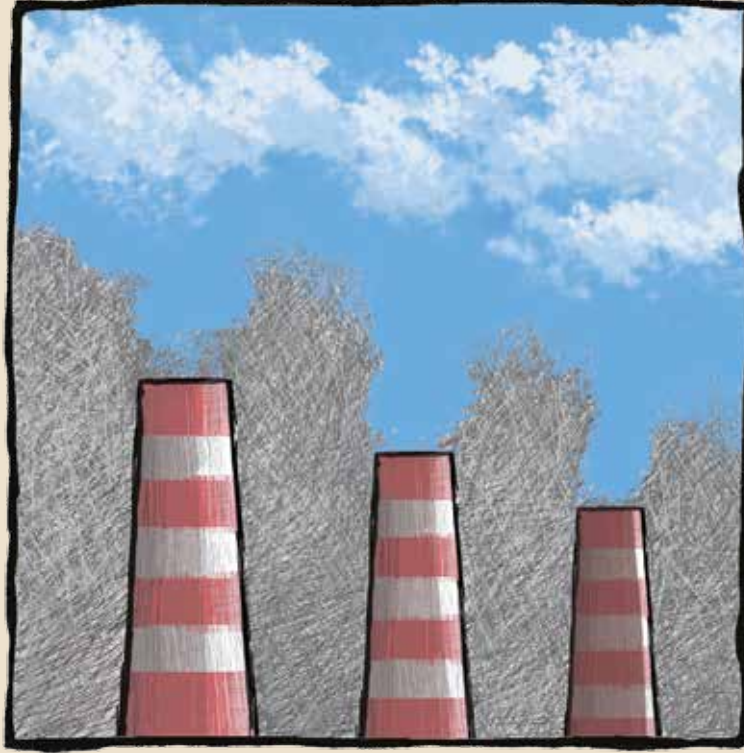




Bu proje Avrupa Birliği tarafından finanse edilmektedir.

Sürdürülebilir Üretim ve Tüketim Yayınları - VI

Endüstriyel Ekoloji

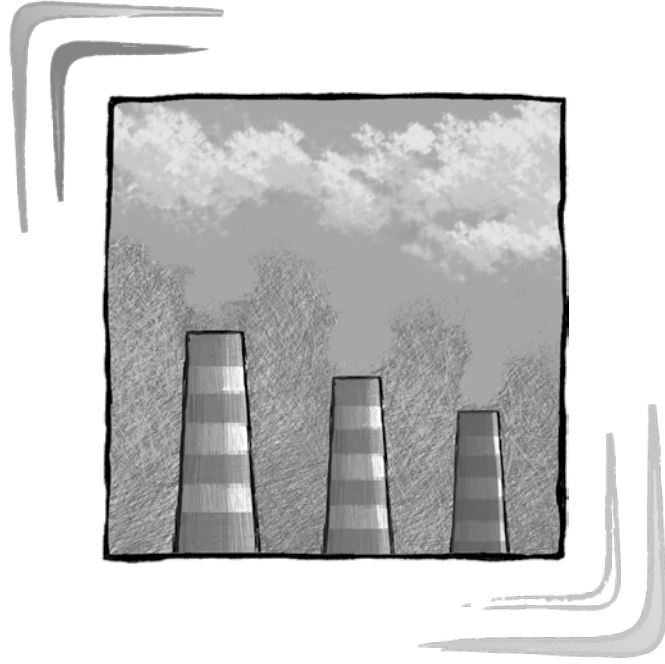


BÖLGESEL ÇEVRE MERKEZİ
REC Türkiye



Sürdürülebilir Üretim ve Tüketim Yayınları - VI

Endüstriyel Ekoloji



Hazırlayan

Ferda ULUTAŞ

ISBN:

İçindekiler

1. Endüstriyel Ekolojinin bilimsel bir disiplin olarak ortaya çıkışı nasıl gerçekleşmiştir?	5
2. Endüstriyel Ekolojinin bilimsel bir disiplin olarak konusu nedir?	8
3. Endüstriyel Ekoloji'nin uygulandığı üretim sahalarında kullanılan stratejiler nelerdir?	19
4. Endüstriyel Ekoloji'yi destekleyen sistem araçları nelerdir? Bu araçların Endüstriyel Ekolojinin uygulanması bakımından önemi nedir?	23
5. Endüstriyel Ekolojinin uygulandığı üretim sahaları örnekleri dünya, AB ve Türkiye ölçeklerinde hangileridir?	26
6. Endüstriyel Ekoloji araçlarının kullanıldığı AB uygulamaları ve politikaları nelerdir?	37
Kaynaklar	39

1. Endüstriyel Ekolojinin Bilimsel Bir Disiplin Olarak Ortaya Çıkışı Nasıl Gerçekleşmiştir?

İlk olarak 1989 yılında Frosch ve Gallopoulos [1] tarafından gündeme getirilmiş olan “Endüstriyel Ekoloji” ve “Endüstriyel Ekosistem” kavramları, endüstri ile doğal yaşam ve ekolojik sistemler arasındaki analojiye dayanmaktadır.

Metabolizma, biyolojide “canlı bir organizmanın yaşamını sürdürmesi sırasında gerçekleşen tüm prosesler” olarak tanımlanmaktadır. Organizmalar enerji açısından zengin, entropisi düşük maddeleri (yani besinleri) yiyerek yaşamsal fonksiyonlarını yerine getirebilmekte, aynı zamanda büyüme ve çoğalma için de fazladan enerji sağlayabilmektedirler. Yaşamsal fonksiyonların sonucunda ise entropisi yüksek atık maddeler oluşturmaktadırlar. Biyolojik organizmalar ve endüstriyel faaliyetler arasında çok ilginç bir analoji bulunmaktadır. Her ikisi de hem serbest enerji akışıyla maddeyi proses eden sistemlerdir [2], hem de kararlı halde işleyen “dönüştürücü sistemler”dir. [3].

Endüstriyel metabolizma tanımı da ilk olarak Ayres [4, 5] tarafından ortaya atılmıştır: Endüstriyel metabolizma hammaddelerin, enerjinin ve insan gücünün, nihai ürüne ve atığa dönüştürüldüğü prosesler bütünüdür.

Doğada ekolojik sistemler organizmaların içinde yaşadığı ve birbirlerini ve birbirlerinin atıklarını tükettiği bir tür “ilişkiler ağı”ndan oluşmaktadır. Doğal sistemlerde enerji ve yararlı madde içeren hiç bir şey yok olmaz. Besin ağı da, organizmalar ve atıklarının kullanıldığı ilişkiler bütününden oluşmaktadır. [6]

Ayres’in “endüstriyel metabolizma” tanımından esinlenen Frosch ve Gallopoulos [1], “endüstriyel ekosistem” ve bunun sonucunda da “endüstriyel ekoloji” kavramlarını ortaya atmıştır. Onlara göre ideal endüstriyel ekosistem biyolojik ekosistem gibi çalışmalıdır, bu da endüstriyel ekolojinin temelidir. Diğer bir ifadeyle, endüstriyel bir ekosistemde bir endüstriyel işletme tarafından üretilen atık diğeri tarafından kaynak olarak kullanılmalı ve sistemden hiç atık çıkmamalı, olumsuz bir çevresel etki oluşmamalıdır.

Endüstriye ekolojik analoji çerçevesinde bakıldığında; endüstriyel bir ekosistem vardır ve bu sistemi endüstriyel faaliyetler, ürünler ve üretim sürecinden kaynaklanan atıklar oluşturmaktadır. İşte endüstriyel ekoloji kavramı bu analojinin ürünüdür. Bu yaklaşım basit bir benzetmeden ibaret değildir, altında sağlam bir felsefe vardır ve Forsch [6] bu yaklaşımın, endüstriyel sistemlere yeni bir yön verebilecek son derece yararlı keşiflere götüreceğini öngörmüştür.

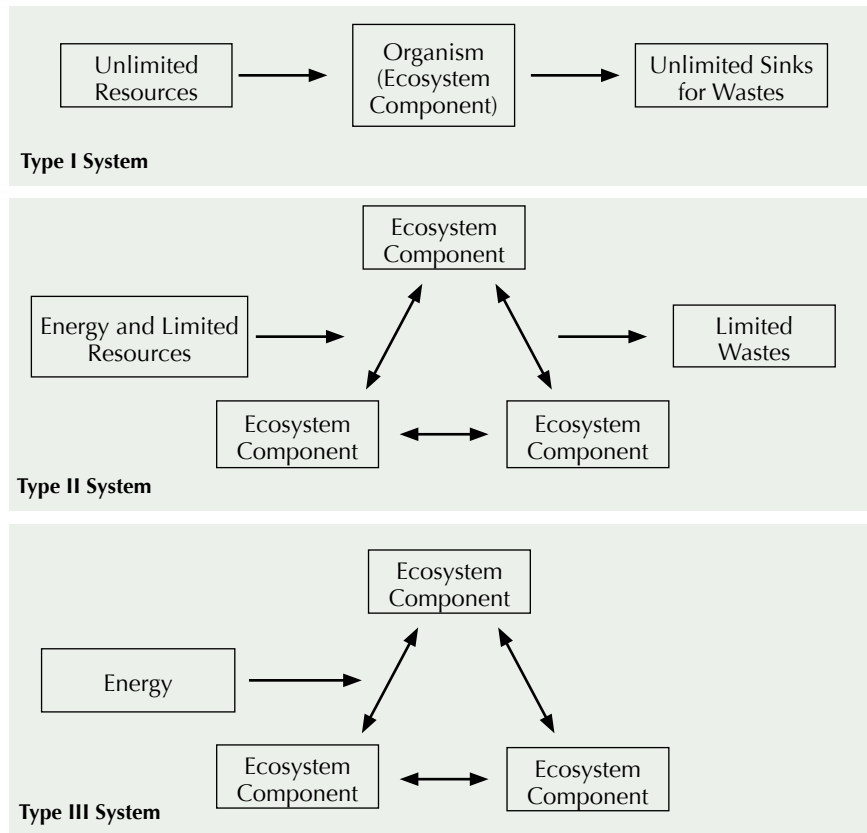
“Endüstriyel ekoloji” analojisi “endüstriyel metabolizma”nın ötesindedir. Buna göre organizma belli bir ürün ya da ürün grubuna götüren endüstriyel prosesi ya da endüstriyel prosesler bütünü; ekoloji ise birbirleri ile hem ekonomik açıdan hem de birbirlerinin ürün ve atıklarını (madde ve enerji) kullanmaları açısından ilişki içinde olan tüm endüstriyel prosesler ağını

(network) simgelemektedir. Forsch [6], “atıkların” endüstriyel ilişkiler ağı içinde genellikle ihmal edilmiş ve tam olarak entegre edilmemiş olduğu yorumunu yapmıştır. Sistemin bir bütün olarak algılanıp değerlendirilebilmesi için atıkların ve ömrünü tamamlamış ürünlerin de “madde” ve “enerji” olarak sisteme entegre edilmesi gerekmektedir.

Aslında bu tür yaklaşım ve analogilerin en önemli amacı, endüstrinin “sistem yaklaşımı” ile yani bir bütün olarak analiz edilebilmesi ve “endüstriyel sistemlerden, ürün ve proseslerden kaynaklanan çevresel etkilerin azaltılmasına yönelik stratejilerin belirlenerek uygulanabilmesidir. [7] Çevresel sorunlar sistemik olduğundan, “sistem yaklaşımı” önemli hale gelmektedir. Ancak bu şekilde endüstriyel uygulamalar, insan faaliyetleri ve çevresel/ ekolojik prosesler tam olarak anlaşılacaktır.

Bu bağlamda endüstriyel ekolojinin, “endüstriyel ve ekolojik sistemlerin içindeki ve birbirleri arasındaki fiziksel, kimyasal ve biyolojik etkileşim ve ilişkilerini inceleyen” bilimsel bir disiplin olduğunu söylemek mümkündür.

Endüstriyel ekolojinin ortaya koyduğu en önemli boyutlardan biri, hammaddelerin kullanılarak, ürün, yan ürün ve atıkların oluştuğu “doğrusal yapıdaki” üretim sisteminden, atıkların farklı bir ürün ya da proses için enerji ya da hammadde olarak “tekrar” kullanıldığı “döngüsel yapıdaki” sistemlere geçiş sağlanmasıdır. Şekil 1’de doğrusal, yarı-döngüsel ve tam-döngüsel tipteki üç sistemin karşılaştırılması görülmektedir. [8]



Box 2: Braden R. Allenby 1992

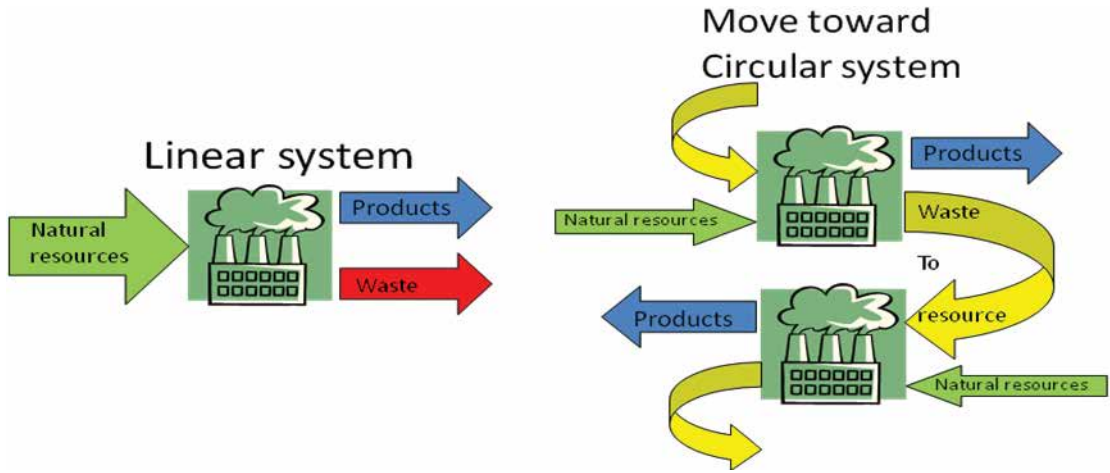
Şekil 1. Doğrusal, Yarı-Döngüsel ve Tam-Döngüsel Üretim Sistemleri

Şekil 1’den de görüleceği gibi,

- Tip 1 Sistemi konvansiyonel endüstri sistemlerinde, dünyadaki kaynakların ve atık sindirme kapasitesinin “sınırsız” olduğu varsayılarak yürütülen doğrusal üretim sürecini;
- Tip 2 kaynakların “sınırlı” olduğu dikkate alınarak atıkların kısmen tekrar kullanıldığı ve bir miktar da atığın oluştuğu daha çok günümüz endüstri uygulamalarını;
- Tip 3 ise tam kapalı, tüm madde ve enerjinin çevrim içinde olduğu “sıfır atık” yani tam dögüsel sistemi

ifade etmektedir.

Yukarıda belirtilen doğrusal ve dögüsel sistemler daha basit bir biçimde Şekil 2’de de verilmektedir.



Şekil 2. Doğrusal ve Dögüsel Üretim Sistemlerinin Karşılaştırması [9]

2. Endüstriyel Ekolojinin Bilimsel Bir Disiplin Olarak Konusu Nedir?

Çevre yönetim sistemleri, kirlilik önleme / temiz üretim programları gibi strateji ve araçlar, sanayilerin çevresel performanslarını arttırmakla kalmayıp aynı zamanda sanayilerin ekonomik performanslarını, kurumsal prestijlerini, olumlu sosyo-ekonomik etkilerini de büyük ölçüde etkilemektedir. Bu gibi yaklaşımların çoğunluğu ana odak noktasını firmaların doğrudan kontrol sahibi oldukları tesis içi faaliyetlerine yerleştirmektedir. Her ne kadar son derece önemli ve sıklıkla çok etkin olsa da, bu yaklaşımlar çevresel performansı sadece belli bir düzeye kadar geliştirebilmektedir. Ek ilerleme elde edebilmek için bireysel firma sınırlarının ötesine bakmak ve çoğunlukla firmalar arası işbirliği yapmak gerekli olmaktadır.

Gelinen noktada temiz üretim kavramı ile birlikte anılan ve temiz üretim yaklaşımıyla örtüşen pek çok yönü bulunan farklı kavramlar da geliştirilmiştir. Bu yaklaşımlardan en ilgi çekici olanlardan biri de endüstriyel ekolojidir.

Bu kavramın konusunun ve kapsamının tam olarak anlaşılabilmesi için zaman içindeki gelişimine bakılmasının yararlı olacağı düşünülmektedir. Bu kapsamda endüstriyel ekoloji konusu, kavramın ortaya ilk atıldığı 1989 yılından itibaren 1990'lı yıllardaki gelişimi ile 2000'ler ve günümüzdeki mevcut durum olmak üzere iki ayrı bölümde ele alınmıştır.

2.1 1990'lı Yıllarda Endüstriyel Ekoloji

2.1.1 Endüstriyel Ekoloji Kavramı ve Temel Taşları

Yukarıda da belirtildiği gibi, “endüstriyel ekoloji” kavramının temeli, Ayres'in [3] “endüstriyel metabolizma” ve Frosch ile Gallopoulos'un [1] “endüstriyel ekosistem ve ekoloji” analogilerine dayanmaktadır. Bu kavramın ortaya çıktığı ilk dönemlerdeki en temel prensip, aynı endüstriyel ekosistem içindeki bir işletmenin atığının (madde ya da enerji olarak) bir diğeri tarafından giridi olarak kullanılması ve bu şekilde döngüsel bir sistem içinde çevresel etkinin minimize edilmesiydi.

Endüstriyel ekoloji, zaman içinde farklı boyutlarıyla tartışılarak, farklı şekillerde de tanımlanan ve gelişen bir kavram oldu. Garner [7], 1995 yılında o güne kadar yapılmış diğer tanımları da dikkate alarak, endüstriyel ekolojinin kapsamını ve özelliklerini şu şekilde derlemiştir:

- endüstriyel ve ekolojik sistemler arasındaki etkileşimlere sistemik bir bakış
- madde ve enerji akım ve dönüşümlerinin bilimi
- birden fazla disiplini ilgilendiren (multidisipliner) bir yaklaşım
- geleceğe yönelik bir kavram
- doğrusal (açık) prosesler sisteminden döngüsel (kapalı) sisteme doğru bir değişim

- (böylece bir işletmenin atığının diğerinin girdisi olması)
- endüstriyel sistemlerin ekolojik sistemler üzerindeki çevresel etkilerinin azaltılmasına yönelik bir uygulama
- endüstriyel faaliyetlerin uyumlu bir şekilde ekolojik sistemlere entegrasyonuna yönelik bir yaklaşım
- endüstriyel sistemlerin daha etkin ve sürdürülebilir olan doğal sistemlere benzemesinin sağlanması
- endüstriyel ve doğal sistemlerdeki hiyerarşilerin belirlenmesi ve karşılaştırılması ile potansiyel çalışma ve eylem alanlarının tespit edilmesi

Yukarıdaki kapsam da dikkate alındığında endüstriyel ekolojinin temel taşlarını “sistem analizi”, “madde ve enerji akımları ve dönüşümleri”, “multidisipliner yaklaşım”, “doğal sistemlerle analogi” ve “doğrusal sistemden döngüsel sisteme geçiş” olarak tanımlamak mümkündür. Aşağıda bu kavramlar biraz daha ayrıntılı olarak ele alınmaktadır: [8]

Sistem Analizi

Endüstriyel ekolojide insan faaliyetleri ile çevresel etkiler arasındaki ilişkinin sistemik bir şekilde değerlendirilmesi kritik öneme sahiptir. Endüstriyel sistemler hiyerarşisi, en yüksekten en alt seviyeye doğru

- bütünsel madde ve enerji akımları
- sektör
- kurum/ işletme
- ürün sistemi
- yaşam döngüsünün belli bir aşaması

olarak tanımlanabilmektedir. Endüstriyel ekolojinin amacı, endüstriyel ve ekolojik sistemler arasındaki etkileşimin çerçevesinin, en yüksek seviyeden bir sistem yaklaşımı ile, yani tüm madde ve enerji akımları çerçevesinde belirlenmesidir.

Madde ve Enerji Akımları ve Dönüşümleri

Endüstriyel ekolojinin temellerinden biri de endüstriyel sistemler içindeki madde ve enerji akımlarının ve bunların ürün, yan ürün ve atığa dönüşümlerinin analiz edilmesidir. Bu kapsamda yapılan kütle ve enerji denklemleri ile atık ve kirliliğe neden olan verimsiz ürün ve proseslerin belirlenmesi, önceliklerin, azaltım ve atık değerlendirme fırsatlarının tespit edilmesi mümkün olabilmektedir. Endüstriyel ekolojide, endüstriyel faaliyetlerin daha kapalı sistemler haline getirilerek faaliyetler sonucu oluşan ve atık ve kirlilik olarak sistem dışına verilen maddelerin minimize edilmesi hedeflenmektedir.

Örnek bir madde akım diyagramı Şekil 3’te verilmektedir.

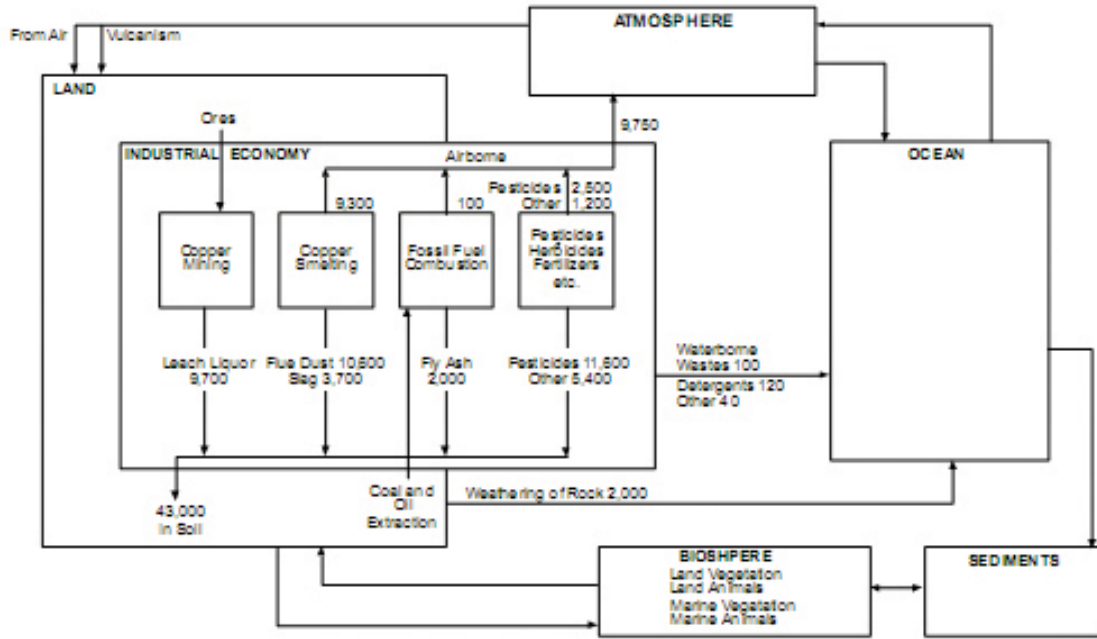


FIGURE 4: SIMPLIFIED REPRESENTATION OF ARSENIC PATHWAYS IN THE U.S. (METRIC TONS), 1975.

Source: Ayres et al. (1988).

Şekil 3. Örnek Bir Bütüncül Madde Akım Diyagramı
(ABD'deki Arsenik Maddesinin Makro Düzeydeki Akım Diyagramı)

Multidisipliner Yaklaşım

Endüstriyel ekoloji bütünsel ve sistemik bir temele oturduğundan farklı disiplinlerin katkı ve katılımı şarttır. Pek çok çevresel sorunun karmaşık yapısının farklı uzmanlıkları gerektirdiği de dikkate alındığında, mühendislik, hukuk, ekonomi, sağlık, işletme, doğal kaynaklar, ekoloji, vb. disiplinlerin bu yapı içinde yer alması kaçınılmazdır.

Doğal Sistemlerle Analoji

Endüstriyel ekoloji kavram olarak doğal sistemlerle yapılan analogiye dayanmaktadır. Doğada organizmalar, bitkiler ve pek çok biyolojik, kimyasal ve fiziksel proseslerde “dinamik bir denge” bulunmaktadır ve hiçbir şey sistemden ayrılmamaktadır. Endüstriyel ekolojide de amaç endüstriyel sistemlerin mümkün olduğunca doğal sistemlere benzemesinin sağlanmasıdır. Endüstriyel sistemlerin anlaşılmasında ve analizinde de bu yaklaşım önemli bulgular ve yorum olanakları sağlamaktadır.

Doğrusal Sistemden Döngüsel Sisteme Geçiş

Bölüm 1’de açıklandığı gibi, endüstriyel ekoloji yaklaşımında dünyadaki kaynakların ve atık sindirme kapasitesinin “sınırlı” olduğunun farkına varılması ile endüstriyel algı ve pratiklere önemli bir değişiklik gelmektedir. Nihai hedef, Şekil 1’de görülen tam kapalı, tüm madde ve enerjinin çevrim içinde olduğu “sıfır atık” yani tam döngüsel sistemin hayata geçirilmesidir.

Endüstriyel ekolojinin çözümlenmesi sırasında ortaya çıkan bir diğer analogi de “endüstriyel simbiyoz” (endüstriyel ortak yaşam) olmuştur. Bilindiği gibi “simbiyoz” da biyolojik bir terimdir ve iki canlının tek bir organizma gibi birbirleriyle yardımlaşarak bir arada yaşamaları anlamına gelmektedir. Bunun en çok bilinen örneği, mantarlar ve fotosentetik alglerden meydana gelen simbiyotik birliktelikler yani likenlerdir. (Şekil 4)



(Kaynak: <http://tr.wikipedia.org/wiki/Liken>)

Şekil 4. Mantar ve algler arasındaki simbiyotik ilişki: Liken (Tür: *Xanthoria parietina*)

Endüstriyel simbiyoz da doğadakine benzer şekilde birbirine yakın iki bağımsız endüstriyel işletme arasında madde ve enerji değişimi olarak tanımlanmıştır. [10]

Aslında, endüstriyel ekoloji ve endüstriyel simbiyoz aynı yaklaşımı işaret etmektedir. Endüstriyel ekolojinin daha genel bir kavram olarak ilgili tüm konuları kapsadığını belirten kaynaklar olmakla birlikte, bu iki kavram günümüzde de aynı anlamda kullanılmaktadır. Bu kılavuzda da her iki kavram da kullanılmış, daha çok yararlanılan kaynakta belirtilen kavramın kullanılması esas alınmıştır.

2.1.2 Kalundborg Örneği

Endüstriyel ekoloji ya da endüstriyel simbiyoz kavramı gündeme geldiğinde, verilen ilk örnek Danimarka'da Kopenhag'ın 100 km batısında bulunan Kalundborg kasabesindeki endüstri bölgesidir. Öyle ki, Kalundborg adı endüstriyel ekoloji ve endüstriyel simbiyoz kavramları ile neredeyse özdeşleşmiştir. Söz konusu kavramların tartışıldığı, yöntem ve politikaların değerlendirildiği pek çok çalışma Kalundborg endüstri bölgesinin incelenmesi ve değerlendirilmesine dayanmaktadır.

Kalundborg'un en belirgin özelliği, endüstriyel ekolojinin tamamen işletmeler arasındaki ikili işbirliklerinin kurulmasıyla, adım adım ve kendiliğinden uzun yıllar içinde oluşmuş olmasıdır. Kalundborg'un 1959 – 1993 dönemini kapsayan kronolojik gelişimi Tablo 1'de verilmektedir:

Tablo 1. Kalundborg Endüstriyel Bölgesinin ve Bölgedeki Endüstriyel Ekolojinin Gelişimi [10, 11]

Yıl	Eylem
1959	Asnaes (endüstriyel ekolojinin ana partneri) termik santralı devreye alındı.
1961	Danimarka'nın ilk petrol rafinerisi Tidewater Petrol Şirketi (daha sonra Statoil olacak) devreye girdi; Tisso gölünden su teminine yönelik su borusu hattı kuruldu.
1972	Gyproc Alçı Duvar Fabrikası kuruldu; Rafineri gazı için boru hattı kuruldu.
1973	Asnaes termik santralı büyütüldü ve Tisso gölü suyunu kullanmaya başladı.
1976	Novo Nordisk Enzim ve İlaç üretim şirketi biyolojik çamurlarını yakındaki çiftçilere vermeye başladı.
1979	Asnaes termik santralı, tesisinden çıkan ve onun için sorun olan atık uçucu külü Aalborg Portland adlı çimento üreticisine vermeye başladı.
1981	Kalundborg belediyesi, Asnaes termik santralından çıkan atık ısıyı kullanarak bölgesel ısınma sistemi ve dağıtım ağı kurdu.
1982	Novo Nordisk ve Statoil Asnaes'tan proses buharı satın almaya başladı ve kendi verimsiz buhar sistemini kapattı.
1987	Statoil soğutma suyu atığını Asnaes'a kazan besleme suyu olarak vermeye başladı.
1989	Asnaes soğutma suyunun ısınısını balık üretiminde kullanmaya başladı.
1990	Statoil sülfür geri kazanım tesisini kurarak sülfürik asit üreticisi Kemira'ya hammadde olarak sülfür satmaya başladı.
1991	Statoil, biyolojik olarak arıttığı rafineri atık suyunu çeşitli temizlik işlemleri ve uçucu kül stabilizasyonu için kullanması amacıyla Asnaes'a vermeye başladı.
1992	Statoil, rafineri gazını takviye yakıt olarak Asnaes'a vermeye başladı.
1993	Asnaes termik santralı baca gazı arıtma (desülfürizasyon) sistemini devreye aldı ve çıkan kalsiyum sülfatı (alçıtaşı) Gyproc Alçı Duvar Fabrikası'na satmaya başladı; Gyproc dışarıdan alçı taşı almamaya başladı ve daha iyi ürün kalitesi elde etti.

Tablo 1'de verilen Kalundborg'da 1993 yılına kadar gerçekleştirilen uygulamalardan elde edilen en önemli kazanımlar şunlar olmuştur [11]:

- Enerji tüketiminde, kömür, petrol ve su kullanımında yüksek seviyeli düşüş,
- SO₂ ve CO₂ salımlarında azalma, atıksu miktarında azalma ve kalitesinde artış,
- Uçucu kül, sülfür, biyolojik çamur ve alçı taşı gibi konvansiyonel atıkların hammadde olarak üretim süreçlerinde kullanılması,
- Adım adım gelişen ve hem diğer endüstrilere örnek olabilecek hem de planlama açısından yol gösterebilecek bir çevresel düşünme sisteminin yerleştirilmesi,
- Kalundborg için iyi bir imaj oluşması.

Kalundborg, artan simbiyotik ilişkileri ile faaliyetine devam etmektedir, bölgenin güncel durumu ile ilgili bilgiler Bölüm 5’te özetlenmektedir.

2.1.3 Kalundborg Örneğinden Hareketle Endüstriyel Ekolojinin (Simbiyozun) Yorumlanması

Kalundborg örneğinden hareketle, etkin bir endüstriyel simbiyozun tipik özellikleri şöyle tanımlanmaktadır [11]:

- Sistemdeki endüstriler birbirleriyle uyumlu ancak birbirlerinden farklıdır.
- İşletmeler arası anlaşmalar ticari prensiplere uygun olmalıdır.
- Çevresel performansın artması, kaynak tasarrufu ve ekonomik kazançlar bir arada sağlanmalıdır.
- Endüstriyel simbiyoz gönüllülük esasına göre gelişmeli, ancak yetkili kurumlarla işbirliği içinde olunmalıdır.
- Sistemdeki işletmelerin birbirine yakınlığı önemli avantajlar sağlamaktadır.
- Katılımcı işletmelerin bakış açıları ve düşünce şekilleri de birbirleriyle uyumlu olmalıdır.
- Karşılıklı yönetim anlayışı ve işbirliği taahhüdü gereklidir.
- Katılımcı işletmeler arasında etkin ve işlevsel bir iletişim olmalıdır.
- Ana kazanımlara ek olarak güvenlik, eğitim, vb. alanlarda da olumlu yan etkiler sağlanmaktadır.

Kalundborg’daki yapı, esas olarak işletmeler arasındaki madde ve enerji değişimine dayanmaktadır. Bu başarılı uygulama, endüstriyel simbiyozun yararlarının gösterimi amacıyla tasarlanmamıştır, bir master planı yoktur. Tablo 1’de verilmiş olan simbiyotik ilişkilerin her biri uzun değerlendirmelere dayanan bağımsız iş anlaşmalarıdır ve “ekonomik kazanç” sağladıkları için gerçekleştirilmiştir. Diğer bir ifadeyle bölgedeki lider işadamları rasyonel iş ilişkilerini takip ederken aynı zamanda da çevresel açıdan çok önemli kazanımlar sağlamıştır. [10]

Böylece bölge genelindeki çevresel farkındalık ve çevre yönetimi anlayışı yaygınlaşarak sürekli gelişmiş, işletmelerin motivasyonuna katkı sağlamıştır. Böylesi bir yapının önceden planlanarak oluşturulmasının çok zor olduğu düşünülmektedir. Aşağıda böylesi bir endüstriyel simbiyoz uygulamasının başarısı için önemli olan bazı kriterlerin kısa değerlendirmesi yapılmaktadır.

Ekonomiklik/ Fizibilite

Ekonomiklik ya da fizibilite açısından kritik konu, aynı anda hem teknik hem ekonomik koşulların olumlu bir şekilde ortaya çıkmasıdır. Simbiyotik ilişkinin tarafları arasında olması gereken temel uyumun (kimyasal, teknik) yanı sıra, her iki tarafın da net bir maliyet avantajı sağlaması gerekmektedir. [10] Örnek olarak, Asneas termik santralının uçucu külünün çimento fabrikasına iletilmesine yönelik maliyetin, söz konusu atığın bertaraf maliyetinden daha düşük olması beklenmektedir. Uçucu külün çimento fabrikasına iletilmesinin yatırım ve işletme maliyetinin yanı sıra Ar-Ge, mevzuat, kontrat ve izleme gibi maliyet kalemleri de söz konusu olabilmektedir. Bu tür işlemlerin aracı firma ya da kurumlar aracılığıyla yapılmasının maliyet düşürücü olumlu etkileri olabilmektedir.

Organizasyonel Yapı

Endüstriyel simbiyoz uygulamaları, Kalundborg'da olduğu gibi işletmeler arası sözleşmelerden oluşabileceği gibi, hurda malzemelerin ikinci el piyasası da endüstriyel simbiyozla katkı sağlayan bir yapıdır. Ancak Kalundborg modeli simbiyoz uygulamasının sürekliliği ve kesinliği açısından daha avantajlı görülmektedir. Bu kapsamda;

- Endüstriyel kümelenme yaklaşımıyla oluşturulan yapılar (örnek: Sıfır Emisyon Araştırma Girişimi olarak tanımlanan “Zero Emission Reserach Initiative”- ZERI) [11]
- ABD'deki endüstriyel organizasyonlar,
- Japonya'daki “keiretsu” örneğinde görülen, güçlü bir banka etrafında oluşan, bankadan kredi alan ve bankanın her birinde pay sahibi olduğu şirketler grubu (ya da ağı)

gibi yapılar da alternatif olarak dikkati çekmektedir. Aktif ticari dernekler, ortaklaştırılmış hizmetler (satın alma, kalite güvence), işletmeler arası yakın ilişkiler, vb. endüstriyel simbiyozla katkı sağlayacak unsurlar olarak görülmektedir. [10]

Teknik Konular

Genellikle simbiyotik ilişkilerin yürütüleceği işletmelerin birbirlerine yakınlığı, nakliye maliyetlerinin ve enerji kaybının minimize edilmesi açısından önemli bir parametre olarak görülmektedir. Kalundborg'da Statoil'in elde ettiği sülfür örneğindeki gibi değeri yüksek maddeler için ise, yakınlık önemli bir parametre olarak görülmeyebilmektedir. Genellikle, zengin organik içeriği olan atıklar (ör: fermantasyon sonucu çıkan atıklar, tarım ve orman atıkları, vb.) içerdikleri karbon nedeniyle yem, gübre üretimi, vb. sektörlerde rahatlıkla kullanım alanı bulabilecek atıklardır. Öte yandan, bazı atıkların ya da ürünlerin müşterinin gereksinimine uygun olarak daha cazip girdiler haline getirilmesi amacıyla atık üzerinde çeşitli kirlilik kontrol ve yoğunlaştırma işlemlerinin yapılması da söz konusu olmaktadır. [10]

Mevzuat Konusu

Kalundborg'da simbiyotik ilişkilerin sağladığı ekonomik kazanımlar, uygulamaların hayata geçirilmesi için yeterli olmuştur. Olası diğer ilişkilerin de yatırıma dönüştürülmesinin önündeki engel konvansiyonel uygulamanın simbiyotik uygulamaya göre daha düşük maliyetli olmasıdır. Burada belirleyici olan atık bertaraf ve kirlilik kontrol maliyetlerinin, endüstriyel simbiyozu cazip kılacak şekilde ayarlanmasıdır. Danimarka'da politika düzeyindeki en önemli beklenti bu olmuştur. Kalundborg'un başarısındaki çok önemli bir diğer faktör de Danimarka'daki yasal çerçevenin esnekliği ve endüstriyel simbiyozun gelişmesine olanak veren, teşvik eden bir yapıda olmasıdır. İşletmelerle olan ilişki “komut verme – kontrol etme” yapısında olmayıp, işletmelerin plan ve öngörülerini yetkili otoriteler ile rahatlıkla paylaşarak alınacak önlemlere gerektiğinde birlikte karar verebilecekleri bir ortam sağlamaktadır. [10]

2.2 2000'lerde ve Günümüzde Endüstriyel Ekoloji

1990'ların sonlarından itibaren endüstriyel ekoloji ya da endüstriyel simbiyoz yaklaşımına göre işleyen endüstriyel bölgelerin, yani “eko-endüstriyel park”ların planlanması ve tasarımına yönelik pek çok çalışma ve tartışma yapılmıştır. Bu kapsamda Kalundborg başta olmak üzere, benzer örneklerin incelenmesi ve değerlendirilmesi 2000'li yıllarda ve günümüzde de devam etmektedir.

Günümüzde “endüstriyel simbiyoz” (endüstriyel ekoloji) birbirinden bağımsız çalışan, tercihen fiziksel olarak birbirine yakın olan, iki veya daha fazla ekonomik işletmenin bir araya gelerek hem çevresel performansı hem de rekabet gücünü artıracak uzun süreli ortaklıklar kurması ve dayanışma içinde çalışması olarak tanımlanmaktadır. Aşağıda, eko-endüstriyel parklar ile ilgili tartışmalar ve gelişmeler ile bu kavramın günümüzdeki algılanma şekli biraz daha ayrıntılı olarak açıklanmaktadır.

2.2.1 Endüstriyel Ekoloji ve Eko-endüstriyel Parklar

Eko-endüstriyel park “endüstriyel ekoloji”nin şirketler arasında işbirliği içinde uygulanmasına yönelik stratejilerden biridir. [13] Eko-endüstriyel park, “çevre ve kaynak (enerji, su ve madde) yönetiminde işbirliği yaparak, çevresel ve ekonomik performansını artırmak isteyen, üretim ve hizmet sektörlerindeki şirketlerin oluşturduğu topluluk” olarak tanımlanmıştır. [14]

Sıradan endüstriyel parklar ile eko-endüstriyel parklar arasındaki en önemli iki fark, eko-endüstriyel parklarda

- işletmeler, park yönetimi ve yerel/ bölgesel karar vericiler arasındaki güçlü bir işbirliği ve alış-veriş olması ve
- tüm aktörlerin ekonomik, ekolojik ve sosyal açıdan sürdürülebilir bir endüstriyel faaliyet vizyonuna yönelik ortak hedeflerinin olmasıdır. [13]

Eko-endüstriyel parklarda işletmeler arasında simbiyotik ilişkilerin olduğu firma ve faaliyetlerin tümü eko-endüstriyel park ağını ya da endüstriyel simbiyoz ağını oluşturmaktadır. Bu ağ kapsamında bulunabilecek potansiyel alanlar Tablo 2'de verilmekte olup, bu tablo günümüz uygulamalarının kapsamını da göstermektedir.

Tablo 2. Eko-endüstriyel park (endüstriyel simbiyoz) ağlarındaki potansiyel alanlar [16]

Hammadde/ Malzeme	<ul style="list-style-type: none"> - ortak satın alma - müşteri/ tedarikçi ilişkileri - yan-ürün uygulamaları - yeni hammadde/ malzeme pazarları 	Hayat Kalitesi/ Halkla ilişkiler	<ul style="list-style-type: none"> - Entegre iş ve rekreasyon - Ortak eğitim fırsatları - Gönüllü ve halk programları - Bölgesel planlamaya dahil olma
Ulaşım/ Lojistik	<ul style="list-style-type: none"> - ortak tedarik - ortak sevkiyat - araçların birlikte bakım ve onarımı - alternatif paketleme - saha içi ortak nakliye - entegre lojistik 	Üretim Süreçleri	<ul style="list-style-type: none"> - kirlilik önleme - fire azaltımı ve firelerin yeniden kullanımı - üretim tasarımı - ortak altyükleniciler - ortak ekipman/ teçhizat kullanımı - teknoloji paylaşımı ve entegrasyonu
İnsan Kaynakları	<ul style="list-style-type: none"> - eleman alımı - ortak fayda programları - sağlık programları - ortak hizmetler (güvenlik vb.) - eğitim - esnek çalışan atamaları 	Çevre/ Sağlık/ Güvenlik	<ul style="list-style-type: none"> - kazaların önlenmesi - acil durum müdahalesi - atık azaltımı - çoklu-ortam planlamaları - çevre dostu tasarım - çevre bilgi sistemleri paylaşımı - ortak idari izinler
Bilgi ve İletişim Sistemleri	<ul style="list-style-type: none"> - iç iletişim sistemleri - dışarı ile bilgi paylaşımları - izleme sistemleri - bilgisayar çözümleri - yönetim bilgi sistemleri (MIS) 	Enerji	<ul style="list-style-type: none"> - Yeşil Binalar - Enerji Denetimi - Ortak Üretim - Enerji Firması Yan Ürünleri - Alternatif Yakıtlar
Pazarlama	<ul style="list-style-type: none"> - Yeşil Etiket - Yeşil Markete Erişim - Ortak Pazarlama - Ortak Girişim - Yeni Katma Değerli Şirketler 		

Tablo 2'den de görüldüğü gibi, temelde işletmeler arasındaki “atık ve yan ürün alışverişi” ne dayalı olan endüstriyel ekolojinin kapsamı, zaman içinde gelişmiş, eko-endüstriyel park ve ağlarının da daha fazla gündeme gelmesiyle işletmeler arasındaki iletişim ve işbirliği olanaklarının sayısı ve türü önemli bir artış göstermiştir. Hammadde, enerji ve proseslerin yanı sıra, ulaşım, lojistik, insan kaynakları, bilgi ve iletişim sistemleri, sağlık, güvenlik, eğitim gibi alanlarda da ortak etkinlikler, paylaşım, entegrasyon ve optimizasyon gibi yaklaşımlar söz konusu olabilmektedir. Hatta eko-endüstriyel parklarda işletmeler arasında öncelikle basit işbirliklerinin ve ortak hizmet olanaklarının gerçekleştirilmesine odaklanılması, daha sonra burada sağlanan başarı, güven ve

motivasyon üzerine madde ve enerji alış verişi ile ilgili olanakların değerlendirilmesi de geliştirilen öneriler arasındadır. [15]

İşletmeler arası simbiyotik ilişki türlerinin yanı sıra ve bununla da bağlantılı olarak, etkileşim alanının da genişlemesi, diğer ağlar ve bölgeler ile de işbirliği olanaklarının değerlendirilmesi üzerinde durulan konular arasında yer almıştır.

Süreç içinde gündeme gelen “sanal eko-endüstriyel park” kavramı da bu tartışmayı desteklemektedir. Bu kavram, işletmelerin birbirlerine yakın olmasa da, atık değişim işlemleri ya da farklı düzeylerdeki işbirlikleri ile oluşturdukları ağı ya da sanal bölgeyi ifade etmektedir.

Desrochers [17] ise tartışmaya ilginç bir boyut katarak, “kent”lerin oluşma dinamiğinin ve endüstriler arasında kurulan geri dönüşüm bağlantılarının (simbiyotik ilişkilerin) tarihçesini incelemek amacıyla 19. yy’a kadar gitmiştir. Buna göre, geçmişten bugüne, büyüyen bütün ekonomilerde ekonomik faaliyetlerin coğrafi açıdan belli bölgelerde yoğunlaşmaları söz konusu olmuştur. Aslında “endüstriyel simbiyoz” da bu tür bir “kentleşme” ekonomisidir. Şehirler ve bölgesel ekonomilerin hemen hepsinde yerel düzeyde geri dönüşüm bağlantıları ve ilişkileri doğal süreç içinde oluşmaktadır. Ancak şunun altı da çizilmelidir ki hiçbir bölgesel ekonomi kendi coğrafi alanında hapsolmemiştir. Her zaman belli ölçülerde “bölgeler arası” ticaret gündemde olmuştur ve buna atık/ yan ürün ticareti de dahildir.

Kalundborg benzeri uygulamalara Avusturya’nın Styra, Almanya’nın Ruhr, Finlandiya’nın Jyväskylä bölgelerinde, ABD’nin Los Angeles, Houston ve Kanada’nın Sarnia bölgelerindeki petrokimya komplekslerinde de rastlanmaktadır. Bu bölgelerdeki atık geri dönüşüm bağlantıları da Kalundborg örneğindeki gibi özel sektör girişimiyle ve maliyet hesapları doğrultusunda gerçekleşmiştir. [17]

Desrochers [17], Kalundborg örneğinden hareket ederek, “sıfırdan” eko-endüstriyel park planlaması yönündeki girişimlerin ve gayretlerin Kalundborg örneğinin yanlış değerlendirilmesi olduğu yorumunu yapmıştır. Özellikle bu tür yapıların devlet tarafından planlanarak geliştirilmesi ve piyasanın bu şekilde yönlendirilmesinin yeterince başarılı sonuçlar yaratmadığı farklı çalışmalarda da ifade edilmektedir. Desrochers’a [17] göre, Kalundborg’un endüstriyel simbiyozun ilk örneği olarak görülerek, buna dayalı politikalar geliştirmesi ve planlama yapılması, özel sektörün bu tür simbiyotik bağlantıları kurma kapasitesinin ve girişimciliğin doğal dinamiklerinin bir miktar hafife alınması anlamına gelmektedir.

Örnek olarak, endüstriyel atık geri kazanımının “merkezi” bir şekilde planlanması yaklaşımı Doğu Avrupa’da büyük ölçekte uygulanmış ve bu alanda “yukarıdan-aşağıya” doğru yapılan yönlendirmelerin piyasa ekonomisine nazaran çok daha başarısız olduğu sonucuna varılmıştır. [18] Dışarıdan bir plancının, özel sektörün bakış açısını ve önceliklerini tam olarak algılaması kolay olmayacak; plancı işletmeleri “atık üreticisi” ya da “atık kullanıcısı” olarak görürken işletmenin öncelikli odağı mevcut girdilerle en yüksek değeri yaratmak ve atığı minimize etmek olacaktır. Bu durumda işletmenin atıkları “planlandığı”ndan farklı olabilecektir. Ayrıca, planlıların sistemin bütününe bakarken atık bazında ya da simbiyotik ilişki bazında işletme çalışanı kadar ayrıntılı çalışması ve fikir geliştirmesi de mümkün olmayacaktır. İşletmelerin diğer işlet-

melerle olan iletişimleri de daha fazla olduğundan uygulama olanaklarının oluşturulma olasılığı da daha yüksek olmaktadır. [17]

Bu bağlamda, politika yapıcılarının süreçteki en önemli katkılarının Danimarka örneğinde olduğu gibi, işletmeler arası atık ya da yan ürün değişimine olanak tanıyan, süreci zorlaştırıcı koşul ve prosedürler içermeyen esnek bir mevzuat oluşturması olacağı öngörülmektedir. Böylece işletmeler enerjilerini prosedürlerle uğraşmak yerine yaratıcı fikirler üreterek maliyet etkin çözümler bulmaya harcayabileceklerdir. [17] Öte yandan, bu alana yönelik çevre teknolojilerinin yeterince gelişmiş olmadığı, özel sektör ve Ar-Ge kapasitesinin göreceli olarak sınırlı olduğu ülkelerde kamu destek ve kaynağının ve ulusal programların ayrıca gerekli ve önemli olduğu da açıktır. Kamu, gerekli altyapının oluşması için desteği ve özel sektörün süreci yönlendirmesi için gerekli ortamı sağlamalıdır.

Günümüzde, endüstriyel ekoloji bu şekilde genişleyen perspektifi ile farklı ülkelerde farklı uygulama şekilleri bulmakta, çok sayıda eko-endüstriyel parka ve ulusal endüstriyel simbiyoz programlarına rastlanmaktadır. Bu örnekler Bölüm 5’te verilmektedir.

2.2.2. Endüstriyel Ekoloji’ye neden ihtiyacımız vardır?

Endüstriyel ekolojinin en önemli amacı dünyanın “sınırlı kaynak” ve “sınırlı atık sindirme kapasitesi” gerçeğine uygun bir endüstriyel stratejinin benimsenmesidir. Bu konu günümüzde çevreyle ilgili pek çok politikanın esasını oluşturmaktadır.

Daha önce de belirtildiği üzere, “işletmeler düzeyinde” uygulanan temiz üretim, kaynak tasarrufu, atık minimizasyonu, atık geri dönüşümü, vb. uygulamaların etkisi sınırlı olabilmektedir. Oysa endüstriyel ekoloji tüm bu prensipleri de içeren, çok daha geniş ve bütünsel bir yapıya bakmaktadır. Sistem yaklaşımı ile bölgesel bazda kaynak tasarrufu, atık geri dönüşümü, vb. olanakların işletme bazındaki olanaklara göre hem çok daha fazla hem de çok daha çeşitli olacağı açıktır. Bölgeler bazında kurulacak ağlar, hem bölgenin çevresel sorunlarına ortak çözüm arama olanağı getirirken, bölgenin inovasyon (yenileşim) kapasitesine de büyük katkı sağlamakta, motivasyonu artırmaktadır.

Endüstriyel ekoloji, büyük ölçüde piyasanın kendi dinamikleriyle ve özel sektörün ticari prensiplerine uygun olarak geliştiğinden, çevresel olduğu kadar ekonomik açıdan da sürdürülebilir olmaktadır. Kurulabilecek ağların çeşitlendirilmesi ve iletişimin geliştirilmesi ile bölgeler arası işbirliklerinin de gerçekleşmesi söz konusu olabilecektir. Endüstriyel ekoloji pek çok açıdan yeni iş olanakları da yaratabilmekte, sosyal açıdan da katkılar sağlamaktadır.

Doğal ekosistemlerin örnek alındığı bu model ile doğayla daha uyumlu ürünler, prosesler, işletmeler ve endüstriyel bölgeler elde edilmekte, bu etkileşim ile tam bir sinerji sağlanmaktadır.

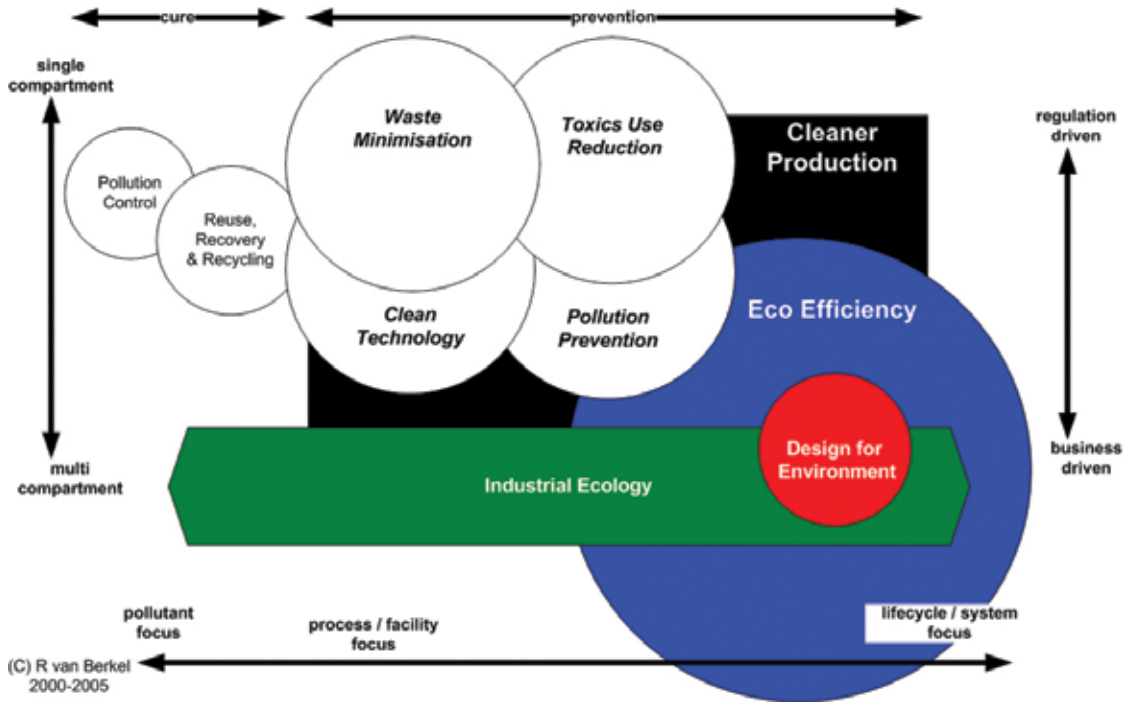
3. Endüstriyel Ekoloji'nin Uygulanışında Kullanılan Stratejiler Nelerdir?

Endüstriyel ekolojinin uygulanması için kullanılan stratejilerin değerlendirilmesi için öncelikle çevre yönetimi ve çevre koruma çerçevesindeki temel prensiplere ve endüstriyel ekolojinin bu prensipler ile bağlantısına bakılmalıdır.

Şekil 5'te, "endüstriyel ekoloji" çevreyle ilgili diğer kavram ve yaklaşımlarla birlikte

- odaklandığı çerçeve (kirlenici, proses, işletme, yaşam döngüsü/ sistem, vb.),
- itici güç, motivasyon (mevzuat, ticaret/ piyasa),
- kirliliği kaynağında önleme derecesi ve
- sistemdeki elemanların (kompartımanların) sayısı (çoklu kompartıman, tek kompartıman)

eksenlerine yerleştirilmiştir.



Şekil 5. Endüstriyel Ekolojinin Diğer Çevresel Yaklaşımlarla Birlikte Konumlandırılması [19]

Buna göre, endüstriyel ekolojinin,

- tek bir kirleniciden bütünsel bir sisteme ve yaşam döngüsüne kadar geniş bir odağının olduğunu;
- geri dönüşüm, geri kazanım ve tekrar kullanım kadar kirlilik önleme boyutunun da olduğunu;

- mevzuata değil tamamen piyasa koşulları ve ticaret yaklaşımına dayandığını;
- çoklu kompartıman (çok elemanlı) bir sisteme dayandığını;
- temiz üretim, eko-verimlilik ve eko-tasarımla farklı boyutlarla kesişen bir yaklaşım olduğunu;

söylemek mümkündür.

Öte yandan, yukarıda da belirtildiği gibi, eko-endüstriyel park “endüstriyel ekoloji”nin şirketler arasında işbirliği ve ağ içinde uygulanmasına yönelik stratejilerden biridir. Dolayısıyla Lowe vd. [14] tarafından eko-endüstriyel parkların (EEP) tasarım ve işletilmesine yönelik altı temel strateji alanının da bu kapsamda değerlendirilmesinde yarar görülmektedir. Bunlar “doğal sistemlere entegrasyon”, “enerji sistemleri”, “bölgenin tamamında madde akışı ve atık yönetimi”, “su”, “etkin EEP yönetimi” ve “inşaat/ rehabilitasyon” olup, bunlarla ilgili kısa açıklamalar aşağıda verilmektedir.

Doğal Sistemlere Entegrasyon

- EEP yerel koşullara uyumlu, çevresel etkisi minimum olmalıdır.
- Küresel çevre etkileri (ör: sera gazı emisyonları) minimize edilmelidir.

Enerji Sistemleri

- Tesis tasarım ya da rehabilitasyonu ile ve kojenerasyon, atık ısı kullanımı, vb. yöntemler ile enerji verimliliği maksimize edilmelidir.
- İşletmeler arası enerji akışıyla daha fazla verimlilik sağlanmalıdır.
- Yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanılmalıdır.

Bölgenin Tamamında Madde Akışı ve Atık Yönetimi

- Kirliliğin (özellikle de toksik maddelerin) kaynağında önlenmesi üzerinde durulmalıdır.
- EEP’de yer alan işletmeler arasında maksimum düzeyde madde geri dönüşümü ve tekrar kullanımı sağlanmalıdır.
- Park düzeyindeki entegre atık arıtımı ile toksik madde kaynaklı riskler minimize edilmelidir.
- EEP işletmelerinin çevredeki bölge ile ve diğer ağlar ile ilişkileri sağlanmalı ve atık/ yan ürün alış verişi ve diğer işbirliği olanakları artırılmalıdır.

Su

- Enerji ve madde akımlarında olduğu gibi, su kaynaklarının da korunmasına ve kirliliğin azaltılmasına yönelik uygun su akımları tasarlanmalıdır.

Etkin EEP Yönetimi

- Standart park hizmetlerinin yanı sıra, insan kaynakları ve bakım işlemleri, park yönetimi sağlanmalıdır.
- Parkta atık/ yan ürün alış verişinin sağlanmasına uygun kombinasyonlarda işletmelerin olmasına gayret edilmelidir.
- Hem işletmelerin ayrı ayrı, hem de parkın bir bütün olarak çevresel performansının geliştirilmesi desteklenmelidir.

- Park genelinde bir bilişim sistemi kurularak işletmeler arası iletişim desteklenmeli, üyeler yerel çevre koşulları hakkında bilgilendirilmeli ve EEP performansı hakkında geri besleme sağlanmalıdır.

İnşaat/ Rehabilitasyon

- Yeni inşaat ya da mevcut binaların yenilenmesi aşamasında malzeme seçimi ve inşaat teknolojisinde çevresel açıdan en iyi uygulamalar tercih edilmelidir.
- Bu kapsamda malzemelerin geri dönüşüm ve tekrar kullanımı dikkate alınmalı, kullanılan malzeme ve teknolojilerin yaşam döngüsü bazındaki çevresel etkileri dikkate alınmalıdır.

Bu ve önceki bölümlerde yapılan değerlendirmeler doğrultusunda, endüstriyel ekolojinin farklı paydaş ya da katmanlarına yönelik olarak dikkate alınması gereken stratejiler Tablo 3'te özetlenmektedir:

Tablo 3. Farklı Paydaş ve Katmanlar için Endüstriyel Ekoloji Strateji ve Prensipleri

Paydaş/ katman	Uygulanabilecek strateji ve prensipler
Endüstri tesisi, işletme	<ul style="list-style-type: none"> • Çevre yönetimi • Kaynak verimliliği • Atık minimizasyonu, kirlilik önleme • Temiz üretim, eko-verimlilik • Enerji verimliliği • Yenilenebilir enerji olanaklarının değerlendirilmesi • Atık değerlendirme olanaklarının araştırılması • Yakın çevredeki diğer işletmeler ile iletişim, işbirliği açık olma, endüstri platformlarına üye olma • Yaşam döngüsü yaklaşımı • İnovasyon (yenileşim), eko-inovasyon (eko-yenileşim) ve Ar-Ge kapasitesinin geliştirilmesi
Endüstriyel bölge/ eko-endüstriyel park yönetimi	<ul style="list-style-type: none"> • Bölge bazında sistem yaklaşımı • Kaynak verimliliği • Atık minimizasyonu, kirlilik önleme • Temiz üretim, eko-verimlilik • Enerji verimliliği • Yenilenebilir enerji olanaklarının değerlendirilmesi • Atık değerlendirme olanaklarının araştırılması • Merkezi ve ortak sistem ve hizmet alanlarının (insan kaynağı, lojistik, vd.) değerlendirilmesi ve desteklenmesi • İşletmeler arası etkin iletişimin sağlanması, işbirliklerini kolaylaştırıcı rol üstlenilmesi • Bölgede atık alış-veriş olanaklarını artıracak endüstri kombinasyonlarının oluşması için gayret edilmesi • çevredeki diğer bölgeler ve diğer ağlar ile ilişki ve işbirliği sağlanması

Endüstriyel Ekoloji'nin Uygulanışında Kullanılan Stratejiler Nelerdir?

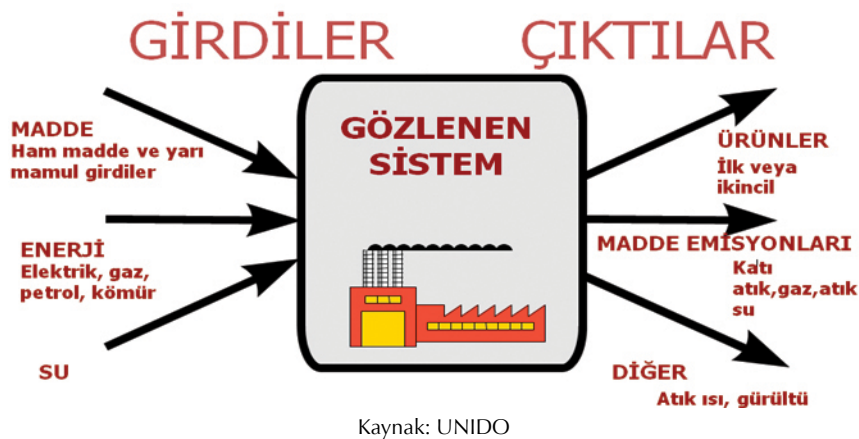
Girişimciler, hizmet sağlayıcılar	<ul style="list-style-type: none">• Bölgedeki endüstriler ve atık türlerini dikkate alarak, uygun atık değerlendirme sistemlerinin kurulması• Bölgedeki işletmelerin endüstriyel ekolojiye yönelik faaliyetlerini destekleyecek ürün, hizmet ve proses geliştirilmesi
Kamu	<ul style="list-style-type: none">• Ulusal bazda temiz üretim, eko-verimlilik, eko-inovasyon (eko-yenileşim), atık minimizasyonu, atık değerlendirme, vb. alanlarındaki kapasitenin ve farkındalığın artmasının sağlanması• Endüstriyel ekolojiyi kolaylaştırıcı ve destekleyici esnek bir mevzuat oluşturulması• Endüstriyel ekoloji konusunun ulusal bir program olarak teşvik edilmesi ve altyapının oluşturulması için kaynak sağlanması• Özel sektörün ve ilgili aracı kurumların aktif olduğu bir yapı gelişmesine olanak sağlanması• Atık bertaraf ve kirlilik kontrolü ile ilgili maliyetlerin, endüstriyel ekolojiyi teşvik edecek seviyede olması için gerekli piyasa koşullarının oluşturulması• Konunun bölgesel kalkınma ve bölgesel inovasyon (yenileşim) modellerinin önemli bir boyutu olarak değerlendirilmesi

4. Endüstriyel Ekolojiyi Destekleyen Sistem Araçları Nelerdir? Bu Araçların Endüstriyel Ekolojinin Uygulanması Bakımından Önemi Nedir?

Endüstriyel ekolojinin uygulanmasında kullanılan başlıca sistem araçları arasında Malzeme Akış Analizi, Girdi – Çıktı Analizi, Yaşam Döngüsü Analizi ve Eko-tasarım yer almakta olup, Çevre Yönetim Sisteminin de bir araç olarak önemli katkıların olacağı öngörülmektedir. Belirtilen araçlar aşağıda kısaca özetlenmektedir:

Malzeme Akış ve Girdi – Çıktı Analizleri

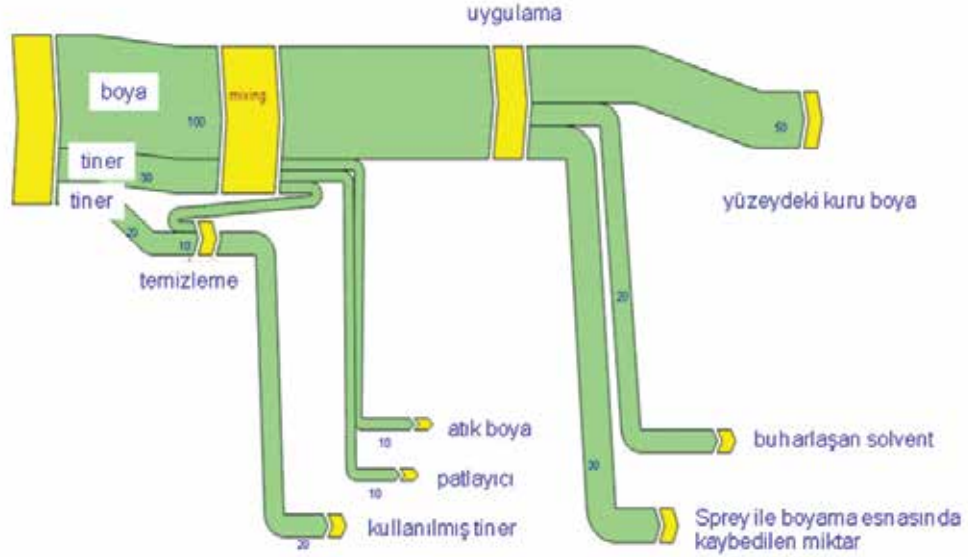
Endüstriyel ekolojinin bileşenlerini oluşturan her bir işletmenin kendi içindeki girdi ve çıktıları tanımlaması ve miktarlarını belirlemesi, diğer işletmeler ile kuracağı olası simbiyotik ilişki ya da işbirliklerinin belirlenmesi için teknik açıdan kritik öneme sahiptir. Hatta bu yaklaşım, Tablo 2’de verilmiş olan farklı işbirliklerinin (insan kaynağı, lojistik, pazarlama, vb.) de ortaya çıkarılması için bir işletmenin “her türlü” girdi ve çıktısının, varlık ve ihtiyaçlarının tanımlanması şeklinde geliştirilmelidir. Bölüm 5.1.3’te daha ayrıntılı olarak açıklanan İngiltere (NISP) örneğinde de işletmeler arası olası simbiyotik ilişkilerin (sinerjilerin) belirlenmesi tamamen tarafların girdi ve çıktılarının (ya da varlık ihtiyaçlarının) kendileri tarafından ortaya konması ve karşılıklı olarak çakıştırılması yöntemi ile gerçekleştirilmektedir. Bu da işletmelerin kendi tesislerindeki malzeme / kaynak akışına hakim olarak girdi ve çıktıları sağlıklı ve ayrıntılı olarak tanımlarına bağlıdır. Şekil 6’da belli bir prosese ya da sisteme yönelik girdi ve çıktı analizinin şematik gösterimine yer verilmektedir.



Şekil 6. Girdi Çıktı Analizi Şematik Gösterimi

Öte yandan, işletmelerin kendi tesislerinde gerçekleştireceği malzeme akış analizleri, öncelikle tesis içinde alınacak önlemlerin belirlenmesi, verimsizliklerin giderilmesi ve daha sonra daha

anamlı ve sürdürülebilir simbiyotik ilişkiler geliştirmelerini sağlaması açısından da bir gereklilik olarak ortaya çıkmaktadır. Şekil 7’de de belli bir prosese yönelik malzeme akış analizine yönelik bir örnek yer almaktadır.



Sankey-diagram: www.sankeyeditor.net

Şekil 7. Malzeme Akış Analizi Şematik Gösterimi (Boyama İşlemi Örneği)

Ayrıca, bir eko-endüstriyel park ya da bir endüstriyel simbiyoz ağı bütün olarak ele alındığında da, sistemin yönetimi, girdi ve çıktılarının takibi, performansın belirlenmesi gibi amaçlar doğrultusunda sistem bütününe ilişkin malzeme akış analizi ve malzeme akışlarının yönetimi de önemli hale gelmektedir. Bu kapsamda, genel (entegre) malzeme akışına ve dengesine bakıldığında

- Fosil yakıt kullanımının azalmış olması, sürdürülebilir enerji kaynak kullanımının artması
- Malzeme bazında üretim ve tüketim miktarları arasında denklik sağlanması
- Her türlü yenilenebilir ve yenilenemeyen kaynakların malzeme döngüleri içinde tutulması, diğer bir ifadeyle her kaynağın mümkün olduğunca geri kazanılarak döngüsel olarak kullanımının sağlanması (çevresel açıdan aksi gerekmediği sürece)

gibi koşulların takibi ve sağlanması önemli olmaktadır. [15]

Yaşam Döngüsü Analizi (YDA) ve Eko-tasarım

Bilindiği üzere bir ürün ya da hizmetin yaşam döngüsü, hammaddelerin çıkartılması ve işlenmesi ile başlayan, üretim, nakliye ve kullanımla devam eden ve geri dönüşüm ve nihai bertaraf da dahil olmak üzere atık yönetimi ile tamamlanan süreçtir. Bu sürecin her aşaması kaynak ve enerji tüketimi, atık üretimi ve diğer çevresel etkilere neden olmaktadır. Yaşam döngüsü yaklaşımı

mı, tüm tüketim ve üretim aşamalarını bütünleştirerek değerlendirme yapmayı ve karar vermeyi sağlayan bir yaklaşımdır. Yaşam Döngüsü Analizi (YDA) bu yaklaşımın uygulanmasını sağlayan araçlardan biridir.

Daha önce de belirtildiği gibi endüstriyel ekolojinin tek bir kirleticiden bütünsel bir sisteme ve yaşam döngüsüne kadar geniş bir odağı mevcuttur ve gerçekleştirilen faaliyetlerin, kullanılan malzeme ve teknolojilerin yaşam döngüsü bazındaki çevresel etkilerinin dikkate alınması gerekmektedir. Bu kapsamda yaşam döngüsü analizi endüstriyel ekolojinin uygulanması için de gerekli bir araçtır. [7] Yaşam döngüsü yaklaşımı endüstriyel ekolojinin getirdiği “sistem” ve “bütünsel” bakış açısını destekleyen bir yaklaşımdır.

Eko-tasarım da bir ürünün yaşam döngüsü boyunca söz konusu olan çevresel etkileri dikkate alması ve buna göre tasarım kriterleri getiren bir yaklaşımdır ve bu nedenle de endüstriyel ekolojinin sistemsel bakış açısını destekleyen ve onunla ilgili bir araç olarak değerlendirilebilmektedir. [7]

Çevre Yönetim Sistemi

Çevre Yönetimi kısaca, bir firmanın, çevreyle etkileşim içinde olan (ya da olabilecek) tüm faaliyet ve süreçlerinin yönetilmesi olarak tanımlanabilir. Diğer bir ifadeyle çevre yönetimi söz konusu faaliyet ve süreçlerdeki çevre unsurlarının fırsat olarak değerlendirilmesi ya da gerekli önlemlerin alınmasıdır. Bu kapsamda, iş yönetimi ile ilgili süreçlerin çevre merkezli düşünce ile kesiştirilmesi ve tasarım, Ar-Ge, üretim, finansman, pazarlama, vb. süreçlerinin “çevre performansı”, “kaynak verimliliği” ve “atık azaltımı” perspektifleriyle değerlendirilmesi söz konusudur.

Çevre Yönetim Sistemi (ÇYS) ise çevreyle ilgili faaliyetlerin, belli bir sistematik ve süreklilik içinde yürütülmesini sağlayan araçtır. ÇYS çevre koruma ile ilgili konuların kalite, maliyet, verimlilik, stratejik planlama gibi öncelikli konularla birlikte ele alınmasını hedeflemektedir.

ÇYS bir işletmenin çevresel etkilerini bilmesi, sorumluluğunu kabul etmesi, izleyerek kontrol altına almasını ve aksiyon planları oluşturarak, önlemler almasını, sürekli gelişme sağlamasını sağlayan kapsamlı bir programdır. Bu tür sistemlerin etkin bir şekilde kullanılması işletmelerde

- çevre boyutlarının ortaya konması,
- çevre boyutlarının analiz edilmesi, izlenmesi ve
- aksiyon planları geliştirilerek sürekli daha etkin önlemler alınmasına

yönelik bir yapı sağlamakta, diğer yönetsel konularla entegrasyonu getirmektedir. Bu da endüstriyel ekoloji uygulamaları için gerekli veri ve analizi sağlamakta, yeni çözümlerin üretilmesi için teşvik edici olmaktadır. Bu yönüyle bakıldığında, ÇYS'nin endüstriyel ekoloji açısından yararlı bir araç olduğunu söylemek mümkündür.

5. Endüstriyel Ekolojinin Uygulandığı Üretim Sahaları Örnekleri Dünya, AB ve Türkiye Ölçeklerinde Hangileridir?

5.1 Dünyada ve AB'de Endüstriyel Ekoloji Örnekleri

Bu bölümde farklı yönleriyle çeşitli çalışmalara konu olmuş bölgesel bazlı endüstriyel ekoloji (eko-endüstriyel parklar) ile son yıllarda daha da yaygınlaşan ulusal programlardan örnekler verilmektedir.

Çeşitli ülkelerde devam eden ulusal ve bölgesel programlar ve ilgili taraflar arasında oluşturulan ağlar ve yönetim sistemleri dikkati çekmektedir. Bu çerçevede en çok vurgulanan ülkeler arasında Danimarka, İngiltere, Kanada yer almakla birlikte Amerika Birleşik Devletleri, Meksika, Çin, Japonya, Avusturya, Norveç, Hollanda, Avustralya, Almanya, İsveç, İtalya gibi ülkelere de vurgu yapılmaktadır. Bunlardan bazıları ile ilgili ayrıntılı açıklamalar aşağıda verilmektedir.

5.1.1 Danimarka - Kalundborg

Kalundborg, endüstriyel ekoloji ya da endüstriyel simbiyoz dendiğinde ilk akla gelen ve üzerinde en çok çalışmanın ve değerlendirmenin yapıldığı, en başarılı örneklerden biridir. Bu başarıda, petrokimya sektörünün endüstriyel ekoloji açısından en fazla potansiyele sahip sektörlerden biri olmasının yanı sıra, ortaklar arasında güvene, iyi iletişime ve açıklığa dayanan ilişkilerin de payı olduğu düşünülmektedir.

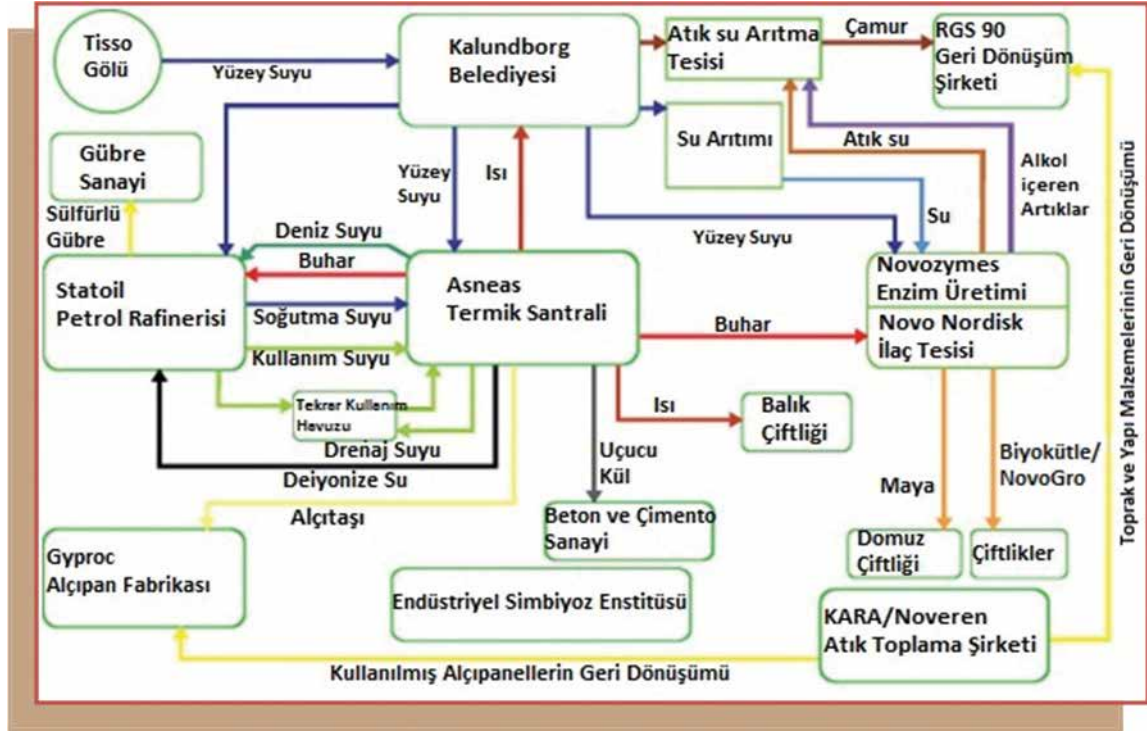
Bölüm 2'de ayrıntılı olarak bahsedilen Kalundborg'un faaliyetleri günümüzde de devam etmektedir ve halen 25'in üzerinde farklı endüstriyel simbiyoz uygulaması yürütülmektedir. Kalundborg bölgesinin güncel bir fotoğrafı Şekil 8'de verilmektedir.



Kaynak: http://en.wikipedia.org/wiki/Eco-industrial_park

Şekil 8. Kalundborg'dan Bir Görüntü

Tüm uygulamaların çevresel ve ekonomik açıdan sürdürülebilir olduğu ifade edilmektedir. Kalundborg'daki mevcut endüstriyel ekoloji ağı şematik olarak Şekil 9'da verilmektedir.



Şekil 9. Kalundborg'daki Endüstriyel Ekoloji Ağı [20]

2008 yılına ait veriler doğrultusunda, bölgede sağlanan bazı çevresel ve ekonomik kazanımlar şunlardır: [20]

- 265.000 ton/yıl CO₂ emisyonunda azaltım
- 3 milyon m³/yıl su geri kazanımı
- 15 milyon GJ enerji değerinde proses buharı (75.000 evin yıllık elektrik tüketimine denk)
- 15 milyon m²/yıl alçı duvarına denk gelen alçı taşı kazanımı
- 150.000 ton/yıl biyokütlenin gübreye dönüştürülerek toplam gübre ihtiyacının %60'ının bu şekilde sağlanması

5.1.2 İsveç - Landskrona

İsveç'teki Endüstriyel Simbiyoz Programı 2002 yılında Landskrona endüstri bölgesinde başlatılmıştır. Landskrona Malmö, Helsingborg ve Kopenhagen gibi büyük şehirlere yakın, endüstriyel faaliyet açısından yoğun bir kasabadır. Özellikle belediyenin baskısıyla son 30 yılda çevresel performans açısından önemli bir ilerleme kaydedilirken, aynı zamanda ekonomik yapısından da değişiklikler olmuş, çok farklı alanlarda faaliyet gösteren çok sayıda KOBİ'nin ve az sayıda büyük işletmenin olduğu bir duruma gelmiştir. Bölgedeki işletmeler arasında doğal

olarak gelişen bazı simbiyotik ilişkiler olmasına karşın, ilişkileri daha da geliştirmek amacıyla İsveç İş Geliştirme Ajansı tarafından finanse edilen Landskrona Endüstriyel Simbiyoz Programı (LISP) başlatılmıştır. Halen mevcut ve potansiyel olarak görülen simbiyotik ilişkiler ağı Şekil 10'da verilmektedir. [21]

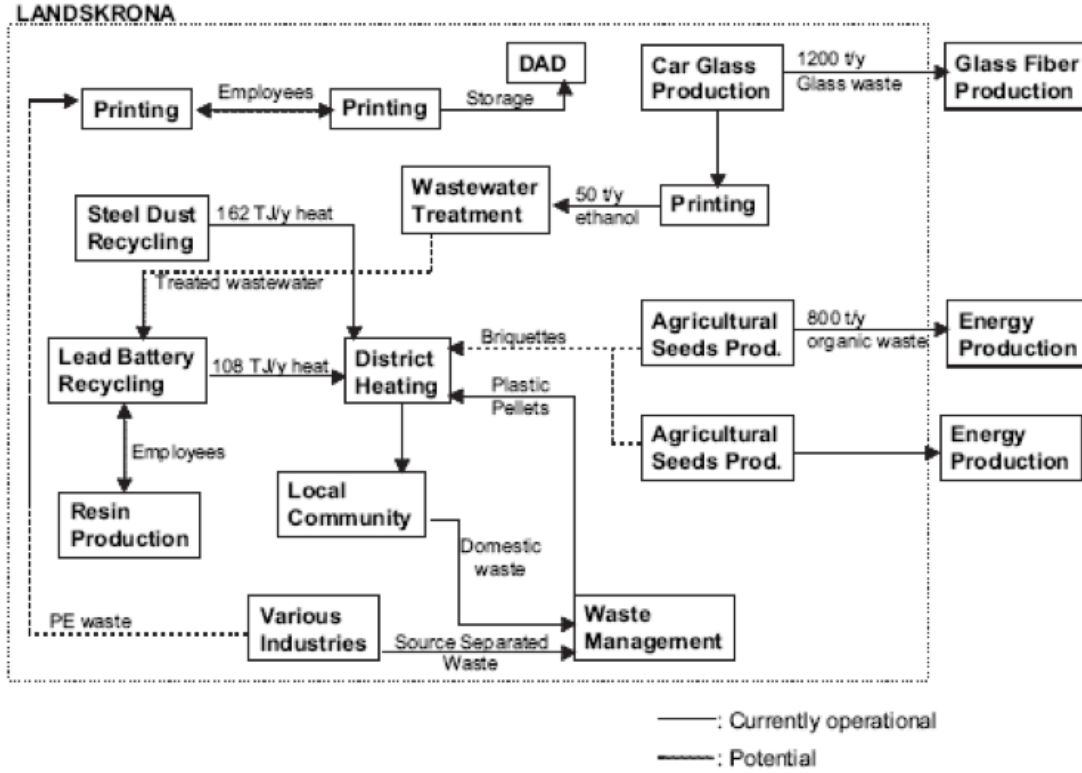


Fig. 1. Existing and potential connections associated with activities in and around Landskrona.

Şekil 10. Landskrona Mevcut ve Potansiyel Simbiyotik İlişkiler Ağı

Program kapsamında, olası simbiyotik ilişkilerin belirlenmesine yönelik farkındalık yaratma, taahhüt etme, veri toplama, veri analizi, olanakların belirlenmesi ve uygulamaya yönelik destek sağlanması gibi süreçleri içeren sistematik bir yol izlenmiştir. Oluşturulan endüstriyel simbiyoz ağının, ortakların sorunlara birlikte çözüm üretme ve sadece kendi işletmeleri değil, bölgenin bütününe dikkate almaları konusunda yararlı olduğu düşünülmektedir. [21]

5.1.3 İngiltere – NISP

İngiltere’de 2005 yılında İngiltere hükümetinin (Çevre, Gıda ve Köyişleri Bakanlığı – DEFRA) bir programı olarak başlatılan “Ulusal Endüstriyel Simbiyoz Programı” (NISP) dünyadaki en başarılı örneklerden biri olarak değerlendirilmektedir. Program DEFRA adına bir danışmanlık şirketi (International Synergies Ltd.) tarafından, hükümetin finansman desteğiyle, “bölgesel” bir yaklaşım ile yürütülmektedir.

Program kapsamında hammadde, enerji, su, insan kaynakları, uzmanlık, lojistik, vb. alanlarda kaynak tüketiminin optimizasyonu ve yenilikçi çözümler üretebilmek amacıyla, çeşitli ağlar

kurulmaktadır. DEFRA adına programın bağımsız bir kolaylaştırıcı tarafından yürütülmesinin önemli bir esneklik ve ilişkilerin kurulmasında ciddi bir etkinlik kazandırdığı düşünülmektedir. Program yürütücüleri tarafından vurgulanan diğer bir konu da programın işletmelerin talepleri ve ihtiyaçları doğrultusunda şekillenmesidir. Ülke ağı içinde 12 bölge bulunmaktadır ve her bölgede süreci kolaylaştıran ve danışmanlık hizmeti veren uzmanlar çalışmaktadır. 12 Bölgenin ülke içindeki dağılımı Şekil 11'de gösterilmektedir.



Şekil 11. İngiltere'ye NISP Kapsamındaki 12 Bölge

Ülke genelinde üyelik sistemine göre işletilen ve programın yönetimi ve simbiyoz olanaklarının belirlenmesi için kullanılan bir yazılım sistemi de kullanılmaktadır. Programın 6 yıllık faaliyeti sonucunda, DEFRA tarafından yapılan toplam 31 milyon pound'luk yatırım karşılığında, çok sayıda uygulama örneği, dikkate değer çevresel, sosyal ve ekonomik kazanımlar sağlanmıştır. Elde edilen kazanımlar aşağıda özetlenmektedir. [9]

- 47 milyon ton atığın depo alanlarına gitmesine engel olunması
- Karbon salımlarında 53 milyon ton (CO₂) bir azaltım sağlanması
- 80 milyon ton üzerinde hammadde tasarrufu
- 3,5 milyon ton tehlikeli atığın çıkmamasının sağlanması
- 96 milyon ton üzerinde endüstriyel proses suyundan tasarruf
- 1,1 trilyon pound'luk maliyet azaltımı (tasarruf) sağlanması
- Üyelerin 1,5 trilyon pound değerinde ek satış (atık, yan ürün) yapımlarının sağlanması
- 10.000'in üzerinde yeni iş yaratılması
- 302 milyon pound tutarında özel sektör yatırımlarının gerçekleşmesi

Son dönemde NISP'in, hem AB'nin dikkati çekerek örnek bir program olarak benimsenme yolunda ilerlediği, hem de International Synergies Ltd. tarafından çok çeşitli ülkelere (Brezilya, Meksika, Çin, Romanya, Macaristan, vb.) danışmanlık hizmetleri verildiği belirtilmektedir. [9]

5.1.4 Kanada

Kanada da özellikle eko-endüstriyel park uygulamaları ile dikkati çeken bir ülkedir. 1990'lı yıllardan itibaren gelişmeye başlayan bu uygulamalar doğrultusunda 1998 yılı itibarıyla dikkati çeken bazı eko-endüstriyel park örnekleri şunlardır: [22]

- Burnside Industrial Park, Nova Scotia: Dalhousie Üniversitesi'nin Eko-verimlilik Merkezi tarafından desteklenen, 1200 KOBİ'den oluşan, malzeme ve enerji döngülerinin sağlandığı, yenilenebilir enerji kullanımının gerçekleştiği, bilgi merkezi ve iletişim ağlarının söz konusu olduğu bir örnek.
- Sarnia, Ontario: Petrol rafinerisi, sentetik lastik üretim tesisi, petrokimya tesisleri ve elektrik üretim tesisi arasındaki çeşitli simbiyotik ilişkilerin süregeldiği bir uygulama.
- Portland Industrial District, Toronto: Üretim ve hizmet alanındaki çeşitli sektörlerden işletmelerin bulunduğu, malzeme ve enerji alış verışı için dikkate değer potansiyellerin bulunduğu, endüstriyel bir bölgede Ar-Ge odaklı bir park örneği.

Günümüze gelindiğinde, Burnside Parkı'nın hızla büyümüş olduğu ve halen 1500 işletmenin hem çevresel hem karlılık açısından gelişmekte olduğu görülmektedir. Buna ek olarak iki yeni eko-endüstriyel parkın da (Alberta'da Taiga Nova Eko-Endüstriyel Parkı ve Innovista Eko-Endüstriyel Parkı) aynı prensipler esas alınarak oluşturulduğu görülmektedir. [23]

Kanada'daki mevcut eko-endüstriyel park uygulamalarına bakıldığında üç farklı yöntemin hakim olduğu görülmektedir. Bunlar:

- Yeni (sıfırdan) eko-endüstriyel park tasarımı ve oluşumu
- Mevcut endüstriyel parkların iyileştirilerek (yeniden yapılandırılarak) eko-park haline getirilmesi
- Bölgesel uygulamalar

Örnek olarak Taiga Nova Parkı, 2008 yılında yatırımına başlanan ve kısa süre önce hizmete açılmış olan, halen 4 işletmenin bulunduğu ancak mevcut alanların neredeyse tamamının satın alınmış olduğu sıfırdan tasarlanmış bir eko-endüstriyel parktır. Satın alınmış bölgelerin hızla işletme aşamalarına geçmesi beklenmektedir. Bölgedeki ilk Gold sertifikalı yeşil bina da Taiga Nova'da bulunmaktadır. [24] Bu yaklaşımın en önemli özelliği eko-endüstriyel parkın eko-işletme anlayışına uygun altyapı ve hizmetler verecek şekilde planlanıp yapılandırılması ve daha sonra mevcut alanların sanayicilere satılmasıdır.

Innovista da yine yeni eko-endüstriyel park sınıfına giren ve yenilikçi bir kanalizasyon sistemi, yeni yol tasarımları, alternatif yağmur suyu yönetimi uygulamaları ile dikkati çeken bir örnektir. [25]

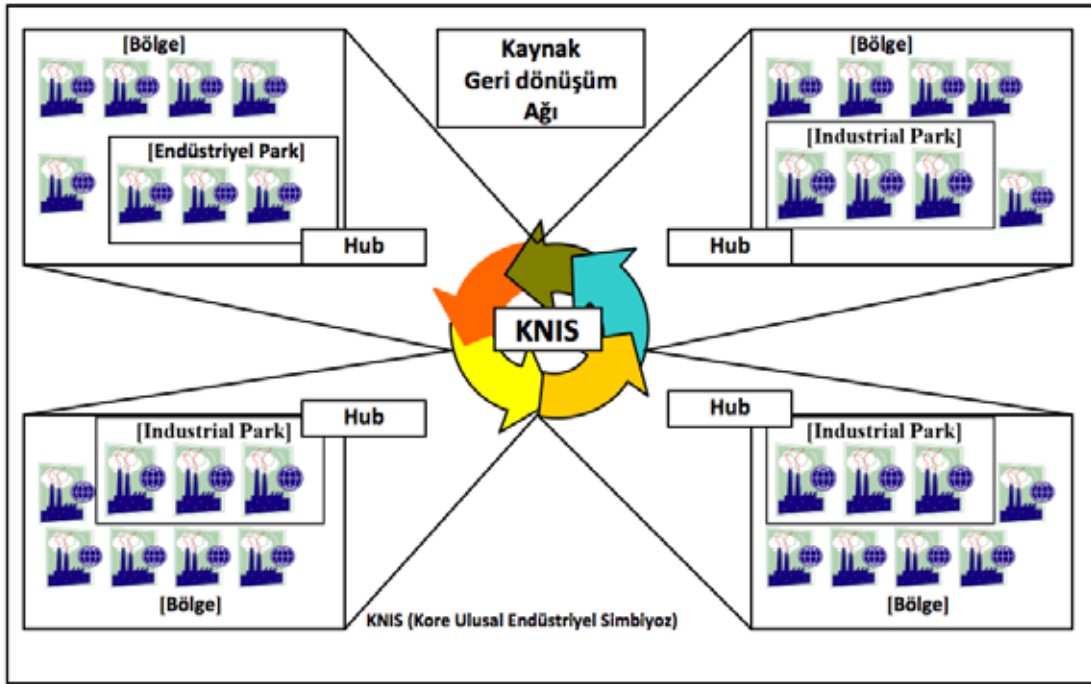
Kanada'da halen yeni eko-endüstriyel parkların oluşturulması dışında mevcut bölgelerin yeniden yapılandırılması projeleri ve bölgesel uygulamalar da gündemdedir. Hem yeniden yapılandırma hem de bölgesel uygulamaya ortak bir örnek "Partners in Project Green" olarak tanımlanan Toronto Pearson eko-işletmeler bölgesi projesidir. Bu kapsamda 12,000 hektarlık bölge Kuzey

Amerika'nın en büyük eko-işletmeler bölgesine dönüştürülmektedir. 3 yerel, bir bölgesel yönetimin bulunduğu bölgede havaalanının yanı sıra 12.500'den fazla işletme ve 23 endüstriyel park yer almaktadır. Proje kapsamında GIS bazlı bölgesel veritabanları da oluşturulmaktadır. [25]

5.1.5 Güney Kore

Güney Kore'de de “eko-endüstriyel parklar” programı kamunun inisiyatifi ve finansmanı ile başlatılmış ve sürdürülmektedir. Kore Temiz Üretim Merkezi (KNCPC) tarafından geliştirilerek ilgili taraflar ile işbirliği içinde yürütülen programın master planı 3 aşamadan oluşmaktadır.

2005-2009 yılları arasında ilk aşama olarak pilot proje hazırlıkları ve uygulamaları hedeflenmiş, 5 pilot projenin uygulanacağı endüstriyel parklardaki tesisler arasında eko-ağ (malzeme, enerji, atık, yan ürün) kurulmuştur. Bu aşamanın maliyeti 17 milyon dolar olarak gerçekleşmiştir. 2010 - 2014 yılları arasında programın ikinci aşaması olarak ilk aşamada edinilen endüstriyel simbiyoz tecrübelerinin “hub and spoke” modeli çerçevesinde diğer endüstriyel parklara transferi ve yaygınlaştırılması hedeflenmiştir. Aşamanın 8 endüstriyel parka yaygınlaştırılması için 68 milyon dolarlık bir maliyet öngörülmüştür. 2015 - 2019 yılları arasında programın üçüncü aşaması olarak öncelikle Ulsan'ın ekolojik şehir haline gelmesi ve Ulsan eko-endüstriyel park modelinin yaygınlaştırılması hedeflenmektedir. Model şematik olarak Şekil 12'de verilmektedir. [26]



Şekil 12. Güney Kore Ulusal Endüstriyel Simbiyoz için “Hub and Spoke” Modeli

2009 yılına kadar belirtilen bu 5 endüstriyel parkta 45 simbiyoz projesinden 8 tanesi tamamlanmıştır. Bu 8 projenin toplam ekonomik kazancı 38 milyon TL/yıl, CO2 emisyon azaltımı ise 103,310 ton/yıl olarak tespit edilmiştir. [26]

5.2 Türkiye’de Endüstriyel Ekoloji (Simbiyoz) ve Uygulama Örnekleri

5.2.1 Mevcut Durum ve Projeler

Çevre ve Orman Bakanlığı ve Türkiye Teknoloji Geliştirme Vakfı (TTGV) tarafından ODTÜ Çevre Mühendisliği danışmanlığıyla yürütülmüş olan “Türkiye’de Temiz Üretim Uygulamalarının Yaygınlaştırılması için Çerçeve Koşulların ve Ar-Ge İhtiyacının Belirlenmesi Projesi” 2010 yılının başlarında tamamlanmıştır. Söz konusu projenin raporunda, endüstriyel simbiyoz (endüstriyel ekoloji) kavramına, “temiz üretim kavramı ile birlikte anılan ve temiz üretim yaklaşımıyla örtüşen pek çok yönü bulunan, en ilgi çekici yaklaşımlardan biri” olarak vurgu yapılmıştır. Ülkemizde temiz üretimin yaygınlaştırılmasına yönelik olarak getirilen öneriler arasında ve “ortaklıklar kurma” başlığı altında “endüstriyel simbiyoz perspektifi kapsamında uygulama örneklerinin araştırılması ve Türkiye için öneriler geliştirilmesi” de yer almaktadır. [27]

Öte yandan ülkemizde Endüstriyel Ekoloji (Simbiyoz) konusu, Bakü Tiflis Ceyhan Boru Hattı Şirketi’nin (BTC Şirketi), “sürdürülebilir toplumsal kalkınmaya” destek sağlamak amacıyla uyguladığı ek yatırım programları kapsamındaki “İskenderun Körfezi’nde Endüstriyel Simbiyoz Projesi” ile gündeme gelmiştir.

Söz konusu projenin ilk aşaması 2008 – 2009 yıllarında hayata geçmiştir. Bölgede Endüstriyel Simbiyoz kavramının tanıtılması, ön çalışmaların yapılarak uygulanabilirliğinin belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilen projenin bu aşaması Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı (UNDP) tarafından Adana Sanayi Odası (ADASO) koordinasyonu ile yürütülmüştür. Devlet Planlama Teşkilatı (DPT) da BTC Şirketi’nin yanı sıra projeye finansal katkı sağlamıştır.

Gerçekleştirilen proje faaliyetleri sonucunda, Endüstriyel Simbiyoz’un İskenderun Körfezi için önemli bir potansiyel içerdiği ve özellikle bölgedeki sanayi temsilcilerinin ilgi göstererek benimsyecekleri bir alan olduğu tespit edilmiştir. Projenin ilk aşamasında elde edilen çıktılar doğrultusunda, İskenderun Bölgesi’nde Endüstriyel Simbiyoz Projesi’nin Uygulama Aşaması’nın başlatılmasına karar verilmiştir.

2010 yılında gerçekleştirilen ayrıntılı hazırlık çalışmaları sonrasında, Türkiye Teknoloji Geliştirme Vakfı (TTGV) ve BTC Şirketi arasında imzalanan sözleşme ile “İskenderun Bölgesi’nde Endüstriyel Simbiyoz Projesi – Uygulama Aşaması” 2011 yılı itibarıyla başlamıştır. Sponsorluğunu BTC Şirketi’nin üstlendiği projenin yürütücülüğü TTGV tarafından gerçekleştirilmektedir. Proje faaliyetlerinin International Synergies Ltd. (İngiltere) ve ODTÜ Çevre Mühendisliği Bölümü ile işbirliği içinde yürütülmesi öngörülmüştür.

Projenin amacı; Endüstriyel Simbiyoz (ES) yaklaşımının, firmalar arası işbirliği ve dayanışmayı artırarak hem çevresel hem ekonomik getiriler sağlayan bir mekanizma olarak İskenderun Kör-

fezi'nde hayata geçirilmesi ve aynı zamanda ulusal bir program için altyapının oluşturulmasıdır. Bu kapsamda;

- 1) Endüstriyel Simbiyoz uygulamalarının gerçekleştirilmesine yönelik teknik ve idari altyapının oluşturulması
- 2) İskenderun Körfezi'nde Endüstriyel Simbiyoz olanaklarının belirlenmesi ve pilot uygulamaların geliştirilmesi
- 3) İskenderun Körfezi'nde Endüstriyel Simbiyoz uygulamalarına yönelik bir veri tabanı ve iletişim ağı oluşturulması
- 4) Paydaşlar arasında ES uygulamalarının yaygınlaştırılması ve iletişimin güçlendirilmesi
- 5) Ulusal bir ES Programına yönelik uygulama modeli ve planının geliştirilmesi

hedeflenmiştir.

Endüstriyel Simbiyoz, pek çok işbirliği ve sinerji alanına, ürün ve hizmet üretiminde kaynak (malzeme, enerji, lojistik, insan kaynağı) verimliliği ve optimizasyonuna işaret etmektedir. Dolayısıyla projede farklı simbiyotik ilişkiler araştırılacak, öncelikler kaynak verimliliği, sera gazı azaltımı, atık azaltımı vb. parametreler doğrultusunda belirlenecektir. [28]

Söz konusu projenin gerek İskenderun Körfezi'nde endüstriyel ekoloji altyapısının geliştirilmesi, gerekse bölgesel bir model olması ve ulusal bir program için öneriler getirecek olması ve ulusal bir kapasite geliştirmeye de katkı sağlaması açısından önemli olduğu düşünülmektedir.

5.2.2 Atık Geri Dönüşüm Borsaları

Halen ülkemizde endüstriyel ekoloji yaklaşımını destekleyen uygulamalardan biri de atık borsalarıdır. Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği (TOBB) ve çeşitli sanayi odaları tarafından yürütülen bu yapılarda amaç, işletmelerde üretim sonucu ortaya çıkan atıkların geri kazanılmasını ve daha fazla ikincil hammadde olarak değerlendirilmesini; nihai bertaraf edilecek atıkların miktarını azaltarak, daha pahalı bertaraf giderlerinden tasarruf edilmesini sağlayan bir aracılık sistemi oluşturmaktır.

TOBB Atık Geri Dönüşüm Borsası'nın, üretim sürecinin sonucunda ortaya çıkan kirlilikle mücadele yerine, üretim sürecinin başında hammaddenin ve enerjinin etkin ve verimli kullanılması, az atık üretilmesi, atıkların geri kazanılması ve yeniden kullanılması amacıyla kurulduğu ifade edilmektedir. TOBB'a bağlı odalarla bağlantılı olarak başlatılan bu çalışmayla atıkların değerlendirilmesi, hammadde olarak yeniden kullanılması ve tekrar ekonomiye kazandırılması hedeflenmiştir. Atık Borsası'nda sanayinin proses atıkları, yan ürünleri, artıkların veya gerekli şartlara uymayan malzemeler, başka proseslerin girdileri olarak kullanılmak üzere diğer işletmelere duyurulmaktadır.

Atık Borsası Odaların bünyesinde, Oda üyeleri arasında, atıklarını arz eden işletmelerle, arz edilen atıkları talep eden işletmeler arasında bilgilenmeyi sağlayıcı bir sistem olarak çalışmaktadır. Borsada arz/talep edilen atıklar, muhtemel alıcı/satıcı işletmelerin dikkatine sunulmakta, bu

ilanlar yayınlanırken ilan sahibi işletmelerin kimlik ve iletişim bilgileri gizli tutulmaktadır. Atık Geri Dönüşüm Borsası ve Oda atığın alım ve satımına, fiyatına, nakliyesine karışmamakta ve sorumlu tutulmamaktadır. Atığın satışı, teslimi ve kabulü arz eden işletme ile talepte bulunan işletme arasında kararlaştırılmaktadır. [29]

Atık Borsasında yer alan atık grupları şunlardır: Kimyasallar, tekstil, kâğıt/ karton, varil/ bidon, ahşap/ tahta, cam, metal, deri, plastik, elektrik/ elektronik atıklar, lastik/ kauçuk, yağlar, bitkisel - hayvansal maddeler, bileşik maddeler (lamine karton vb.), inşaat ve hafriyat artıkları, akü ve piller ve diğer atıklar. [30]

5.2.3 Uygulama Örnekleri

“Endüstriyel ekoloji” ya da “endüstriyel simbiyoz” olarak tanımlanmasa da, bu kavramlara yönelik çeşitli uygulamaların ülkemizde de hayata geçmekte olduğu bilinmektedir. Özellikle atık değerlendirme (atıktan ürün, atıktan enerji, vb.) alanındaki uygulama ve yatırım projeleri ülkemizde de giderek artan bir hızla devam etmektedir.

Kavramın orijinal anlam ve kapsamına öncelik verilerek, “bölgesel olma” ve “işletmelerin yakınlığı” gibi özellikler çerçevesinde iki yatırım projesine burada örnek olarak yer verilmektedir. Türkiye Teknoloji Geliştirme Vakfı Çevre Destekleri’nden yararlanmış söz konusu projeler, teknik içerik, endüstriyel ekoloji bakımından özellikleri, fizibilitesi ve sağladığı kazançlar açısından değerlendirilmektedir.

Örnek Uygulama 1:

Firma: Karagönler Zeytinyağı Gıda San. Tic. A.Ş.
 Sektör: Gıda/ Zeytinyağı üretimi
 Yer: Hatay
 Uygulama: Zeytin yağı üretiminden çıkan pirinanın, pirina odunu ve yağ üretimi amacıyla kullanılması

Arka Plan:

Türkiye, dünya zeytin üretici ülkeleri arasında; ağaç varlığı açısından 4., alan açısından 6. sırada yer almaktadır. Türkiye dünya zeytinyağı üretimine %8 oranında katkıda bulunmakta, sofralık zeytin üretiminde İspanya'dan sonra 2., tüketimde ise 1. sırada yer almaktadır. [31] Hatay, zeytin ve zeytinyağında ülkemizdeki önde gelen bölgeler arasında yer almaktadır.

Zeytinyağı eldesinde açığa çıkan iki önemli atık pirina (küspe) ve zeytin karasuyu sektörün en büyük çevre problemi olarak kabul edilmektedir. Pirina zeytinlerin mekanik olarak yağa dönüşmesinden sonra arta kalan katı alt üründür. 100 kg zeytinden ortalama 15-22 kg zeytinyağı; 35-45 kg pirina; 100 kg pirinadan ortalama 6-7,5 kg pirina yağı, 60-70 kg kuru pirina elde edilmektedir. [32] Pirina odunu, bölgede ısınma amaçlı kullanılmakta olup, halen Suriye'den pirina odunu yakacak amaçlı getirilmektedir.

Proje:

Uygulama kapsamında Firma, hem kendi zeytinyağı üretiminden hem de bölgede aynı sektörde faaliyet gösteren firmaların üretimlerinden kaynaklanan pirinanın yağının alınması ve geri kalan atığın da pirina odunu olarak kullanılmasını amaçlamıştır. Buna yönelik olarak; yaklaşık 5,6 milyon TL tutarında bir yatırım yapılarak, pirina yağı ekstrasyonu, yağ rafinasyonu ve odun üretimine yönelik ünitelerden oluşan bir tesisin kurulumu söz konusu olmuştur.

Kazanımlar:

Planlanan üretim faaliyetleri sonucunda 30.000 ton/yıl atık pirinadan yararlanılarak 15.000 ton pirina odunu ve yaklaşık 1200 ton rafine edilmiş zeytinyağı üretileceği öngörülmektedir. Yatırımın geri dönüş süresinin 2 yıldan kısa olması beklenmektedir. Firma bu uygulama ile kendi içinde "temiz üretim" uygulaması gerçekleştirirken, bölge genelinde de endüstriyel ekolojiye hizmet etmektedir. Uygulama kapsamında, atık geri kazanımı, atıktan yeni ürün ve kaynak verimliliği sağlanırken, bölge için önemli bir sektörde işbirliği ve kazançlı bir yatırım olanağı da sağlanmış bulunmaktadır.

Kaynak: Türkiye Teknoloji Geliştirme Vakfı

Örnek Uygulama 2:



Firma: Angora Tarımsal Yatırım
Danışmanlık San. ve Tic. Ltd. Şti.
Sektör: Hayvan yemi katkı maddesi üretimi
Yer: Lüleburgaz
Uygulama: Bira üretiminden çıkan atık
mayanın ve biyogazın hayvan
yemi katkısı maddesi üretiminde
kullanılması

Arka Plan:

Bira üretimi sürecinde, alkolün oluşmasından sorumlu olan maya, canlılığını yitirene kadar sistemde birden fazla kez kullanılmaktadır. Canlılığını ve standart işlevini kaybeden maya ise sistemden uzaklaştırılmakta ve yan ürün/atık olarak bertaraf edilmektedir.

Gelişmiş ülkelerde bira endüstrisi yan ürünü olarak oluşan ve %20 maya hücresi içeren “atık bira mayası” değişik yöntemlerle kurutulmuş, inaktif kuru atık bira mayası ya da değişik ilavelerle yüksek değerli yem katkı maddesi olarak yem sektöründe kullanılmaktadır. Son yıllarda söz konusu ürün değişik ticari isimlerle ülkemizde de ithal edilmekte ve kullanılmaktadır. Türkiye genelinde bira üretimi kaynaklı yıllık yaklaşık 10.000-12.000 ton üretildiği belirtilen maya, bira üreticileri için bir dizi işlem gerektiren arıtma sonrasında bertaraf edilmesi gereken bir atık konumundadır. Bu yönüyle bira mayası bira üreticilerinin maliyetlerine de olumsuz etki etmektedir. Firmadan edinilen bilgiye göre Avrupa genelinde üretilen atık mayanın yaklaşık %80’i kurutma yöntemiyle geri kazanılmaktadır. Buna karşılık ülkemizde bira atık mayasının tamamına yakın kısmı arıtma tesislerinden geçerek doğaya bırakılmaktadır.

Proje:

Uygulama kapsamında, Anadolu Efes Biracılık ve Malt Sanayii A.Ş.’ye ait Lüleburgaz bira üretim tesislerinde üretim sonucu ortaya çıkan atık bira mayasının, yine bira üretiminde atıksu arıtma işleminden kaynaklanan biyogazdan elde edilecek enerji ile kurutulması ve daha sonra işleminden geçirilerek hayvan yemi katkı maddesine dönüştürülmesine yönelik bir tesis kurulması amaçlanmıştır. Buna yönelik olarak, Angora Ltd. Şti. tarafından 500 bin TL tutarında bir yatırım yapılarak, atık bira mayasının, üretildiği yerde ürüne dönüştürülmesi sağlanmaktadır.

Kazanımlar:

Gerçekleştirilen üretim faaliyetleri sonucunda 1800 ton/yıl atık bira mayası ve 250.000 m³/yıl atık biyogaz değerlendirilerek, yem katkı maddesi üretimi sağlanmaktadır. Geri dönüş süresinin 2,5 yıldan kısa olması beklenen yatırım ile, atık mayanın bertaraf maliyetinden tasarruf edilmesinin yanı sıra, biyogazın değerlendirilmesi sayesinde yaklaşık 180 ton/yıllık CO₂ salımının da önüne geçilmektedir. Uygulama ile ticari değeri olan bir ürün elde edilmekte, enerji, nakliye, vb. maliyet kalemleri açısından da kaynak verimliliğine yönelik önlemler alınmaktadır.

Kaynak: Türkiye Teknoloji Geliştirme Vakfı

6. Endüstriyel Ekoloji Araçlarının Kullanıldığı AB Uygulamaları ve Politikaları Nelerdir?

AB düzeyinde “endüstriyel ekoloji” ya da “endüstriyel simbiyoz”un kavram olarak resmen tartışılmaya başlamasının çok kısa bir geçmişi olduğu ve 2010 yılı içinde gündeme gelmeye başladığı dikkati çekmektedir.

Öte yandan, Bölüm 1’de ifade edildiği gibi endüstriyel ekolojinin ortaya koyduğu en önemli boyutlardan biri, “dünyadaki kaynakların sınırlı” olduğu gerçeği doğrultusunda tüm madde ve enerjinin çevrim içinde olduğu “sıfır atık” prensibi ve “kaynak verimliliği”nin maksimum düzeyde sağlanmasıdır. Endüstriyel ekoloji aynı zamanda yeni iş alanlarının açılması ve inovasyonu (yenileşimi) tetikleme kapsamında da etkili bir araçtır.

Bu yönleriyle endüstriyel ekoloji, dünyada ve özellikle de AB’de öne çıkan atık yönetimi, kaynak verimliliği, sürdürülebilirlik, düşük karbon ekonomisi, çevre teknolojileri, eko-inovasyon (yenileşim) vb. ile ilgili politika ve stratejileri doğrudan destekleyen bir araç olarak ortaya çıkmaktadır.

Ocak 2011’de Avrupa Komisyonu tarafından yayınlanan “A resource-efficient Europe – Flagship initiative under the Europe 2020 Strategy” (Avrupa 2020 Stratejisi Kapsamında Kaynak Verimli Avrupa Girişimi) başlıklı dokümanda 2050 yılı projeksiyonları da dikkate alınarak kaynak verimliliğinin önemine vurgu yapılmaktadır. Dokümanda özellikle önümüzdeki on yıllık dönem için kaynak verimliliğine yönelik yol haritasının doğru şekilde kurgulanması gerektiği ifade edilmektedir.

Bu yaklaşım AB’nin “sürdürülebilir büyüme” hedefinin de temelini oluşturmakta; farklı politika ve uygulamalar arasında sinerji etkisinin geliştirilmesinin altı özellikle çizilmektedir. Bu çerçevede belirtilen sinerji alanları arasında, “geri dönüşebilecek malzemelerin tekrar kullanılmasının sağlanması, böylece enerji tüketimi ve sera gazı salımının düşmesi” de yer almaktadır. Uzun dönemli strateji ve politikalar çerçevesinde önerilen orta vadeli önlemler arasında yer alan “AB’nin, atık oluşumunun azaltılması ve atığın bir kaynak olarak kullanılması temeline odaklı ‘geri dönüşümcü bir toplum’ ve ‘döngüsel bir ekonomi’ haline getirilmesi” de dikkati çekmektedir. [33]

AB’deki mevcut en güncel yaklaşımlardan biri olan söz konusu strateji dokümanında doğrudan “endüstriyel ekoloji” ya da “endüstriyel simbiyoz” ifadeleri yer almasa da bu kavramları tanımlayan pek çok vurgunun yer aldığı görülmektedir.

Yine AB düzeyinde tartışılan ve yukarıda özetlenen kaynak verimliliği stratejisi ile doğrudan bağlantılı olduğu ifade edilen diğer bir yaklaşım da “Sürdürülebilir Malzeme Yönetimi” (Sustainable Materials Management) olarak ifade edilmektedir. Söz konusu yaklaşım, malzeme kullanımından kaynaklanan çevresel etkilerin azaltılması ve doğal kaynakların tüm yaşam döngüsü boyunca korunmasını hedefleyen entegre bir politika yaklaşımıdır. Burada “malzeme” çıkarılan, işlenen, üretilen, dağıtılan, kullanılan, üretilen, atık haline gelen ya da geri kazanılan, yaşam döngüsünün herhangi bir aşamasında ekonomik bir döngünün bir parçası olan herhangi bir fiziksel madde veya nesneyi ifade etmektedir.

Sürdürülebilir Malzeme Yönetimi yaklaşımının teşvik edilmesine yönelik ortaya atılan yöntemlerden biri de “inovasyon”dur ve buna adımsal teknoloji inovasyonunun yanı sıra temelsel inovasyon da dahildir. Bu kapsamda da; “yeni iş modelleri, sürdürülebilir ticaret modelleri, yeni yönetim ve pazarlama teknikleri, verimlilik kadar yeterlilik yaklaşımlarını da dikkate alan tüketim modelleri, vb.”nin yanı sıra farklı aktörler arasında “endüstriyel simbiyoz” ve diğer inovatif işbirliği yöntemlerinin geliştirilmesi gerektiği de belirtilmektedir. [34] Bu bakış açısı “endüstriyel simbiyoz” kavramının doğrudan kullanılması açısından da dikkat çekicidir.

Yukarıda açıklanan ve AB’de son dönemde önemle üzerinde odaklanılan “kaynak verimliliği”, “sürdürülebilir malzeme yönetimi” ve sürdürülebilir tüketim ve üretim ile ilgili diğer strateji ve politikalar, düşük karbon ekonomisi ve sürdürülebilir büyüme gibi hedefler de dikkate alındığında endüstriyel ekolojinin AB’nin pek çok güncel uygulama ve politikasına yönelik bir araç olduğu açıktır. Konunun inovasyon, teknoloji, Ar-Ge, girişimcilik, iş modelleri, vb. boyutları da düşünüldüğünde AB’de halen devam eden pek çok program, plan ve politikayı doğrudan ya da dolaylı olarak etkileme kapasitesine sahiptir.

AB düzeyinde, önümüzdeki dönemde endüstriyel ekoloji ya da endüstriyel simbiyoz uygulamalarını doğrudan hedefleyen, daha spesifik stratejilerin yayınlanması ve programlarının başlatılması beklenmektedir.

Kaynaklar

1. Frosch R. and Gallopoulos N. (1989). Strategies for Manufacturing, Scientific American 261; (September), 144–15
2. Georgescu-Roegen, N. (1971). The Entropy Law and the Economic Process, Cambridge, MA: Harvard University Press.
3. Ayres, R. U. (1988). Self-organization in Biology and Economics, Luxenburg, Austria: International Institute for Applied Systems Analysis.
4. Ayres, R. U. (1989). Industrial Metabolism. In Technology and Environment, Washington: National Academy Press, 23–49.
5. Ayres, R.U. (1994). Industrial metabolism: Theory and policy. In: Ayres, R.U., Simonis, U.K. (Eds.), Industrial Metabolism: Restructuring for Sustainable Development. United Nations University Press, Tokyo, pp. 3–20.
6. Frosch, R. A. (1992). Industrial ecology: A philosophical introduction. Proc. Nati. Acad. Sci. USA, Vol. 89, pp. 800-803
7. Garner, A. and Keoleian, G. A. (1995). Industrial Ecology: An Introduction. In Pollution Prevention and Industrial Ecology, National Pollution Prevention Center For Higher Education
8. Allenby, B. R. (1992). Industrial Ecology: The Materials Scientist in an Environmentally Constrained World, MRS Bulletin 17, No. 3, pp 46-51.
9. Laybourn, P. (2011). Industrial Symbiosis: Iskenderun Bay Area. Presentation in the Launching Event of Industrial Symbiosis Project in Iskenderun Bay. British Embassy, Ankara, 5th May 2011.
10. Erhenfeld, J. R. And Gertler, N. (1997). The evolution of interdependence in Kalundborg. Journal of Industrial Ecology 1(1): 67-80
11. Grann, H. (1997). The industrial symbiosis at Kalundborg, Denmark. In The industrial green game: Implications for environmental design and management, edited by D. J. Richards. Washington DC: National Academy Press
12. International Institute for Sustainable Development (2010). Zero Emission Processes. http://www.iisd.org/business/tools/bt_zep.aspx
13. Fleig, A. K. (2000). Eco-Industrial Parks as a Strategy Towards Industrial Ecology in Developing and Newly Industrialised Countries. (Report prepared for The Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH (German Technical Cooperation)
14. Lowe, E. A., Moran, S. R. and Holmes, D. B. (1998). Eco-Industrial Parks – a handbook for local development teams, Draft. Indigo Development, RPP International, Oakland, CA.
15. Heeres, R. R., Vermeulen, W. J. V. and Walle de F. B. (2004). Eco-industrial park initiatives in the USA and the Netherlands: first lessons. Journal of Cleaner Production 12 (2004) 985-995
16. Cohen-Rosenthal, E. (1999). Handbook on Codes, Covenants, Conditions and Restrictions for Eco-Industrial Park. Work and Environment Initiative Cornell Center for the Environment.
17. Desrochers, P. (2002). Cities and industrial symbiosis - Some historical perspectives and policy implications. Forum, Volume 5, Number 4. Copyright: MIT and Yale University
18. Gille, Z. (2000). Legacy of waste or wasted legacy? The end of industrial ecology in post-socialist Hungary. Environmental Politics 9(1): 203–231.

19. Van Berkel, R. (2006). Cleaner Production and Eco-Efficiency. in D. Marinova (ed) Handbook on Environmental Technology Management. Edward Elgar Publications, Cheltenham, UK.
20. The Kalundborg Centre for Industrial Symbiosis (2008). Industrial Symbiosis. <http://www.symbiosis.dk/industrial-symbiosis.aspx>
21. 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 (2005) 993-1002
22. Cote, R. P. and Cohen-Rosenthal, E. (1998). Designing eco-industrial parks: a synthesis of some experiences. Journal of Cleaner Production 6 (3-4): 181-188.
23. Wikipedia, (2011). Eco-industrial Park. http://en.wikipedia.org/wiki/Eco-industrial_park
24. Taiga Nova Eco-Industrial Park (2011). <http://www.taiganova.com/>
25. Casavat, T. (2010). Fostering Eco-Industrial Activity: An Introduction to Eco-Industrial Parks & Eco-Business Zones. Presentation in UNDP Industrial Symbiosis Workshop. Adana, April 7, 2010.
26. World Green Growth Conference for Eco-Industrial Park 2009, Conference Book
27. TTGV, (2010). Türkiye’de Temiz Üretim Uygulamalarının Yaygınlaştırılması için Çerçeve Koşulların ve Ar-Ge İhtiyacının Belirlenmesi Projesi Sonuç Raporu. Çevre ve Orman Bakanlığı, ODTÜ. <http://www.ttgvl.org.tr/tr/temiz-uretim>
28. TTGV, 2010. Industrial Symbiosis Project in Iskenderun Bay – Implementation Phase, 2010-2012 Period Project Activities. BTC Crude Oil Pipeline Company Regional Development Initiative.
29. TOBB, 2011. Atık Geri Dönüşüm Borsası. <http://atikborsasi.tobb.org.tr/atikborsasi/>
30. İSO, 2011. Atık Geri Dönüşüm Borsası. http://www.iso.org.tr/tr/web/statiksayfalar/cevre_atikborsa.aspx
31. Vikipedi, (2011). Zeytin. <http://tr.wikipedia.org/wiki/Zeytin>
32. T.C. Doğu Akdeniz Zeytin Birliği, (2010). Akdeniz Bölgesi’nde Zeytinciliğin Bugünkü Durumu ve Öneriler. http://www.dazb.org.tr/ayin_konusu.php?id=7
33. European Commission, (2011). A resource-efficient Europe – Flagship initiative under the Europe 2020 Strategy. COM(2011) 21, Communication From the Commission to the Eurpopen Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and Committee and the Committee of the Regions. Brussels, 26.1.2011
34. Informal Environment Council on Sustainable Materials Management, (2010). Presidency’s Summary of Informal Environment Council on Sustainable Materials Management. 12 - 13 July 2010.



Endüstriyel Ekoloji



Bu proje Avrupa Birliği tarafından finanse edilmektedir.

