

13. BÖLÜM

YEŞİL DEPO

Tamerlan AKBAROV¹

GİRİŞ

Küreselleşme, teknoloji alanındaki sürekli ilerleme ve e-ticaretin büyümesi gibi etkenler, işletmeler arasındaki rekabeti artırmış ve sürdürülebilirlik kavramını daha da önemli hale getirmiştir. Özellikle büyük ve uluslararası şirketler, rekabet avantajı elde etmek ve küresel trendlere ayak uydurmak için sürdürülebilirlik uygulamalarına odaklanmaktadır. Bu bağlamda, işletmelerin operasyonlarını sürdürülebilirlik prensiplerine uygun bir şekilde yönetmeleri, yeşil tedarik zinciri yaklaşımını benimsemeleri ve sürdürülebilir kaynakları ve kanalları kullanmaları son derece önemlidir. Bu sayede, işletmeler çevresel ve toplumsal etkiler yaratırken aynı zamanda pazar payını artırma, ekonomik getiri elde etme ve performanslarını iyileştirme hedeflerini gerçekleştirmeyi amaçlamaktadırlar

1980'lerde, müşteri taleplerindeki artan çeşitlilik nedeniyle üretim organizasyonları, üretim hattındaki esnekliği artırmaya, üretim süreçlerini iyileştirmeye ve yeni ürünler geliştirmeye odaklanmıştır. Ancak, bu değişiklikler beraberinde yeni zorlukları getirmiştir. 1990'lı yıllarda, üretim yeteneklerinin artmasıyla birlikte, sanayi yöneticileri, organizasyonun müşteri gereksinimleriyle başa çıkma kapasitesi üzerinde önemli bir etkisi olan malzeme ve hizmetlerin farklı tedarikçilerden geldiğini fark etmişlerdir. Bu da organizasyonların tedarik stratejilerine

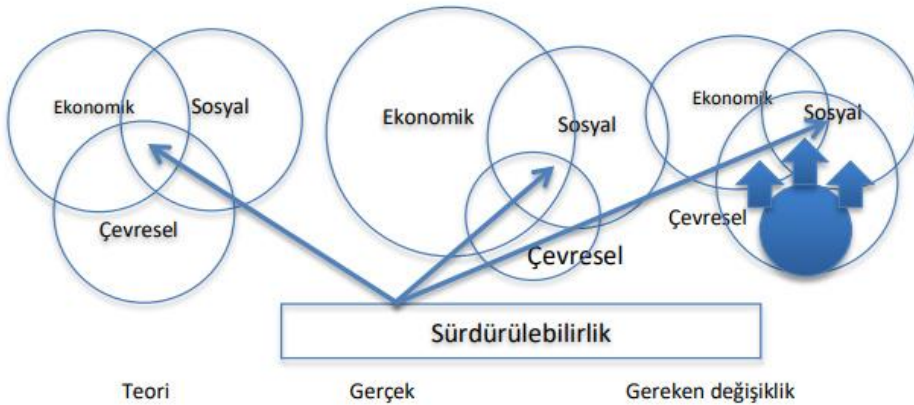
¹ Bandırma Onyedi Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme ABD Doktora Öğrencisi, tamerlanakbarov@ogr.bandirma.edu.tr

ve kaynak tabanlarına daha fazla odaklanmalarına yol açmıştır. Ayrıca, yöneticiler yüksek kaliteli ürünlerin üretiminin yanı sıra, müşterilere yüksek kalite standartlarına ve maliyetlere sahip ürünler sunmanın da önemli olduğunu anlamışlardır. Bu değişikliklerin sonucunda, organizasyonlar uzun vadede bu değişiklikleri yönetmek için yeni bir yaklaşıma ihtiyaç duyduklarını fark etmişlerdir. Üretim yapan fabrikaların ve bağlı olduğu şirket ağının yanı sıra müşteriye ürün teslimatı ve satış sonrası hizmetlerle ilgili olan şirketler ağı üzerinde de kontrol sahibi olmaları gerekmektedir. İşte bu noktada “tedarik zinciri” ve “tedarik zinciri yönetimi” terimleri ortaya çıkmıştır. Ancak, tedarik zinciri yönetimi terimi ilk defa 1980 yılında bir danışmanlık grubu tarafından tanıtılmış ve dikkate alınmıştır.

1 SÜRDÜRÜLEBİLİR YEŞİL DEPOLAMA YÖNETİMİ

Tedarik zinciri çeşitli tanımlarla ele alınmıştır, bunlardan biri aşağıda özetlenmiştir: Tedarik zinciri, süreçler ve faaliyetlerin bir araya geldiği, ham malzemelerin ve hizmetlerin son tüketiciye değer sağladığı, yukarıdan aşağıya doğru bağlantılı olan bir organizasyon ağıdır (Akandere, 2019: 737).

Şekil 1. Sürdürülebilirlik ve Boyutları Arasındaki İlişkiler

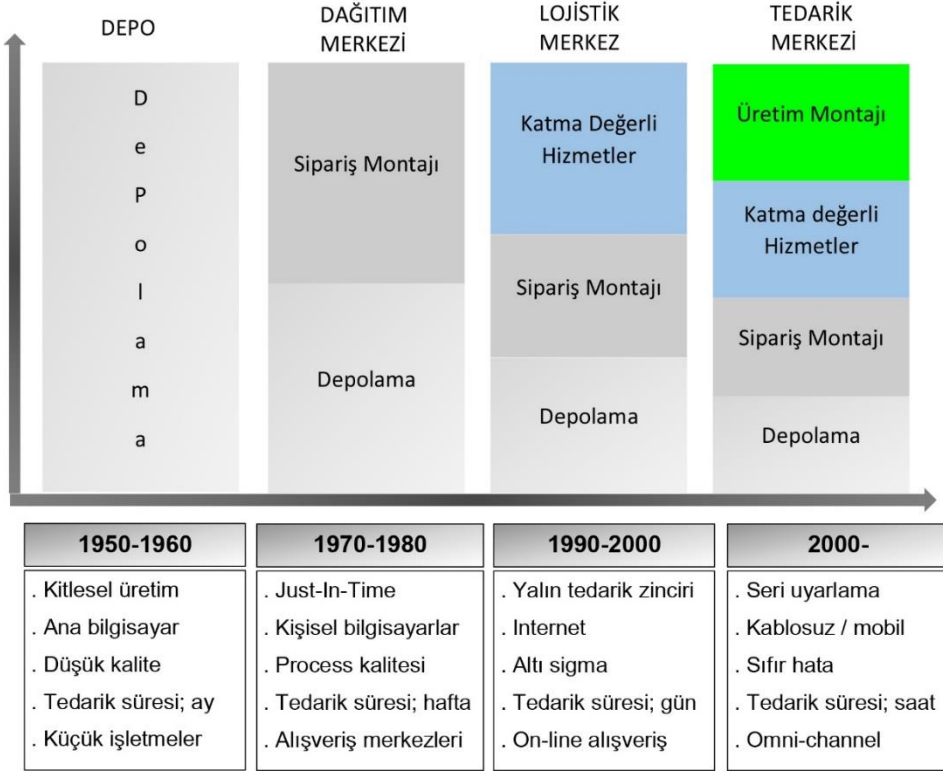


Kaynak: Akandere, 2019: 737

Lojistik işletmeleri, artan bir şekilde çevre konusundaki endişeler ve iklim değişikliği anlaşmalarının etkisiyle, faaliyetlerinin çevresel etkilerini azaltma baskısı altındadır. Bu, üretim, taşıma ve lojistik sektörlerinin tedarik zincirlerinde çevre dostu stratejiler benimsemesini gerektirir. Bu yaklaşım, hammaddeden nihai ürünlerin dağıtımına kadar olan süreçte çevresel etkileri minimize etmeyi amaçlar. İşletmenin yeşil lojistik uygulamaları, çevreye duyarlı bir marka olarak itibarını artırarak müşteri sadakatini, marka güvenini ve işletme karını artırabilir.

Sürdürülebilir lojistik uygulamaları, müşterilere etik, doğa dostu ve kaynakları koruyan alışveriş seçenekleri sunar. Bu nedenle, çoğu müşteri sürdürülebilir bir yaklaşım benimseyen işletmeleri tercih eder. Örneğin, yeşil yakıt kullanarak taşımacılık, küresel ısınmayı azaltarak atmosfere salınan emisyonları en aza indirebilir. Aynı şekilde, lojistik operasyonlarının çevre üzerindeki etkisi, gürültü, titreşim, hava kirliliği, trafik sorunları gibi çok yönlü dışsallıkları içerir. Bu nedenle, lojistik operasyonların çevre kirliliği ve iklim değişikliği üzerindeki etkisi, politika yapıcılarının ve uygulayıcıların son yıllarda yeşil lojistik önemini daha fazla vurgulamalarına neden olmuştur. Son araştırmalar, lojistik operasyonlarının küresel ısınmaya olan katkısının arttığını ve daha büyük bir tehdit oluşturduğunu gösterdiği için bu konunun önemi daha da artmıştır. (Bauchi Ibrahim Kabiru Maji, Nur Surayya Mohd Saudi, Muhammad Yusuf, 2023: s.2).

Şekil 2. Tarihsel gelişim



Kaynak: <https://www.lean.org.tr/yalin-depo-yonetimi/>

Tedarik Zinciri Yönetimi, artık sadece tedarik, üretim ve dağıtım faaliyetlerini değil, aynı zamanda çevresel endişeleri de içeren önemli bir kavram haline gelmiştir. Ekonomik kazançların ötesinde, insan ve çevre refahını teşvik eden politikalar, günümüz Tedarik Zinciri Yönetiminin ayrılmaz bir parçasıdır. Sanayileşme süreci, dünyamızı hızla değiştiriyor ve küresel politika yapıcılar ve kuruluşları, gezegenimizi daha sürdürülebilir bir şekilde şekillendirmek için çevre koruma planlarını önceliklendiriyorlar. Bu nedenle, şirketler Tedarik Zinciri Yönetiminde çevre dostu politikaları benimsemeye zorlanıyorlar. Bu gereklilik, yalnızca düzenlemeler ve politikalarla sınırlı değil, şirketler artık hem ekonomik kazanç hem de çevre refahını hedefliyorlar.

Yeşil Tedarik Zinciri Yönetimi (GSCM), tedarik zincirlerinde daha fazla çevresel verimlilik arayışıyla ilgilidir ve modern işletme yönetimi araştırmalarında önemli bir konu olarak kabul edilir. GSCM, yeşil tedarik,

yeşil üretim ve yeşil lojistik gibi bileşenleri içeren bütüncül bir yaklaşım olarak değerlendirilebilir. Yeşil tedarik zinciri yöntemleri günümüzün ticari faaliyetlerinde birçok firma için hayati öneme sahiptir. Yeşil tedarik zinciri stratejileri, atık miktarını azaltabilir ve kaynakların daha verimli kullanılmasını teşvik edebilir, bu da iş süreçlerinde verimliliği artırır ve organizasyonları sürdürülebilir bir geleceğe taşır.

Dünya çapında endüstriyel büyümenin ve organizasyonel gelişimin bir maliyeti olduğu açıktır. Bu maliyet, iklim değişikliği ve onun getirdiği etkilerle ödenmektedir. İklim değişikliğinin yıkıcı etkileri sadece belirli bir bölge veya ülkeyi etkilemekle kalmaz, küresel bir sorundur. Bu nedenle, Birleşmiş Milletler'in Paris Anlaşması, COP 26, COP 27 zirveleri gibi uluslararası anlaşmalar ve etkinlikler, dünyanın her yerinden ülkeleri daha yeşil ve temiz bir dünya hedefine ulaşmak için birleşik bir sürdürülebilir amaç için bir araya getiriyor. Gelişmiş ülkeler bu geçişi ekonomik olarak daha az ağrıyla gerçekleştirebilirken, gelişmekte olan ülkelerin fosil yakıtlara olan bağımlılıklarını azaltmaları ve hızla yeşil tedarik zinciri yönetimine geçmeleri daha büyük bir zorluk olabilir. (Arka Chakraborty, Md Al Amin, Roberto Baldacci, 2023: 2).

Yeşil uygulamalar, her tür organizasyon için dünya genelinde bir politika önceliği haline gelmiştir. Toplumun çevre bilincinin artması nedeniyle, artık her tür işletme sürdürülebilirlik konusuna odaklanmaktadır. Sürdürülebilirlik, işletme faaliyetlerinde çevresel, ekonomik ve sosyal boyutların birbirine bağlı olduğu bir yaklaşımı gerektirir. Yeşil ilkeler, işletmenin tüm süreçlerinde uygulanırken, tedarik zincirinin her aşamasında yeşil uygulamalar benimsenir. Bu yaklaşım, olumsuz çevresel etkileri azaltırken aynı zamanda karlılığı artırmayı ve pazar payını korumayı temsil eder, bu nedenle yeşil tedarik zinciri yönetimi uluslararası düzeyde büyük bir öneme sahiptir. Artan sosyal sorumluluk anlayışıyla birlikte, işletmeler rekabetçi olabilmek için çevresel, ekonomik ve sosyal sürdürülebilirlik boyutlarını entegre etmelidir. Tüketiciler arasında çevre dostu ürünlere olan talep arttığı için, işletmeler tedarik zincirlerini daha çevreci hale getirme çabalarını artırmaktadır. Tedarik zinciri aşamalarında yeşil uygulamaların benimsenmesi, inovasyon ve iyileştirme için birçok fırsat sunar ve bu da daha sürdürülebilir bir çevre için katkıda bulunur. İşletmeler, tüm tedarik

zincirlerini yeşile döndürdükçe, rekabetçi bir pazarda ayakta kalabilirler. (Sureeyatanapas, Poophiukhok, Pathumnakul, 2018).

Lojistik alanında yeşillendirme ve sürdürülebilir kalkınma büyük bir öneme sahiptir. Yeşil lojistiğin temel hedefi, işlemlerinin olumsuz çevresel etkilerini azaltmaktır. Rekabetçi lojistikte yeşil yaklaşımların araştırma ilgisi çekmektedir. Ancak, lojistik ve tedarik zincirinin önemli bir bileşeni olan depolama, genellikle daha az dikkat çekmektedir. Yeşil depolama, sürdürülebilir kalkınmaya ulaşmak için büyük potansiyele sahiptir, ancak bu konuda çok sınırlı araştırma yapılmıştır. Yeşil depolama, hala göreceli olarak yeni bir yaklaşım olarak kabul edilir ve literatürde vaka çalışmaları ve ampirik veriler eksiktir. Ancak, depolamada yeşil inisiyatifin sürdürülebilir çevre ve tedarik zinciri için potansiyel bir strateji olduğu düşünülmektedir. Depolama sadece ürünlerin saklanması ve dağıtımından çok daha fazlasını kapsamaktadır, aynı zamanda montaj, imalat ve diğer katma değerli hizmetleri de içerir. Bir depo, dağıtım ve lojistik hizmetlerin merkezi bir noktası olarak işlev görür ve birçok iş için depo kullanılır. Yeşil depo, örgütsel, teknolojik, ekonomik ve sosyal işlevleri çevresel bakım ile uyumlu bir şekilde entegre eden bir depo türüdür. Sürdürülebilir bir depolama şirketi, depoda ve çevresinde meydana gelen ekonomik faktörleri ve sosyal ve çevresel etkileri dikkate alır. Yeşil depolama, sürdürülebilir tedarik zinciri operasyonlarının merkezi bir parçasıdır. Ancak, çevresel, ekonomik ve sosyal boyutlar arasındaki dengeyi korumak için yeşil bir depo geliştirmek oldukça zorlu bir süreçtir (Ali, R. Kaur, Khan, 2022).

Depolarda uygulanan sürdürülebilirlik önlemleri ve uygulamaları arasında enerji verimliliği, yeşil altyapı, atık azaltma, personel eğitimi ve sürdürülebilir iş kültürü gibi bazı önemli unsurlar bulunmaktadır. Bu yeşil girişimlere Güneydoğu Asya'da da artan bir ilgi gözlemlenmektedir. Örneğin, Endonezyalı araştırmacılar yeşil depo performansı, yeşil tedarik zinciri, yeşil lojistik, yeşil tedarik ve yeşil ulaşım gibi konularda çalışmalar yürütmüşlerdir. Sürdürülebilirlik performans ölçütlerinin geliştirilmesi ve en iyi uygulamaların belirlenmesi büyük bir öneme sahiptir. Bu bağlamda, bir teorik çalışma, depo tesis tasarımı, depo düzenlemesi, envanter yönetimi, mekanik malzeme taşıma ekipmanları, depo personeli, depo işlemleri, yerinde tesisler ve depo yönetim sistemi

gibi sekiz yapıyı içeren bir model geliştirmiştir (Romer C.C., Kristhel A.B. Gonzales, Danica S. Rosales, Mary Jane D. Zaraspe, 2022: 3):

Şekil 3. Yeşil SCM



Kaynak: Ata Taleghani, Mohammad Taleghani, 2020

Çoğu şirket, lojistik işlevinin organizasyonel başarıya katkısının önemini genellikle tam olarak anlayamamıştır. Genellikle, lojistik, nakliye, depolama, yükleme ve boşaltma, paketleme, dağıtım işlemleri ve bilgi yönetimi gibi bir dizi metodik olarak bağlantılı faaliyeti içeren bir süreçtir. Yeşil lojistik kavramı, hava ve gürültü kirliliği düzeylerini azaltmayı, en uygun ulaşım modunu seçmeyi, mevcut alanın en iyi şekilde kullanılmasını, ulaşım operasyonlarının sayısını azaltmayı, ulaşım yollarının verimliliğini en üst düzeye çıkarmayı, karbon emisyonlarını azaltmayı içerir ve daha çevreci araç filoları kullanmayı amaçlar. Ayrıca, katı yakıt tüketimini azaltmayı ve yenilenebilir ve maliyeti uygun enerji kaynaklarının kullanımını artırmayı içerir. Bu çevre dostu uygulamalar ve stratejiler, tedarik zincirinin tüm paydaşları tarafından benimsenen faaliyetler ve taktikler olarak kabul edilir. Bu uygulamalar ve stratejiler,

depolama ve depo tesislerini optimize etmeyi, ürün hareketlerini ve elleçleme faaliyetlerini geliştirmeyi, çevresel ve enerji etkisini azaltmayı amaçlar. Ancak, depolama hizmetlerinde kullanılan ekipman ve malzemelerin doğal çevre üzerinde olumsuz etkileri olabilir (Wen, Gu, 2014: 878).

Yeşil depolamanın bir diğer önemli unsuru, envanter yönetimi ve depo içindeki ürün akışının otomatik sistemlerle donatılmış depolama ekipmanları kullanılarak yönetilmesidir. Bu yaklaşım, enerji verimliliğinin daha yüksek seviyelere çıkarılmasına katkı sağlar. Bu girişimin ana amacı, kutu, palet, kasalar, konteynerler gibi yeniden kullanılabilir ürünlerin tek bir standart boyutta olmasını teşvik etmektir. Bu durum, depolama, stoklama ve taşıma işlemlerinin daha verimli ve etkili bir şekilde gerçekleştirilmesini sağlayacaktır. Yeşil depolamanın ele aldığı konular, aşağıdaki kategorilere ayrılabilir: (Bayramlı, 2022: 16-17):

- Depoda ekolojik enerji kaynaklarını kullanmak ve enerji tasarrufu sağlamak;
- Depo binasının yer seçimini ve çevresel etkilerini belirlemek ve bu kapsamda stratejik uygulamalar geliştirmek;
- Çeşitli teşviklerle enerji verimliliğini artırarak çalışanların motivasyonunu artırmak;
- Depodaki alanın doğru kullanılmasını sağlamak;
- Yaratılabilecek en az atığı yaratmak;
- Yatırım, işçilik ve kaynak kullanım maliyetlerini düşürmek.

Depolar, tedarik zincirinin çeşitli aşamalarında ekonomik faaliyet gösteren neredeyse her sektör için kritik bir rol oynamaktadır. Özellikle e-ticaret endüstrisinin büyümesi ve özelleştirilmiş ürün talebinin artışı, depo alanı ve depo yapısına olan talebin artmasına neden olmuştur. Bu durum, işletmelerden tüketiciye yönelik ürün ve hizmet talebinin sürekli olduğu işletmeden tüketiciye pazarında özellikle belirgindir. Örnek olarak, Çin'in en büyük ikinci e-ticaret şirketi olan JingDong, e-ticaretin yaygınlaşması nedeniyle 2015 yılına kadar 166 yeni depo inşa etmiştir. (CBRE, 2017).

Birçok Avrupa ülkesi, enerji verimliliğini artırmak için belirli amaçlar koymuştur. Örneğin, Alman hükümeti, 2020'ye kadar özel haneler,

endüstri şirketleri ve yerel yönetimlerin birincil enerji tüketimini 2008 seviyelerine göre %20 azaltma hedefini ilan etmiştir. Aynı şekilde, Çin hükümeti iklim değişikliği stratejilerini teşvik etmek amacıyla bu alanda daha fazla araştırma fonu tahsis etmektedir. Depoların karbon ayak izini azaltmaya yönelik yeni yönetim konseptleri, teknoloji ve ekipmanlara ilişkin birçok yeni araştırma projesinin hedefi, yeşil ve sürdürülebilir depolama operasyonlarının kullanımını arttırmaktır. Bazı yazarlar yakın zamanda bir tedarik zincirinin çevresel açıdan sürdürülebilir süreçlerine “yeşil depolama” kavramını dahil etmiştir, ancak bu kavramın henüz resmi bir tanımı bulunmamaktadır. Yeşil depolama (GW), bir depoda enerji tüketimini, enerji maliyetlerini ve sera gazı emisyonlarını azaltmak için çevre dostu faaliyetleri bir araya getiren ve yöneten bir yönetim kavramıdır. Bu yönetim yaklaşımını ifade etmek için “yeşil depolama” terimi kullanılmaktadır (Bartolini, Bottani, Grosse, 2019: 2-3).

Tedarik zinciri yönetiminin temel hedefleri arasında müşteri taleplerine etkili bir şekilde yanıt verme, tedarik zincirinin karlılığını artırma ve aynı zamanda yeni ürün geliştirme yeteneğini güçlendirme bulunmaktadır. Bu hedeflerin yanı sıra, tedarik zinciri yönetiminin ikincil hedefleri arasında müşteri ihtiyaçlarındaki değişikliklere esneklikle yanıt verme ve tedarik zincirini daha esnek hale getirme önemlidir. Tedarik zinciri, etkili pazarlama faaliyetlerini yürütmek için organizasyonun kapasitesini yansıtmaktadır. Yeni pazarlara giriş veya özel yeteneklere erişim gibi stratejik kararlar, tüketici ihtiyaçlarını daha iyi karşılayabilme yeteneğini artırabilir. Tedarik zincirini çevre dostu hale getirme, organizasyonların satın alma süreçlerinde ve tedarikçi ilişkilerinde çevresel faktörleri dikkate alma sürecini içerir. Tedarik zincirini yeşil hale getirme değeri, organizasyonun özelliğine ve hedeflerine bağlıdır. Bu, sürdürülebilir tüketim ve çevresel iş operasyonlarına duyarlı olanlar için büyük bir fırsat sunmaktadır (Moujan, Akbar, 2017: 268).

2 YEŞİL DEPO YÖNETİMİNDE SANAYİ 4.0 TEKNOLOJİLERİ

Tedarik zinciri yönetiminin temel hedefleri arasında müşteri taleplerine etkili bir şekilde yanıt verme, tedarik zincirinin karlılığını artırma ve aynı zamanda yeni ürün geliştirme yeteneğini güçlendirme bulunmaktadır. Bu hedeflerin yanı sıra, tedarik zinciri yönetiminin ikincil hedefleri arasında müşteri ihtiyaçlarındaki değişikliklere esneklikle yanıt verme ve tedarik zincirini daha esnek hale getirme önemlidir. Tedarik zinciri, etkili pazarlama faaliyetlerini yürütmek için organizasyonun kapasitesini yansıtmaktadır. Yeni pazarlara giriş veya özel yeteneklere erişim gibi stratejik kararlar, tüketici ihtiyaçlarını daha iyi karşılayabilme yeteneğini artırabilir. Tedarik zincirini çevre dostu hale getirme, organizasyonların satın alma süreçlerinde ve tedarikçi ilişkilerinde çevresel faktörleri dikkate alma sürecini içerir. Tedarik zincirini yeşil hale getirme değeri, organizasyonun özelliğine ve hedeflerine bağlıdır. Çevre dostu şirket uygulamalarına ve sürdürülebilir tüketime önem veren kişiler için büyük bir fırsat sunuyor. (<https://www.agility.com/en/blog/what-is-green-warehousing-how-sustainable-warehouses-can-satisfy-stakeholders-improve-the-bottom-line-and-prioritize-the-planet/>):

- Bir depo yönetim sistemi (WMS)
- Sipariş toplama teknolojisi
- Barkodlama
- Radyo frekansı tanımlama (RFID)

Tedarik zinciri boyunca çevre dostu çabaların uygulanması zordur. Ancak şirketler, uygun kaynaklara ve yönetim tekniklerine sahip oldukları sürece her türlü engeli aşabilirler:

- Küresel tedarik zincirinin genişliği: Tedarik zincirinin lojistiği, diğer şeylerin yanı sıra çok çeşitli nakliye türlerini, rotalarını, boyutlarını ve konfigürasyonlarını içerir. Tüm beyazın çevre üzerindeki etkisini azaltmak zor olabilir.
- Tedarik zincirinin nakliye gibi diğer yönlerine kıyasla depolama için daha az çevre dostu seçenekler mevcuttur. Bunun bir örneği, depolarda aydınlatma için daha az yeşil seçenek olmasıdır.

Bununla birlikte, halihazırda mevcut olan çözümlerin çoğunun amaçlandığı gibi çalıştığı ve mevcut alternatiflerin sayısının arttığı görülmektedir.

- Yeşil depolama çözümlerinin uygulanması için gereken ilk yatırım: Bu giderler bazı işlemlerin dönüştürülmesini imkansız hale getirebilir. Ancak çevre dostu lojistiğe yatırım yapmanın ilk maliyeti sıklıkla zaman içinde karşılığını verir.
- Kendilerini rakiplerinden farklılaştırmak ve dünyada fark yaratmak, aynı zamanda finansal hatlarını iyileştirmek isteyen şirketler, yeşil depolamaya ulaşmanın engellerin aşılmasını gerektirmesine rağmen sürdürülebilirliğe önem verebilir.

Şirketlerin küresel pazarda rekabet edebilmeleri için rakiplerinden öne çıkmaları gerekiyor. İş başarısının temeli, müşterilere istediklerini sunmaktır ve bu, işletmelerin her yönüyle çevre dostu hale gelmelerini gerektirir. Paydaşların beklentileri, yeşil bir tedarik zinciri aracılığıyla karşılanabilir, bu da operasyonlardan ekonomiye olumlu bir etki yapabilir. Müşteriler artık bilgiye daha kolay erişebildikleri için çevresel etkileri konusunda daha bilinçlidirler. Karbon ayak izini azaltma konusunda ilgili olan müşteriler, faaliyetlerinin her aşamasında çevre dostu önlemleri vurgulayan işletmeleri tercih ederler. Çevreye duyarlı bu müşteriler, ekolojik açıdan daha faydalı ürün ve hizmetlere daha fazla para harcamaya hazır. Yeşil tedarik zinciri yönetimi stratejileri gibi çevre üzerinde olumsuz etkileri azaltan önlemler, bir işletmeye rekabet avantajı sağlayabilir. Bir firma, müşterilere çevre dostu uygulamaların ayrıntılarını sunarak ve çevre konularına duyarlı olduğu izlenimini vererek müşteri sadakatini artırabilir (<https://www.agility.com/en/blog/what-is-green-warehousing-how-sustainable-warehouses-can-satisfy-stakeholders-improve-the-bottom-line-and-prioritize-the-planet/>).

Küresel ekonominin daha sürdürülebilir bir modele geçişi, yeşil lojistik yardımı ile gerçekleştirilebilecek temel hedeflerden biridir. Yeşil ekonomi, karbon emisyonlarını azaltan, kaynak kullanımını en üst düzeye çıkaran ve sosyal içermeye öncelik veren ekonomiyi ifade eder. Bu yeşil ekonominin birçok avantajı bulunmaktadır, bunlar kirliliğin azalması, enerji ve kaynak verimliliğinin artırılması, biyolojik çeşitlilik kaybının

yavaşlaması ve ekosistem hizmetlerinin korunması gibi faydalar içerir. Bu sürdürülebilir ekonomi, sadece ekonomik büyümeyi teşvik etmekle kalmaz, aynı zamanda doğal dünyayla uyum içinde yaşama yeteneğini geliştirir.

Yeşil uygulamaların benimsenmesi, özellikle gelişmekte olan ülkeler için yeni ihracat fırsatları yaratabilir ve yoksulluğun azaltılmasına katkı sağlayabilir. Tedarik zinciri yönetiminde etik uygulamaları benimseyen şirketler, kendilerini yeni pazarlarda başarılı olacak şekilde konumlandırabilirler. Yeşil depolamanın avantajları belirsiz görünebilir, ancak yeşil tedarik zinciri yönetimi uygulayanlar, hızlı bir yatırım getirisi elde edebilirler. Örneğin, enerji tasarrufu önlemleri gibi maliyet etkin çevresel uygulamaların uygulanması, güç tüketiminde azalmayı hemen gösterir. Ayrıca, bir WMS (Warehouse Management System) uygulaması gibi teknolojik iyileştirmeler, kısa sürede yatırımın geri dönüşünü sağlayabilir. Tedarik zincirlerinin çevresel etkileri göz önüne alındığında, sektörde sürdürülebilirlik çabaları, çevrenin korunmasına olumlu katkı sağlama potansiyeline sahiptir.

İşletmeler, paydaşların karbon ayak izlerini azaltmalarını talep etmesi, hükümet düzenlemelerine uyum sağlaması ve sigorta gereksinimlerini yerine getirmesi gerektiği için çevre dostu depo uygulamalarına daha fazla dikkat etmek zorundadırlar. Bu, otomatik depolama sistemleri, yalın depolama yaklaşımları ve yeşil binalar gibi çeşitli tekniklerle gerçekleştirilebilir. İşletmeler, depolarının bıraktığı karbon ayak izini azaltmak için farklı stratejiler kullanabilirler.

- Elektrik talebinin azaltılması: Bunu sağlamak için aydınlatma, ısıtma ve soğutma ihtiyaçları azaltılabilir, yerinde elektrik üretimi kullanılabilir veya enerji yönetimi teknolojileri kullanılabilir.
- Atık azaltma: İşletmeler etkili envanter kontrolü, kağıt tüketimini azaltmak ve çevre için daha iyi ambalaj seçimi gibi teknikleri kullanarak israfı azaltabilir.
- Depoların etkin bir şekilde inşası: Şirketler, depo boyutlarını küçülterek, dikey yapılarla inşa ederek veya çevre dostu yapı malzemeleri kullanarak kara ayak izlerini azaltabilirler.
- Sürdürülebilir lojistik stratejisi: Sürdürülebilir lojistik, çevresel maliyetleri, kaynak israfını ve iş risklerini azaltarak dünyayı yeşil

bir ekonomiye doğru taşımak amacıyla bir strateji olarak benimsenir. Depo içinde tedarik zinciri sürdürülebilirliği stratejik bir yaklaşım olarak benimsendiğinde, bir şirket yeşil hedeflerini büyük ölçüde gerçekleştirebilir.

Depolama endüstrisi sürekli geliyor ve operasyonların iyileştirilmesi ve çevresel etkinin azaltılması için yeni yollar arıyor. Yeşil depolar, ister yepyeni ister yakın zamanda yeniden inşa edilmiş olsun, depo operatörlerine yenilikçiler arasında yer alma şansı verdi ve onların savunduğu idealler, tüm dünyadaki depoların iyileştirilmesine yardımcı olabilir. Etkinlik ve sürdürülebilirlik açısından yeni yeşil depolar öne çıkıyor. Çevre dostu depolar aşağıdaki özelliklere sahiptir:

(<https://www.agility.com/en/blog/what-is-green-warehousing-how-sustainable-warehouses-can-satisfy-stakeholders-improve-the-bottom-line-and-prioritize-the-planet/>):

- Geri dönüşüm alanları
- Güneş panelleri veya diğer güç üreten özellikler
- kuraklığa dayanıklı bitkiler
- Yeşil bina uygulamaları
- Çatı pencereleri
- İklim uygun çatı ve duvarlar
- Düşük yayan boya
- Enerji tasarruflu aydınlatma
- Bölgesel kaynaklı yapı malzemeleri

Farklı Endüstri 4.0 teknolojileri, depo yönetimi amaçları ve diğer ilgili endüstriler için nasıl uygulandıklarını açıklayan bir açıklama sunmaktadır. Ayrıca, verimsiz ülkelerde lojistik maliyetlerinin milli gelirin %25'ine kadar çıkabileceği ve bu durumun tüm üretim değer zincirini olumsuz etkileyebileceği vurgulanmıştır. Operasyonel giderleri azaltmak ve depo malzemelerinin arz ve talebini esnek bir şekilde uyarlamak için kaynakları yönetmek ve düzenlemek için uygun ve etkili tekniklerin kullanılması esastır. Sunulan Endüstri 4.0 teknolojisinin sekiz kategorisi şu şekildedir: (1) Radyo Frekansı Tanımlama (RFID) teknolojisi, (2) Karar Destek Sistemi (DSS) araçları, (3) Nesnelerin

İnterneti (IoT), (4) Otonom Mobil Robotlar , (5) Blockchain Zinciri, (6) Bulut Bilişim (Tikwayo, Mathaba, 2023: 4-5).

Karar Destek Sistemi (KDS) Araçları: KDS'ler, verileri matematiksel modeller kullanarak analiz etmek için kullanılan teknolojik araçlardır ve bu verileri organizasyon için anlamlı bilgilere dönüştürerek yöneticilere stratejik karar alma sürecinde yardımcı olurlar. KDS aracı, kullanıcılara esnek depo tasarımı sunar ve hava kargo terminallerini son derece hassas ve verimli hale getirir.

Radyo Frekansı Tanımlama (RFID) Teknolojisi: RFID, verileri otomatik olarak tanıma ve toplama kapasitesi nedeniyle depolama ve lojistik sektöründe sıklıkla kullanılan bir teknolojidir. Ürünlerin üzerine yerleştirilen RFID etiketleri, depoya giren ve çıkan ürünlerin akışını tamamen yönetmek için RFID okuyucuları tarafından otomatik olarak okunur. RFID teknolojisi, endüstriyel ürün izleme ve veri toplama amacıyla depo işletmeleri tarafından benimsenmiştir. IoT özellikli RFID teknolojisinin kullanılması, kaynak israfında, kasıtsız yaralanmalarda ve operasyonel hatalarda önemli bir azalmaya neden olabilir.

Nesnelerin İnterneti (IoT). IoT, depo yönetiminin operasyonlarını üretilen veri şeklinde gerçek zamanlı olarak görüntüleme yeteneği kazandırır, operasyonların farklı bölümleri bilgi paylaşımını geliştirdiği için hızlı yanıt ve erken sorun tespiti mümkün hale gelir. IoT'nin entegrasyonu ile depo yönetiminde karar verme, güvenilir, gerçek zamanlı ve ayrıntılı hale gelir, çünkü bilgisayarlar, akıllı telefonlar, RFID teknolojileri ve diğer IoT bileşenleri gibi teknolojilerin kullanımı ile güvenilir, gerçek zamanlı ve kapsamlı karar verme mümkün olur.

Otonom Mobil Robotlar. Otonom mobil robotlar (OMR), bir depo içinde zekice hareket edebilen ve görevlerini yerine getirebilen bir robot türüdür ve bunu bir dizi sensör ve güçlü bilgisayar işlemi kullanarak yapar. OMR'lerin hassas aktuatörleri, insanlar için zor, zaman alıcı veya tehlikeli olan işlerde kullanılmalarına izin verir. Robotlar, otomasyonla desteklenen depo operasyonlarının ergonomisini mükemmelleştirir, çünkü ağır envanteri taşıyabilirler ve insan vücudu için yorucu olabilen tekrar eden görevlerde yardımcı olabilirler. OMR'ler, birçok lojistik uygulamasında kullanılır, depolardan havalimanı terminallerine ve

hastanelere kadar çeşitli alanlarda görev alır. Örneğin Amazon'un Kiva Sistemleri depolarda malları taşımak ve rafları düzenlemek için kullanılıyor. Ayrıca, COVID-19 pandemisi sırasında hastanelerde ilaç dağıtımını gerçekleştirmek amacıyla bir robot filosu kullanılmış, bu sayede doğrudan insan etkileşimini sınırlayarak enfeksiyonun yayılmasını kontrol etmek için etkili bir çözüm sunulmuştur.

Blok Zincir. Blok zincir, yeni işlemlerin sadece eklemelerle yapılabilmesi, silinmelerin olmaması gereken bir dağıtık şekilde saklanan işlem listesini içeren bir kayıt defteridir. Geleneksel depolama işlemleri, manuel veri kayıtlarını saklama görevini içerdiğinden, bu verilerin silinme tehlikesi taşıyan çeşitli tarafların katılımını gerektirir. According to the claim, immutable recordings of information are created using Ethereum blockchain technology rather than a centralized repository management system, increasing consumer confidence.

Bulut bilişim. Bir işletmenin üyeleri, bulut bilişim adı verilen bir teknoloji sayesinde mobil cihazlarını kullanarak depolanan verilere ve bilgisayar kaynaklarına erişebilir. Bulut bilişim teknolojisi, internet üzerinden erişilebilen ve yapılandırılabilen bir depo yönetim sistemine ev sahipliği yapar. Chennai Liman Güvenliği için, bulut bilişim kullanılarak kullanıcıların sistemi hem işletme içinde hem de işletme dışında kullanmalarına olanak tanıyan bir depo yönetim sistemi sağlanmaktadır. Araştırmalar, bulut bilişimin depo işlemleri üzerinde olumlu bir etkisi olduğunu ve daha verimli işlemler sağladığını göstermektedir. Ayrıca, bulut bilişim, depo yönetimini taşıma yönetim sistemiyle entegre etmek için kullanılabilir, böylece müşteriler, ticaret ortakları ve taşıyıcılarla elektronik iletişimi kolayca yönetebilirler.

Son zamanlarda yapılan bir literatür incelemesi, özellikle Asya kıtasından gelen çalışmaların ağırlıkta olduğunu belirtmektedir. Bu nedenle, diğer kıtalardan daha fazla araştırma yapılması, daha iyi bağlamsal bilgi elde etmek için önemlidir. Sanayi 4.0 teknolojilerinin depo yönetimine uygulanması, çeşitli teknoloji dergilerinde rapor edilmektedir ve en yaygın olarak kullanılan teknolojiler RFID, IoT, OMR'ler ve blok zincirdir. Bu teknolojilerin depo yönetimine uygulanmasının avantajları arasında gelişmiş işlem verimliliği, gerçek

zamanlı veri erişimi, rekabet avantajı kazanımı, dijital entegrasyon, esneklik artışı, daha iyi karar verme, işletme maliyetlerinin azalması, risk yönetimi ve güvenlik yer almaktadır. Pareto analizi, bu avantajların en önemli dört fayda olduğunu göstermektedir.

Endüstri 4.0 teknolojilerinin uygulanmasının önündeki engeller farklı ve birbiriyle ilişkilidir. Örnek olarak, yüksek ömür döngüsü maliyeti, zorlu fiziksel çevre koşulları, yetersiz kaynaklar, artan güvenlik riski, enerji tüketimi ve güvenlik uyum sorunları gibi engeller bulunmaktadır. Bu engelleri aşmak için organizasyonlar, uygun bir uygulama çerçevesine ihtiyaç duyarlar. Üst yönetim Endüstri 4.0 girişimlerini finanse etmeli ve gerekli fonları ayırmalıdır. İşlem yeniden tasarımı ve yeni tesis yatırımları desteklenmelidir. Ayrıca, yönetim, engellerin aşılması durumunda elde edilecek faydalar konusunda bilgilendirilmeli ve Sanayi 4.0 teknolojilerinin benimsenmesi gerekliliğine inandırılmalıdır.

SONUÇ

İşletme yöneticilerinin çevre dostu depo yönetimi yöntemlerini benimsemeleri ve destekledikleri gözlemlenmiştir. Müşterilerin çevresel endişelerinin artmasıyla birlikte, kaliteli ürünler ve hizmetler sunabilen işletmelerin kapsamlı kalite ve çevre yönetim sistemlerini benimsemeleri daha önemli hale gelmiştir. Çevre dostu depo yönetiminin, iş verimliliğini artırmaya katkıda bulunduğu görülmektedir. Atık su, hava ve malzeme oluşumunda azalma sağlayarak, çevresel kazaların azalmasına ve bu da çevresel performansın iyileşmesine yol açmaktadır. Ancak, bu çevresel kazançların yanı sıra atık su, hava ve malzeme oluşumu maliyetlerinin azaltılması ve çevresel kazalara yönelik ceza maliyetlerinin azaltılmasının ekonomik performansı artırdığı tespit edilmiştir. Çevre dostu malzemeler elde etmek için artan maliyetler ve çevre dostu depo yönetimi uygulamalarına yapılan yatırımların ekonomik performansı olumsuz etkileyebileceği görülmüştür. İşletmeler, üretim kapasitesini artırarak, ürün ve hizmet kalitesini artırarak, kusurları ve stokları azaltarak, zamanında teslimatları artırarak operasyonel performanslarını artırabilirler. İşletmelerin çevre sorunlarına ve müşteri baskısına yanıt olarak tedarik zincirlerini çevre yönetimi ile entegre etmeleri

gerekmektedir. Yakın gelecekte, çevre dostu depo yönetiminin etkin bir şekilde uygulanmasının, finansal ve operasyonel verimliliği korumanın, doğaya verilen zararı en aza indirmenin ve elverişli bir çalışma ortamı yaratmanın tek ve sürekli yolu olarak kabul edilecektir. Devletin oluşturduğu yasal ve fiziksel altyapı, müşteri baskısı, sivil toplum kuruluşlarının kamuoyu oluşturma çabaları ve medya aracılığıyla çevre dostu yöntemler işletmeler tarafından benimsenecektir. Bu çalışmanın sonuçları, yöneticilerin çevre dostu uygulamaların etkisine ve beklenen operasyonel sonuçlara odaklanmaları gerektiğini göstermektedir. İşletmeler, iş süreçlerine çevre dostu faaliyetleri dahil ederek çevresel performanslarını iyileştirebilirler. Çevre dostu faaliyetlere odaklanarak, işletmeler operasyonel performanslarını artırarak çevresel yeniliklerle ilgili yeni ürünlerin üretimini teşvik edebilirler. Son olarak, yöneticiler çalışanlarına çevre dostu faaliyetleri yürütmek için uygun eğitim vermelidir ve çevre dostu depo yönetimi ilkelerini etkin bir şekilde uygulamalıdır. Bu çalışma, yöneticileri, halkı, paydaşları ve düzenleyicileri çevre dostu uygulamaların etkisine ve beklenen operasyonel sonuçlara odaklanmaya teşvik edebilir.

KAYNAKÇA

1. Akandere G. Yeşil Depo Yönetimi Uygulamalarının İşletme Performansına Etkisi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, Temmuz 2019, Cilt: 33, Sayı: 3, s.737-753.
2. Bayramlı A. Yeşil tedarik zinciri uygulamalarının işletme performansına etkileri.Yüksek Lisans Tezi. İstanbul T.C. Maltepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü s.67.
3. Ali S.S., R. Kaur, S. Khan. Evaluating sustainability objectives in warehouse for measuring sustainability performance: An emerging economy perspective. Annals of Operations Research, 2022.
4. Ata Taleghani, Mohammad Taleghani. Green Supply Chain Management May 2020.
5. Arka Chakraborty, Md Al Amin, Roberto Baldacci. Analysis of internal factors of green supply chain management: An interpretive structural modeling approach Cleaner Logistics and Supply Chain 7, 2023, pp.11.
6. Bauchi Ibrahim Kabiru Maji, Nur Surayya Mohd Saudi, Muhammad Yusuf. An assessment of green logistics and environmental sustainability: Evidence from Cleaner Logistics and Supply Chain, 2023, pp.7.
7. Bartolini M., Bottani E., Grosse E.H. Green warehousing: Systematic literature review and bibliometric analysis. Journal of Cleaner Production 2019, pp.242-258.
8. CBRE, (2017). U.S. MarketFlash | Going Large: Warehouse Sizes Increase for Modern Logistics. Retrieved January 22, 2018 from <https://www.cbre.us/research-and-reports/US-MarketFlashGoing-Large-Warehouse-Sizes-Increase-for-Modern-Logistics>.
9. Romer C. Castillo, Kristhel Ann B. Gonzales, Danica S. Rosales, Mary Jane D. Zaraspe. Green Warehousing Practices in the PhilippinesThe Indonesian Green Technology Journal, 2022, pp.12.

10. Rogelj J., Den Elzen M., Höhne N., Fransen T., Fekete H., Winkler H., ... & Meinshausen M. Paris Agreement climate proposals need a boost to keep warming well below 2 C. *Nature*, 2016, pp.631-639.
11. Moujan Shahriarpour, Akbar Alam Tabriz. The Importance of Green Supply Chain Management and Its Role in Marketing Management *International Journal of Economics and Financial Issues*, 2017, 7(3), pp.265-269.
12. Sureeyatanapas P.P. Poophiukhok S. Pathumnakul. Green initiatives for logistics service providers: An investigation of antecedent factors and the contributions to corporate goals. *Journal of Cleaner Production*, 2018, pp.1-14.
13. Tikwayo, L.N.; Mathaba, T.N.D. Applications of Industry 4.0 Technologies in Warehouse Management: A Systematic Literature Review. *Logistics* 2023, 7, pp.2-19.
14. Wen H., Gu Q. Proceedings of the Seventh International Conference on Management Science and Engineering Management Volume 242 of the series Lecture Notes in Electrical Engineering, 2014, pp.867-880.
15. <https://www.lean.org.tr/yalin-depo-yonetimi/>
16. <https://www.agility.com/en/blog/what-is-green-warehousing-how-sustainable-warehouses-can-satisfy-stakeholders-improve-the-bottom-line-and-prioritize-the-planet/>

