

Endüstriyel Ekolojiyi Anlamak Adına Endüstriyel Ortakyaşarlık* Örneklerinin İncelenmesi

Tufan Özsoy[1]¹

¹Adana Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, İşletme Fakültesi, İşletme Bölümü, Adana,
tozsoy@adanabtu.edu.tr

Geliş/Received: 08.11.2018

Kabul/Accepted: 14.12.2018

Özet

Yer kürenin taşıma kapasitesinin çok üstünde bir üretim ve tüketim döngüsüne girildiği, kaynakların sürdürülemez şekilde kullanıldığı görülmektedir. Mevcut durumun uzun vadede devam ettirilmesi mümkün olmayıp üretim ve tüketim süreçlerine ilişkin yapısal dönüşümlerin hızla hayata geçirilmesi kaçınılmazdır. Doğrusal ekonomi olarak adlandırılan mevcut üretim ve tüketim sisteminde atıklar tam olarak kullanılmamış hammaddeler içermektedir ve bunlar birçok endüstri için döngüsel materyal olma potansiyeli taşımaktadır. Tasarım ve teknolojiye gelişmeler ile hammadde, mamul veya yarı mamulün yaşamı boyunca daha fazla katma değer taşıması sağlanabilir ki bu da materyal ve enerji gereksinimi azaltabilir. Döngüsel ekonomi mantığı içinde gelişen endüstriyel ortakyaşarlık, belirli bir coğrafi alanda yer alan işletmeler arasındaki materyal ve enerji akışları yoluyla; kaynak girişi, atık, emisyon ve enerji kayıplarının minimize edildiği yenileyici bir sistemdir. Bu çalışmada bu ortakyaşarlık ilişkisine değinilmiş ve güncel örneklere yer verilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Endüstriyel Ekoloji, Döngüsel Ekonomi, Simbiyoz, Sürdürülebilirlik

Understanding Industrial Ecology by Inverstigating Industrial Symbiosis Examples

Abstract

It is clearly realized that a production and consumption cycle is well over the earth carrying capacity and resources are used in an unsustainable manner. It is not possible to maintain the current situation in the long term and it is inevitable that the structural transformations of production and consumption routines will be implemented rapidly. In the current system of production and consumption, called the linear economy, wastes contain raw materials that are not fully used, and they have the potential to be cyclical material for many industries. With advances in design and technology, raw materials, finished products or semi-products can have more added value throughout their lives, which can reduce material and energy requirements. The concept of industrial symbiosis, which developed in the logic of circular economy, is a renewal system that minimizes loss of resources, waste, emissions and energy losses by covering material and energy flows between enterprises in a given geographical area. In this study, the relationship between this symbiosis relationship and the current examples are mentioned.

Keywords: Industrial Ecology, Circular Economy, Symbiosis, Sustainability

* Türkçe’de symbiosis kavramı “simbiyoz” ile ifade edilmekte iken bu çalışmada “ortakyaşarlık” ifadesi tercih edilmiştir.

[1] Sorumlu Yazar (Corresponding Author): Tufan Özsoy, tozsoy@adanabtu.edu.tr

1. Giriş

Küresel anlamda hızlı nüfus artışı, düşen ürün fiyatları ve artan erişilebilirlik sayesinde dünya genelinde orta ve alt sınıfta da tüketimin önemli aktörlerinden olmasını sağlamıştır. Küreselleşen üretim teknolojileri ve tüketim biçimleri ile kaynakların sürdürülemez biçimdeki kullanımı çevre için önemli ve taşınmaz bir yük haline almıştır. Özellikle gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin üretim ve tüketime bağlı çevresel etkileri önemli düzeyde gerçekleşmektedir. Ancak daha az gelişmiş ülkelerde kişi başı ekolojik ayak izi daha düşük olmasına rağmen kalabalık nüfusları dikkate alındığında toplamda hatırı sayılır bir çevresel etki söz konusudur.

Mevcut ekonomik sistem; “al-yap-at” olarak özetlenen “doğrusal” olarak isimlendirilen, doğal kaynakların işlenmesiyle üretim sürecinin gerçekleştiği ve ürünlerin tüketiminin ardından ortaya atığın çıktığı bir durumu ifade etmektedir. Ancak kullanım sonrası ürün artık “atık” olarak kabul gördüğü bu sistemde aslında ürünlerin bir bütün olarak veya kısmen bileşenlerinin değer içerdiği gerçeği gözden kaçmamalıdır. Ekonomik büyümeye yönelik talep baskısı altında, ekonomik kalkınma ile çevre ve kıt kaynaklar arasında bir denge kurulması çözülmesi gereken zor bir problemdir.

2. Sürdürülebilirliğin Sağlanması

Sürdürülebilirlik kavramı ilk defa Bruntland Komisyonu'nun "Ortak Geleceğimiz" adlı Raporu ile 1987 yılında uluslararası boyutta kabul görmüş ve küresel bir popülerliğe sahip olmuştur. 2015 yılında Avrupa Birliği tarafından yayınlanan The European Environment –State and Outlook Raporu'nda, Birliğin 2050 vizyonu “gezegenin sınırlılıkları dâhilinde iyi yaşamak” olarak açıklanmıştır (EEA, 2015). 2000 yılında gerçekleştirilen Birleşmiş Milletler Zirvesi'nde 2015 yılına kadar, içinde çevresel sürdürülebilirliğin de olduğu bazı sayısal hedeflerin başarılması amaçlanmıştır. Bu hedefler Birleşmiş Milletler Binyıl Kalkınma Hedefleri olarak isimlendirilmiştir. 2015 yılında düzenlenen Birleşmiş Milletler Özel Zirvesi'nde, 2030 yılına kadar dünya genelinde yoksulluğun ortadan kaldırılması ve sürdürülebilir kalkınmanın sağlanabilmesi amacıyla bir taahhüt niteliğinde olan “Dünyamızı Dönüştürmek: Sürdürülebilir Kalkınma 2030 Gündemi” hazırlanmıştır. 2015 yılında hazırlanan ve 2016 yılında güncellenen Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri ile aşırı yoksulluğun sona erdirilmesi, eşitsizlik ve adaletsizlik ile mücadele edilmesi, iklim değişikliğinin önlenmesi ve uyum amaçlarının başarılması planlanmaktadır. Bu plan 17 sürdürülebilir kalkınma hedefi ve 169 amacı ve bu amaçlara ilişkin başarının ölçülmesi için 304 kriteri içermektedir. Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri şunlardır:

1. Yoksulluğun tüm biçimlerinin her yerde ortadan kaldırılması
2. Açlığın sona erdirilmesi, gıda güvenliği ve daha iyi beslenme güvencesinin sağlanması; sürdürülebilir tarımın desteklenmesi
3. Sağlıklı yaşamların güvence altına alınması ve her yaşta esenliğin desteklenmesi
4. Kapsayıcı ve eşitlikçi, nitelikli eğitimin güvence altına alınması ve herkes için yaşam boyu öğrenimin desteklenmesi
5. Toplumsal cinsiyet eşitliğinin sağlanması ve tüm kadınların ve kız çocuklarının güçlenmesi
6. Herkes için suyun ve sıhhi koşulların erişilebilirliği ve sürdürülebilir yönetiminin güvence altına alınması
7. Herkesin uygun fiyatlı, güvenilir, sürdürülebilir ve modern enerjiye erişiminin güvence altına alınması
8. Kesintisiz, kapsayıcı ve sürdürülebilir ekonomik büyümenin, tam ve üretken istihdamın ve herkes için insana yakışır işlerin desteklenmesi
9. Dayanıklı altyapıların inşası, kapsayıcı ve sürdürülebilir sanayileşmenin desteklenmesi ve yenilikçiliğin güçlendirilmesi
10. Ülkeler içinde ve arasında eşitsizliklerin azaltılması
11. Şehirlerin ve insan yerleşimlerinin kapsayıcı, güvenli, dayanıklı ve sürdürülebilir kılınması
12. Sürdürülebilir tüketim ve üretim kalıplarının güvence altına alınması
13. İklim değişikliği ve etkileri ile mücadele konusunda acilen eyleme geçilmesi

14. Sürdürülebilir kalkınma için okyanuslar, denizler ve deniz kaynaklarının korunması ve sürdürülebilir kullanımı
15. Karasal ekosistemlerin sürdürülebilir kullanımının korunması, geliştirilmesi ve desteklenmesi, ormanların sürdürülebilir yönetimi, çölleşme ile mücadele, karasal bozulmanın durdurulması ve iyileştirilmesi ve biyoçeşitlilik kaybının engellenmesi
16. Sürdürülebilir kalkınma için barışçıl ve kapsayıcı toplumların desteklenmesi, herkes için adalete erişimin sağlanması ve her düzeyde etkili, hesap verebilir ve kapsayıcı kurumların inşası
17. Uygulama araçlarının güçlendirilmesi ve Sürdürülebilir Kalkınma için Küresel Ortaklığın canlandırılması

2.1. Sürdürülebilir Üretim

“Sürdürülebilir üretim” kavramı, 1992 yılında düzenlenen Birleşmiş Milletler Çevre ve Kalkınma Konferansı’nda ortaya çıkmıştır. Bu kavram sürdürülebilir kalkınmanın temel unsurlarından olup toplumsal, ekonomik ve çevresel dengenin sağlanmasını savunmakta olup (Krajnc ve Glavic, 2003), kirlenmeyi, enerjiyi ve doğal kaynakları israf etmeyen, ekonomik, işgücü ve tüketiciler için güvenli ve sağlıklı olan süreçler ve sistemler yoluyla ürün ve hizmetlerin üretilmesi olarak tanımlanmaktadır (Lowell Center, 1998). Ürünün yaşam döngüsünü kapsayan tüm süreçlerde temiz teknolojilerin kullanılması gereğini vurgulayan O’Brien (1999:4) işletmelerin yerine getirmesi gereken şartları şu şekilde sıralamaktadır:

- Üretimde kullanılan hammadde ve enerji miktarının azaltılması,
- Atık miktarının asgaride tutulması,
- Ürünlerin geri dönüştürülmesi veya tekrar kullanımı,
- Geri dönüşüme uygun olmayan ürünlerin veya üretime bağlı atıkların çevrenin kabul edebileceği yöntemlerle imha edilmesi,
- Ürünlerin; kolay tamir edilebilir, uyumlu, dayanıklı, uzun ömürlü olarak tasarlanması,
- Ürün yaşam döngüsü boyunca daha temiz üretim teknolojilerinin kullanılması,
- İşleme teknolojisinin geliştirilmesi,
- Çevre dostu teknolojilere dönük ar-ge çalışmalarının yapılması,
- Sahip olunan sosyal rolün iyi anlaşılması.

2.2. Beşikten Beşiğe Yaklaşımı

Bu kavram, ürün ömrünü uzatmaya yönelik yürütülen bir proje sürecinde, ürünlerin yeniden yararlı olabileceği bir programın başlatılmasıyla ortaya çıkan bir kavramdır. Üreticilerin henüz ürünlerini tasarlarlarken, üretim teknolojilerini geliştirirken ve malzemelerini seçerken çevresel etkileri göz önüne alması durumudur (Dünyanın Durumu, 2008:44). Bir üretim sürecinde ortaya çıkan yan ürünlerin, çevreye zararlı atıklar haline gelmeyip, diğer bir üretim sürecinin girdisi olarak kullanılması mantığına dayanır (Dünyanın Durumu, 2004:119). “Beşikten mezara” (cradle to grave) kavramı geleneksel ekonomi modelini ifade etmektedir ki bu model hammaddelerin elde edilmesi, hammaddeler ve enerji kullanılarak üretimin gerçekleştirilmesi ve ürünün kullanılmasının ardından çöp haline gelmesini ifade etmektedir. Bu kavrama karşı olarak “beşikten beşiğe” (cradle to cradle) kavramı türetilmiştir. Doğada hiç birşey çöp haline gelmemektedir. Bir süreç sonunda ortaya çıkan materyal başka bir süreç tarafından değerlendirilmektedir. Tıpkı besinlerin sağlıklı bir metabolizmada dolaşması gibi doğal yaşamda materyaller sürekli bir döngü içindedir. Doğanın bu durumundan ilham alınarak (biyomimetik) geliştirilen “beşikten beşiğe” kavramıyla, ürünlerin ve sistemlerin tasarlanmasında atık üretiminin sifira indirilmesi amaçlanır. Bunun sağlanabilmesi için üretimde kullanılan materyallerin, ürün kullanılmayacak duruma geldiğinde, üretimde tekrar kullanılabilir nitelikte geri dönüştürülebilir olması gerekir. Beşikten mezara olarak da adlandırılan “doğrusal üretim yöntemi” sonrasında büyük miktarda atık ortaya çıkar, ancak döngüsel bir yöntemi temel alan beşikten beşiğe yaklaşımı ile üretimde ortaya çıkan atık sıfırlanmaya çalışılır. Bunun için üretim süreci çevre dostu yöntemleri esas alır, kullanım süresi sonunda ürün ya tekrar kullanılır ya da yeniden üretim için dönüştürülür. Bu yaklaşıma göre üretim süreçlerinde kullanılan materyaller

teknik besin veya biyolojik besin olarak ikiye ayrılır. Teknik besinler bütünlüklerini ve kalitelerini kaybetmeksizin sürekli olarak üretim süreçlerinde farklı formlarda değerlendirilebilmektedir. Biyolojik besinler ise bir veya daha fazla üretim döngüsünde değerlendirildikten sonra mikroorganizmalar için besin haline gelmek üzere doğal ortamda ayrışırlar.

Ekosistemlerin korunması ve zenginleştirilmesi ve bu sayede doğanın biyolojik metabolizmasının muhafaza edilmesi endüstrilerin sorumluluğundadır. Kavram sadece endüstriyel tasarım ve üretim ile sınırlı olmayıp inşaat sektörü, ekonomi ve sosyal sistemlerde de uygulama alanı bulmaktadır. William McDonough ve Michael Braungart tarafından 1992 yılında yayınlanan ve Hannover İlkeleri: Sürdürülebilirlik için Tasarım (veya Gezege Hakları Beyannamesi) olarak isimlendirilen prensiplere göre;

1. İnsanlığın ve doğanın sağlıklı, destekleyici, çeşitli ve sürdürülebilir bir şekilde bir arada var olması için ısrar etmek
2. Karşılıklı bağımlılığı kabullenmek. Tasarımlar geliştirilirken doğaya bağımlı ve doğa ile etkileşim içinde bulunduğu dikkate alınmalıdır. Doğanın her ölçekte yaşanan çeşitli etkileri yanında uzak/dolaylı etkileri dahi hesaba katılmalıdır.
3. Maddiyat ve maneviyat arasındaki ilişkiye saygı duyulmalıdır. İnsanoğlunun sahip olduğu maneviyat ve maddi bilinç arasındaki mevcut ve gelişmekte olan ilişkiler göz ardı edilmemelidir.
4. Tasarıma ilişkin kararların insanoğlu ve doğal sistemler üzerindeki sonuçlarının sorumluluğu kabul edilmelidir.
5. Değeri uzun vadeli olan güvenli objeler oluşturulmalıdır. Ürünlerin, süreçlerin ve standartların özensiz bir şekilde oluşturulmasına bağlı olarak ortaya çıkacak potansiyel tehlikeler bakımı ve yönetimi gelecek nesillere bir yük olarak bırakılamaz.
6. Atık kavramı ortadan kaldırılmalıdır. Ürün ve süreçlerin yaşam döngüleri, hiçbir şeyin çöp haline gelmediği doğal sistemler dikkate alınarak, optimize hale getirilmelidir.
7. Doğal enerji kaynaklarına güvenilmelidir. Tasarımlar sürdürülebilir enerji kaynaklarını dikkate almalı ve bu kaynaklar verimli ve güvenli bir şekilde birleştirilerek sorumlu bir kullanıma hizmet etmelidir.
8. Tasarımın sınırlılıkları anlaşılmalıdır. İnsanın eseri olan bir şey sonsuza dek baki kalmaz ve tasarım tüm sorunların üstesinden gelemez. Doğa mücadele veya kontrol edilecek bir rahatsızlık olarak değil ilham alınacak bir model olarak görülmelidir. Tasarlama ve planlama süreçlerinde doğaya karşı alçakgönüllü yaklaşılmalıdır.
9. Bilginin paylaşılmasına dayalı sürekli iyileştirme arayışı. Doğal süreçler ve insan faaliyetleri arasındaki ayrılmaz ilişkinin tekrar tesis edilmesi ve uzun vadeli sürdürülebilirlik hususlarını etik sorumlulukla ilişkilendirmek için tüm paydaşlar arasında doğrudan ve açık iletişim teşvik edilmelidir.

3. Endüstriyel Ekoloji ve Endüstriyel Benzetme (Industrial Biomimicry)

Endüstri Devrimi sonrasında başlayan ve bilgi teknolojilerinin gelişmesi ile harmonik biçimde hızlanan üretebilme becerisinin bir sonucu olarak kaynak kullanımını artırmış ve ortaya çıkan atık nitelik ve nicelik bakımından küresel bir tehdit haline almıştır. İnsanoğlunun bitmeyen karlılık hırsına rağmen doğayı koruma gereği bir baskı oluşturmaktadır. İşte bu noktada bir çıkış arayan insanoğlu doğayı mercek altına almıştır. Çünkü doğa atık üretmez, doğada her şey tekrar kullanılır. Doğada bir canlının atığı bir başkasının kullanımı anlamına gelmektedir. Bu durum endüstriyel üretim ile ilişkilendirilmiş ve endüstriyel faaliyetlerin bütünü bir ekosistemde bir arada yaşayan organizmalar gibi değerlendirilmiştir. Bu da alanyazında yeni kavramların ve olguların ortaya çıkmasını sağlamaktadır.

Biyosferin korunması, karlılığın ve rekabet edilebilirliğin geliştirilmesi süreci “doğal kapitalizm” (natural capitalism) olarak ifade edilmektedir. Bu yaklaşım, kaynakların daha verimli kullanılmasını sağlayan ileri teknikler ile işletmelerin faaliyet biçimlerinde yaşanacak değişikliklerin hem mevcut hem de gelecek nesillerin çok daha fazla kazanıma sahip olacağını savunmaktadır (Lovins vd., 1999). Bu yaklaşımı destekler nitelikteki “endüstriyel ekoloji” kavramı ise biyolojik ekosistemlerde gözlemlenebilen döngüsel kaynak kullanım biçiminin endüstriyel ekosistemlerin tasarlanmasında bir model olarak kullanılmalıdır. Böylece endüstrinin verimliliğinin, kaynak kullanım ve atık düzeyinden bağımsız bir hale getirilebileceği düşünülür (Graedel ve Allenby, 1995). Ancak bu durumun gerçekleşebilmesi için ise kaynak, enerji ve tüketim akışlarının doğrusal (açık uçlu) olduğu mevcut sistem yerine döngüsel akışlara geçilmesini gerektirmektedir ki bu durumu da “yenileyici tasarım” (regenerative design) adıyla

tanımlanmaktadır (Lyle, 1996). Kaynak kullanımına bağlı olumsuz çevresel etkiler ve risklerde azalmayı sağlayacak, işletme veya kullanıcı için yeni, bir ürün, hizmet, üretim süreci, organizasyonel yapı, yönetim ve/veya işletme metodunun geliştirilmesi ve/veya uygulanması “eko-yenilikçilik” (eco-innovation) olarak ifade edilmektedir (Kemp ve Pearson, 2007). Eko-tasarım (ecodesign) ise ürünlerin daha az kaynakla, daha çok geri dönüştürülebilir ve yenilenebilir materyaller kullanarak, zararlı materyallerin kullanımından kaçınılarak, daha uzun ömürlü ve daha kolay şekilde tekrar kullanılabilir-onarılabilir-iyileştirilebilir-geri dönüştürülebilir bileşenlerden oluşacak şekilde tasarlanmasıdır. Üretimde kullanılan kaynakların çevreci olması ve verimli bir şekilde kullanılmaları ile ürünlerin kullanımı sırasında veya sonrasında tamir edilebilir, kolay sökülebilir, daha iyi işlevler kazanabilmesi için yükseltilebilir, bileşenlerinin tekrar kullanılabilir ve geri dönüştürülebilir olması temel niteliklerdir. Bu mevcut ürünlerin ve süreçlerin yeniden tasarlanması ile veya yeni ürün geliştirmesi yoluyla olabilir. Özetle ürünün ve bileşenlerinin ekonomik sistem içindeki değerinin olabildiğince uzun süre koruması ve bunu yaparken de çevresel etkilerin asgariye indirilmesi başarılıdır. Eko-tasarım sayesinde ekonomik büyüme için daha fazla kaynak kullanma zorunluluğu olgusu sonlandırılmış olur. Azaltılmış kaynak ve enerji kullanımı ve azalan atık üretimiyle de ekonomik büyümenin sağlanması mümkün hale gelir.

Doğa'nın kendini yenileme becerisi endüstri tarafından ürünlerin ve üretim süreçlerinin yeniden tasarlanması süreçlerinde dikkate alınabilmektedir. Mevcut ürün, materyal ve süreçlerin daha çevreci ve ekonomi için daha verimli bir şekilde kullanılması için doğadan ilham alma durumu endüstriyel benzetme (industrial biomimicry) olarak kavramsallaştırılmıştır (Benyus, 2002). Yunanca bios (yaşam) ve mimikos (taklit) kelimelerinden türemiş olan biyomimikrinin kelime anlamı yaşamın taklit edilmesidir. Kennedy (2007) tarafından “doğadaki en başarılı gelişmelerin izlenmesi ve bu tasarımların ve süreçlerin insanoğlunun problemlerinin çözülmesi için taklit edilmesi” olarak tanımlanmaktadır. Doğadan ilham alınarak tasarlanan gelişimin çevre için negatif dışsallıklar taşımaması, sürdürülebilir bir yapıda olması gerekmektedir (Reap vd., 2005). Endüstriyel benzetme sayesinde hayata geçen çok sayıda başarılı uygulama mevcuttur. Örneğin, geceleri kapanıp sualtına batan, gündüzleri ise su üstüne çıkıp yeniden çiçek açan Lotus bitkisi bulunduğu çamurlu ve kirli ortama rağmen sürekli temiz kalabilmektedir. Bu kendini temizleyebilme becerisinin çiçeğin suyu iten (hidrofobik) yapısından kaynaklanmaktadır. Doğada benzer özelliğe sahip 300 kadar bitki bulunmakta olup aynı durum kelebek ve yusuflukların kanatları için de geçerlidir. Ürün geliştirme konusunda bu özellikten ilham alan tasarımcılar çok sayıda ürün geliştirmişlerdir. Kendini temizleyebilen boyalar, su geçirmezliği sağlayan spreyleyler, kir ve nem tutmayan kumaşlar bu sayede üretilmiştir. Bu lotus etkisinden ilham alan bir işletme tarafından geliştirilen kumaşlar da aynı şekilde su ve leke tutmamakta olup kumaşın üretiminde geleneksel kumaşa oranla 8 kat daha az zararlı kimyasal kullanılmaktadır. Bu kumaşlar ticari veya ev tipi mekânlarda (perdelere, yatak takımları, oturma grupları, duvar kaplamaları vb), otomotiv endüstrisinde (araç içinde su ve leke direnci sağlayan sağlıklı zararlı kimyasallar yerine koltuk vb. alanlarda tercih edilmekte), deniz endüstrisinde (demirleme halatları, halatlar, ağlar ve diğer deniz kumaşlarında ürünlerin kuru ve esnek kalması için), doğa sporlarında (sırt çantası, çadır kumaşı, botlar, outdoor giyim) kullanılmaktadır. Bir başka örnek ise ulaşım sektöründen verilebilir. Batı Japonya demiryolu şirketinin hızlı treni olan Shinkansen saatte 320 km hıza ulaşmaktadır. Ancak trenin bir tünelden çıkması sırasında oluşan gürültü çevrede ikamet eden halkın rahatsız olmasına sebebiyet vermektedir. Bu sıkıntılı duruma çare arayan (aynı zamanda bir kuş gözlemcisi olan) trenin şef mühendisi kendisine “doğada hızlı hareket eden ve iki farklı ortam arasında yumuşakça geçiş yapabilen bir şey var mıdır?” sorusunu yöneltmiştir. Sonuç olarak, havadan suya hızlı bir şekilde dalabilen ve bunu yaparken etrafa çok az su sıçratan yalıtımlı kuşunun gagasından ilham alınarak trenin ön tarafı tekrar tasarlanmıştır. Böylece hem daha sessiz, %15 daha az tüketen ve %10 daha hızlı gidebilen bir trene sahip olunmuştur.

4. Endüstriyel Ortakyaşarlık/Simbioz (industrial symbiosis)

İki veya daha fazla farklı endüstrinin bir araya gelerek her bir endüstrinin materyallere erişiminin optimal hale getirilmesi yaklaşımı endüstriyel ortakyaşarlık olarak tanımlanmaktadır (Renner, 1947). Birbirine fiziksel olarak yakın mesafede bulunan işletmeler ve endüstriler kendi aralarında anlamlı bağlantılar kurarak üretim süreçlerini birbirleriyle ilişkilendirebilmektedirler. Hem ölçek ekonomisinden istifade edilebilmekte hem de materyallerin yaşam döngüsü uzatılarak (birinin çıktısının bir diğerinin girdisi olması hali) daha az kaynak kullanımı sağlanabilmektedir. Bu da atık ve emisyon düzeylerinin azalmasına ve doğal kaynakların daha az tahrip edilmesini kolaylaştırmaktadır. İşletmeler ve endüstriler arasında gerçekleşebilecek teknoloji transferleri ve ortak araştırma geliştirme faaliyetleri de eko yenilikçi teknolojilerin geliştirilmesi ve yaygınlaştırması adına önemlidir. Yanı sıra Geyer ve Jackson (2004) organizasyonların

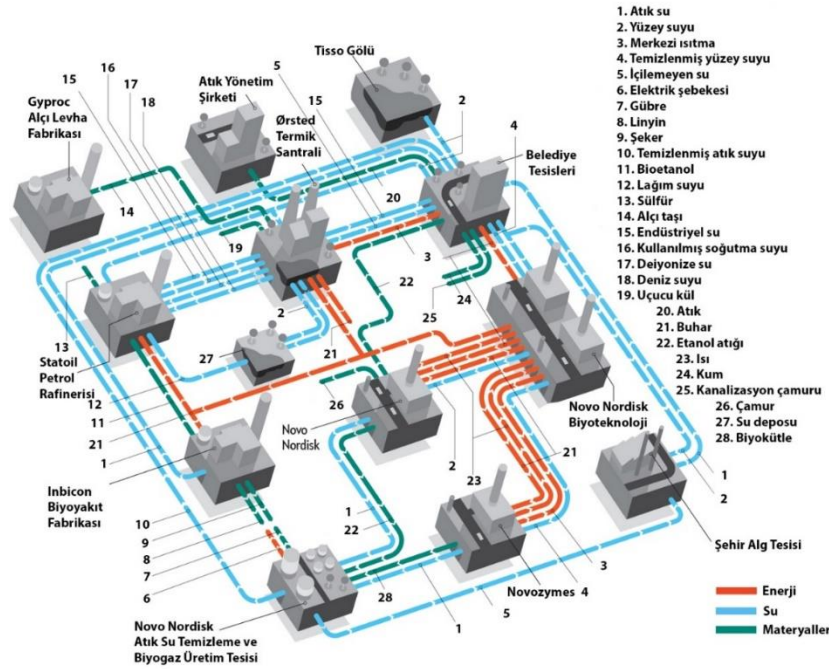
ortakyaşarlık ilişkilerine girmesini veya girmek zorunda kalmalarını, onların daha çevreci bir yönetim anlayışına geçmeleri için itici bir güç olarak görülebileceğini ifade etmektedir. Olgunun daha iyi anlaşılabilmesi için bu çalışmada Kalundborg, Kwinana ve BASF örneklerine yer verilmiştir.

4.1. Kalundborg Endüstri Parkı

Üretim ve tüketim sistemlerinin çevreye olan olumsuz etkilerinin azaltılması ve kaynak verimliliğinin artırılması için Endüstriyel Ekoloji tarafından bir “ekosistem metaforu” kullanılmaktadır. Bu metafor doğada hiçbir şeyin çöp olmayacağı, bir türün atığının bir diğer türün besini olacağı mantığına dayanmaktadır (van Beers vd., 2007). Endüstriyel ortakyaşarlık (symbiosis) olgusu, farklı endüstrilerin rekabet avantajı kazanmak üzere ortaklığa dayalı bir sistem kurlmaları anlayışına dayanır ve bu sistemde materyallerin, enerjinin, suyun ve ara mamullerin fiziksel değişimi söz konusudur. Özetle coğrafi yakınlığa sahip işletmelerin bir araya gelerek kendi aralarında işbirliği ağları tesis etmesi durumudur (Chertow ve Lombardi, 2000). Kamu ve özel sektör işletmelerin kurduğu bu sistemler, atık ürünlerin alınıp satılmasına dayanan yerel ortaklıklar olarak da ifade edilebilir. Böylece hem ortak ekonomilere bağlı katma değer üretimi artar hem de çevre için önemli kazanımlar sağlanabilir. Daha az ile daha fazla üretmek, maliyetlerin azaltılması, daha az emisyon, daha rekabetçi girişimler ve daha esnek toplumlara geçiş mümkündür.

Danimarka'nın Kalundborg kentinde 1960'lı yıllardan itibaren kamu otoriteleri ile özel işletmeler arasında, gaz, su, su buharı, kül, alçıtaşı, yağ vb. atıkların alınıp satılmasına dayanan bir ortakyaşarlık ilişkisi tesis edilmiştir. Kalundborg Endüstriyel Parkında oluşturulan ortakyaşarlık (symbiosis) sistemi sayesinde kamu işletmeleri ve özel işletmeler enerji, su ve materyal akışlarını koordine edebilmektedir. İşletmeler atıklarını satıp diğer işletmelerin atıkları satın alarak kapalı döngüye sahip bir endüstriyel üretimi başarmışlardır.

Kalundborg Endüstriyel Parkında oluşturulan ortakyaşarlık (symbiosis) sisteminde, geri dönüşüm ve tekrar kullanım uygulamaları sayesinde, 75.000 aileden daha fazlasının senelik elektrik tüketimi büyüklüğünde bir enerji tasarrufu sağlanırken yılda 45.000 ton yağ, 15.000 ton kömür, 90.000 ton alçı taşı ve 3 milyon metreküp su tasarruf edilmiş, 240.000 tondan fazla karbondioksitin, 10.200 ton sülfür dioksit ve 4.500 ton sülfürün salınımı engellenmiştir (Jacobsen, 2006). Kalundborg ortakyaşarlığının (symbiosis) mevcut yapısını ve tarihsel gelişimini gösteren çizimlere aşağıda yer verilmiştir.



Şekil 1. Kalundborg Endüstri Parkı İşletmeleri Arasındaki Materyal Akışı

https://www.nature.com/scientificamerican/journal/v317/n1/box/scientificamerican0717-48_BX1.html

Bir sürece ait yan ürünler ve atıklar bir başka sürecin girdisi olarak kullanılabilir. Bu sayede hem üretim maliyetleri aşağı çekilebilmekte hem de daha temiz üretim sayesinde çevre korunmaktadır. Atık su, atık ısı, etanol gibi 30'dan fazla tipteki atık sistem içinde değiştirilerek değerlendirilmekte ve biyogaz, çeşitli enzimler, alçı duvar ve benzeri çok sayıda mamülün üretimi sağlanmaktadır. 1961'de oluşmaya başlayan bu ortakyaşarlık sistemi şu anda 18 farklı tesisin kendi arasında kaynakların paylaşımını esas alan 30 ara bağlantıya sahiptir.

- Rafineriden çıkan sülfür gübre imalatında, sıcak su seralar ısıtılmasında, fazla olan gaz şehir elektriği üretilmesi için elektrik santralinde ve alçı fabrikasında
- Termik santralden çıkan buhar ve ısı ilaç üretim tesisinde, alçıtaşı ise alçı duvar fabrikasında, ılık su balık çiftliğinde, uçucu kül ise çimento fabrikasında, sıcak su bölgenin ısıtılmasında, atık çamur ise yol yapımında
- İlaç fabrikasından çıkan arıtılmış biyolojik çamur ve kullanılmış maya yerel çiftliklerde, kimyasal atık ise alçı duvar fabrikasında
- Alçı duvar fabrikasından çıkan kondens suyu elektrik santralinde
- Balık çiftliğinden çıkan atıklar yerel çiftliklerde
- Yerel çiftliklerden sağlanan saman biyoyakıt tesisinde kullanılmaktadır

Tissø Gölü: Kalundborg Endüstriyel Parkı'nda, üretimde doğrudan kullanılmak üzere veya soğutucu olarak değerlendirmek için gerekli olan yüzey suyu 12,3 kilmoetrekare bir alana yayılan Tissø Gölü'nden temin edilmektedir. Bu amaçla park içinde 12 kilometre uzunluğunda boru hattı bulunmaktadır.

Kalundborg Belediyesi Tesisleri: Yüzey suyu ve arıtılmış yüzey suyunu paydaşlarına ulaştırmak için faaliyetler yürütülmektedir. Kuzey Avrupa'nın en büyük ve en ileri teknolojiye sahip bu su arıtma tesisinde işlemler ozon (o3) ile gerçekleştirilmektedir. Tesis tarafından arıtılan su işletmelerin yanısıra Kalundborg belediyesinde bulunan hanelere de ulaştırılmaktadır. Ayrıca tesise giren atık suyun işlenmesi sırasında oluşan ısı bölgenin ısıtılmasında da kullanılmaktadır.

Novo Nordisk Kalundborg: İşletme 3,500 çalışanı ile küresel insülin üretiminin %50'sini karşılamaktadır. İnsülin, fermentasyon tankına konan çeşitli şekerler, vitaminler ve diğer mikro besinlerin fermentasyonu ile ortaya çıkan bir maddenin saflaştırılması ile edilmektedir. İşletmenin gibi büyük bir hacimde üretim yapan bir tesisin büyük miktarda su ve enerji ihtiyacı olmaktadır. Bu da Kalundborg Endüstri Parkı'nda bulunmasını onun için karlı hale getirmektedir. Ayrıca üretim süreci sırasında ortaya çıkan fazladan ısı ve gübre ile biyogaz üretimi için gerekli bazı artık maddeler ile ortakyaşarlık sistemine de katkıda bulunmaktadır.

Kalundborg tesislerinde yer alan ısı pompası şehrin ısıtılmasında önemli role sahiptir. Atık suyun saflaştırılması sürecinde sıcaklık 22 °C'ye yükselmektedir. Elektrik ile çalışan ısı pompası atık suyun sıcaklığı 72-87 °C aralığına çıkararak şehrin ısıtılmasında kullanılmaktadır. Isı pompaları merkezi ısıtma için 10MW kadar ısı üretebilmektedir.

Novozymes: Dünyanın en büyük endüstriyel enzim üreticisidir. Endüstri parkında ortaya çıkan su buharı ve gölden sağlanan arıtılmış yüzey suyu bu işletmenin faaliyetlerini yürütülmesi için temel girdilerdir. Üretim süreçleri sonunda ortaya çıkan atıklarla NovoGro 30 isimli gübre ve biyogaz ile elektrik üretilmektedir. İşletmenin ürettiği enzimler çok farklı sektörlerde kullanılabilir. Örneğin bu enzimler sayesinde çamaşır deterjanlarının yıkama performansı arttırılmakta ve bazı enzimler sayesinde birçok endüstride kullanılan kimyasallara duyulan ihtiyaç azalmaktadır. İşletme enzimleri mısır, şeker, patates nişastası gibi bazı hammaddeleri fermente ederek üretmektedir. Novozymes kendi atık su işleme ve biyogaz üretme tesisine sahiptir. Bu tesiste Novozymes ve Novo Nordisk fabrikalarındaki üretim artıkları (su, etanol ve biyokütle) işlenmekte ve ortaya çıkan biyogaz ile elektrik elde edilmektedir. Elektrik şehir şebekesine satılmakta olup biyogaz üretim sürecinde ortaya çıkan proses suyunun bir kısmı da belediyenin mikro-alg tesisine gönderilmektedir. Mikro-algler suyu temizlemekte ve karbonsioksiti bağlamaktadır. Novozymes ve Novo Nordisk fabrikalarında ortaya çıkan atık biyokütle ile atık sularındaki bazı katı maddeler kalsiyum ile karıştırılarak NovoGro 30 ismi verilen yüksek kaliteli gübre elde edilmektedir.

Inbicon: Ørsted işletmesine ait tesis çiftliklerden gelen saman çöpünü biyoyakıtı dönüştürmektedir. Saatte dört ton saman işleme kapasitesine sahip tesis yılda 30,000 ton samanı biyoyakıtı dönüştürmektedir. Geliştirdiği fermantasyon süreci ile işletme samandan C5 ve C6 olarak adlandırılan şeker bileşenlerini ayırmakta ve bunu bioetanol

çevirmektedir. Bu yöntem sayesinde %40 verim artışı sağlanmış olup işletme 30 çalışanı ile yılda 5.4 milyon litre bioetanol üretebilmektedir. Üretim sürecinde linyin ve C5 pekmezi yan ürünler olarak ortaya çıkmaktadır. Linyin yakıt olarak C5 pekmezi ise biyogaz tesislerinin verimliliğini arttırmak için hayvan yemi olarak kullanılmaktadır.

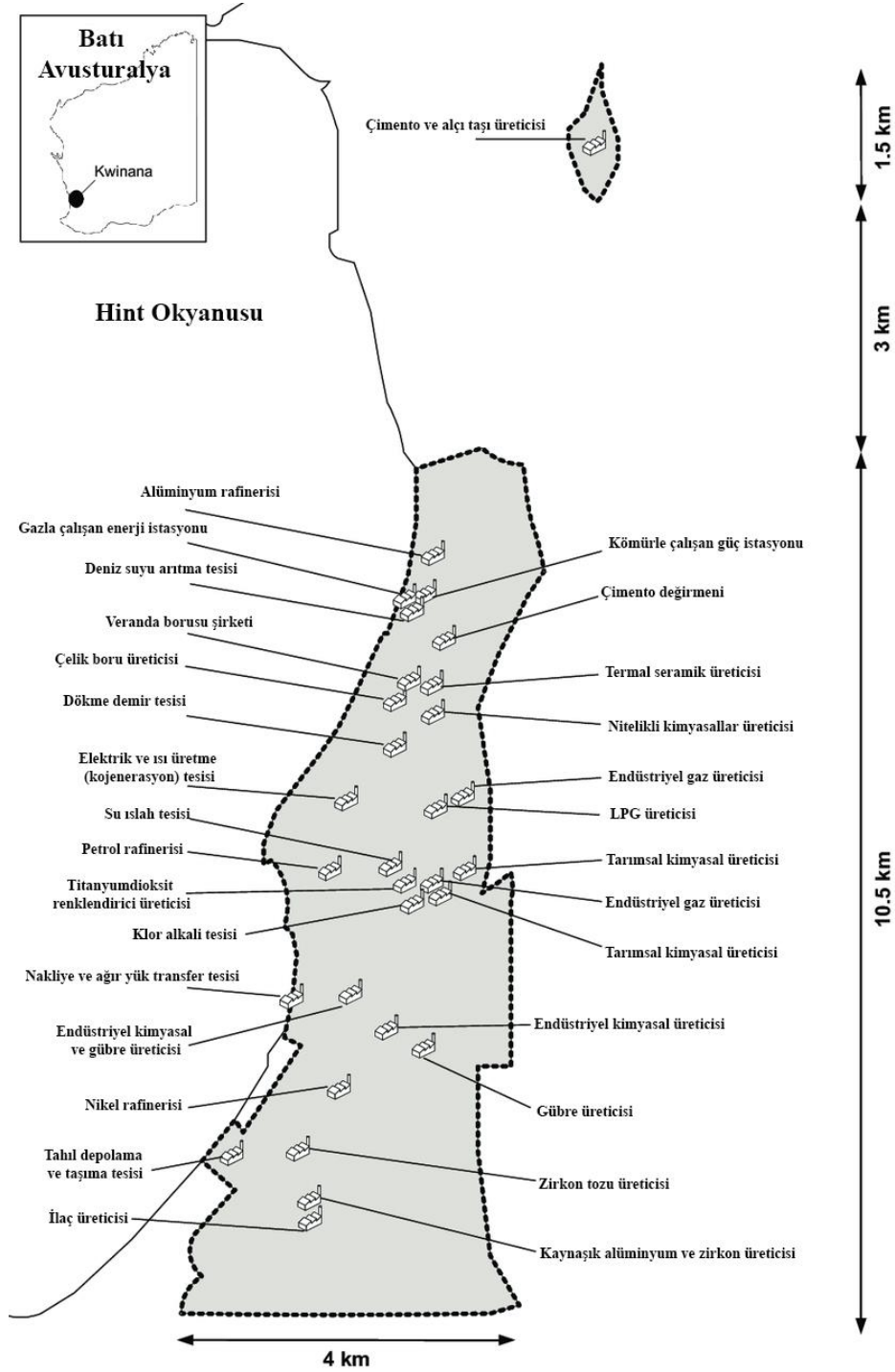
Statoil: Danimarka’da bulunan en büyük petrol rafinerisidir. Ayrıca desülfürizasyon tesisinde ortaya çıkan sülfürün sıvı ve yüksek verimli bir gübreye dönüştürüldüğü dünyadaki tek rafineridir. Endüstri parkı tarafından rafineriye soğutma ve yüzey suyu gibi bazı özellikli sular temin edilmektedir. 335 çalışana sahip tesiste üretilen benzin ve dizelin sülfürsüz olması sebebiyle dünyanın en temiz benzin ve dizeli olduğu iddia edilmektedir. Aslında rafineri bir endüstriyel ortakyaşarlık oluşturma fikrinin ortaya çıkmasını sağlamıştır. Statoil 1961 yılında Kalundborg takımındaki rafinerisi için suya ihtiyaç duymuş ve bunun için Tissø Gölü’nden su nakli yapmak üzere boru hattı döşemiştir. 1972 yılında ise Statoil rafinerisi Gyproc alçı levha fabrikası ile anlaşma imzalayarak tesisinde ortaya çıkan fazla gazı bu fabrikaya tedarik etmeye başlamıştır. Gyproc bu gazı ürettiği alçı levhaları fırınlarında kurutabilmek amacıyla kullanmıştır. 1973 yılında ise Asnæs adını alacak olan Dong Energy işletmesine su boruları ile bağlanmıştır. Böylece 1973 yılına gelindiğinde Klaundorg ortakyaşarlık sistemi üç işletmeden oluşuyor şekilde faaliyetlerine devam etmiştir. Daha sonra sisteme yeni işletmeler eklenmiş ve ilk defa bu işbirliği Kalundborg Symbiosis (ortakyaşarlık) olarak 1989 yılında anılmaya başlanmıştır.

Ørsted: DONG Energy ismiyle kurulan ve daha sonra Asnæs adını alan işletme kömürden su buharı, elektrik ve ısı üretmektedir. Kömürden elde edilen enerji ve buharın biyogaz ve biyokütleyle dönüştürülmesini sağlamaktadır. İşletme ürettiği buharı hem kendi kullanmakta hem de diğer işletmelerin kullanımına sunmaktadır. Ortaya çıkan fazla ısı da şehrin ısıtılmasında kullanılmaktadır. Ayrıca Gyproc işletmesine -egsoz gazının sülfür temizliği ile oluşan- alçıtaşı satmaktadır. Statoil ile özel nitelikteki sular ile artık enerjinin değişimi ve yüzey suyu tedarikinde işbirliği içindedir. Sahip olduğu su deposunda biriktirdiği yağmur suyunu, üretimde kullanılması için diğer işletmelere de sunmaktadır. Yağmur suyunun üretim amacı için oldukça uygun bir su olması sebebiyle, işletmeler tarafından, içilebilir suya ve Tissø Gölü’nden sağlanan suya üretimde daha az ihtiyaç duyulmaktadır.

Gyproc: Ørsted termik santralinde ortaya çıkan gazların içindeki sülfürün temizlenmesinde kullanılan kireç taşı süreç sonunda endüstriyel alçıtaşına dönüşmektedir. Bu temizlik sürecinin bir atığı olarak ortaya çıkan bu alçıtaşı da Ørsted işletmesi tarafından Gyproc’a satılmaktadır. Gyproc bu hammaddeyi işleyerek alçı levhalar üretmektedir ki üretilen mamüllerin %85’i geri dönüştürülebilir niteliktedir. Kalunborg ortakyaşarlık sistemi sayesinde Gyproc yerel ve yüksek kaliteli hammaddeye oldukça rekabet avantajı sağlayan fiyatlardan erişebilmektedir. Enerji verimli ve çevre dostu yapı malzemelerine yönelik artan talebe odaklanan bu firmanın, 145 çalışanı ile ürettiği alçı levhalar Danimarka’da ve dünyanın birçok ülkesinde duvar ve tavan olarak kullanılmaktadır.

4.2. Kwinana Endüstri Bölgesi

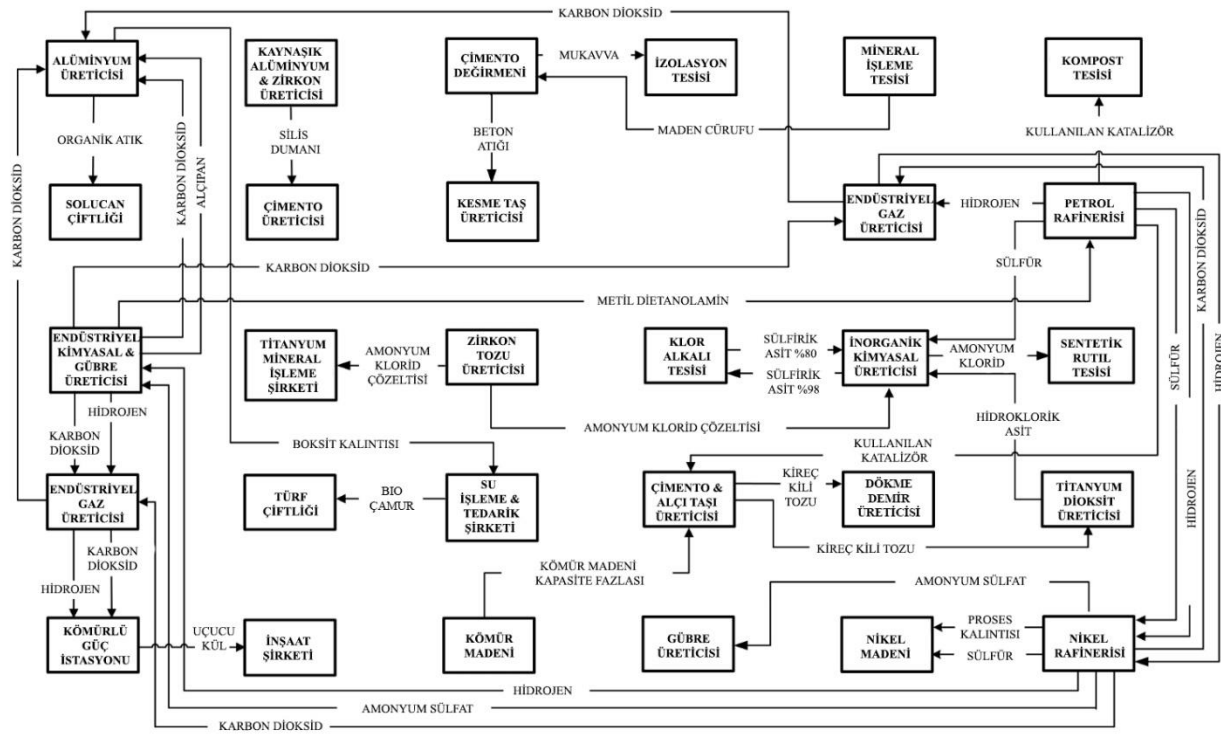
Kwinana Endüstri Bölgesi, 1950’lerin başında bir petrol rafinerisinin kurulması ile oluşmaya başlamıştır. %60’ı bölge nüfusundan olan 4.800 çalışanı (26.000 kişiye dolaylı olarak istihdam imkânı) ile yıllık \$15.7 milyarlık bir üretim gerçekleştiren bölge, bugün dünyanın önde gelen endüstriyel ortakyaşarlık örneklerinden birisidir. Bölge içindeki üretim tesisleri kendi aralarında ara mamül, su ve enerji değişimi gerçekleştirmektedir.



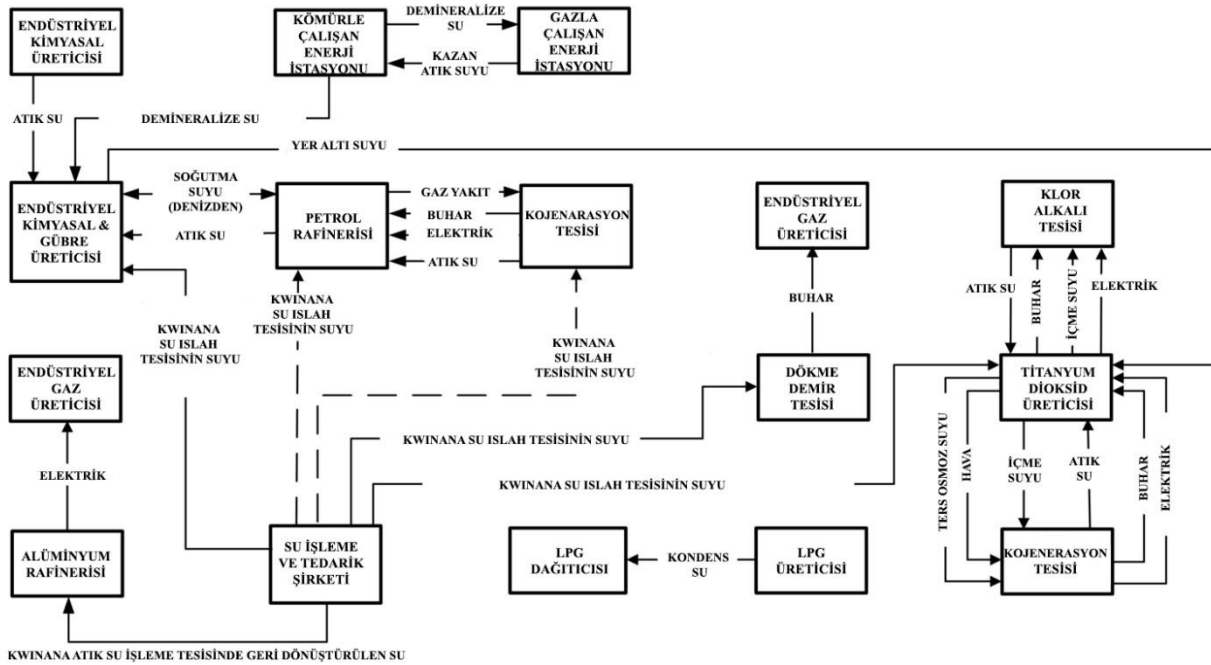
Şekil 2. Kwinana Endüstriyel Bölgesindeki Şirketlerin Lokasyonu

(<https://www.kic.org.au/industry/kwinana-industrial-area.html>)

Daha önceleri atık olarak görülen bu materyaller bu sayede bir diğer tesis için girdi halini almıştır. Bu da işletme ve sürdürülebilirlik performansını arttırmıştır. 2007 yılı verilerine göre Kwinana'da 47 değişim ilişkisi olduğu anlaşılmıştır. 32 değişim ilişkisi üretim süreçlerinde ortaya çıkan yan mamüllerin, 15'i ise enerji, su gibi diğer imkânların paylaşımından oluşmaktadır. Bu ilişkilerin durumu aşağıdaki Şekil 3 ve Şekil 4'de gösterilmiştir.



Şekil 3. Kwinana Endüstri Bölgesi'nde İşletmeler Arasında Gerçekleşen Ara Mamül Değişimleri (Van Beers vd. (2007:59))



Şekil 4. Kwinana Endüstri Bölgesi'nde İşletmeler Arasında Gerçekleşen Altyapı İmkanlarının Değişimi (Van Beers vd. (2007:60))

Sonuçta Kwinanada kaynak kullanım oranı ve ortaya çıkan atık azalırken yeni istihdam imkânları oluşmuş ve emisyonda önemli bir azalama yaşanmıştır. Daha temiz üretim, atık minimizasyonu, enerji verimliliği sağlanabilmektedir.

4.3. BASF Üretim Alanı

1865 yılında Almanya’da kurulan kimya şirketi 114.000 civarında çalışana sahip olup 2017 yılı satışları 64.5 milyar Euro olarak gerçekleşmiştir. İşletme kimyasallar (petrokimyasallar, monomerler-%23), performans ürünleri (pigmentler, pigment preparatları, dispersiyonlar, bakım kimyasalları, beslenme-sağlık -%21), işlevsel materyaller ve çözümler (katalizörler, yapı kimyasalları, kaplamalar, performans materyalleri-%24), tarımsal çözümler (mahsul koruma-%7) ve petrol/gaz (%20) alanlarında ürünler geliştirmektedir.

Verbund (birleştirmek, katmak) olarak isimlendirilen sistem, üretim tesisleri ve enerji akışlarının akıllı bir şekilde birleştirilmesi (ilişkilendirilmesi) anlamına gelmektedir. Dünya genelinde altı adet Verbund yerleşkesi ve buna ek olarak 347 üretim tesisi bulunmaktadır. Verbund sistemi ile değer zincirleri oluşturulmakta ve daha verimli hale getirilmektedir. Bir tesiste ortaya çıkan yan ürünler veya atık bir diğer tesiste hammadde olarak değerlendirilmektedir. Kimyasal süreçlerde daha az enerjiye ve materyale ihtiyaç duyulur, lojistik maliyetleri ve emisyon düzeyleri asgari düzeye iner, yüksek üretim verimliliği sağlanır ve böylece doğal kaynaklar korunur. Lojistikte %60, enerjide %30 ve altyapıda %10 düzeyinde maliyet avantajı sağlanmaktadır ki bu tasarrufun yıllık maddi karşılığı 1 milyar Euro düzeyindedir.

Şirketin merkezi olan Almanya Ludwigshafen’daki 10 kilometrekare büyüklüğündeki tesisinde yaklaşık 29.000 kişi çalışmakta olup, tesiste 2.000 civarında bina yer almaktadır. 200 kadar üretim tesisi 230 km tren hattıyla birbirine bağlanmıştır. Tesiste yer alan caddelerin toplam uzunluğu 106 km ve 2.850 km uzunluğunda boru hattı mevcuttur.

Döngüsel ekonomi yaklaşımında hareketle BASF tarafından, işletme’nin farklı tesislerinde ortaya çıkan yan mamül ve atıkların diğer tesislerde/süreçlerde verimli bir şekilde kullanılması durumu Verbund kavramı ile ifade edilmektedir. Bu kapsamda BASF tarafından imalatı yapılan bazı ürün ve markalar şunlardır:

Sokalan®RO: Su arıtmada kullanılan ters osmoz işlemi için membran filtreler kullanılmaktadır. BASF’in bu ürünü ile kağıt, gıda, çelik, endüstriyel kimyasallar, farmasötikler, otomotiv ve petrokimya endüstrileri gibi hizmet verilen sektörlerde membran olarak kullanılmaktadır. Sokalan RO antiskalant ile sudaki inorganik tuzlar, metal hidroksitler ve kolloidler kontrol edilebilmektedir.

HySorb®: Sıvı polimerlerin güvenli bir şekilde kilitlenmesini sağlayarak yüksek performanslı süper emici çözümler sunulmaktadır. Özellikle bebek bezleri, yetişkin bezleri ve kadın hijyenik ürünlerinde kullanılmakta olup cildin ve gıysilerin kuru ve temiz kalmasını sağlamaktadır.

SAVIVA™:Damlacık polimerizasyonu olarak adlandırılan bir teknolojiye dayanmaktadır. Sızıntı koruması, kuruluk, daha az ıslanma ve daha yumuşak bir his için süper emici bir polimer sağlamak üzere geliştirilmiştir.

Trilon®M: Bulaşık makinelerinde yıkama deterjanları genel olarak doğa için tehlikeli olan fosfat içermektedir. Kolayca biyolojik olarak parçalanabilen kenetleme maddesi Trilon ® M fosfatlı deterjanlara alternatif olarak geliştirilmiştir. Trilon ® M, sert su iyonlarını etkili bir şekilde bağlar ve kireç oluşumunu önler. Ayrıca Avrupa Birliği’nin Ecolabel kriterlerini karşılar.

Ecovio® M2351: Biyolojik olarak parçalanabilir ve mekanik dayanımı nedeniyle malç filmi, örtücü film, silaj filmi gibi ince tarım veya bahçecilik film uygulamalarına yönelik ürünler geliştirilmektedir.

Acronal® MB 6492: Fosil hammadde yerine yenilenebilir nitelikteki hammaddeler kullanılan yenilikçi bir iç cephe boya bağlayıcısıdır.

Epotal® SP-101D: Geri dönüşümlü lifler üzerine dispersiyon kaplama ve baskı imkanı sunmaktadır. Bu sayede floro organik kimyasalların yerine geri dönüştürülebilir çözümler ile gıda güvenliğine uygun paketlenme imkânı sağlamaktadır. Hem gıda ürünleri daha taze kalmakta hem de atıklar doğada kendiliğinden çözünebilmektedir.

CathoGuard® 800: Otomobiller üretimleri sırasında tabii tutuldukları boya öncesi kimyasal işlemler yerine alternatif olarak sunulmaktadır. Otomobilin paslanmaya karşı dirençli olmasını sağlayan bu kaplama, kalay içermemesi ve yüzde birin altında solvent içermeleri nedeniyle rakiplerine oranla çok daha çevre dostudur.

Materyal Pazarı Projesi (The Materials Marketplace Project): Sektörler arası işbirliğinin, kaynakların verimli kullanımı için oluşturulmuş bir platformdur. Enerji tüketiminin, sera gazı emisyonlarının, hammadde ihtiyacının azaltılması ve yeni istihdam fırsatları sunulması amaçlanmaktadır.

Green Sense® Beton Teknolojisi: Yüksek oranda geri dönüştürülmüş malzeme içeren beton karışımları formülasyonlarıdır. Binaların kullanım ömrünün arttırılması ve karbon ayak izinin ve çevresel etkilerinin azaltılması amaçlanmaktadır.

Potasyum Methalat: Atık malzemelerden (kullanılmış yemeklik yağ veya hayvansal yağ gibi)biyodizel üretimi sağlar. % 85'e varan oranlarda tasarruf sağlar. Dizel ile karşılaştırıldığında mevcut emisyonların azalmasını sağlar.

Lutropur® MSA: Esterifikasyon piyasasında asit, dönüşüm sürecini hızlandırmak için bir katalizör olarak kullanılır. Biyolojik olarak daha kolay parçalanabilir ve düşük karbon içeriği sunmakta, daha az çevresel etki yaratmaktadır. Metal iyonları ve sülfat içermeyen renksiz ve kokusuz bir üründür. Birçok sektörde (metal yüzey işlem, temizlik, kimyasal işleme, biyoyakıtlar, madencilik, sondaj gibi) esterleştirici katalizör olarak kullanılmaktadır.

Ecovio® FT2341: Çok ince Sebze Torbaları (10 µm) gibi esnek film uygulamaları için kısmen biyobazlı ve biyolojik olarak parçalanabilen yüksek kaliteli ve çok yönlü bir biyopolimeridir. Kullanım sonrası kompostta tamamen biyolojik olarak bozulacak şekilde tasarlanmıştır. Farklı amaçlar (sebze/meyve çantası, organik atık torbası gibi) için kullanılabilir. Biyogaz tesisleri için daha fazla biyogaz potansiyeline sahiptir. Daha fazla kompost üretilebilmesine imkân tanır.

5. Sonuç

Küreselleşmeye ortam hazırlayan ve hızlandıran değişkenlerin hergeçen gün daha fazla güç kazanmasının bir sonucu olarak üretim ve tüketimde, onlarca yıl önce bile tahmin edilemeyecek noktalara erişilmiştir. Ancak artan kaynak kullanımı ve paralelinde artış gösteren atık miktarları yer kürenin sınırlarını zorlamaktadır. Büyümenin ve karlılığın karşı konulmaz cazibesinden vazgeçmeksizin çevreci yaşam biçimlerinin geliştirilmesi ve sürdürülmesi olası görünmemektedir. Ancak mantığa bürüne ve duruma özel senaryolar geliştirmede eşsiz beceriye sahip insanoglu bu bağlamda endüstriyel ekoloji adıyla yeni bir araştırma alanı geliştirmiştir. Doğadan hareketle, üretim ve tüketim faaliyetlerini gerçekleştiren aktörleri bir ekosistemi oluşturan organizmalar olarak gören endüstriyel ekoloji “sıfır atık” amacına yönelik yeni yaklaşımlar ve enstrümanlar geliştirme gayretindedir. Endüstriyel ortakyaşarlık (simbiyoz) da işte bu yaklaşımlardan birisidir. Coğrafi olarak birbirine yakın farklı sektörlerdeki işletmelerin birinin atığı bir diğerrinin girdisi olarak değerlendirilmekte ve bu sayede üretimin çevresel yükü azaltılmakta ve üretim maliyetleri de düşürülebilmektedir. Kısaca bir optimizasyon süreci olarak değerlendirilebilecek ortakyaşarlık kültürü atıl durumdaki birçok yan mamül ve atığın üretim sürecine dahil edilmesini başarmaktadır. Türkiye gibi gelişmekte olan ülkeler için yeni olan bu yaklaşım işletmeler arasında bir sinerjinin oluşturulması, kaynak kullanımının optimize edilmesi ve sıfır atık hedefine uygun süreçler geliştirilmesi adına bir yenilikçi olguyu ifade etmektedir. Döngüsel ekonomiyi mikro boyutta temsil eden ortakyaşarlık kültürünün iş yaşamında bilinirlik kazanmasıyla birlikte ilerleyen süreçte döngüsel ekonomi bazlı iş modellerinin de toplumda yaygınlık kazanacağına inanılmaktadır.

Bu çalışma ile döngüsel ekonomiye geçiş bağlamında endüstriyel ortakyaşarlık ilişkilerinin önemine dikkat çekilmeye çalışılmıştır. Araştırma masaüstü literatür taraması ile sınırlı tutulmuştur. Sonraki araştırmalarda konunun, farklı disiplinlerin bakış açıları ile irdelenmesinin faydalı olacağı düşünülmektedir. Boylamsal incelemeler, vaka analizleri ve benzeri araştırma yöntemleri ile desteklenecek saha araştırmaları ile konuya derinlikli bir bakış açısı kazandırılması gerektiğine inanılmaktadır.

KAYNAKÇA

Benyus, J. M. (2002). Biomimicry: innovation inspired by nature (William Morrow & Co. New York, NY).

Chertow, M. R., & Lombardi, D. R. (2005). Quantifying economic and environmental benefits of co-located firms.

Dünyanın Durumu. (2008). Sürdürülebilir bir ekonomi için yenilikler, Worldwatch Enstitüsü Raporu. TEMA Vakfı Yayınları, İstanbul.

Dünyanın Durumu (2004). Sürdürülebilir toplum için Worldwatch Enstitüsü raporu, Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları, TEMA Vakfı Yayınları, İstanbul.

EEA (2015). The European environment — State and outlook 2015: Synthesis report, State of the Environment report.

Geyer, R., & Jackson, T. (2004). Supply loops and their constraints: the industrial ecology of recycling and reuse. *California Management Review*, 46(2), 55-73.

Graedel, T. E., & Allenby, B. R. (1995). *Industrial Ecology* Prentice Hall. Englewood Cliffs, NJ.

Jacobsen, N. B. (2006). Industrial symbiosis in Kalundborg, Denmark: a quantitative assessment of economic and environmental aspects. *Journal of industrial ecology*, 10(1-2), 239-255.

Kemp, R., & Pearson, P. (2007). Final report MEI project about measuring eco-innovation. UM Merit, Maastricht, 10.

Kennedy, S. (2007). Biomimicry/biomimetics: general principles and practical examples. *The Science Creative Quarterly*, (2).

Krajnc, D. & Glavic, P. (2003). Indicators of sustainable production. *Clean Technology Environment Policy*, 5, 279–288.

Lovins, A. B., Lovins, L. H., & Hawken, P. (1999). *A road map for natural capitalism*.

Lyle, J. T. (1996). *Regenerative design for sustainable development*. John Wiley & Sons.

Lowell Center For Sustainable Production. (1998). Sustainable production: a working definition. Informal Meeting of the Committee Members.

O'Brien, C. (1999). Sustainable production-a new paradigm for a new millennium. *International Journal of Production Economics*, 60-61:1-7.

Reap, J., Baumeister, D., & Bras, B. (2005). Holism, biomimicry and sustainable engineering. In ASME 2005 International Mechanical Engineering Congress and Exposition. American Society of Mechanical Engineers.

Renner, G. T. (1947). Geography of industrial localization. *Economic Geography*, 23(3), 167-189.

Van Beers, D., Bossilkov, A., Corder, G., & Van Berkel, R. (2007). Industrial symbiosis in the Australian minerals industry: the cases of Kwinana and Gladstone. *Journal of Industrial Ecology*, 11(1), 55-72.

İnternet Kaynakları:

<http://wp.auburn.edu/sustainability/tag/cradle-to-cradle>

<https://www.conformance.co.uk/adirectives/doku.php?id=ecodesign>

<http://s426073585.initial-website.com/blog/mother-nature-is-smarter/>

<https://biomimicry.net/the-buzz/resources/case-example-learning-efficiency-kingfishers/>

<https://www.asme.org/engineering-topics/articles/bioengineering/biomimicry-engineering-s-sincerest-form-of-flatter>

<https://www.basf.com/en/company/about-us/strategy-and-organization/verbund/verbund-sites.html>

<https://www.basf.com/en/company/investor-relations/calendar-and-publications/factbook/basf-group/verbund.html>

<https://www.basf.com/documents/corp/en/about-us/publications/reports/2018/LU-in-figures-2017.pdf>