

SÜRDÜRÜLEBİLİR TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİNDE DÖNGÜSEL İŞ MODELLERİNİN ROLÜ VE ÖNEMİ

THE ROLE AND IMPORTANCE OF CIRCULAR BUSINESS MODELS IN SUSTAINABLE SUPPLY CHAIN MANAGEMENT

Gülnihal AKAN ÖZKÖK¹ 

Makale Başvuru Tarihi: 10.11.2024

Aralık 2024

Makale Kabul Tarihi: 27.11.2024

Cilt: 2, Sayı: 2

Özet

Küreselleşmenin etkisiyle değişen iş dünyasında, sürdürülebilir tedarik zinciri yönetimi sadece ekonomik değil, aynı zamanda çevresel ve sosyal boyutlarıyla da ele alınması gereken bir alan haline gelmiştir. Bu bağlamda söz konusu çalışma, sürdürülebilir tedarik zinciri yönetiminde dögüsel modellerin rolünü ve önemini incelemektedir. Araştırma, dögüsel iş modelleri prensiplerinin tedarik zincirine entegrasyonunu ve bunun işletmelere sağladığı avantajları analiz etmektedir. Çalışmada, literatür taraması yöntemi kullanılarak dögüsel modellerin teorik çerçevesi çizilmiş ve sürdürülebilir tedarik zinciri yönetimi kapsamında incelenmiştir. Literatür taraması göstermiştir ki, dögüsel modellerin işletmelere sadece çevresel sürdürülebilirlik açısından değil, aynı zamanda maliyet optimizasyonu, operasyonel verimlilik ve marka değeri açısından da önemli katkılar sağlamaktadır. Sürdürülebilir tedarik zincirinde dögüsel modeller kapasamında kapalı dögü tedarik zinciri, geri dönüşüm ve yeniden kullanım, tasarımdan kaynaklanarak dögüsellik, paylaşım ekonomisi, atık yönetimi ve tersine lojistik, biyo-temiz teknolojiler, sürdürülebilir tedarik ve sorumlu tedarik zinciri, endüstriyel simbiyoz modelleri incelenmiştir. Çalışma, aynı zamanda dögüsel modellerin sürdürülebilir tedarik zinciri yönetimindeki geleceğini tartışmakta ve bu modellerin yaygınlaşması için gerekli adımları da önermektedir. Dögüsel modellerin benimsenmesi, işletmelerin küresel iklim krizi ve kaynak kıtlığı gibi çevresel zorluklarla başa çıkmasında stratejik bir araç olarak öne çıkmaktadır.

Anahtar Sözcükler: Sürdürülebilir tedarik zinciri, dögüsel iş modelleri, dögüsel ekonomi.

Abstract

In the changing business world influenced by globalization, sustainable supply chain management has become an area that must be addressed not only from an economic perspective but also considering its environmental and social dimensions. In this context, the present study examines the role and importance of circular models in sustainable supply chain management. The research analyzes the integration of circular business model principles into the supply chain and the advantages it provides to businesses. The study uses the literature review method to outline the theoretical framework of circular models and examines them within the scope of sustainable supply chain management. The literature review shows that circular models contribute not only to environmental sustainability but also to cost optimization, operational efficiency, and brand value. Within the scope of sustainable supply chains, the study investigates closed-loop supply chains, recycling and reuse, design-driven circularity, sharing economy, waste management, reverse logistics, bio-clean technologies, sustainable sourcing, responsible supply chains, and industrial symbiosis models. The paper also discusses the future of circular models in sustainable supply chain management and suggests necessary steps for their widespread adoption. The adoption of circular models emerges as a strategic tool for businesses to tackle environmental challenges such as the global climate crisis and resource scarcity.

Keywords: Sustainable supply chain, circular business models, circular economy.

¹Dr. Öğretim Üyesi, Maltepe Üniversitesi, Uluslararası Ticaret ve Lojistik Bölümü, gulnihalakan@maltepe.edu.tr

1. Sürdürülebilir Tedarik Zinciri Yönetimi

Geleneksel tedarik zinciri yönetimi, tedarik zincirini oluşturan tedarikçiler, imalatçılar, dağıtıcılar, perakendeciler ve müşteriler arasında gerçekleşen mal, bilgi ve para akışını inceleyen bütünlük bir yönetim disiplindir. Tedarik zinciri yönetimi, müşteriye doğru ürünü, doğru zamanda, doğru yerde ve doğru fiyatta, tüm tedarik zinciri için en az maliyetle ulaştırmayı hedefler. Bu doğrultuda, malzeme, para ve bilgi akışını entegre bir şekilde yönetir. Başka bir ifadeyle, zincir içindeki merkez iş süreçlerinin uyumlu hale getirilerek müşteri memnuniyetini sağlayacak strateji ve iş modellerinin geliştirilmesini amaçlar. Tedarik zinciri yönetimi, işletmenin dış kaynaklardan sağlanan tedarik işlemlerini yönetirken, işletme içi kaynakları da etkin bir bütünlük içinde ele alan bir yönetim sistemidir (Hill, 2012: 349). Tedarik zinciri yönetimi, tüm tedarik zinciri süreçlerinin planlanmasını ve yönetilmesini kapsar. Bunun yanı sıra, tedarikçiler, araçlar, üçüncü taraf hizmet sağlayıcılar ve müşteriler gibi kanal ortaklarıyla koordinasyon ve iş birliğini de içerir. Böylelikle tedarik zinciri yönetimi, hem şirket içindeki hem de şirketler arası arz ve talep yönetimini bütünlüştürür.

Sürdürülebilir tedarik zinciri ise tedarik zincirinin karlılığını en üst düzeye çıkarmayı hedeflerken çevresel etkileri en aza indiren ve sosyal refahı artırmayı amaçlayan bir yaklaşımdır. Bu bağlamda, tedarik zinciri operasyonlarının, kaynakların, bilginin ve fonların etkin bir şekilde yönetimini içerir (Taticchi vd., 2013:783). Sürdürülebilir tedarik zinciri yönetimi, müşteri ve paydaş taleplerinden doğan sürdürülebilir kalkınma hedeflerinin ekonomik, çevresel ve sosyal boyutlarını dikkate alarak tedarik zincirinde yer alan işletmeler arasında malzeme, bilgi ve sermaye akışlarının yönetimini ve iş birliğini sağlamaya yönelik bir yaklaşımdır. Bu tür sürdürülebilir tedarik zincirlerinde, üyelerin zincir içerisinde kalabilmek adına çevresel ve sosyal kriterlere uyum göstermeleri, müşteri gereksinimlerini ve ilgili ekonomik standartları karşılayarak rekabet avantajlarını sürdürmeleri beklenmektedir (Seuring vd., 2008:1700).

Tedarik zinciri boyunca sosyal ve çevresel etkileri iyileştirme yönünde harekete geçmek için çeşitli gerekçeler bulunmaktadır. Birçok şirket, kurumsal değerleri ve sürdürülebilirlik konularını ele alma kültürleri çerçevesinde adım atmaktadır. Bu şirketler için tedarik zinciri sürdürülebilirliği, yerine getirilmesi gereken etik bir sorumluluk olup, sosyal kalkınma ve çevrenin korunmasına katkı sağlayan bir unsurdur. Bu yaklaşım, şirket içindeki uzlaşma ve taahhütlerin oluşmasına destek verir. Ayrıca birçok şirket, tedarik zinciri sürdürülebilirliği için kurumsal gerekçeler de tanımlamaktadır. Bir şirket için bu kurumsal gerekçeler; faaliyet gösterilen sanayi sektörü, tedarik zincirinin karbon ayak izi, paydaş beklentileri, iş stratejisi ve kurum kültürü gibi çeşitli unsurlara bağlıdır. Çeşitli kurumsal gerekçelere yanıt veren tedarik zinciri sürdürülebilirliği uygulamaları, kurumun elde edebileceği değeri artırabilir. Tedarik zinciri sürdürülebilirliği için temel kurumsal nedenler (Global Compact, 2019:13);

- Kurumsal Riskleri Yönetmek: Çevresel, sosyal ve ekonomik etkiler nedeniyle iş aksamalarını azaltmak, şirketin saygınlığını ve marka değerini korumak.
- Etkinlik Sağlamak: Girdi materyal, enerji, nakliye maliyetlerini düşürmek, iş gücü verimliliğini artırmak, tedarik zincirinde etkinlik oluşturmak.
- Sürdürülebilir Ürünler Oluşturmak: Müşterilerin ve kurum paydaşlarının giderek artan taleplerini karşılamak, pazarları değiştirmek için yenilik yapmak.

Sürdürülebilir tedarik zinciri yönetimi, işletmelerin çevresel, sosyal ve ekonomik performanslarını artırarak uzun vadeli başarıya ulaşmalarını sağlar. Bu yönetim yaklaşımı, hem şirketlerin rekabet gücünü artırır hem de toplum üzerinde olumlu etkiler yaratır (Carter ve Easton, 2011:46). Bu faydalar, sürdürülebilir tedarik zinciri yönetiminin çok boyutlu yapısı nedeniyle geniş bir perspektiften değerlendirilmelidir. Sürdürülebilir tedarik zinciri yönetimi, şirketlerin çevresel etkilerini azaltmasına olanak tanır. Çevre dostu uygulamalar ve kaynak kullanımında verimlilik sağlayarak enerji tüketimini, atık oluşumunu ve karbon emisyonlarını azaltan şirketler, operasyonel

maliyetlerini düşürebilir (Klassen ve Vereecke, 2012:103). Bu, sadece maliyet avantajı sağlamakla kalmaz, aynı zamanda şirketin çevresel itibarını artırır ve artan çevresel düzenlemelere uyum sağlamasına yardımcı olur (Gimenez ve Tachizawa, 2012:531). Sürdürülebilir tedarik zinciri yönetimi sosyal faydalar da yaratır. Adil çalışma koşulları, işçi haklarına saygı, güvenli iş ortamları ve yerel toplumların refahını destekleyen uygulamalar, hem çalışan memnuniyetini hem de toplumsal kabulü artırır (Pagell ve Wu, 2009:37). Bu tür sosyal sorumluluklar, işletmelerin paydaşları ile olan ilişkilerini güçlendirmekte ve sosyal sürdürülebilirlik açısından önemli katkılar sunmaktadır (Seuring ve Müller, 2008:1699). Sürdürülebilir tedarik zinciri yönetimi, şirketlerin uzun vadeli finansal performansını artırır. Sürdürülebilir uygulamalar yoluyla operasyonel verimliliğin artırılması ve risklerin azaltılması, maliyetleri düşürerek şirketlerin karlılığını artırabilir (Hassini vd., 2012:69). Aynı zamanda, sürdürülebilirlik odaklı şirketler, giderek bilinçlenen tüketicilerin ve yatırımcıların tercihinde ön plana çıkmaktadır. Bu durum, sürdürülebilir tedarik zinciri yönetimini, işletmelerin finansal başarıları için de kritik bir unsur haline getirmektedir.

Sürdürülebilir tedarik zinciri yönetimi, çevresel, sosyal ve ekonomik faktörleri dikkate alarak, işletmelerin uzun vadeli değer yaratmasını sağlayan karmaşık bir süreçtir. Bu süreç, kaynak kullanımından üretime, dağıtımdan nihai tüketiciye kadar tüm aşamalarda sürdürülebilir uygulamaların benimsenmesini gerektirir (Carter ve Rogers, 2008:365). Dolayısıyla sürdürülebilir tedarik zincirini yönetmek karmaşık ve zordur. Sürdürülebilir tedarik zinciri yönetiminin zorlukları, çeşitli yapısal, operasyonel ve dışsal etkenlerden kaynaklanmaktadır. Öncelikle, sürdürülebilir tedarik zincirini hayata geçirmek, karmaşık ve geniş bir paydaş ağını yönetmeyi gerektirir. Bu paydaşlar arasında tedarikçiler, müşteriler, düzenleyici otoriteler, sivil toplum kuruluşları ve toplumun kendisi yer alır. Her bir paydaşın farklı öncelikleri ve beklentileri olduğundan, sürdürülebilirlik hedeflerini ortak bir zeminde buluşturmak zorluk yaratır (Seuring ve Müller, 2008:1699). Özellikle çok uluslu şirketler, farklı ülkelerdeki çevresel düzenlemelere ve sosyal standartlara uyum sağlamakta güçlük çekebilir. Sürdürülebilir tedarik zinciri yönetimi genellikle kısa vadeli maliyetleri artırır. Çevre dostu malzemeler kullanmak, işçi haklarına saygılı çalışma koşulları sağlamak ve karbon emisyonlarını azaltmak gibi sürdürülebilir uygulamalar, başlangıçta önemli maliyetler yaratabilir. Birçok şirket, rekabetçi piyasa koşullarında bu maliyetleri karşılayabilecek esnekliğe sahip olmayabilir ve bu durum, sürdürülebilirlik uygulamalarını benimsemelerini zorlaştırır (Pagell ve Wu, 2009:37). Sürdürülebilir tedarik zinciri yönetimi için güvenilir veri toplama ve raporlama sistemleri gereklidir. Tedarik zincirinin her aşamasında çevresel etkileri ve sosyal uyumu izlemek, bu etkilerin ölçülmesi ve raporlanması zorlayıcı bir süreçtir (Seuring, 2013:1513). Özellikle tedarik zincirindeki şeffaflık eksikliği, izlenebilirlik sorunları yaratır ve şirketlerin sürdürülebilirlik performansını gerçekçi bir şekilde değerlendirmelerini güçleştirir. Bununla birlikte, sürdürülebilir tedarik zinciri yönetimi, hem işletmeler hem de toplum için kritik öneme sahiptir. Küresel iklim değişikliği, doğal kaynakların tükenmesi ve işgücü adaletsizliği gibi küresel sorunlarla mücadelede tedarik zincirlerinin rolü büyüktür (World Economic Forum, 2020). Sürdürülebilir tedarik zinciri uygulamaları, şirketlerin uzun vadeli itibarını korumasını, regülasyonlara uyum sağlamasını ve giderek artan çevresel ve sosyal talepleri karşılamasını mümkün kılar (Klassen ve Vereecke, 2012:103). Dolayısıyla, sürdürülebilir tedarik zinciri yönetimi, işletmelerin toplumsal ve çevresel sorumluluklarını yerine getirirken, sürdürülebilir rekabet avantajı elde etmeleri için gereklidir.

Sürdürülebilir tedarik zinciri yönetiminin avantajları ve zorlukları (BMUB, 2017:7);

- Riski en aza indirme ve önlemek,
- Verimli iş süreçleri tasarlamak ve yenilik kapasitesini güçlendirmek,
- Şeffaflığın güçlendirilmesi ve iş ortamında daha yüksek standartlar sağlamak,
- Kollektif olarak değer yaratmaktır.

Sürdürülebilir tedarik zinciri yönetiminin zorlukları;

- Sürdürülebilir tedarik zinciri yönetimi bir kısa mesafe koşusu değil, bir maratondur.
- Tedarik zincirindeki sürdürülebilirlik etkilerinin ve risklerinin belirlenmesi zorlu olabilir; odaklanmak gereklidir.
- Tedarikçilerle sürdürülebilirliği teşvik etmek, engeller ve dirençle başa çıkmak gerekir.
- Sürdürülebilir tedarik zinciri yönetiminin etkili olması için çeşitli mevcut iç süreçlere entegre edilmelidir.
- Sürdürülebilir tedarik zinciri yönetimi, doğrudan tedarikçilerin ötesine geçmeyi gerektirir.
- Veri yönetimi için katı gereksinimler vardır.

Sürdürülebilir tedarik zinciri yönetimi, işletmeler çevresel etkileri azaltmaya ve sürdürülebilirliği geliştirmeye çalıştıkça önem kazanmıştır. Araştırmalar, sadece çevresel odaktan ekonomik, sosyal ve çevresel boyutları kapsayan yaklaşıma geçiş yapan sürdürülebilir modellerin tedarik zincirinde önemli bir evrim olduğunu göstermektedir (Badr, 2024: 332) Sürdürülebilirliği entegre etmek için temel stratejiler, ulaşım rotalarını optimize etmek ve sadece karbon ayak izini azaltmakla kalmayıp aynı zamanda operasyonel verimliliği de artıran çevre dostu araçlar kullanmak gibi yeşil lojistik uygulamalarını da benimsemektedir (King, 2024: 31). Sürdürülebilir tedarik zinciri yönetimi, ekonomik, çevresel ve sosyal faktörleri tedarik zinciri uygulamalarına entegre eden ve paydaşlar için değeri artırırken olumsuz etkileri en aza indirmeyi amaçlayan ve gelişen bir paradigmadır. Bu yaklaşım, tedarik zincirlerini karmaşıklaştıran ve çevre koruma, işgücü uygulamaları konusunda daha katı düzenlemelere uymayı gerektiren küreselleşme nedeniyle önem kazanmıştır (Blanka vd, 2024: 25). Paydaşlar arasındaki işbirliği ve ileri teknolojilerin uygulanması, yeniliği teşvik etmek ve sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmak için de önemli bir araç olmuştur. Bu uygulamaların etkileri, özellikle üretim gibi sektörlerde marka itibarını, müşteri sadakatini ve rekabet avantajını artıran çevresel faydaların ötesine uzanmaktadır (Kittinun, 2024: 85). Yüksek başlangıç yatırımları ve düzenleyici karmaşıklıklar gibi zorluklara rağmen, sürdürülebilir uygulamalara devam eden bağlılık, tedarik zinciri yönetiminde uzun vadeli başarı için zorunluluk haline gelmiştir.

2. Döngüsel Modellerin Tanımı ve Önemi

Döngüsel iş modelleri, kaynakların maksimum düzeyde verimlilikle kullanıldığı, atık ve çevresel etkilerin en aza indirildiği sürdürülebilir bir ekonomi hedefleyen iş modelleridir (Lacy ve Rutqvist, 2015: 19). Döngüsel ekonomi prensiplerine dayanan bu modeller, ürünlerin yaşam döngüsünü genişletmeye, değer yaratımını tekrar tekrar sağlamaya ve kaynakların yeniden kullanılmasına odaklanır. Döngüsel iş modelleri, kaynak kullanımını azaltarak, doğal sermayeyi koruyarak ve atık oluşumunu minimize ederek sürdürülebilir ekonomik büyüme hedeflerine ulaşmayı amaçlar (Geissdoerfer vd., 2017:757).

Döngüsel iş modelleri çeşitli stratejilerle uygulanabilir. Birinci strateji, ürünlerin tasarım aşamasında modüler ve dayanıklı hale getirilmesidir, böylece ürünlerin tamiri, güncellenmesi veya yeniden kullanılması daha kolay hale gelir (Bocken vd., 2016:308). İkinci strateji, ürünlerin kullanım ömrünün sonunda yeniden kullanılacak malzemeler olarak geri kazanılmasıdır. Bu model, özellikle geri dönüşüm ve atık yönetimi alanlarında önemlidir ve şirketlerin çevresel etkilerini azaltmasına olanak tanır. Ayrıca, "ürün hizmet sistemi" ya da "paylaşım ekonomisi" olarak adlandırılan bir başka döngüsel iş modeli, ürün sahipliği yerine kiralama ve paylaşım gibi hizmet temelli sistemleri öne çıkararak, ürünlerin kullanım süresini artırmayı ve tüketim miktarını düşürmeyi hedefler (Tukker, 2015:76).

Döngüsel iş modelleri, işletmeler için sürdürülebilir bir rekabet avantajı sağlar. Bu modeller sayesinde şirketler, kaynak maliyetlerini azaltabilir, çevresel yükümlülüklerini yerine getirebilir ve tüketici talebine uygun, çevre

dostu çözümler sunabilir (Ghisellini vd., 2016:11). Ayrıca, döngüsel ekonomiye geçiş, şirketlerin yenilik yapma ve yeni iş fırsatları yaratma potansiyelini artırarak uzun vadeli değer yaratmalarına katkı sağlar.

Döngüsel iş modelleri, sürdürülebilirliği hedefleyen üretim ve tüketimi dönüştürücü bir yaklaşımı temsil eder. Bu modeller, ürün ve malzemeleri mümkün olduğunca uzun süre kullanımda tutarak kaynak verimliliğine ve atıkların en aza indirilmesine öncelik verir, böylece küresel çevresel zorlukları ele alır. Genel olarak, döngüsel iş modellerinin benimsenmesi, sürdürülebilir kalkınmayı teşvik etmek ve geleneksel tüketim modellerinin olumsuz etkilerini azaltmak için gereklidir.

Literatürde öne çıkan başlıca döngüsel iş modelleri aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- 1. Ürün Tasarımı ve Modülerlik:** Döngüsel iş modellerinde, ürünlerin dayanıklı, modüler ve yeniden kullanılabilir şekilde tasarlanması büyük önem taşır. Bu model, ürünlerin kolayca onarılmasını, güncellenmesini veya parçalarının yeniden kullanılmasını sağlar. Modüler tasarım stratejileri, ürünlerin yaşam döngüsünü uzatarak kaynak verimliliğini artırır (Bocken, 2016:308).
- 2. Kaynakların Yeniden Kullanımı ve Geri Dönüşüm:** Döngüsel ekonominin temel ilkelerinden biri olan bu model, ürünlerin kullanım ömrünün sonunda geri dönüştürülerek ya da yeniden kullanılarak çevre üzerindeki olumsuz etkilerin azaltılmasını sağlar. Böylece hammadde tüketimi azalırken, atık yönetimi süreçleri geliştirilir (Ghisellini vd.,2016:11).
- 3. Ürün Hizmet Sistemi:** Bu modelde, ürün sahipliği yerine hizmet odaklı bir yaklaşım benimsenir. Kiralama, paylaşım ve abonelik gibi hizmet tabanlı çözümlerle, ürünlerin kullanım süresi uzatılır ve daha az yeni ürün üretilmesi sağlanır (Tukker, 2015:76).
- 4. Geri Kazanım ve Kaynak Geri Dönüşümü:** Bu model, üretim sürecindeki yan ürünlerin ve atıkların geri kazanılması ve yeni üretimlerde hammadde olarak kullanılması esasına dayanır. Geri kazanım, hammadde maliyetlerini düşürerek şirketlerin operasyonel verimliliğini artırır (Ellen MacArthur Foundation, 2024).
- 5. Paylaşım Ekonomisi:** Döngüsel iş modelleri arasında son yıllarda popülerlik kazanan paylaşım ekonomisi, varlıkların daha verimli kullanılmasını teşvik eder. Bu model, özellikle araç paylaşımı, ofis alanı paylaşımı ve konaklama gibi sektörlerde çevresel ve ekonomik faydalar sağlar (Lacy ve Rutqvist, 2015:84).

Bu döngüsel iş modelleri, kaynakları korumanın yanı sıra çevresel sürdürülebilirliği teşvik ederek işletmeler için rekabet avantajı yaratır. Aynı zamanda, döngüsel ekonomi yaklaşımı, şirketlerin çevresel düzenlemelere uyum sağlamalarını ve toplumsal sorumluluklarını yerine getirmelerini kolaylaştırır.

3. Döngüsel Modellerin Sürdürülebilir Tedarik Zinciri Yönetimindeki Rolü

Sürdürülebilir tedarik zincirinde döngüsel modeller, kaynakların daha verimli kullanılması, atıkların azaltılması ve ürünlerin yaşam döngüsünün uzatılması amacıyla tasarlanmış çeşitli yaklaşımlardır. Bu modeller, doğal kaynakların tükenmesini önlemeyi, çevresel etkileri en aza indirmeyi ve ekonomik sürdürülebilirliği hedefler. Sürdürülebilir tedarik zincirlerinde kullanılan döngüsel modeller;

- 1. Kapalı Döngü Tedarik Zinciri:** Kapalı döngü tedarik zinciri modeli, ürünlerin kullanım ömrü sona erdiğinde geri alınarak yeniden işlenmesi ve tedarik zincirine tekrar kazandırılması esasına dayanır. Bu modelde, atıklar ve eski ürünler, yeni ürünlerin üretimi için hammadde olarak kullanılır. Böylece, doğal

kaynakların tüketimi azaltılır ve çevresel etkiler minimize edilir. Kapalı döngü tedarik zinciri, ürünlerin yaşam döngüsünün tamamlanmasının ardından, atık olarak değerlendirilmesi yerine, tedarik zincirine yeniden kazandırılmasını amaçlayan bir modeldir. Bu yaklaşım, ürünlerin ya da bileşenlerinin kullanım ömrü sona erdikten sonra toplanması, onarılması, yeniden üretilmesi veya geri dönüştürülerek yeniden tedarik zincirine dahil edilmesini kapsar (Guide ve Van Wassenhove, 2009:10). Böylece, doğal kaynakların tüketimi azaltılırken çevresel etkilerin en aza indirilmesi sağlanır.

Kapalı döngü tedarik zinciri modelinde, geleneksel ileri yönlü lojistik süreçlerine ek olarak, tersine lojistik süreçleri de yer alır. Tersine lojistik, ürünlerin müşterilerden geri alınarak yeniden işlenmesi, bileşenlerinin ayrıştırılması ve tedarik zincirine yeniden kazandırılması aşamalarını kapsar (Fleischmann vd., 1997: 1). Bu süreç, hem ekonomik verimlilik sağlamakta hem de çevresel sürdürülebilirliğe katkı sunmaktadır.

Kapalı döngü tedarik zincirinin başlıca avantajları arasında, hammadde maliyetlerinin düşürülmesi, atık yönetimi maliyetlerinin azaltılması ve çevresel etkinin minimize edilmesi yer almaktadır. Ayrıca, tüketicilerin çevresel bilinç düzeylerinin artması ve sürdürülebilirlik taleplerinin çoğalması, işletmeleri kapalı döngü tedarik zinciri gibi döngüsel modelleri benimsemeye yöneltmektedir (Guide vd., 2001:142). Kapalı döngü tedarik zinciri uygulamaları, aynı zamanda şirketlerin çevre dostu ürün sunma yeteneklerini geliştirerek pazarda rekabet avantajı elde etmelerini sağlar (Linton vd., 2007:1075). Kapalı döngü sistemleri, kaynakların tekrar kullanılabilir hale gelmesi ve malzeme kaybının en aza indirilmesi yoluyla, sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşılmasını destekler.

Sonuç olarak, kapalı döngü tedarik zinciri, ürünlerin yaşam döngüsü sonrasında geri kazanılmasını sağlayarak hem çevresel hem de ekonomik sürdürülebilirliği destekleyen önemli bir modeldir. Bu modelin uygulanması, doğal kaynak kullanımını optimize etmekte, çevresel etkileri azaltmakta ve işletmeler için ekonomik fırsatlar yaratmaktadır.

- 2. Geri Dönüşüm ve Yeniden Kullanım:** Geri dönüşüm ve yeniden kullanım, döngüsel modeller bağlamında sürdürülebilir tedarik zincirlerinin temel bileşenlerinden biridir. Bu süreçler, atıkların yeniden işlenmesi ve yeniden kullanılabilir hale getirilmesi aracılığıyla doğal kaynakların tüketimini azaltır ve çevresel etkileri en aza indirir. Döngüsel tedarik zincirleri, geleneksel doğrusal üretim ve tüketim modellerinden farklı olarak, ürünlerin yaşam döngüsünü uzatarak ve atıkları tekrar üretim süreçlerine entegre ederek kaynak verimliliğini artırmayı hedefler (Ghisellini vd., 2016:11). Geri dönüşüm ve yeniden kullanım, hem ekonomik hem de çevresel açıdan büyük faydalar sağlamaktadır. Tedarik zincirinde geri dönüşüm ve yeniden kullanım, hammaddelere olan bağımlılığı azaltarak maliyetleri düşürür. Özellikle, plastik, kağıt, metal ve cam gibi malzemelerin geri dönüştürülmesi, yeni hammadde tedarik etme maliyetlerini azaltır ve tedarik zincirinin güvenliğini artırır (Fleischmann vd., 1997:1). Geri dönüşüm ve yeniden kullanım uygulamaları, üreticilere hammaddeyi daha düşük maliyetlerle temin etme imkanı sunarak şirketlerin kar marjlarını iyileştirir. Ayrıca, bu süreçlerin uygulamaya konması, çevre dostu ürünler üretme ve pazar taleplerine uyum sağlama konusunda işletmelere rekabet avantajı sağlar (Guide ve Van Wassenhove, 2009:142).

Çevresel açıdan geri dönüşüm ve yeniden kullanım, atıkların doğaya bırakılmasını önler, böylece çevresel kirlenmeyi ve doğal kaynakların tükenmesini engeller. Tedarik zincirinde bu süreçlerin entegrasyonu, özellikle atıkların toplanması, işlenmesi ve yeniden kullanılması aşamalarında doğrudan çevresel faydalar sağlar (Linton vd., 2007:1075). Ayrıca, geri dönüşüm ve yeniden kullanım faaliyetleri, karbon salınımını azaltmaya yardımcı olarak şirketlerin sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmalarını

destekler. Sosyal açıdan, geri dönüşüm ve yeniden kullanım süreçleri, iş gücü yaratma ve toplumsal faydalar sağlama potansiyeline sahiptir. Bu süreçler, özellikle gelişmekte olan bölgelerde istihdam yaratabilir ve yerel ekonomilere katkıda bulunabilir (Ghisellini vd., 2016:11). Ayrıca, bu uygulamalar şirketlere sosyal sorumluluklarını yerine getirme fırsatı sunar, çünkü çevreye duyarlı ve sosyal olarak sorumlu iş pratikleri, toplumsal bilinci artırır ve tüketici güvenini pekiştirir.

Sonuç olarak, geri dönüşüm ve yeniden kullanım tedarik zincirinde önemli bir döngüsel model olarak yer almakta ve kaynak verimliliği, maliyet tasarrufu, çevresel sürdürülebilirlik ve toplumsal faydalar sağlamaktadır. Bu süreçler, şirketlerin sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmalarına yardımcı olurken, aynı zamanda çevreye olan olumsuz etkileri azaltır ve toplumsal sorumluluklarını yerine getirmelerine olanak tanır.

- 3. Tasarımdan Kaynaklanarak Döngüsellik:** Bu model, ürünlerin tasarım aşamasında döngüsel ekonomi prensiplerine göre şekillendirilmesini ifade eder. Ürünler, dayanıklı, yeniden kullanılabilir ve geri dönüştürülebilir olacak şekilde tasarlanır. Ayrıca, ürünlerin modüler yapıda olması, onarılabılır olması ve bileşenlerin ayrılabilir olması sağlanır. Bu, ürünlerin yaşam döngüsünü uzatır ve atıkların önüne geçer. Tasarım kaynaklı döngüsellik, ürünlerin tasarım aşamasında döngüsel ekonomi prensiplerinin entegrasyonunu ifade eder. Bu modelde, ürünler daha dayanıklı, yeniden kullanılabilir ve geri dönüştürülebilir olacak şekilde tasarlanır. Tasarım aşamasında döngüsellik odaklanarak, ürünlerin yaşam döngüsünün uzunluğu artırılır ve bu sayede atıklar en aza indirilir. Tasarım kaynaklı döngüsellik, yalnızca ürünlerin işlevselliğini ve dayanıklılığını iyileştirmekle kalmaz, aynı zamanda çevresel etkilerini minimize etmek amacıyla üretim, kullanım ve sonrasındaki geri dönüşüm süreçlerine de katkı sağlar (Bocken vd., 2016:208).

Bu döngüsel model, ürünlerin tasarımında malzeme verimliliği, enerji verimliliği, modülerlik ve geri dönüştürülebilirlik gibi unsurları dikkate almayı gerektirir. Örneğin, bir ürün modüler olarak tasarlandığında, kullanıcının sadece bozuk veya kullanılmaz olan bileşenleri değiştirmesi sağlanarak tüm ürünün atılmasına gerek kalmaz (Cramer, 2005:110). Bu yaklaşım, aynı zamanda geri dönüşüm veya yeniden kullanım için daha uygun hale getirilmiş ürünlerin üretimini teşvik eder. Tasarımda döngüsellik, ürünlerin kullanımı sırasında daha az kaynak tüketilmesini ve atıkların daha verimli bir şekilde işlenmesini sağlar, bu da tedarik zincirinin sürdürülebilirliğine doğrudan katkıda bulunur. Tedarik zincirinde tasarımdan kaynaklanan döngüsellik, daha az atık üretimiyle sonuçlanırken, hammaddelerin ve malzemelerin daha verimli bir şekilde kullanılmasını sağlar. Bu model, özellikle üretim aşamalarında malzeme kaybını en aza indirir ve ürünlerin kullanım ömrünü uzatır. Ayrıca, bu yaklaşım tedarik zincirinde esneklik sağlar, çünkü döngüsel tasarımlar, ürünlerin daha kolay onarılabılır veya yenilenebilir olmasını temin eder (Stahel, 2016:438). Tasarımdan kaynaklanan döngüsellik, tedarik zincirinde daha verimli bir malzeme yönetimi ve atık yönetimi süreci oluşturur, böylece hem ekonomik hem de çevresel faydalar sağlar. Döngüsel ekonomi anlayışının tedarik zincirine entegre edilmesi, şirketlerin sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmalarını destekler. Tasarım kaynaklı döngüsellik, çevre dostu ürünlerin üretilmesini teşvik eder ve şirketlerin pazar taleplerine daha duyarlı hale gelmesini sağlar. Bu model, aynı zamanda şirketlerin sosyal sorumluluklarını yerine getirmeleri, çevresel etkilerini azaltmaları ve ekonomik verimliliklerini artırmaları açısından da büyük bir potansiyel taşır (Bocken vd, 2016:208).

Tasarımdan kaynaklanan döngüsellik, tedarik zincirlerinde sürdürülebilirliği sağlamak için kritik bir rol oynamaktadır. Ürün tasarımında döngüsellik prensiplerinin benimsenmesi, kaynakların verimli kullanılmasını, atıkların azalmasını ve çevresel etkilerin minimize edilmesini sağlar, bu da şirketlerin sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmalarına yardımcı olur.

4. Paylaşım Ekonomisi: Paylaşım ekonomisi, ürünlerin veya hizmetlerin satın alınmasından çok, kiralanması veya paylaşılması üzerine kurulu bir modeldir. Bu model, özellikle taşıma ve tüketim ürünlerinde kullanılır. Ürünler, daha fazla insan tarafından paylaşılarak kullanılır, böylece üretim ve tüketim miktarı azalır. Paylaşım ekonomisi, ürünlerin ve hizmetlerin mülkiyetinden çok, bunların geçici bir süreyle kullanımı üzerine odaklanan bir ekonomik modeldir. Bu modelde, bireyler veya işletmeler, kaynakları ve malzemeleri paylaşarak daha verimli ve sürdürülebilir bir şekilde kullanabilirler. Paylaşım ekonomisi, özellikle dijital platformların etkisiyle, kullanım odaklı bir yaklaşımı benimsemekte ve bu yaklaşım, tedarik zincirlerinin verimliliğini artırırken çevresel etkileri de azaltmaktadır. Bu model, geleneksel sahiplik anlayışını dönüştürerek, ürünlerin daha geniş bir kullanıcı kitlesine ulaştırılmasını ve bu ürünlerin daha verimli kullanılmasını sağlar (Botsman ve Rogers, 2010:86). Tedarik zincirinde paylaşım ekonomisi, kaynakların daha verimli kullanılmasını teşvik eder. Örneğin, taşımacılık sektöründe otomobil paylaşımı, tüketicilerin veya işletmelerin araçları satın almak yerine kiralarak kullanmalarını sağlar. Bu yaklaşım, taşıma kapasitesinin daha etkin kullanılmasını ve araç sayısının azaltılmasını sağlar, böylece kaynak tüketimi ve çevresel etkiler azalır (Schor, 2014:7). Bununla birlikte, ürünlerin paylaşılması veya kiralanması, üretim miktarını düşürür ve dolayısıyla üretim süreçlerinde kullanılan hammadde ve enerji miktarını azaltarak tedarik zincirindeki çevresel etkileri minimize eder.

Paylaşım ekonomisi, aynı zamanda tüketici davranışlarını dönüştürerek, şirketlerin üretim ve dağıtım süreçlerine olan talepleri yeniden şekillendirir. Paylaşım ekonomisi sayesinde, bireyler daha az nesneye sahip olurken, ürünlerin yaşam döngüsü uzar. Bu model, üreticilerin ürünlerini daha dayanıklı ve uzun ömürlü tasarlama teşvik eder, çünkü bu ürünlerin tekrar kullanılması veya kiralanması daha cazip hale gelir. Bu durum, tedarik zincirinde döngüsellüğün artmasına ve kaynak verimliliğinin sağlanmasına katkıda bulunur (Sundararajan, 2016:120).

Paylaşım ekonomisi ekonomik eşitsizlikleri azaltma ve daha adil bir kaynak dağılımı sağlama potansiyeline sahiptir. Birçok ürünün paylaşılması, sahip olma yükümlülüğünü ortadan kaldırır ve daha geniş bir kullanıcı kitlesine erişim imkanı tanır. Bu, toplumsal faydaları artırırken, aynı zamanda çevresel sürdürülebilirliğe de katkıda bulunur (Botsman ve Rogers, 2010:92).

5. Atık Yönetimi ve Tersine Lojistik: Atık yönetimi, üretim ve tüketim süreçlerinde ortaya çıkan atıkların toplanması, işlenmesi, geri dönüştürülmesi veya yeniden kullanılması süreçlerini içeren önemli bir döngüsel ekonomi ilkesidir. Döngüsel tedarik zincirlerinde, atık yönetimi yalnızca atıkların bertaraf edilmesi değil, aynı zamanda bu atıkların değerli kaynaklara dönüştürülmesi sürecidir. Bu modelin amacı, atıkların çevresel etkilerini en aza indirirken, değerli malzemelerin yeniden kullanılmasını sağlamaktır. Atık yönetimi, tedarik zincirinde sürdürülebilirliği artırırken, aynı zamanda ekonomik faydalar sağlar, çünkü geri dönüştürülen malzemeler yeni ürünlerin üretiminde kullanılabilir, bu da üretim maliyetlerini azaltır (Patterson vd., 2017:453). Tedarik zincirlerinde atık yönetiminin etkinliği, doğru atık ayırma, yeniden kullanım, geri dönüşüm ve kompostlama yöntemlerinin uygulanmasını gerektirir. Özellikle, elektronik atıklar, plastik atıklar ve diğer endüstriyel atıklar, doğru yönetildiğinde değerli hammaddeye dönüşebilir. Atıkların geri dönüştürülmesi, doğal kaynakların korunmasına, enerji tasarrufuna ve sera gazı emisyonlarının azaltılmasına yardımcı olur (Kumar ve Manchiraju, 2017:7243). Atık yönetiminin döngüsel modeldeki önemi, çevresel sürdürülebilirliğe katkı sağlamakla kalmaz, aynı zamanda ekonomik verimliliği artırarak şirketlerin rekabet gücünü de yükseltir.

Tersine lojistik, tüketiciye ulaşan ürünlerin geri toplanması, yeniden işlenmesi, onarılması veya geri dönüştürülmesi sürecini tanımlar (Stock ve Mulki, 2009:533). Bu model, ürünlerin satış sonrası bir geri dönüşüm veya yeniden kullanım sürecine dahil edilmesini sağlar. Tersine lojistik, tedarik zincirinin

döngüsel yapısına önemli bir katkı sağlar çünkü kullanılan ürünler, malzeme tedarik zincirine yeniden kazandırılır. Bu süreç, hem çevresel faydalar sağlar hem de tedarik zincirinin verimliliğini artırır (Guide vd., 2003:397). Tersine lojistik, aynı zamanda şirketlerin ürünlerinin geri dönüşümünü ve yeniden kullanımını teşvik ederek, tedarik zincirlerinde maliyetleri düşürür ve kaynak verimliliğini artırır. Bu süreç, atık yönetimi ile birlikte çalışarak, sürdürülebilir tedarik zinciri uygulamalarının bir parçası haline gelir ve döngüsel ekonominin temel taşlarını oluşturur (Rogers ve Tibben-Lembke, 1999:10).

Tersine lojistik yaklaşımı, ürünlerin ömrünü uzatırken, yeni üretim için gereken kaynakları azaltır ve atık miktarını minimize eder. Ayrıca, tersine lojistik, müşteri sadakatini artırabilir, çünkü tüketiciler ürünlerin geri alındığını ve yeniden değerlendirildiğini bildiklerinde, daha sürdürülebilir bir tüketim alışkanlığı benimseyebilirler.

Atık yönetimi ve tersine lojistik, tedarik zincirlerinde döngüsel modelin önemli bileşenleridir. Her iki süreç de atıkların minimuma indirilmesini, kaynakların daha verimli kullanılmasını ve çevresel etkilerin azaltılmasını sağlar. Bu uygulamalar, şirketlere maliyet tasarrufu sağlamakla kalmaz, aynı zamanda çevresel sürdürülebilirliği artırarak, tedarik zincirinin genel verimliliğini ve rekabet gücünü yükseltir. Döngüsel tedarik zincirlerinde atık yönetimi ve tersine lojistik, daha adil ve sürdürülebilir bir ekonomik yapı oluşturulmasına katkı sağlar.

- 6. Biyo-temiz Teknolojiler:** Biyo-temiz teknolojileri, çevresel etkileri minimuma indirmek ve sürdürülebilirliği artırmak amacıyla doğada biyolojik olarak çözünebilir ve çevre dostu malzemelerin kullanıldığı teknolojik uygulamalardır. Bu teknolojiler, doğal sistemlere zarar vermeden kaynakları verimli kullanmayı hedefler ve atıkların çevresel etkisini azaltarak biyolojik süreçler kullanarak geri dönüştürülmesini sağlar (Stevenson vd., 2018:129).

Tedarik zincirinde döngüsel modelin uygulanmasında, biyo-temiz teknolojiler, atık yönetimi, geri dönüşüm ve yeniden kullanım süreçlerinde önemli bir rol oynar. Biyo-temiz teknolojileri, döngüsel tedarik zincirlerinde doğrudan sürdürülebilirliğe katkı sağlar. Bu tür teknolojiler, ürünlerin yaşam döngüsünü uzatarak, kullanım ömrü sona eren ürünlerin çevreye zarar vermeden doğaya geri dönmesine imkan tanır. Geleneksel endüstriyel süreçlerde kullanılan sentetik ve zararlı kimyasalların yerine biyolojik olarak parçalanabilen malzemeler kullanmak, çevresel etkileri önemli ölçüde azaltır. Biyo-temiz teknolojilerinin kullanımı, ürünlerin geri dönüşümünü kolaylaştırırken, atık miktarını ve doğaya salınan zararlı kimyasalların miktarını da minimuma indirir. Biyo-temiz teknolojilerinin kullanımı, tedarik zincirlerinde yalnızca çevresel değil, aynı zamanda ekonomik faydalar da sağlar. Doğal malzemelerin kullanımı, şirketlerin hammadde bağımlılığını azaltarak, üretim süreçlerinde maliyet tasarrufu sağlar (Norris vd., 2016:96). Ayrıca, biyo-temiz teknolojiler, enerji verimliliğini artırabilir ve su tasarrufu sağlayarak, şirketlerin sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmalarına yardımcı olur.

Çevresel açıdan bakıldığında, biyo-temiz teknolojilerin kullanımı, özellikle fosil yakıtlara dayalı üretim süreçlerinin ve kimyasal atıkların azaltılmasına büyük katkı sağlar. Bu süreç, sera gazı emisyonlarının düşürülmesine, su ve hava kirliliğinin azalmasına ve biyolojik çeşitliliğin korunmasına yardımcı olur (Stevenson vd., 2018:129). Bu nedenle, döngüsel tedarik zincirlerinde biyo-temiz teknolojilerinin entegrasyonu, sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmak için kritik bir araçtır.

Biyo-temiz teknolojilerinin tedarik zincirlerinde döngüsel ekonomi kapsamında kullanılması, doğal kaynakların korunmasına, atıkların azaltılmasına ve çevresel etkilerin minimize edilmesine yardımcı olur. Ayrıca, bu teknolojiler ekonomik faydalar sağlayarak, sürdürülebilirlik ve verimlilik arasındaki dengeyi

sağlar. Tedarik zincirlerinde biyo-temiz teknolojilerin entegrasyonu, döngüsel ekonomi uygulamalarının başarılı bir şekilde hayata geçirilmesine katkıda bulunur, bu da şirketlere rekabet avantajı kazandırırken, çevresel sürdürülebilirliğe de önemli bir katkı sağlar.

- 7. Sürdürülebilir Tedarik ve Sorumlu Tedarik Zinciri:** Sorumlu tedarik zinciri, çevresel ve sosyal sorumlulukları gözeterek malzeme tedarikinden ürünlerin dağıtımına kadar olan süreçlerde etik ilkelere ve sürdürülebilirlik standartlarına uyan bir yönetim modelidir. Bu model, sadece ekonomik karı değil, aynı zamanda çevresel etkiyi ve toplumsal sorumlulukları da dikkate alır. Sorumlu tedarik zinciri uygulamaları, şirketlerin tedarikçi seçiminden üretim süreçlerine, lojistik faaliyetlerden tüketiciye sunulan ürünlerin geri dönüşümüne kadar geniş bir alanı kapsar. Bu bağlamda, döngüsel ekonomi ve sorumlu tedarik zinciri arasındaki ilişki, malzeme ve kaynakların verimli kullanımı, atıkların minimuma indirilmesi ve ürünlerin yaşam döngüsünün uzatılması hedeflerine dayanır (Carter ve Rogers, 2008:360). Sorumlu tedarik zincirine döngüsel modelin entegre edilmesi, çevresel etkilerin azaltılmasına ve sosyal sorumlulukların yerine getirilmesine yardımcı olur. Döngüsel ekonomi, üretim süreçlerinde atıkların azaltılmasını ve malzeme verimliliğini sağlarken, tedarik zinciri boyunca şeffaflık ve izlenebilirlik sağlayarak etik bir yapı oluşturur. Sorumlu tedarik zinciri, yalnızca çevresel standartlara değil, aynı zamanda iş gücü koşulları, insan hakları ve yerel toplulukların haklarına saygı gösteren uygulamalara dayanır. Bu iki modelin birleşimi, şirketlerin sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmalarını ve toplumla olan ilişkilerini iyileştirmelerini sağlar (Seuring ve Müller, 2008:1699).

Döngüsel ekonomi ilkelerinin sorumlu tedarik zincirine entegre edilmesi, birçok avantaj sağlar. Çevresel açıdan, malzeme verimliliği ve atıkların geri dönüştürülmesi, kaynak tüketiminin azaltılmasına ve doğaya verilen zararın en aza indirilmesine katkı sağlar. Sosyal açıdan ise, döngüsel modelin sorumlu tedarik zincirine entegrasyonu, adil iş koşullarının sağlanmasına, toplumların kalkınmasına ve yerel ekonomik yapının güçlendirilmesine olanak tanır. Bununla birlikte, bu tür bir entegrasyon, tedarik zincirinin yönetiminde şeffaflık, izlenebilirlik ve güven gerektirir.

Sorumlu tedarik zinciri, döngüsel ekonomi ilkeleriyle entegre edildiğinde, çevresel, sosyal ve ekonomik sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşılması daha mümkün hale gelir. Bu model, kaynakların verimli kullanılmasını, atıkların azaltılmasını ve adil iş koşullarının sağlanmasını teşvik ederken, şirketlerin uzun vadeli başarısını destekler. Döngüsel ekonomi ve sorumlu tedarik zincirinin birleşimi, sürdürülebilir kalkınma için güçlü bir temel oluşturur ve şirketlere rekabet avantajı sağlar. Ancak, bu entegrasyonun başarılı bir şekilde sağlanabilmesi için tedarik zincirinde şeffaflık ve izlenebilirlik gibi önemli faktörlerin dikkate alınması gerekmektedir.

- 8. Endüstriyel Simbiyoz:** Endüstriyel simbiyoz, farklı endüstrilerin birbiriyle işbirliği yaparak atıklarını kaynak olarak kullanmalarını ifade eder. Bir sektörün atığı, başka bir sektörde hammadde olarak kullanılabilir. Bu yaklaşım, endüstriyel alanlarda atık yönetimi ve kaynak verimliliğini artıran bir döngüsel ekonomi modelidir. Endüstriyel simbiyoz, farklı endüstrilerin atık ve yan ürünlerini birbirlerinin hammadde olarak kullanmaları yoluyla kaynak verimliliği sağlayan ve atıkların çevresel etkilerini azaltan bir yaklaşımdır. Döngüsel ekonomi anlayışının temel prensiplerinden biri olan bu model, atıkların bir başka üretim sürecinin girdisi haline gelmesini sağlayarak, kaynakların daha verimli kullanılmasını ve çevresel etkilerin minimize edilmesini amaçlar (Chertow, 2000:313). Endüstriyel simbiyoz, doğal ekosistemlerdeki simbiyotik ilişkilerden ilham alır; burada her organizma, diğerleriyle karşılıklı faydalı bir etkileşim içindedir. Bu model, tedarik zincirlerinde, atıkların geri dönüştürülmesi ve yeniden kullanılması yoluyla ekosistem benzeri bir ağ oluşturulmasını sağlar (Sato vd., 2013:931).

Endüstriyel simbiyoz, döngüsel tedarik zincirinin bir parçası olarak, atıkların geri kazanımını ve malzeme akışlarını optimize etmeyi hedefler. Bu modelin uygulanması, tedarik zincirindeki farklı sektörler arasında işbirliği gerektirir. Örneğin, bir sektörün atığı başka bir sektör için değerli bir hammadde kaynağı olabilir. Bu tür bir işbirliği, kaynak kullanımını etkinleştirirken, aynı zamanda atıkların çevresel etkilerini azaltır. Endüstriyel simbiyozun başarılı bir şekilde uygulanması, yalnızca çevresel faydalar sağlamaz, aynı zamanda ekonomik ve toplumsal açıdan da değer yaratır. Kaynak verimliliği ve atık yönetimi konusundaki iyileştirmeler, maliyetleri düşürürken, sektörel dayanışmayı ve uzun vadeli işbirliklerini teşvik eder (Ghisellini vd., 2016:1415).

Endüstriyel simbiyoz uygulamalarının tedarik zincirinde başarılı bir şekilde hayata geçirilmesi, bazı zorlukları beraberinde getirebilir. Bu zorluklar arasında, tedarikçiler ve üreticiler arasındaki iletişim eksiklikleri, işbirliği için gerekli altyapıların yetersizliği ve süreçlerin yönetilmesindeki karmaşıklıklar yer alır. Ayrıca, sektörel ve coğrafi engeller, endüstriyel simbiyozun etkili bir şekilde uygulanmasını kısıtlayabilir. Ancak, bu zorluklar, sürdürülebilir kalkınma ve döngüsel ekonomi hedeflerine ulaşmak adına yeni fırsatlar yaratır. Endüstriyel simbiyoz, farklı sektörler arasında yenilikçi çözümler geliştirilmesini, yeni iş modellerinin ortaya çıkmasını ve toplumsal sorumlulukların artırılmasını sağlar. Bu da şirketlere rekabet avantajı sunarken, aynı zamanda çevresel sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşılmasına katkı sağlar (Oughton vd., 2022:1317).

Endüstriyel simbiyoz, döngüsel ekonomi çerçevesinde tedarik zincirinde atıkların yönetimi ve kaynak verimliliği sağlanması açısından kritik bir rol oynamaktadır. Bu modelin tedarik zincirinde entegrasyonu, hem çevresel hem de ekonomik sürdürülebilirliğe katkı sağlar. Fakat, başarılı bir uygulama için tedarikçiler arasında etkin işbirliği, altyapı yatırımları ve uzun vadeli stratejik planlamalar gereklidir. Endüstriyel simbiyozun sağladığı fırsatlar, çevresel etkilerin azaltılması ve ekonomik verimliliğin artırılması açısından büyük bir potansiyel sunmaktadır.

Döngüsel modellerin geleceği açısından önemli gelişmeler;

- Yapay zeka ve büyük veri teknolojilerinin döngüsel süreçleri optimize etmede daha fazla kullanılması (Zhang ve Sutherland, 2021:767).
- Blokzincir teknolojisinin tedarik zinciri şeffaflığını artırması ve izlenebilirliği güçlendirmesi (Kouhizadeh vd., 2021:547).
- Tüketici farkındalığının artmasıyla sürdürülebilir ürün ve hizmetlere olan talebin yükselmesi (Kirchherr vd., 2023:262).
- Küresel düzenlemelerin döngüsel ekonomi uygulamalarını zorunlu hale getirmesi (Lopes de Sousa Jabbour vd., 2022:173).

Bu modellerin daha fazla işletme tarafından benimsenmesi için atılması gereken adımlar şunlardır:

- 1. Kurumsal Dönüşüm ve Eğitim** (Murray vd., 2021:763): Şirket kültürünün döngüsel ekonomi prensiplerine göre yeniden şekillendirilmesi, çalışanların sürdürülebilirlik ve döngüsel ekonomi konularında eğitilmesi, üst yönetimin bu dönüşüme liderlik etmesi ve kaynak tahsis etmesi.
- 2. Teknolojik Altyapı ve İnovasyon** (Garcia-Muina vd., 2023): Döngüsel süreçleri destekleyecek teknolojik altyapının kurulması, AR-GE çalışmalarının döngüsel tasarım ve süreçlere yönlendirilmesi, dijital dönüşüm projelerinin döngüsel ekonomi hedefleriyle uyumlu hale getirilmesi.

3. **İşbirliği ve Ekosistem Yaklaşımı** (Kalmykova vd., 2022:168): Tedarikçiler, müşteriler ve diğer paydaşlarla işbirliğinin güçlendirilmesi, endüstriyel simbiyoz ağlarının oluşturulması, sektörel işbirliklerinin ve bilgi paylaşımının artırılması.
4. **Finansal ve Yasal Teşvikler** (Wang ve Tseng, 2021:269): Döngüsel ekonomi yatırımları için finansman kaynaklarının çeşitlendirilmesi, vergi indirimleri ve teşviklerin oluşturulması, yasal düzenlemelerin döngüsel ekonomiyi destekleyecek şekilde güncellenmesi.

Sürdürülebilir tedarik zincirlerindeki döngüsel modeller, geleneksel doğrusal modellerden farklı olarak yeniden kullanım, geri dönüşüm ve yeniden üretime öncelik veren sistemlere geçişi vurgular. Bu değişim, kaynak verimliliğini artırmak ve israfı en aza indirmek, böylece ekonomik sürdürülebilirliği ve toplum refahını teşvik etmek için çok önemlidir. Döngüsel modeller, atıkların bir kaynak olarak yeniden tanımlandığı, ürün yaşam döngülerini uzatan ve çevresel etkiyi azaltan bütünsel bir yaklaşımı sunmaktadır. Genel olarak, döngüsel model ilkelerinin sürdürülebilir tedarik zinciri yönetimi ile yakınsaması, uzun vadeli ekonomik ve çevresel hedeflere ulaşmak için bir yol sunmaktadır.

Sonuç ve Öneriler

Sürdürülebilir tedarik zincirinde döngüsel modeller, işletmelerin çevresel etkilerini minimize ederken ekonomik değer yaratmalarına olanak sağlayan stratejik bir yaklaşım olarak öne çıkmaktadır (Geissdoerfer vd., 2017:757). Gelecekte bu modellerin daha da önem kazanacağı öngörülmektedir. İklim değişikliği, kaynak kıtlığı ve artan çevresel düzenlemeler karşısında, döngüsel ekonomi modellerinin tedarik zinciri yönetiminde standart uygulama haline gelmesi kaçınılmazdır. Sürdürülebilir tedarik zincirlerinde döngüsel modeller, doğal kaynakların korunmasına, atıkların azaltılmasına ve çevresel etkilerin minimize edilmesine büyük katkı sağlamaktadır. Bu modeller, hem çevresel hem de ekonomik açıdan verimlilik sağlayarak şirketlere rekabet avantajı sunar ve sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşılmasına yardımcı olur. Döngüsel model uygulamaları, yalnızca çevreyi korumakla kalmaz, aynı zamanda sosyal faydalar sağlayarak daha adil bir ekonomik yapı oluşturulmasına da katkı sağlar.

Makalede açıklanan modeller döngüsel ekonomi kavramı altında tedarik zinciri yönetiminde geleneksel "üret, kullan, at" döngüsünün dışına çıkarak, daha sürdürülebilir bir yaklaşımı ifade etmektedir. Bu modeller, doğal kaynakların tükenmesi, çevresel tahribat ve iklim değişikliği gibi küresel sorunların çözümüne katkı sağlamak amacıyla geliştirilmiştir. Döngüsel modeller, işletmelerin çevresel etkiyi minimize etme sorumluluğunu taşıırken aynı zamanda karlılıklarını artırabilecekleri bir iş yapısını da beraberinde getirmektedir. Bu nedenle, işletmeler döngüsel modelleri benimsedikçe, sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmada daha başarılı olmaktadır. Ayrıca, döngüsel ekonomi modeli, tedarik zincirlerinin esnekliğini artırmakta ve işletmelere gelecekteki kaynak kısıtlamalarına karşı dayanıklılık sağlamaktadır. Özellikle pandemi ve küresel tedarik zinciri krizleri gibi durumlar, işletmelerin geleneksel tedarik zinciri modellerinin yetersizliklerini daha da belirgin hale getirmiştir. Döngüsel modeller ise işletmelere, kaynakları yeniden kullanma ve yerel üretime yönelme fırsatı sunarak daha dayanıklı bir tedarik zinciri yapısı sunmaktadır.

Döngüsel modellerin sürdürülebilir tedarik zinciri yönetimindeki rolü, işletmelere yalnızca çevresel ve ekonomik faydalar sunmakla kalmaz, aynı zamanda toplumsal sorumluluklarını yerine getirmelerine de katkı sağlar. Bu makale, döngüsel modellerin işletmelere sağladığı katkılar çerçevesinde, döngüsel modellerin sürdürülebilir tedarik zinciri yönetiminde nasıl bir değişim yarattığını ortaya koymayı amaçlamıştır. Döngüsel modeller, sürdürülebilir tedarik zincirlerinde gelecekte de önemli rol oynamaya devam edecektir.

Sonuç olarak, döngüsel modeller sürdürülebilir tedarik zinciri yönetiminin geleceğini şekillendirmekte ve işletmelere rekabet avantajı sağlamaktadır. Bu dönüşümün başarılı olması için tüm paydaşların koordineli çalışması ve uzun vadeli bir bakış açısı benimsemesi gerekmektedir. Döngüsel iş modellerini başarıyla uygulayan işletmeler, sadece çevresel sürdürülebilirliğe katkıda bulunmakla kalmayacak, aynı zamanda ekonomik sürdürülebilirliklerini de güvence altına alacaklardır.

Kaynakça

- Badr, Bentalha. (2024). The Evolution of Sustainability in Supply Chain Management. Advances in environmental engineering and green technologies book series, 332-356.
- Blanka, Tundys., Grażyna, Wieteska., Tomasz, Wiśniewski., Magdalena, Ziolo. (2024). Sustainable Supply Chain: A New Paradigm for Supply Chain Strategy. 25-83.
- Bocken, N. M. P., de Pauw, I., Bakker, C., & van der Grinten, B. (2016). Product design and business model strategies for a circular economy. *Journal of Industrial and Production Engineering*, 33(5), 308-320.
- Botsman, R., & Rogers, R. (2010). *What's mine is yours: The rise of collaborative consumption*. HarperBusiness.
- Oughton, C., B. Kurup, M. Anda, G. Ho (2022) Industrial Symbiosis to Circular Economy: What Does the Literature Reveal for a Successful Complex Industrial Area? *Circular Economy and Sustainability* (2)1317-1344.
- Carter, C. R., Easton, P. L. (2011). Sustainable supply chain management: Evolution and future directions. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 41(1), 46-62.
- Carter, C. R., Rogers, D. S. (2008). A framework of sustainable supply chain management: Moving toward new theory. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 38(5), 360-387.
- Chertow, M. R. (2000). Industrial symbiosis: Literature and taxonomy. *Annual Review of Energy and the Environment*, 25(1), 313-337.
- Cramer, J. (2005). *Designing for sustainability: A practical approach*. Greenleaf Publishing.
- Ellen MacArthur Foundation. (2013). *Towards the circular economy: Economic and business rationale for an accelerated transition*. Ellen MacArthur Foundation. Retrieved from <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/topics/circular-economy-introduction/overview> (erişim tarihi: 03.11.2024)
- Fleischmann, M., Bloemhof-Ruwaard, J. M., Dekker, R., & Van der Laan, E. (1997). Quantitative models for reverse logistics: A review. *European Journal of Operational Research*, 103(1), 1-17.
- Garcia-Muina, F. E., Gonzalez-Sanchez, R., & Ferrari, A. M. (2023). Technological innovation for circular economy implementation: A systematic literature review. *Sustainable Production and Consumption*, 35, 156-170.
- Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, N. M. P., & Hultink, E. J. (2017). The circular economy – A new sustainability paradigm? *Journal of Cleaner Production*, 143, 757-768.
- Ghisellini, P., Cialani, C., Ulgiati, S. (2016). A review on circular economy: The expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems. *Journal of Cleaner Production*, 114, 11-32.
- Gimenez, C., Tachizawa, E. M. (2012). Extending sustainability to suppliers: A systematic literature review. *Supply Chain Management: An International Journal*, 17(5), 531-543.
- Guide, V. D. R., Van Wassenhove, L. N. (2001). Managing product returns for remanufacturing. *Production and Operations Management*, 10(2), 142-155.

- Guide, V. D. R., Van Wassenhove, L. N. (2009). The evolution of closed-loop supply chain research. *Operations Research*, 57(1), 10-18.
- Guide, V. D. R., Srivastava, R. K., Linton, J. D. (2003). A closed-loop supply chain framework. *Production and Operations Management*, 12(4), 397-409.
- Hassini, E., Surti, C., Searcy, C. (2012). A literature review and a case study of sustainable supply chains with a focus on metrics. *International Journal of Production Economics*, 140(1), 69–82.
- Hill, A.V. (2012). *The Encyclopedia of Operations Management (1st Edition)*. New Jersey: Pearson Education Inc.
- Kalmykova, Y., Sadagopan, M., & Rosado, L. (2022). Circular economy: From review of theories and practices to development of implementation tools. *Resources, Conservation and Recycling*, 168.
- King, Christopher, Muchenje. (2024). *Green Logistics and Supply Chain Management*. Advances in civil and industrial engineering book series, 33-61.
- Kirchherr, J., Piscicelli, L., & Bour, R. (2023). Consumer acceptance of the circular economy: An updated review. *SustainGlobalable Production and Consumption*, 36, 262-278.
- Kittinun, Makprang. (2024). Sustainability in supply chains: strategies and practices for a greener future. *RMUTT Global Business Accounting and Finance Review*, 8(1):85-108.
- Klassen, R. D., & Vereecke, A. (2012). Social issues in supply chains: Capabilities link responsibility, risk (opportunity), and performance. *International Journal of Production Economics*, 140(1), 103–115.
- Kouhizadeh, M., Zhu, Q., & Sarkis, J. (2021). Blockchain and the circular economy: Potential tensions and critical reflections from practice. *Production Planning & Control*, 32(7), 547-565.
- Kumar, S., & Manchiraju, S. (2017). Reverse logistics and waste management: An integrated approach for sustainable development. *International Journal of Production Research*, 55(24), 7243-7257.
- Lacy, P., Rutqvist, J. (2015). *Waste to wealth: The circular economy advantage*. Palgrave Macmillan.
- Linton, J. D., Klassen, R., & Jayaraman, V. (2007). Sustainable supply chains: An introduction. *Journal of Operations Management*, 25(6), 1075-1082.
- Lopes de Sousa Jabbour, A. B., Jabbour, C. J. C., & Godinho Filho, M. (2022). Unlocking the circular economy through new business models based on large-scale data: An integrative framework and research agenda. *Technological Forecasting and Social Change*, 173.
- Murray, A., Skene, K., & Haynes, K. (2021). The circular economy and education: Framing the need for knowledge transformation. *Journal of Business Ethics*, 169(4), 763-781.
- Norris, G. A., Zottola, N. (2016). Green technology and innovation in the circular economy: Bioresource strategies for sustainable production. *Journal of Environmental Management*, 170, 96-104.
- Pagell, M., Wu, Z. (2009). Building a more complete theory of sustainable supply chain management using case studies of 10 exemplars. *Journal of Supply Chain Management*, 45(2), 37–56.
- Patterson, Z., Kershaw, T., & Boon, R. (2017). Waste minimization and recycling in industrial systems. *Journal of Cleaner Production*, 156, 453-463.

- Rogers, D. S., & Tibben-Lembke, R. S. (1999). Going backward: Reverse logistics trends and practices. *Reverse Logistics Magazine*, 3(1), 10-13.
- Sato, H., Geng, Y., & Kono, H. (2013). Industrial symbiosis in Japan: The case of Kawasaki city. *Environmental Management*, 51(4), 931-941.
- Schor, J. B. (2014). Debating the sharing economy. *Journal of Self-Governance and Management Economics*, 2(3), 7-22.
- Seuring, S. (2013). A review of modeling approaches for sustainable supply chain management. *Decision Support Systems*, 54(4), 1513–1520.
- Seuring, S., Muller, M. (2008). From a literature review to a conceptual framework for sustainable supply chain management. *Journal of Cleaner Production*, 16, 1699-1710.
- Stahel, W. R. (2016). The circular economy. *Nature*, 531(7595), 438-440.
- BMUB, Step-by-Step Guide to Sustainable Supply Chain Management, (2017). https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Pool/Broschueren/nachhaltige_lieferkette_en_bf.pdf (erişim tarihi: 01.11.2024)
- Stevenson, M., Ball, P. D. (2018). Bio-based products and renewable resources: State of the art in the circular economy. *Resources, Conservation & Recycling*, 136, 129-136.
- Stock, J. R., Mulki, J. P. (2009). Product returns processing: An examination of practices in the electronics industry. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 39(7), 533-544.
- Sundararajan, A. (2016). *The sharing economy: The end of employment and the rise of crowd-based capitalism*. MIT Press.
- Taticchi, P., Tonelli, F. & Pasqualino, R. (2013). Performance measurement of sustainable supply chains. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 62(8), 782-804.
- Global Compact, Tedarik Zinciri Sürdürülebilirliği; Sürekli İyileştirme İçin Rehber (2019). https://www.globalcompactturkiye.org/wp-content/uploads/2019/09/Tedarik_Zincirinde_Surdurulebilirlik.pdf (erişim tarihi: 01.11.2024)
- Tukker, A. (2015). Product services for a resource-efficient and circular economy – A review. *Journal of Cleaner Production*, 97, 76–91.
- Wang, Y., Tseng, M. (2021). Integrating financial and environmental factors in sustainable supply chain finance: A systematic literature review. *Sustainable Production and Consumption*, 28, 269-284.
- World Economic Forum. (2020). *The Future of Sustainable Supply Chains*. World Economic Forum Report. <https://www.weforum.org/publications/supply-chain-sustainability-policies-state-of-play/> (erişim tarihi: 01.11.2024)
- Zhang, A., Sutherland, J. W. (2021). Artificial intelligence for achieving the sustainable development goals in the circular economy: A review. *Sustainable Production and Consumption*, 27, 767-784.