 2000, Industrial symbiosis: Literature and taxonomy. Annual Review of Energy and the Environment, 25:313–337p.
- Cılız, N., Daylan, B. and Baydar, G., 2017, Temiz Üretim.
- Çoban, Z., 2016, Endüstriyel Simbiyoz, Samsun.
- Davarcıoğlu, B. ve Lelik, A., 2017, Sanayide İklim Değişikliğine Uyum Ve Eko-Verimlilik (Temiz Üretim) Programı: Örnek Uygulamalar, 6(2):94–105s.
- Demirer, G., 2012, Endüstriyel Simbiyoz Kavramı ve Uygulama Örnekleri.
- Eymirli, B., “Eko Endüstriyel Parklar”, <http://kalkinmasozlugu.izka.org.tr/?p=350> (2020), (Erişim tarihi: 29 Kasım 2020).
- FISSAC, 2016, Identification Of Best Practices And Lessons Learnt In Industrial Symbiosis Executive Summary.
- Gaziantep Sanayi Odası, 2015, Gaziantep Endüstriyel Simbiyoz Pojesi.
- Gümüş, T. Ç., 2016, Eko-Endüstriyel Parklar İçin Temiz Üretim Ve Endüstriyel Simbiyoz Karar Destek Sisteminin Geliştirilmesi, 23(45), Ankara.
- İzmir Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü, 2018, İzmir İli 2018 Yılı Çevre Durum

Raporu.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- İzmir Kalkınma Ajansı, İzmir Atatürk Organize Sanayi Bölgesi, “İzmir’de Eko-Endüstriyel Park Dönüşümü: Yeşil İAOSB Proje Nihai Raporu”, 2019
- Kaza, S., Yao, L., Bhada-Tata, P. and Woerden, F. Van., 2018, What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050, In Urban Development Series Washington, 7(2), DC: World Bank.
- Kim, E. J., 2017, Greening Industrial Parks - A Case Study on South Korea ’ s Eco - Industrial Park Program.
- Liu, B., Li, Y., Song, J., Zhang, L., Dong, J. and Yang, Q., 2014, Production of single-cell protein with two-step fermentation for treatment of potato starch processing waste, *Cellulose*, 21(5):3637-3645p.
- Mirata, M., 2004, Experiences from early stages of a national industrial symbiosis programme in the UK: Determinants and coordination challenges, *Journal of Cleaner Production*, 12(8–10):967-983p.
- Mirata, M. and Emtairah, T., 2005, Industrial symbiosis networks and the contribution to environmental innovation: The case of the Landskrona industrial symbiosis programme, *Journal of Cleaner Production*, 13(10–11): 993-1002p.
- Öktem, B., 2016, Atık Yönetiminde Entegre Uygulama, *Batman Üniversitesi Yaşam Bilimleri Dergisi*, 6(2/1):135–147s.
- Önder, H., 2018, Sürdürülebilir Kalkınma Anlayışında Yeni Bir Kavram: Döngüsel Ekonomi, *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 57:196–204s.
- Orhan, A., 2009, Atık Borsası Uygulaması ve Sanayi Sektörüne Etkisinin SWOT Analizi ile Değerlendirilmesi, *Journal of Chemical Information and Modeling*, 21(1):1–9s.
- Özkan, A., Günkaya, Z., Özdemir, A. ve Banar, M., 2018, Sanayide Temiz Üretim Ve Döngüsel Ekonomiye Geçişte Endüstriyel Simbiyoz Yaklaşımı: Bir Değerlendirme, *Anadolu Üniversitesi Bilim Ve Teknoloji Dergisi - B Teorik*

Bilimler, 6(1):84–97s.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

Öztürk, M., 2018, Mermer Kesiminden Kaynaklanan Çevre Kirliliği Ve Önlemleri.

Prieto-Sandoval, V., Jaca, C. and Ormazabal, M., 2018, Towards a consensus on the circular economy, *Journal of Cleaner Production*, 179:605–615p.

Sapmaz Veral, E. ve Yiğitbaşıoğlu, H., 2018, Avrupa Birliği Atık Politikasında Atık Yönetiminden Kaynak Yönetimi Yaklaşımına Geçiş Yönelimleri ve Döngüsel Ekonomi Modeli, *Ankara Üniversitesi Çevrebilimleri Dergisi*, 6(1):1–19s.

Sauvé, S., Bernard, S. and Sloan, P., 2016, Environmental sciences, sustainable development and circular economy: Alternative concepts for trans-disciplinary research, *Environmental Development*, 17:48–56p.

Sheehy, B. and Dickie, P., 2002, Facing the future, In *The Report Of The Mmsd Australia Project*, 21(10).

T.C. Cumhurbaşkanlığı Mevzuat Bilgi Sistemi, “Atık Yönetimi Yönetmeliği”, <https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=20644&MevzuatTur=7&MevzuatTertip=5> (2015), (Erişim tarihi: 30 Kasım 2020).

T.C. Cumhurbaşkanlığı Mevzuat Bilgi Sistemi, “Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmelik”, <https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=13887&MevzuatTur=7&MevzuatTertip=5> (2010), (Erişim tarihi: 30 Kasım 2020).

T.C. Cumhurbaşkanlığı Mevzuat Bilgi Sistemi, “Atıkların Yakılmasına İlişkin Yönetmelik”, <https://www.mevzuat.gov.tr/File/GeneratePdf?mevzuatNo=14344&mevzuatTur=KurumVeKurulusYonetmeligi&mevzuatTertip=5> (2017), (Erişim tarihi: 30 Kasım 2020).

T.C. Cumhurbaşkanlığı Mevzuat Bilgi Sistemi, “Çevre Kanunu”, <https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=2872&MevzuatTur=1&MevzuatTertip=5> (1983), (Erişim tarihi: 30 Kasım 2020).

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, “Endüstriyel Ekoloji”,
<https://anahtar.sanayi.gov.tr/tr/news/endustriyel-ekoloji/72>, (Erişim tarihi: 20 Ekim 2019).
- T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, “Kavramsal Çerçeve”,
<http://www.temizuretim.gov.tr/kavramsalcerceve.aspx>, (Erişim tarihi: 16 Ekim 2019).
- T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı,
<http://www.temizuretim.gov.tr/ekoverimlilikprogrami/Default.aspx>, (Erişim tarihi: 16 Ekim 2019).
- T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, 2019, 2023 Sanayi ve Teknoloji Stratejisi, 66.
- The United Nations Industrial Development Organization (UNIDO), the World Bank Group and Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (German Development Cooperation) (GIZ) GmbH, 2017, An International Framework for Eco-Industrial Parks.
- Trakya Kalkınma Ajansı, 2016, TR21 Trakya Bölgesi Endüstriyel Simbiyoz Potansiyeli Araştırması.
- Türkiye Teknoloji Geliştirme Vakfı, International Synergies, Bakü- Tiflis- Ceyhan Petrol Boru Hattı Şirketi, 2014, İskenderun Körfezi’nde Endüstriyel Simbiyoz Projesi Uygulama Aşaması.
- Türkiye Teknoloji Geliştirme Vakfı, 2010, Türkiye Teknoloji Geliştirme Vakfı (TTGV) Çevre Destekleri ve UNIDO Eko-Verimlilik (Temiz Üretim) Programı.
- Ulaşlı, K., 2018, Geri Kazanılabılır Atıkların Yönetimi Ve Sıfır Atık Projesi Uygulamaları: Kadıköy Belediyesi, Gaziantep.
- Ulutaş, F., 2017, Endüstriyel Ekoloji, 1-44s.
- Ulutaş, F., <https://docplayer.biz.tr/15926868-Turkiye-de-ulusal-politikalar-ve->

endustriyel-simbiyoz.html (2013), (Erişim tarihi: 30 Kasım 2020).

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

Uslu, G., 2019, Bir Sürdürülebilir Kalkınma Modeli Olarak Endüstriyel Simbiyoz Ve Kobi’lerde Endüstriyel Simbiyoz Uygulamaları Üzerine Öneriler, Tekirdağ.

Yaman, K. ve Olhan, E., 2010, Atık Yönetiminde Sıfır Atık Yaklaşımı ve Bu Anlayışa Küresel Bir Bakış, 3(1):53–57s.

Yavuz, A. V., 2010, Sürdürülebilirlik Kavramı ve İşletmeler Açısından Sürdürülebilir Üretim Stratejileri, Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 7(14):63–86s.

Zhang, L., Yuan, Z., Bi, J., Zhang, B. and Liu, B., 2010, Eco-industrial parks: national pilot practices in China, Journal of Cleaner Production, 18(5):504–509p.

Zhu, Q., Lowe, E. A., Wei, Y. A. and Barnes, D., 2007, Industrial symbiosis in China: A case study of the Guitang Group, Journal of Industrial Ecology, 11(1):31–42p.

2005 National Materials Exchange Conference and Managers Meeting,
http://mxinfo.org/documents/2005_03_29_MaterialsExchangeWelcome.pdf
 (Erişim tarihi: 28 Kasım 2020).

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın gerçekleştirilmesinde, değerli bilgilerini benimle paylaşan, kendisine ne zaman danışsam bana kıymetli zamanını ayırıp sabırla ve büyük bir ilgiyle bana faydalı olabilmek için elinden gelenden fazlasını sunan, güler yüzünü ve samimiyetini benden esirgemeyen ve gelecekteki mesleki hayatımda da bana verdiği değerli bilgilerden faydalanacağıma emin olduğum kıymetli danışman hocam Prof. Dr. Nuri AZBAR’a teşekkürü bir borç biliyor ve şükranlarımı sunuyorum.

Bu çalışma süresince gerekli verilerin sağlanmasında kolaylık gösteren İzmir Atatürk Organize Sanayi Bölgesi Bölge Müdürlüğü’ne ve özellikle benden hiçbir zaman desteğini esirgemeyen aileme ve eşime sonsuz teşekkürler.

05 / 01/ 2021

İmzası

Cansu MAYAOĞLU AKIN

ÖZGEÇMİŞ

1993 yılında Adana’da doğan CANSU MAYAOĞLU AKIN, 2011 yılında Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi’nde lisans eğitimine başlayıp 2016 yılında Kimya Mühendisi olarak mezun oldu. 2017-2019 yılları arasında İzmir Büyükşehir Belediyesi Çevre Koruma ve Kontrol Daire Başkanlığı Ruhsat ve Denetim Şube Müdürlüğü’nde çalışmış olup, 2018 yılında Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Bilimleri Tezli Yüksek Lisans eğitimine başlamıştır.



EKLER

