

## Karar Destek Sistemlerinin (KDS) Lojistik Süreçlerde Kullanımı ve Verimlilik Analizi Üzerine Bir Uygulama

### An Application for Usage of Decision Support Systems (DSS) in Logistic Operations and Efficiency Analysis

Eyüp AKÇETİN<sup>1a</sup>

Yüksel YURTAY<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Balıkesir Üniversitesi, Bandırma Denizcilik Fakültesi, Balıkesir. e.akcetin@gmail.com

<sup>2</sup>Sakarya Üniversitesi, Bilgisayar ve Bilişim Mühendisliği Fakültesi, Sakarya. yyurtay@gmail.com

<sup>a</sup>Yazışılan Yazar / Corresponding Author

Geliş Tarihi/Received: 27.12.2014, Kabul Tarihi/Accepted: 30.03.2015

doi: 10.5505/piby.2015.69875

#### Özet

Bu çalışmanın amacı; lojistik süreçlerde önemli bir yer işgal eden ürün yükleme aşamalarında makine ve işgücü verimliliğini artırmaktır. Bu çalışmada; orantısız yüklerin konteynerlere ve diğer taşıyıcılara yüklenirken zaman parametresi üzerinden hareketle, işçi ve makine kaynakların verimliliği incelenerek ticari araçların ve konteynerlerin karmaşık yük ve yükleme planları içindeki yüklenme hızını ve çalışan verimliliğini artırmaya yönelik analizler yapılmıştır. Karar destek sistemi (KDS) geliştirilerek, literatüre kazandırılmış uygulama sonuçları örnek vaka halinde sunulmuştur. Yazar Taşıt Koltukları A.Ş. firmasında yapılan incelemeler sonucu; yükleme operasyonları esnasında ek işçi istihdam edilerek lojistik operasyonların hızlandırılmaya çalışıldığı fakat bu durumun emek verimliliğini düşürdüğü, orantısız yüklerin tek seferde konteyner ve diğer araçlara yüklenmesinde ciddi zaman kayıplarının yaşandığı, maliyet verimliliğinin düştüğü tespit edilmiştir. Yapılan bu çalışma sonucunda; konteynerler ve diğer taşıyıcı araçlara, orantısız paketli ürünlerin optimum sıra ve hacim ile yerleştirilmesi sağlanmıştır. KDS kullanılarak toplam maliyet verimliliğinde % 76,09'luk bir artış elde edilmiştir. İşgücü verimlilik oranında % 25'lik verimlilik artışı sağlanmıştır. Zaman verimlilik oranında ise % 71,84'lük bir artış elde edilmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Karar destek sistemleri, verimlilik, lojistik, süreç iyileştirme, iş zekâsı.

**JEL kodları:** C44, C46, C61, C63, D24, J24, D81

#### Abstract

Aim of this study is to increase efficiency of machine and manpower needs that are crucial for loading operations in logistics. In this study, labor and machine productivity are investigated for loading non-proportional cargo in containers and other carriers based on time-parameter and analyses were conducted to increase loading speed and labor productivity in complex cargo loading plans for containers and other transportation vehicles. Decision support system (DSS) was developed, and application results were presented as the case study. Investigations conducted for Yazar Taşıt Koltukları AS showed that additional personal were recruited to increase loading speed however it was found that it reduces labor productivity. Non-proportional cargo loading operations cause serious loss of time and reduce cost efficiency. This study aimed to provide efficient use of resources, process control, coordinated communication, cost minimization and competitive advantage through arranging loading plans for ordered cargo. It provided optimum loading plans for loading of non-proportional cargo in containers and other transportation vehicles. As a result of this study, 76.09% increase in cost efficiency was achieved by the use of decision support system. Labor productivity increased by 25%. Time efficiency rate increased by 71.84%.

**Keywords:** Decision support systems, productivity, logistics, process improvement, business intelligence.

**JEL codes:** C44, C46, C61, C63, D24, J24, D81

## 1. GİRİŞ

Küresel rekabet ortamı; işletmeleri kaliteli ve ekonomik üretmeye, daha etkin satış sonrası destek vermeye ve müşterisine doğru zamanda, doğru yerde ve doğru biçimde teslimat yapmaya zorlamaktadır. Bu nedenle lojistik faaliyetler; işletmelerin rekabet gücünü doğrudan etkilemektedir.

Lojistik faaliyetlerin başarısı bütünleşik bilişim teknolojilerinin işletme içinde doğru yapılandırılmasına bağlıdır. Bilgisayar teknolojilerinin iletişim sistemleri ile bütünleştirilmesi, günümüzün rekabet ortamına büyük bir ivme katmıştır. Bu ivme işletmelerin, zaman yönetiminde etkin hale gelmesine ve maliyetlerin azaltmasına katkı sağlamıştır.

Lojistik hizmetleri için dijital ortamları kullanan işletmeler, sipariştten teslimata kadar geçen süreçlerde maliyetleri minimize ederek, hızlı, esnek, hatasız ve zamanında teslimat yapabilmektedirler. Lojistiğin girdilerini; insan kaynakları, finansal kaynaklar ve doğal kaynaklar oluşturmaktadır. Lojistiğin çıktısını ise rekabetçi üstünlük, verimlilik ve müşteri memnuniyeti oluşturmaktadır. Lojistik çıktılarda performans artışı için envanter yönetiminin, ulaştırmanın, depo ve malzemelerin, sipariş, paketleme ve elleçleme sistemlerinin çok iyi yönetilerek optimize edilmesi gerekmektedir. Bu hizmetlerin optimizasyonu bilişim sistemlerinin desteği olmadan günümüz dünyasında mümkün değildir (Pirtini, 2004, s. 157-168).

Bozulabilir ürün, soğuk zincir lojistiğinde ve afet lojistiği gibi zamana duyarlı lojistik faaliyetlerde dakiklik büyük önem arz ettiğinden, Karar Destek Sistemi (KDS) ile lojistik faaliyetlerin bütünleştirilmesi hayati önem taşıyabilmektedir (Hadiguna, Kamil, Delati, & Reed, 2013, s. 38-47). Bu nedenle işletmeler müstakil bilgisayar kullanımı yerine çeşitli boyutlarda birbirlerine bütünleştirilmiş ağlara bağlı bilgisayarları kullanmaktadır. Bu ağlar sayesinde işletmeler zaman ve mekân baskısı olmadan çok çeşitli veri tabanlarına ulaşarak verileri, işlevsel bilgilere dönüştürebilmektedirler. Ayrıca işletmeler bu teknolojilerin sayesinde ortaklaşa çalışmalar yaparken performanslarını artırarak rekabetçi üstünlük elde edebilmektedirler (Tekin, Zerenler, Bilge, Yıldız, & Özilhan, 2005, s. 385-391).

## 2. LİTERATÜR TARAMASI

“Soğuk Zincir Raf Ömrü Karar Destek Sistemi” isimli çalışmada zamana bağlı sıcaklık göstergesi ile kablosuz sensör ağı ile bütünleştirilmiş; KDS ile soğuk zincir boyunca kesintisiz bilgi alışverişi, bozulabilen ürünlerin raf ömrünün tahmini ve raf ömrü az ürünlere öncelik verilmesi sağlanmıştır. Oluşturulan bu sistemde sistemi kullananların, analiz ihtiyaçlarına cevap verilmesi sağlanarak soğuk zincirde yer alan ürünlerdeki kalite kaybının yanı sıra bozulmaların önüne geçilmiş böylece ekonomik kayıplar azaltılmıştır (Qia, Xu, Fu, Mira, & Zhang, 2014, s. 19-29).

Lin ve diğerleri, kargo hizmetlerinde çevrimiçi çevrimdışı rota problemlerinin çözümünde dinamik araç yönlendirme sistemi kullanarak; yeni siparişlerin alınması, sipariş iptali, belirsiz zamanlarda kurye hizmet seviyesinin artırılması için bir KDS geliştirmişlerdir. Bu KDS içinde melez komşu arama algoritması geliştirilerek anlık problemlerin çözülmesini başarmış, ulaşım ve iş gücü maliyetini artırmadan lojistik hizmet düzeyinin geliştirilmesi sağlanmıştır (Lin, ve diğerleri, 2014, s. 6917-6933).

Shaik ve Abdul-Kader, tersine lojistik sisteminde geliştirdikleri KDS ile işletmenin kapsamlı lojistik performans ölçümünü yaparak performans hedefi ile gerçek performans senkronize etmişlerdir. Yapılan çalışmada, performans etki eden iç etmenler sistematik biçimde tespit edilerek, performans kriterleri arasındaki ilişkilerin analizi gerçekleştirilip, karar vericiler, KDS ile desteklenmiştir (Shaik & Abdul-Kader, 2014, s. 87-103).

Lojistiğin önemli faaliyetlerinden biri de depolamadır. Lam ve diğerleri, tarafından depoda karar verme süreçlerini kolaylaştırmak amacı ile yapılan çalışmada; hibrid teknolojiler kullanılarak, lojistik akışlar, etkileşimli olarak izlenmiş ve optimize edilmiştir. Ayrıca depoya uygun risk yönetimi yöntemi öneren, stratejik lojistik planlama yapılırken ürün özelliklerini ve müşteri taleplerini dikkate alan, depolama faaliyetlerinde işbirliği yapılan 3PL şirketlerin, fayda analizlerinin yapılmasını sağlayan KDS geliştirilmiştir (Lam, Choy, Ho, Cheng, & Lee, 2015, s. 1-17).

Dış kaynak kullanımında, 3PL işletmelerin değerlendirilmesi ve en iyi 3PL işletmesinin seçilmesi önemli bir konudur. Işıklar ve diğerleri, 2007 yılında yapmış oldukları çalışmada; tedarikçi değerlendirme kriterlerinin önemine göre derecelendirmiştir. Meydana gelecek olası değişikliklerin yanı sıra talepte ve lojistik faaliyetlerde meydana gelecek ani değişikliğe karşı çeviklik geliştirilen KDS ile sağlanmıştır. Yine bu çalışmada dış kaynak kullanımında karar verme sürecinin kısalması, doğru tedarikçinin seçilmesi, dış kaynak kullanımında oluşturulan değerli bilgilerin saklanması sağlamak için karar destek modeli oluşturmuştur (Işıklar, Alptekin, & Büyüközkan, 2007, s. 3701-3714).

Tehlikeli yüklerin lojistiği zamanlama, dikkat ve yol güvenliği bakımından hassasiyet gerektirdiğinden Wu ve diğerleri, yaptıkları çalışmada tanker operasyonları planlama sistemi ile tankerler için doğru istif planı oluşturmuş, uygun rota ve zamanlamayı belirlemişlerdir (Wu, Oh, Akarimi, Goh, & Souza, 2011, s. 143-156).

Lojistik işletmelerde işgücünün boyutlandırılması, haftalık ve günlük görev tanımlanmasının detaylandırılması için Ladier, Alpan ve Penz tarafından yapılan çalışmada işgücü planlamada zamanın verimli kullanılması KDS ile sağlanmıştır (Ladier, Alpan, & Penz, 2014, s. 278-291).

Kengpol tarafından geliştirilen KDS modelinde lojistik dağıtım merkezleri ile müşteriler arasındaki ilişkilerin ürün türüne ve miktarına göre dağıtım ağının planlaması bakımından optimize edilmiştir. Böylece lojistik maliyetler minimize, müşteri memnuniyeti ise maksimize edilmiştir (Kengpol, 2008, s. 388-399).

Çin'in nüfus yoğunluğunun fazla olmasından dolayı Hu ve Shen geliştirdikleri KDS ile toplu taşıma ve yük taşıma araçlarının planlamış, bilgi yönetimi sistemi ile optimizasyonun gerçekleştirmiş, yük ile araçların eşleştirerek boş yük oranlarının minimizasyonu ile maliyet ve çevresel kirlenme oranlarının düşürmüş, gerçek zamanlı planlama ile karmaşık lojistik problemlerin eş zamanlı çözülmesini sağlamıştır (Hu & Sheng, 2014, s. 219-229).

Son yıllarda yapılan araştırmalarda lojistik maliyetlerin, bir ürünün toplam maliyetindeki payı yaklaşık olarak % 8 ile 13 arasında olduğu tahmin edildiğinden, lojistik maliyetlerin optimizasyonu küresel pazarda rekabetçi üstünlük açısından önemli bir fonksiyon haline gelmiştir. Lojistik maliyetlerin toplamı içinde envanter ve malzeme elleçlemenin maliyeti ise % 20 ile 35 arasında değişmektedir (Deran, 2012, s. 82-84). "Lojistik maliyetleri:

- Fazla amortisman maliyetleri,
- Bozulma, hasar ve kayıp maliyetleri,
- Geç teslimat maliyetleri,
- Hata ve ceza maliyetleri,
- Bilgi sistemleri / bilgi iletişim maliyetleri,
- Personel maliyetleri,
- En uygun (optimum) olmayan sipariş miktarları maliyetleri,
- Atıl kapasite (depo, taşıma aracı, vb.) maliyetleri” diye sıralayabiliriz (Deran, 2012, s. 79-80).

Lojistik maliyetleri 5 ana grupta toplayabiliriz. Bunlar depolama, operasyonel yönetim, işletme ve ekipman, ulaştırma ve stoksuzluk maliyetidir. (Ghiani, Laporte, & Musmanno, 2013, s. 12). Bu maliyet grupları alt grupları ile birlikte şu şekilde özetlenebilir.

**Tablo 1:** Lojistik sistemde ana maliyet kategorileri

Ana maliyet kategorileri	Sabit maliyetler	Değişken maliyetler
Depolama maliyetleri	Yönetimsel maliyetler Depolama maliyetleri	Sigorta poliçeleri Mali yükler ve fırsat maliyetleri Bozulma ve eskime maliyetleri
Operasyonel yönetim maliyetleri	Bilgi işlem maliyetleri (sipariş ve ürün takip)	Yükleme ve boşaltma ürünleri maliyeti Nakliye maliyetleri Stok kontrol ve stok yönetim maliyetleri Ambalaj maliyetleri Hasılatın gecikmesi Cezalar
Stoksuzluk maliyeti		Satış kaybı Müşteri kaybı İtibar kaybı
İşletme ve ekipman maliyetleri	Ulaşım araçlarının değer kaybetmesi Taşıma araçlarının kiralınması	Sigorta giderleri Değişken ulaşım maliyetleri
Ulaştırma maliyetleri	Tesis değer kaybı oranı	Kiralama ücretleri (hacime göre)

**Kaynak:** Ghiani, G., Laporte, G., & Musmanno, R. (2013). Introduction to Logistics Systems Management (2. b.). West Sussex: John Wiley and Sons Ltd., S: 12.

Optimize ve/veya organize edilmiş lojistik faaliyetler işletmelere ciddi anlamda katkı sağlamaktadır. Örneğin, Türkiye’de çeşitli türlerde kâğıt üreten bir firmanın lojistik maliyetleri düşürmek için yaptığı çalışmada dağıtım merkezlerinin yönetimine odaklanmış ve ürün teslimatlarının en geç 3 gün içerisinde teslim edilmesi için gerekli planlamaları yapmıştır. Yapılan bu çalışmaya göre;

**Tablo 1:** 3 gün içinde sevk edilen siparişler (%)

3 gün içinde sevk edilen siparişler (%)					
	60	70	80	90	95
Satış	4.00	5.00	7.00	9.00	10.50
Maliyet	1.80	3.00	3.50	6.00	7.10
Kar	2.20	2.00	3.50	3.00	3.40

Yukarıdaki verilerden anlaşılacağı üzere; 3 gün içinde teslimat için dağıtım merkezlerinin organizasyonu siparişlerin % 80'nin 3 gün içinde teslimatını sağlarken kar oranını artırmıştır. Bu durum karı maksimize ederken dağıtım merkezlerini optimize etmiştir. Az depolanan ürün az maliyet oluşturmuş ve hızlı biçimde nakde dönüşmüştür (Ghiani, Laporte, & Musmanno, 2013, s. 13).

Bilgi teknolojilerini var olan problemlerin çözümünde kullanamayan firmalar, süreçlerini iyileştiremediğinden rekabetçi üstünlüklerini yitirmeye başlamışlardır. Yenilikçilik ile pazarın öncülüğünü yapan firmalar pazar paylarını arttırırken, yeni ekonomiye ayak uyduramayan, lojistik maliyetlerini düşüremeyen, yeni teknolojilere adapte olamayan ve yeni teknolojileri üretemeyen firmalar, pazar payını kaybederek piyasadan çekilmek zorunda kalmaktadır. Günümüz küresel firmaları küresel pazarda oluşan büyük verileri analiz etmek ve bu verilerden işe yarar bilgileri çıkararak KDS yardımı ile doğru kararlara dönüştürmek zorundadırlar. Çünkü KDS'ler dijitalleşen işletmelerde verimlilik artışına, döngü sürelerinin azaltılmasına ve iyi organize edilmiş karar verme süreçlerine yardımcı olmaktadır (Megill, 2013, s. 162).

KDS, bilgisayar tabanlı bilgi sistemi olarak işletme ve organizasyonlara karar verme süreçlerinde destek vermektedir. Verilerin işlenerek işletme açısından önemli analizlerin matematiksel yöntemlerle yapılmasını sağlayan KDS'ler, belirsiz ve hızla değişen rekabet ortamlarında karar vericilere; yönetim, operasyon ve çeşitli planlamalar için karar vermelerinde yardımcı olur (Rainer & Cegielski, 2010, s. 365).

**Tablo 2:** Lojistik bilgi sistemlerinin uygulama alanları ve kamusal işlevleri

Lojistik bilgi sistemi uygulama alanı	Kamusal işlevi
Lojistik operasyon yönetimi sistemi	Nitelik sınama, doğrulama ve onaylama ayrıca lojistik süreçlerde sözleşme ihlallerinin engellenmesi.
Lojistik elektronik veri değişim sistemi (EDI)	Lojistik EDI sisteminin diğer departmanlarda yer alan lojistik bilgi sistemleri ile organize edilerek, diğer departmanlarda yer alan veri ve bilgilerin eş zamanlı otomatik olarak gönderilmesinin sağlanması.
Bölgeler arası lojistik kaynakların birbirlerine bütünleştirilmesi	Bütünleşik lojistik sistemler ile bölgesel ekonomilerin ve işletmelerin bütünleşmesi ve kümelenmesi ayrıca kaynak veritaban(lar)ının oluşturulması.
Lojistik pazar yönetimi	Lojistik arz ve talebin diğer veri tabanlarında yer alan bilgi sistemleri ile birlikte gözden geçirilmesi.
Kamusal lojistik bilgi sistemi	Lojistik süreçlerde oluşan her türlü şikâyetin analiz edilmesi ve çözüm yollarının belirlenmesi.
Karar destek sistemleri	Lojistik gelişme ve trendlerin tahmini. Müşteri memnuniyeti. Operasyon yönetimi ve doğru karar verme.
Bakım yönetim sistemi	Dijital güvenliğin sağlanması, günlük işletme ve bakım ve ağ algılama.

**Kaynak:** He, X., Hua, E., Liu, X., & Lin, Y. (2011). Computer, Informatics, Cybernetics and Applications: Proceedings of the CICA 2011. London: Springer Science & Business Media, s: 454.

Tablo 3'den anlaşılacağı üzere KDS'leri lojistik süreçlerin her aşamasında kullanmak küresel rekabet ortamında vazgeçilmez hale gelmiştir. Bilginin bütünleşmesi doğru kararların verilmesinde önem arz ettiğinden her bütünleşme rekabetçi üstünlük sağlayacak KDS'lerin performansını arttıracaktır (He, Hua, Liu, & Lin, 2011, s. 454).

KDS'ler üç aşamadan oluşur. Birinci aşama bilgiyi toplamadır. Bu aşamada bilgiler işletme içinden ve dışından veri tabanlarına aktarılır. Yine bu aşamada var olan problemlere yönelik olası çözüm yollarının araştırılması da vardır. İkinci aşamada tasarım vardır. Bu aşamada verilerin organize edilmesi, verilerin işlenmesi için bir modelin seçilmesi ayrıca bu aşamada muhtemel ve rasyonel hareket tarzları belirlenir. Son aşama seçim aşamasıdır. Bu aşamada rasyonel ve muhtemel hareket tarzlarından en iyisi seçilerek uygulamaya sokulur (Sousa & Oz, 2014, s. 162).

Lojistikte KDS'leri, lojistik operasyonları yöneten yöneticilere, yönetim bilgi sistemi yardımı ile karar verme sürecinde destek sağlayan sistemlerdir. Bu sistemlerin destek seviyesi, kabiliyetleri ile sınırlıdır. Bazı KDS'leri lojistik sürecinin bütününe ele alarak destek sağlarken bazıları lojistik süreç içinde belli bir bölüme odaklanarak detaylı raporlar sunarlar. Lojistik operasyonların doğru bilgiye dayalı KDS'leri ile kurulması tedarik zincirinde yer alan her operasyonun detayı hakkında bilgiler verirken zincirdeki zayıf halkayı anında en güçlü halka haline getirerek tedarik zincirinin tümünde küresel anlamda rekabetçi üstünlük sağlayacaktır. Lojistik KDS'leri ister lojistik sürecin bütününe ister bir bölümünü kapsasın önemli olan bu sistemlerin stratejik veri ve küçük detaylar ile donatılmış bir algoritma üzerine inşa edilmesidir. Çünkü KDS'leri, karar vericilerin vizyonunu genişletmeli işletme körlüğünü bertaraf etmeli ve lojistik süreçleri iyileştirmelidir (Çağiltay, 2010, s. 15-28).

Lojistikte süreç iyileştirme; katma değer oluşturmak ve müşteri tatminini arttırmak için lojistik operasyonların hedefleri ve stratejileri doğrultusunda süreç içinde yürütülen tüm işlemlerin veya bu işlemlerden bazılarının sistematik olarak iyileştirilmesi, geliştirilmesi ve yönetilmesidir (Aras, 2005, s. i-286). Lojistik süreç iyileştirmede ihtiyaçlar ve amaçlar doğrultusunda, verim ve kullanım yönünden, kalite yönünden, müşteri yönünden değerlendirmeler yapılabilir. Bu değerlendirmelerin amacı tedarik zincirini, tüm paydaşlar açısından değer zincirine dönüştürmektir. Böylece ürün üretim öncesinden geri dönüşüm sürecine kadar her aşamada katma değer oluşturacak lojistik süreç içine girmiş olur. Bu süreç katma değer zincirini, katma değer ağına (network) dönüştürerek, müşteri memnuniyetini artırırken maliyetleri en düşük seviyeye çekecektir (Neubauer, 2011, s. 34-51). Sürekli iyileştirme çabaları bir işletme için amaç haline geldiğinde, performans ölçütleri kullanımı da artar. Dolayısıyla çalışanları değerlendirmeye almaktansa, genel sürecin etkinliğini ölçmede performans ölçütlerini kullanmak daha uygundur. Performans ölçütleri gereği gibi kullanıldığında hem yöneticiyi hem de işletmeyi memnun edecek sonuçlar çıkarır. Burada göz ardı edilmemesi gereken en önemli husus performans ölçütlerinin üzerinde etkili olan etmenlerin doğru tespit edilmesi ve değerlendirilmesidir. Bu değerlendirme ölçütleri sürekli ve doğru kullanıldıklarında ise standart bir araç haline gelirler (Fortuin, 1988, s. 7-8).

Bu çalışma da sevkiyat sürecindeki ürün yerleştirme karar sürecinin, geliştirilen algoritma ile optimize edilmesi sağlanmış böylece lojistik sürecinin verimliliği arttırılmıştır. Algoritma, özel bir matematiksel model üzerinden, sevkiyat problemlerinin çözümü için geliştirilmiştir. Dolayısıyla sevk işlemleri esnasında, sevk edilen siparişlerin yerleşiminde, alternatif yerleşim planının raporlanabilmesi sağlanmıştır. Alınan raporlar sevk esnasında sipariş yerleştirme işlemine rehberlik ettiğinden, daha önceleri, bu noktada süreç içinde oluşan dar boğaz ortadan kaldırmıştır. Böylece sevk departmanındaki görevli personel sayısının azaltılma ile işçilik maliyetleri minimize edilmiştir. Kısaca bu çalışmada uygulanan KDS ile

sevk departmanının tekrar yapılandırılması sağlanarak işletme performansı ve kaynak kullanım verimliliği artırılmıştır.

### 3. METODOLOJİ

Çözümü gerçekleştirilmek istenen konteyner yükleme optimizasyonu probleminin süreç iyileştirme yöntemlerinden yöneylem araştırması problem çözme yaklaşımlarından yararlanarak seviyelendirilmiştir (Öztürk, 2009, s. 7-13). Sürece ilişkin problem model kurma yaklaşımı içerisinde şu adımlar ile takip edilmiştir.

- Problemin tanımlanması
- Probleme ilişkin verilerin toplanması veya sistemin gözlenmesi
- Modelin formüle edilmesi
- Modelden çözümlerin elde edilmesi
- Modelin test edilmesi
- Modelin uygulamaya hazırlanması
- Modelin uygulanması ve önerilerin üst yönetim tarafından değerlendirilmesi (Öztürk, 2009, s. 7-13).

Bu tür yükleme problemleri kombinatorik problem grubuna girer ve çözümü oldukça zordur. Karmaşıklıkları paketlenmiş ürün sayısı ile birlikte artar (Lai & Chan, 1997). Kombinatorik teori, olası durumları sonlu olan problemin çözümü ile uğraşan matematik alanıdır. Bu problemler varlık belirleme, sayma ve optimizasyon olmak üzere üç ana kategoriye ayrılabilir. Bazı durumlarda çözümün var olup olmadığı açık değildir. Bu bir varlık belirleme problemidir. Bazı durumlarda ise çözümün olduğu bilinir ancak, bunların kaç tane olduğunu bilmek gerekir. Bu ise bir sayma problemidir. En iyi olan çözümün istendiği durum ise optimizasyon problemi olarak düşünülebilir (Dossey, Spence, & Otto, 2006, s. 1-40).

Literatürde üç boyutlu yükleme problemleri NP-zor problemler sınıfındadır. Genellikle geleneksel programlama teknikleriyle bu problemlere kısıtlı zamanda en iyi çözümü bulmak mümkün değildir. Bu sebeplerden dolayı yükleme problemleri, yöneylem araştırması ve lojistik literatüründe yoğun ilgi görmektedir. Ayrıca çözüm uzayının çok büyük olduğu gerçek hayat problemleri için en iyi çözümün bulunması, geliştirilen özel algoritmalarla bile çok uzun zaman almaktadır (Karaoğlan, Altıparmak, & Dengiz, 1998).

### 4. UYGULAMA

Bu çalışmada otomotiv yan sanayisinde faaliyet gösteren Yazar Taşıt Koltukları San. ve Tic. A.Ş.'de KDS olarak tasarlanan bir program, konteyner doldurmada yük optimizasyonu için kullanılmış ve bu KDS'nin lojistik süreç içindeki verimliliği ele alınmıştır.

Bu çalışma kapsamında uygulamaya sokulan KDS platformu, hizmet alanı farklı sektörlerde de yaygınlaştırılacak şekilde esnek ve kendi içinde modüler olarak yani mantıksal ve yapısal bölümlere ayrılarak tasarlanmıştır. Microsoft SQL Server gibi endüstri standardı ilişkisel veri tabanı ve Visual Foxpro ile geliştirilen uygulama, performans, veri güvenliği ve tutarlılık ön planda tutularak tasarlanmıştır. Seçilen platform işletmenin hali hazırda kullandığı uygulamalar ile veri alışverişi yaparken aynı zamanda KDS'nin gelişmesinin sağlanması ve program sürdürülebilirliği için tercih edilmiştir. Ayrıca bu platformda, işletmenin gereksinimlerini tam olarak karşılayabilmek amacıyla veri tabanı mimarisi dinamik olarak

tasarlanmıştır. Uygulamaya sokulan KDS ile masaüstü arabirim zenginliğinden hiçbir şey kaybetmeden, işletmenin, organizasyonel yapısı ve işleyişinin başarılı bir şekilde modellenerek kullanılması hedeflenmiştir.

Yapılan çalışma kapsamında, konteyner yükleme (sevk) sürecinde, değişik ölçülerdeki ürün paketlerinin yerleşim planlarının sürekli olarak değiştiği ve sevk sürecinin her aşamasında tekrar hesaplanmasının gerektiği tespit edilmiştir. Bu durum sevk sürecinde çeşitli kayıplara neden olduğu tespit edilmiştir.

Firmada yapılan incelemeler ve daha önceki sevkiyat ve ürün yerleştirme sürecinden elde edilen deneyimler sonucunda, yükleme problemlerinde, bir dizi kısıt tespit edilmiştir. Bu kısıtların en önemlileri seçilerek oluşturulan KDS ile çözülmesi amaçlanmıştır.

Kullanılan kısıtlar şu şekilde sıralanabilir:

- Yükleme alanı ve yüklenecek ürünler (paketler) aynı ya da farklı boyutlarda olabilirler.
- Yükleme esnasında ürünler döndürülerek veya döndürülmeden yüklenebilirler.
- Yükleme yapılacak olan alanın sınırlarını aşmayacak şekilde gerçekleştirilmelidir.
- Siparişe ait ürün veya ürünler, gruplar halinde yerleştirilmelidir.
- Yükleme esnasında yarım kalan sıralarda en uygun yerleşim ve ürün grubu bulunmalıdır.
- Yerleştirme sırasındaki boşluklar belirlenmeli, gerekirse tamponlanmalıdır.
- Ürün yükleme birimindeki kalan boşluklar önceden tespit edilerek gerekli tamponlar hazırlanmalıdır.

Kısıtlardan da anlaşılacağı üzere birçok farklı üründen oluşan bir siparişin yükleme alanına (konteyner) yerleştirilmesi oldukça karmaşık bir süreçtir. Sevkiyat esnasında bu ürünleri konteyner alanına aktarıp daha sonra yerleştirmeye çalışmak çok büyük kayıplara sebep olmaktadır. Hatta yükleme yapılan alanda hatalı yerleşim o ana kadar yapılan tüm çalışmaların, yeniden yapılmasına sebebiyet verebilecektir. Bu durum işi gerçekleştiren personelin motivasyonunu olumsuz biçimde etkilemektedir. Öte yandan firmanın lojistik maliyetlerini artırmaktadır. Böylece zaman kaybına neden olarak emek verimliliğini düşürmektedir.

## 5. BULGULAR

Yukarıda sıralanan olumsuz faktörlerin minimizasyonu için yapılan bu çalışmada, sevk edilen siparişler incelenerek, sevk sürecinin ve sevk edilen ürünler için veri tabanı oluşturulmuştur. Böylece sevk edilen siparişlerin, ürünler üzerindeki birliktelikleri belirlenmiştir.

Buna göre son 2 yıl içinde sevk edilen siparişler hakkında şu bilgiler elde edilmiştir.

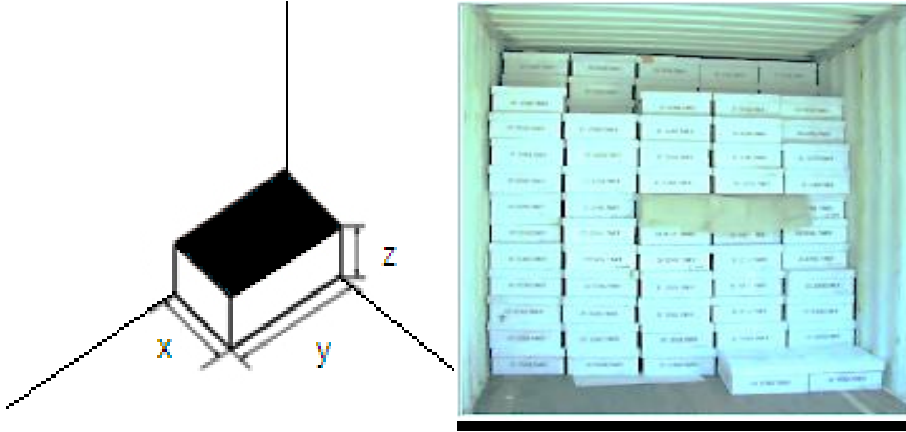
- Konteynıra tek ürün yerleştirerek gerçekleşen siparişlerin oranı % 73'tür.
- Konteynıra iki farklı ürün yerleştirerek gerçekleşen siparişlerin oranı % 24'tür.
- Konteynıra üç farklı ürün yerleştirerek gerçekleşen siparişlerin oranı % 3'tür.

Ortaya çıkan bu değerler, öncelikle sürekli değişen ürün kutu ölçüleri de göz önüne alındığında, tek üründen oluşan siparişlerin sevkiyatının daha fazla ve öncelikli olduğu belirlenmiştir. Çalışma kapsamında KDS de aşamalı olarak tek üründen oluşan sipariş, iki



farklı üründen oluşan sipariş ve üç farklı üründen oluşan sipariş olarak yerleştirme algoritmalarının oluşturulması uygun görülmüştür.

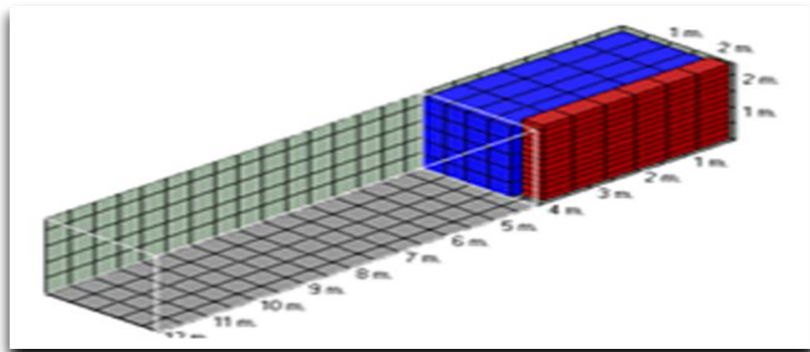
Sistemde tek üründen oluşan siparişler için yapılan çalışmada, her bir ürün için ürün yerleşim değerleri hesaplanmıştır. Hesaplanan bu değerler bize konteynere o ürün için en uygun yerleşim düzenini göstermiştir.



Şekil 1: Tek üründen oluşan yerleşim düzeni

Firma içerisinde geliştirilen her farklı ürün için farklı bir kutu ölçüsü oluşabilmektedir. Bu durum yeni ürün kutusunun tüm farklı yüzey ölçülerine göre, en uygun yerleşim değerlerini hesaplamayı gerektirmektedir. Tüm hesaplamalar KDS ile yapılarak tablolara kaydedilmiştir. Dolayısıyla her farklı ürün için konteyner yerleşim değerlerine ait bir veri bankası oluşturulmuştur. Böylece aynı değerlerden oluşan yeni ürün grupları için bu veri bankası sorgulanarak hızlı çözümlerin elde edilmesine fırsat verilerek zaman kayıpları da en aza indirgenmiştir.

Çalışmanın ikinci aşamasında ise sipariş miktarları belirlenmiş iki farklı ürünün konteyner üzerindeki yerleşim planları hesaplanmıştır. Hesaplanan bu değerler firma içinde gerçekleşen sevkiyat işlemleri ile karşılaştırılarak, KDS'de hesaplanan değerleri test edilmiştir. Test sürecinden sonra iki farklı ürün için yerleştirme ve süreç değerleri belirlenmiştir.

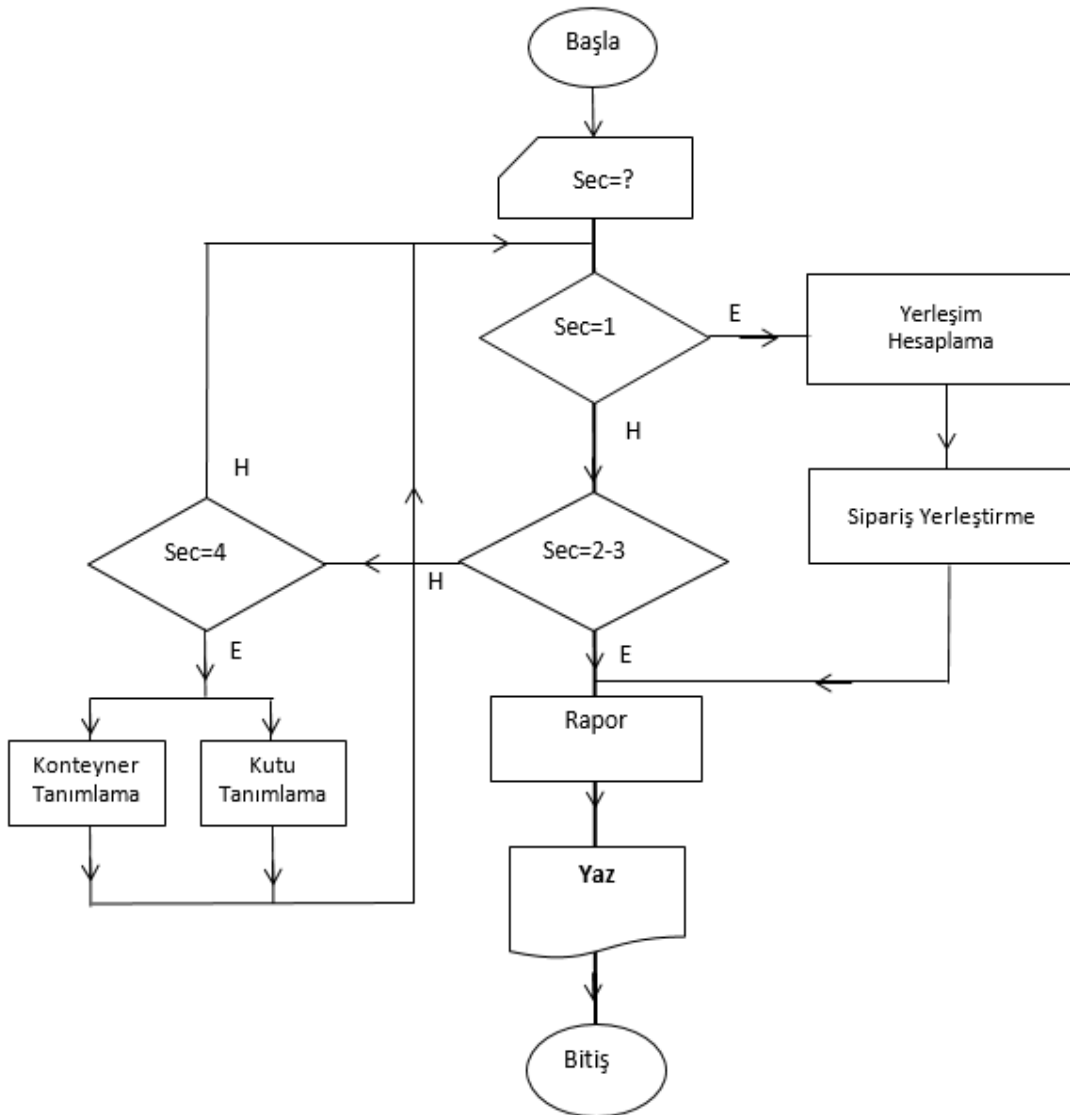


Şekil 2: İkili ürün yerleşim düzeni örneği

Çalışmanın üçüncü aşamasında % 3'lük bir sevkiyat oranı ile üç farklı ürünün konteynere yerleştirme düzenine ait hesaplama biraz daha karmaşık hale gelse de iki farklı ürün için geliştirilen algorithmadan yararlanarak tamamlanmıştır. Bu noktada ürünlerin öncelikleri belirlenerek rapor haline getirildiğinden hesaplama süreçleri biraz daha uzun sürmüştür.

Bu çalışma kapsamında yapılan KDS; ürün yükleme optimizasyonunu sağlamak, firmaların sevkiyat işlemleri sırasında yer kayıplarını önlemek, maliyet, emek ve zamandan tasarruf etmelerini sağlamak amacıyla tasarlanmıştır.

Tasarlanan KDS yardımı ile farklı ebat ve ölçülere sahip ürünlerin, farklı yerleşim alanlarının ve ürünlerin kısıtları göz önünde bulundurularak, en uygun yerleşim planı çıkarılmıştır. Son olarak oluşturulan bu plan, sevk personelinin anlayacağı biçimde rapor edilerek iş emrine dönüştürülmüştür. Böylece lojistik sürecin bu noktasındaki zaman, maliyet kayıpları azaltılmış ve işgücü verimliliği artırılmıştır. Bu hesaplamaların algoritması Şekil 3'te gösterilmiştir.



Şekil 3: Hesaplama programı akış diyagramı

Şekil 3'te yer alan akış diyagramını şu şekilde açıklanabilir: Kullanıcının yerleşim hesaplama yapması veya sipariş yerleştirme işlemlerinden birini seçmesi için bilgisayar tarafından şu aşamalar gerçekleştirilir.

Yerleşimi istenen siparişler:

Sıra	Sipariş Kodu	Sipariş Adı	Sipariş Miktarı
1	Y01	Ekonomik Seri	100
2	Y02	Katlanır Koltuk	120
3	Y03	Yeni Profesyonel	140
4	Y04	SCS Kutu	200
5	...		

Birinci adım: Yapılan çalışmaya ait yazılımın akış diyagramlarında tanımlamalar ile kullanıcının yükleme alanının bilgisi ve ölçülerinin girilmesi istenir. Paketli ürün ölçüleri ile bu kutuların yükleneceği konteynerin hacim ölçüsünün bu adımda KDS'ne manuel olarak girişi yapılır. Paket yerleştirme hesaplamaları bu adımda gerçekleştirilir. İkinci adım: Bu adımda hesaplama istemiyle birlikte siparişe ait olan ürün gruplarının (kutuların) yükleme alanında test edilerek hangi sıra ile yerleştirileceği belirlenir. Paket yerleşim işlemine göre özet rapor oluşturulur. Üçüncü adım: Yükleme alanına göre ürün sırası bulunan siparişlerin yerleşim düzeninin bulunması sürecidir. Konteynere yerleştirilecek olan paketli ürünlerin konteynerde en az boşluk kalacak şekilde analiz edilerek, konteynere yerleştirilmesi için optimum alan hesaplama ve yerleştirme planı yapılır. Paket yerleşim işlemine göre detaylı rapor bu adımda oluşturulur. Dördüncü adım: Ürün yerleşimi "sipariş koy" isimli alt yordam ile bulunarak tamamlanır. Tüm bu süreçlere ait verilerin tutulduğu "sonuç" tablosu aynı numaralı sevkiyatın ürün yerleştirme bilgileriyle doldurulur. Paket veya yükleme alanı (konteyner) tanımlama gerçekleştirilir. Beşinci adım: Sonuç dosyasının ikişer adet özet ve detay raporları KDS kullanıcısının onayı ile yükleme yapacak personele kılavuzluk etmesi için yazıcıdan kâğıt ortamına aktarılarak süreç tamamlanır.



secim	Kod	Yükseklik	Derinlik	Genişlik	Açıklama
	K01	234,0	600,0	234,0	KISA KONTEYNER
X	K02	234,0	1200,0	234,0	NORMAL KONTEYNER

Şekil 4: Yükleme yapılacak konteyner seçimi

Kod	Yükseklik	Derinlik	Genişlik	Sipmik	Tolera	Açıklama
Y01	23,0	50,0	58,0	100	1	EKONOMİK SERİ
Y02	52,0	51,0	46,5	120	1	KATLANIR KOLTUK
Y03	28,0	50,0	57,0	140	1	YENİ PROFESYONEL
Y04	44,0	50,0	57,0	200	1	SCS KUTU
Y05	57,5	50,0	57,0		1	FK KUTU
Y06	48,0	28,0	66,0		1	
Y07	80,0	120,0	110,0		1	
Y08	47,0	51,0	51,0		1	
Y09	101,0	115,0	108,0		1	
Y10	97,0	102,0	87,0		1	

Şekil 5: Yükleme yapılacak kutu (ürün) seçimi

Gerçekleştirilen yazılımın seçilen sevk işlemine ait ürün yükleme değerleri Şekil 4 ve 5'te verilmiştir. Seçimi yapılan yükleme alanı (konteyner) ve ürünler (paketler) belirlendikten sonra yapılması gereken, sadece yerleşim planının oluşturulabilmesi için hesaplama işlemidir. Hesaplanan değerlerden ortaya çıkarılan plan sonrasında kullanıcıya özet rapor (Şekil 6) ve detay rapor (Şekil 7) olarak verilir. Bu raporlardan özet olan yerleşimdeki genel sayıyı görmek ve kalan boşlukları tespit edebilmek içindir. Detay raporda ise elde edilen bu yerleşim planının tüm aşamaları çıkarılmıştır. Elde edilen detay rapor aynı zamanda sevk ile görevli personele ürün yerleştirme kılavuzu olarak verilmiştir. Ortaya çıkan raporlardan hareketle, boş alanlara yerleştirilecek tamponların da önceden hazırlanması sağlanmıştır. Raporlara ait örnek çıktılar Şekil 6 ve 7'de verilmiştir.

Kod / Sıra	Konteyner Kalan Boşluk ( cm )			Yerleşen Kutu Boyutları ( cm )			Tolerans ( cm )
	Derinlik	Genişlik	Yükseklik	Derinlik	Genişlik	Yükseklik	
Y04 / 1	1.149	6	14	50	57	44	1,0
Y04 / 2	1.098	6	14	50	57	44	1,0
Y04 / 3	1.047	6	14	50	57	44	1,0
Y04 / 4	996	6	14	50	57	44	1,0
Y04 / 5	945	6	14	50	57	44	1,0
Y04 / 6	894	6	14	50	57	44	1,0
Y04 / 7	843	6	14	50	57	44	1,0
Y04 / 8	792	6	14	50	57	44	1,0
Y04 / 9	741	6	14	50	57	44	1,0
Y04 / 10	690	6	14	50	57	44	1,0
<b>Grup Toplam</b>				<b>200 Adet</b>			
Y03 / 11	639	6	10	50	57	28	1,0
Y03 / 12	588	6	10	50	57	28	1,0
Y03 / 13	537	6	10	50	57	28	1,0
Y03 / 14	486	6	10	50	57	28	1,0
Y03 / 15	435	120	122	50	57	28	1,0
<b>Grup Toplam</b>				<b>140 Adet</b>			
Y02 / 16	439	24	26	46	51	52	1,0
Y02 / 17	391	30	26	46	51	52	1,0
Y02 / 18	344	30	26	46	51	52	1,0
Y02 / 19	296	30	26	46	51	52	1,0
Y02 / 20	249	30	26	46	51	52	1,0
Y02 / 21	201	30	26	46	51	52	1,0
Y02 / 22	154	30	26	46	51	52	1,0
Y02 / 23	106	30	130	46	51	52	1,0

Şekil 6: KDS'nin oluşturduğu özet rapor

Şekil 6'da verilen detay raporda, siparişlerin tüm ürün yerleşim detayları sırasıyla verilerek, kalan boşlukların gösterilmesi sağlanmış ve yüklemeye çalışan ilgili kişilere kılavuzluk etmiştir.

Kod / Sıra	Konteyner Kalan Boşluk (cm)			Yerleşen Kutu Boyutları (cm)			Tolerans (cm)
	Derinlik	Genişlik	Yükseklik	Derinlik	Genişlik	Yükseklik	
Y04	1.140	177	190	50	57	44	1,0
Y04	1.140	177	146	50	57	44	1,0
Y04	1.140	177	102	50	57	44	1,0
Y04	1.140	177	58	50	57	44	1,0
Y04	1.140	177	14	50	57	44	1,0
Y04	1.140	120	190	50	57	44	1,0
Y04	1.140	120	146	50	57	44	1,0
Y04	1.140	120	102	50	57	44	1,0
Y04	1.140	120	58	50	57	44	1,0
Y04	1.140	120	14	50	57	44	1,0
Y04	1.140	63	190	50	57	44	1,0
Y04	1.140	63	146	50	57	44	1,0
Y04	1.140	63	102	50	57	44	1,0
Y04	1.140	63	58	50	57	44	1,0
Y04	1.140	63	14	50	57	44	1,0
Y04	1.140	6	190	50	57	44	1,0
Y04	1.140	6	146	50	57	44	1,0
Y04	1.140	6	102	50	57	44	1,0
Y04	1.140	6	58	50	57	44	1,0
Y04	1.140	6	14	50	57	44	1,0
1	1						
Y04	1.098	177	190	50	57	44	1,0
Y04	1.098	177	146	50	57	44	1,0
Y04	1.098	177	102	50	57	44	1,0
Y04	1.098	177	58	50	57	44	1,0
Y04	1.098	177	14	50	57	44	1,0
Y04	1.098	120	190	50	57	44	1,0
Y04	1.098	120	146	50	57	44	1,0
Y04	1.098	120	102	50	57	44	1,0
Y04	1.098	120	58	50	57	44	1,0
Y04	1.098	120	14	50	57	44	1,0
Y04	1.098	63	190	50	57	44	1,0

Şekil 7: KDS'nin oluşturduğu detay rapor (Kılavuz yükleme planı)

Şekil 7'de verilen özet raporda, gönderilen siparişlerin gruplar halinde sadece sıraları verilerek, kalan boşlukların gösterilmesi sağlanmıştır.

Çalışmada aynı sipariş değerleri ile ürün yükleme işlemleri üzerinden elde edilen sonuçlar sürecin karşılaştırmalı analizinin yapılması amacıyla zaman, maliyet, işgücü ve ürün parametreleri ölçülerek hesaplanmıştır. Elde edilen bu değerler zaman parametresi açısından bir önceki süreçte, ölçülen değere göre en yüksek düşüş değerini göstermiştir. Maliyet değerlendirmesi, zaman parametresine bağlı olduğundan, zaman tasarrufuna paralel olarak ciddi düşüş kaydetmiştir.

Mevcut lojistik sürece ilişkin Tablo 4'de verilen göstergeler, 45 gün boyunca sevk süreçlerinin sonucunda elde edilmiştir. Çalışma sevk süreçlerinin gerçekleştiği bu zaman diliminde, deneyim ve gözlemler sonucunda ortaya çıkarılmıştır. Ortaya çıkarılan veriler daha sonra işletmenin kazanımları doğrultusunda önem sırasına göre derecelendirilerek sıralanmıştır.

Lojistik süreçlerde ve imalat sektöründe yükleme problemi olarak da ifade edilen malzeme sevkiyat süreci, özellikle atıl kapasite maliyeti açısından lojistik süreç iyileştirmede gözden geçirilmesi gereken önemli bir aşamadır.

KDS'nin uygulamaya sokularak lojistik sürecin iyileştirilmesi için gerekli çalışmalar, ilgili birimlerdeki personel ile gerçekleştirilmiştir. Yapılan bu çalışmalar sonucunda lojistik süreç içinde sırasıyla zaman tasarrufu, maliyet minimizasyonu, işgücü verimliliği ve ürün kayıplarının azaltılması KDS içerisinde incelenmesi gereken konular olarak tespit edilmiştir.

**Tablo 3:** Lojistik süreçte öngörülen kayıplar

	İş tanımı	Zaman	Maliyet	İşgücü
1	Yük planları oluşturmak için gerekli emek zamanı en aza indirmek (işgücü kaybı)	X		X
2	Nakliye maliyetlerini azaltın (maliyet kaybı)		X	
3	Gerektiğinde Yükleme hızını attırabilmek için ek işçi kullanmak (işgücü kaybı)		X	X
4	Daha hızlı sevkiyat yapabilmek (zaman kaybı)	X		X
5	Herhangi bir hata durumunda yaşanan kayıplar (Optimizasyon kaybı)	X	X	

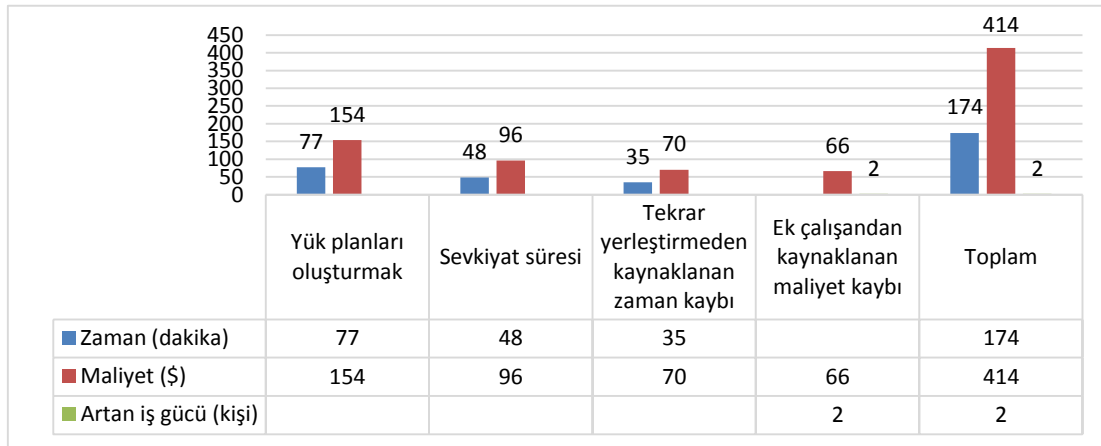
Orta ölçekli bir imalat sektöründe, ürün yükleme sürecinin ciddi kayıplara neden olduğu ve işgücü verimliliği parametresinin ilk sırada yer aldığı tespit edilmiştir. Özellikle yükleme sürecinin daha az personelle yapılabileceği tespit edilmiş fakat firmanın gelen talepleri zamanında karşılamak amacıyla ek işgücü istihdamına başvurduğu anlaşılmıştır. Kullanılan ek işgücü zaman verimliliğini artırırken işgücü ve maliyet verimliliğini azaltmıştır.

Ürünlerin paket ölçüleri ve konteynerlerin ebat ölçüleri, konteyner doldurma optimizasyonu açısından önemli bir kısıttır. Bu kısıtlardan hareketle konteyner yükleme alanına en uygun yerleşimin yapılabilmesi gerekmektedir.

**Tablo 4:** Firmaya ait sipariş ve sevk bilgileri (Birim = cm)

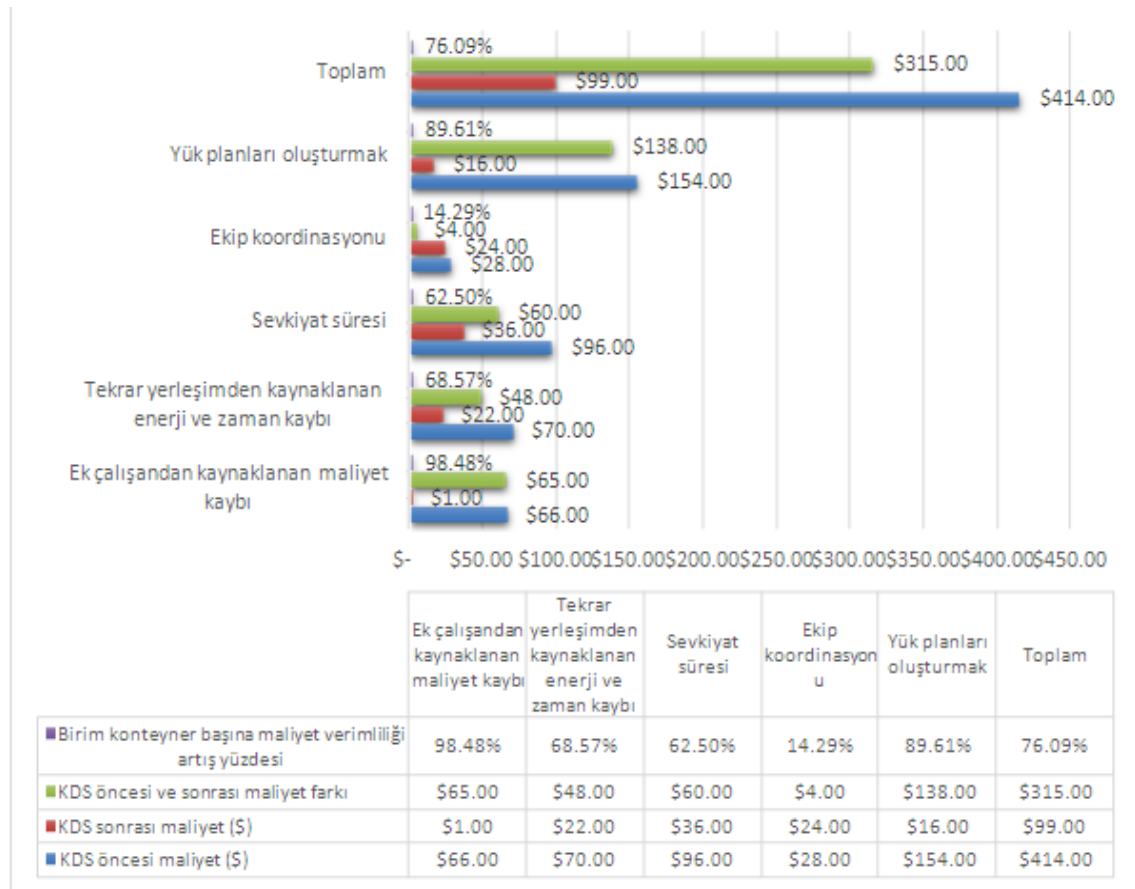
Konteyner ve ürün ölçüleri		Derinlik	Yükseklik	Genişlik
Konteynerin ölçüleri		1200	234	234
Normal Konteyner içinde sevk edilecek siparişler		Derinlik	Yükseklik	Genişlik
Stok adı	Sipariş Miktarı			
Ekonomik seri koltuk	100	50	23	58
Katlanır koltuk	120	51	52	46,5
Yeni Profesyonel koltuk	140	50	28	57

Tablo 5'te Tunus'a gönderilecek bir siparişin yükleme alan ölçüleri ve siparişe giren ürün kutu boyutları verilmiştir. Sevk edilecek siparişler için harcanan zaman, dakika cinsinden verilmiştir. Hesaplanan bu değerlerin daha net anlaşılabilmesi için harcanan zaman parametresi 1 dakika = 2 \$ üzerinden gösterilmiştir. Maliyet (\$) = harcanan işçilik zamanı (dakika) x 2 \$ olarak hesaplanmıştır.



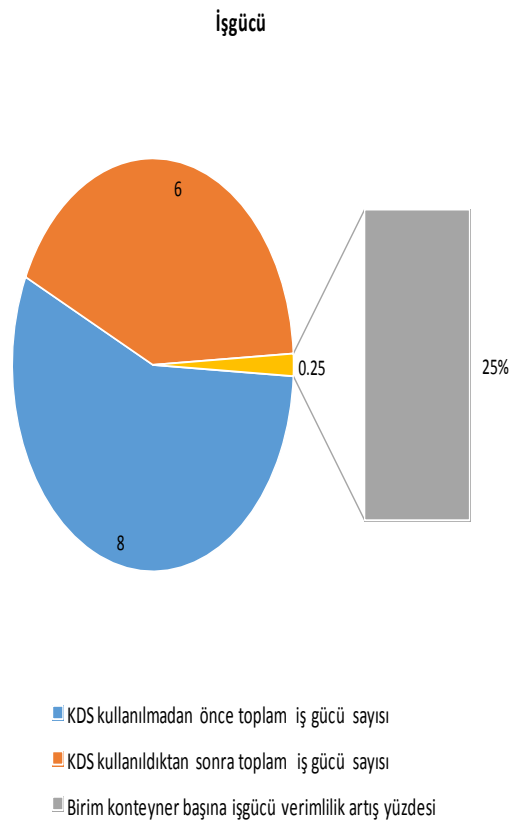
Şekil 8: KDS'den önce ürün yükleme, planlama sürecinde ölçülen değerler ve grafiği

Şekil 8'de Tunus'a sevk edilen konteynere ait yükleme verileri elde edilmiştir. Elde edilen bu veriler yükleme esnasındaki süreler, ek işgünün getirdiği maliyetler ve ürün kayıplarından oluşmaktadır. Ölçme ve gözlemler sonucunda elde edilen zaman ve maliyet değerleri her bir sevk sürecinde yaklaşık değerlerde gerçekleştiği gözlemlenmiştir. Yük planları oluşturmanın, yükleme esnasındaki yerleşimin zaman ve maliyet açısından en yüksek kaybı oluşturduğu görülmektedir.



Şekil 9: Birim konteyner başına KDS öncesi ve sonrası maliyet verimliliği

Şekil 9 incelendiğinde ek çalışandan kaynaklanan maliyet kaybından kaynaklanan maliyet 66 dolardan KDS yardımı ile 1 dolara çekilmiş ve % 98,48'lik verimlilik artışı elde edilmiştir. Tekrar yerleşimden kaynaklanan enerji ve zaman kaybından kaynaklanan maliyet 70 dolardan KDS yardımı ile 22 dolara çekilmiş ve % 68,57'lik verimlilik artışı elde edilmiştir. Sevkiyat süresinden kaynaklanan maliyet 96 dolardan KDS yardımı ile 36 dolara çekilmiş ve % 62,50'lik verimlilik artışı elde edilmiştir. Ekip koordinasyonundan kaynaklanan maliyet 28 dolardan KDS yardımı ile 24 dolara çekilmiş ve % 14,29'luk verimlilik artışı elde edilmiştir. Yük planları oluşturmak kaynaklanan maliyet 154 dolardan KDS yardımı ile 16 dolara çekilmiş ve % 89,61'lik çok ciddi bir verimlilik artışı elde edilmiştir. 414 dolar olan toplam maliyet KDS yardımı ile 99 dolara çekilmiş ve toplam verimlilikte % 76,09'luk artış elde edilmiştir\*.



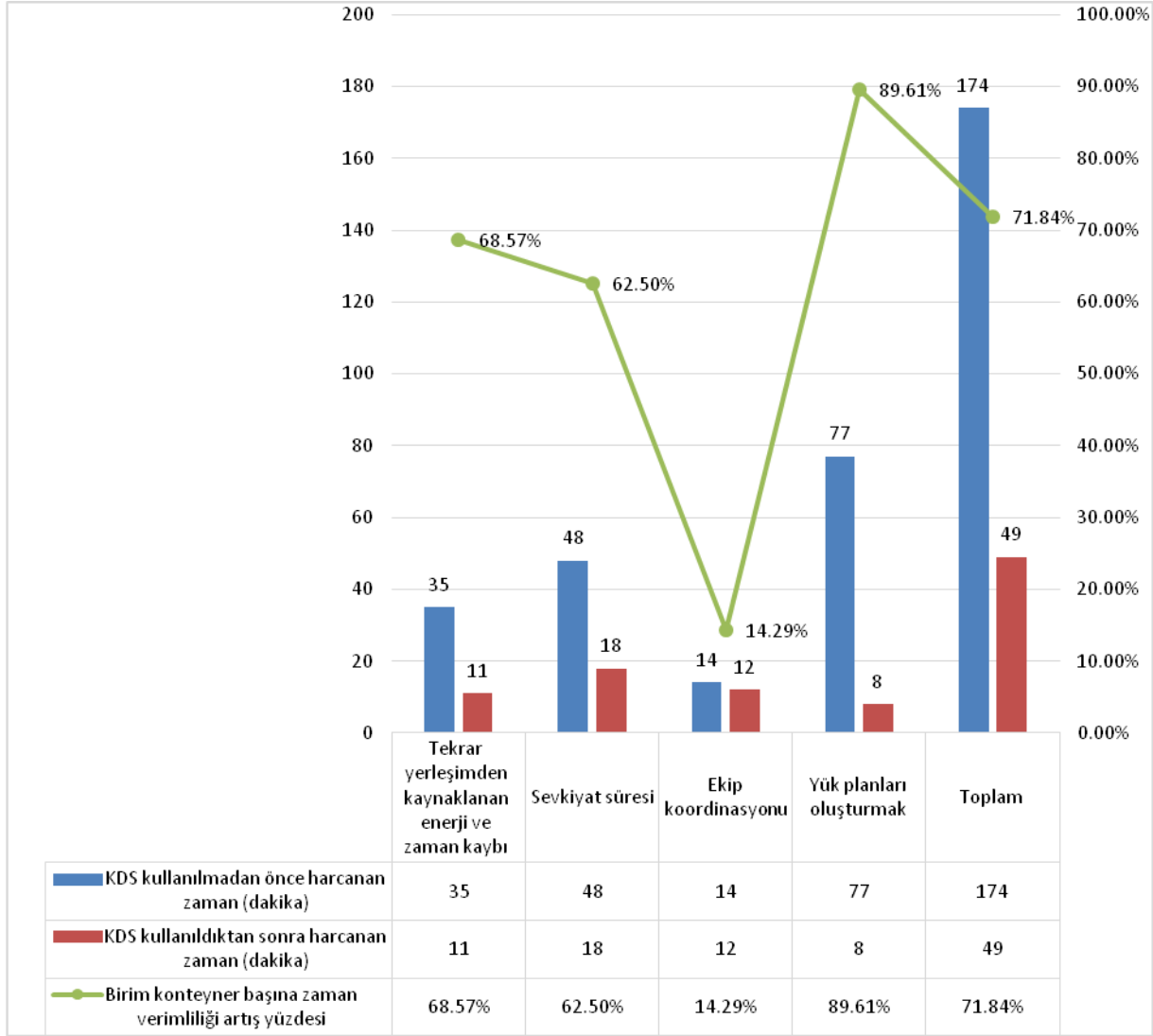
**Şekil 10:** KDS öncesi ve sonrası işgücü verimliliği analiz grafikleri

Şekil 10 incelendiğinde işgücü toplam işgücü sayısı 8'den 6'ya gerileyerek toplam işçi sayısında 2 kişilik azalış meydana gelmiştir. Böylece işgücü verimliliğinde birim konteyner başına % 25'lik bir artış gerçekleşmiştir†.

\* Maliyet verimliliğini hesaplamada  $=\frac{([\text{KDS öncesi maliyet } (\$)] - [\text{KDS sonrası maliyet } (\$)])}{([\text{KDS öncesi maliyet } (\$)]}$  Excel formülü kullanılmıştır.

† İşgücü verimliliğini hesaplamada  $=\frac{([\text{KDS kullanılmadan önce toplam iş gücü sayısı } ] - [\text{KDS kullanıldıktan sonra toplam iş gücü sayısı } ])}{([\text{KDS kullanılmadan önce toplam iş gücü sayısı } ])}$  Excel formülü kullanılmıştır.





Şekil 11: KDS öncesi, sonrası zaman verimliliği karşılaştırmalı analiz değerleri ve grafiği

Şekil 11 incelendiğinde tekrar yerleşimden kaynaklanan zaman kaybı 35 dakikadan 11 dakikaya gerilemiştir. Verimlilik % 68,57 oranında artmıştır. Sevkiyat süresi için harcanan zaman 48 dakikadan 18 dakikaya gerileyerek verimlilikte % 62,50 oranında bir artış meydana getirmiştir. Ekip koordinasyonunda harcanan zaman 14 dakikadan 12 dakikaya gerileyerek verimlilikte % 14,29'luk bir artış meydana gelmiştir. Yük planlarını oluştururken büyük zaman kaybedildiği ve yük planlama sürecinin KDS yardımı ile verimliliğinin en çok arttığı alan olduğu tespit edilmiştir. Yük planlama için ayrılan 77 dakikalık süreç KDS yardımı ile 8 dakikaya düşürülmüş buna bağlı olarak verimlilik yük planlama sürecinde % 89,61 oranında artırılmıştır. Toplamda verimlilik % 71,84 oranında artarak tüm süreç için harcanan zaman KDS yardımı ile 174 dakikadan 49 dakikaya indirgenmiştir†.

† Zaman verimliliğini hesaplamada  $=\frac{[KDS \text{ kullanılmadan önce harcanan zaman (dakika)}] - [KDS \text{ kullanıldıktan sonra harcanan zaman (dakika)}]}{[KDS \text{ kullanılmadan önce harcanan zaman (dakika)}]}$  Excel formülü kullanılmıştır.

## 6. SONUÇ

Bir işletme zayıf noktalarını gidermenin bir yolu da ham verilerin işlenerek değerli bilgilere dönüştürülmesi ve bu bilgilerin doğru kararlar için kullanılmasıdır. KDS ile veriden bilgiye, bilgiden doğru karara uzanan süreçte verimlilik artışı işletmelerin daha rekabetçi olmalarını sağlayabilir. Bu nedenle günümüz dünyasında müşteri memnuniyeti için azaltılan kârlılık oranları kaynakların verimli kullanılması açısından büyük önem arz etmektedir. Öte yandan çevresel sorunların azaltılması içinde kaynakların verimli kullanılması kaçınılmaz bir hal almıştır. Bu nedenle verimlilik her işletme için küresel rekabette belirleyici unsur olmuştur.

İçinde bulunduğumuz bilişim çağında, verimlilik artışı için her işletmenin kendi koşullarına uygun olarak KDS tasarlaması gereklidir. İşletmelerce tasarlanan ve uygulanan bu tür KDS'ler, hemen hemen her şeyin sayısallaştığı günümüz dünyasında işletmelere büyük fırsatlar sunabilir.

Her işletmenin kendine özgü lojistik, üretim ve muhasebe gibi süreçleri vardır. Tüm bu süreçler içinde oluşturulan verilerin bütünleştirilerek bir veri tabanında toplanması çok önemlidir. Çünkü bu veri tabanlarında yer alan veriler karar alıcılar tarafından, tek noktada bir bilgisayar ve birkaç program yardımı ile analiz edilerek bilgiye dönüştürülecektir. Böylece karar alıcılar doğru kararlar vermek için sayısallaşmış verilerden yola çıkarak matematiksel ve istatistiksel analizler yapabilecektir. Yapılan bu analizler ile işletmelerin doğru kararlar alma olasılığı artacaktır. Alınan her doğru karar, işletme kârını, doğrudan etkileyerek işletmenin rekabetçi üstünlük elde etmesini sağlayacaktır.

Bu çalışma kapsamında Yazar Taşıt Koltukları A.Ş.'de uygulanan KDS ile konteyner yükleme için diğer departmanlardan sağlanan personel desteği azaltılarak daha kısa sürede ve daha az sayıda personel ile daha hızlı yükleme sağlanmıştır. Buna bağlı olarak, KDS sonrası diğer departmanlardan personel talebi olmadığı için sevk departmanının yanı sıra diğer departmanların performans ve kaynak kullanım verimliliğinde önemli bir artış gözlemlenmiştir.

Bu çalışma kapsamında uygulanan KDS ile sevk sürecine ait değerlendirmeler ele alınmıştır. Yenilenen süreçte işletme kapasitesinin artmasıyla birlikte lojistik süreçteki toplam verimliliğinin de artacağı tahmin edilmektedir.

Özetle bu çalışma, kaynak kullanımında etkinlik ve verimlilik, etkin süreç kontrolü, koordineli iletişim, maliyet minimizasyonu ve rekabet avantajı elde etmek için yapılmıştır. Bu çalışma, lojistik süreç içerisinde yer alan sevk aşamasında ürünlerin, yükleme alanına optimum yerleşim planlanmasını kapsamıştır. Çalışma sonucunda, konteynerlere paketli ürün yerleşim planlarının en optimum sıra ve hacim ile yerleştirilmesi gerçekleştirilmiştir. Böylece lojistik süreçte zaman, işgücü kullanımında ve maliyette verimlilik artışı sağlanmıştır.

## KAYNAKÇA

- Aras, A. A. (2005). *Sürdürülebilir Süreç Yönetimi*. İstanbul: Türkiye Kalite Derneği.
- Çağiltay, N. E. (2010). *İş Zekası ve Veri Ambarı Sistemleri*. Ankara: Odtü Geliştirme Vakfı Yayınları.
- Deran, A. (2012). Lojistik Maliyet Kavramı, Maliyet Bilgilerinin Gereksinimi ve Unsurları. A. D. Semih Hüseyin Tokay, & E. K. Semih Hüseyin Tokay (Dü.) içinde, *Lojistik Maliyetleri ve Raporlama I* (s. 76-97). Eskişehir: Anadolu Üniversitesi.
- Dossey, J. A., Spence, L. E., & Otto, A. D. (2006). *Discrete Mathematics*. Addison-Wesley.
- Fortuin, L. (1988). Performance Indicators-Why, Where and How? *European Journal of Operational Research*, 34(1), 1-9. doi:http://dx.doi.org/10.1016/0377-2217(88)90449-3
- Ghani, G., Laporte, G., & Musmanno, R. (2013). *Introduction to Logistics Systems Management* (2. b.). West Sussex: John Wiley and Sons Ltd.
- Hadiguna, R. A., Kamil, I., Delati, A., & Reed, R. (2013). Implementing a web-based decision support system for disaster logistics: A case study of an evacuation location assessment for Indonesia. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 38-47.
- He, X., Hua, E., Liu, X., & Lin, Y. (2011). *Computer, Informatics, Cybernetics and Applications: Proceedings of the CICA 2011*. London: Springer Science & Business Media.
- Hu, Z.-H., & Sheng, Z.-H. (2014). A decision support system for public logistics information service management and optimization. *Decision Support Systems*, 219-229.
- Işıklar, G., Alptekin, E., & Büyüközkan, G. (2007). Application of a hybrid intelligent decision support model in logistics outsourcing. *Computers & Operations Research*, 3701-3714.
- Karaoğlan, İ., Altıparmak, F., & Dengiz, B. (1998). Tam Zamanında Üretim Sisteminde Bakım Politikalarının Etkisi. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 22(1), 181-189.
- Kengpol, A. (2008). Design of a decision support system to evaluate logistics distribution network in Greater Mekong Subregion Countries. *International Journal of Production Economics*, 388-399.
- Ladier, A.-L., Alpan, G., & Penz, B. (2014). Joint employee weekly timetabling and daily rostering: A decision-support tool for a logistics platform. *European Journal of Operational Research*, 278-291.
- Lai, K. K., & Chan, J. W. (1997). Developing a simulated annealing algorithm for the cutting stock problem. *Computers & Industrial Engineering*, 32(1), 115-127. doi:http://dx.doi.org/10.1016/S0360-8352(96)00205-7
- Lam, H., Choy, K., Ho, G., Cheng, S. W., & Lee, C. (2015). A knowledge-based logistics operations planning system for mitigating risk in warehouse order fulfillment. *International Journal of Production Economics*, 1-17.

- Lin, C., Choy, K., Ho, G., Lam, H., Pang, G. K., & Chin, K. (2014). A decision support system for optimizing dynamic courier routing operations. *A decision support system for optimizing dynamic courier routing operations*, 6917–6933.
- Megill, K. A. (2013). *Thinking for a Living: The Coming Age of Knowledge Work*. Berlin: Walter de Gruyter GmbH.
- Neubauer, R. (2011). *Business Models in the Area of Logistics: In Search of Hidden Champions, their Business Principles and Common Industry Misperceptions*. Heidelberg: Springer Science and Business Media.
- Öztürk, A. (2009). *Yöneylem Araştırması (12 b.)*. Bursa: Ekin Kitabevi.
- Pirtini, S. (2004). The New Rules of The Logistics Management in the Digital Environment and Evaluation of Relationship Logistics Model. *Erciyes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, I(16), 157-168.
- Qia, L., Xu, M., Fu, Z., Mira, T., & Zhang, X. (2014). C2SLDS: A WSN-based perishable food shelf-life prediction and LSFO strategy decision support system in cold chain logistics. *Food Control*, 19-29.
- Rainer, R. K., & Cegielski, C. G. (2010). *Introduction to Information Systems: Enabling and Transforming Business*. Hoboken: John Wiley & Sons.
- Shaik, M. N., & Abdul-Kader, W. (2014). Comprehensive performance measurement and causal-effect decision making model for reverse logistics enterprise. *Computers & Industrial Engineering*, 87-103.
- Sousa, K., & Oz, E. (2014). *Management Information Systems*. London: Cengage Learning.
- Tekin, M., Zerenler, M., Bilge, A., Yıldız, M., & Özilhan, D. (2005). Bilişim Teknolojileri Kullanımının İşletme Performansına Etkileri: Lojistik Sektöründe Bir Uygulama. V. Ulusal Üretim Araştırmaları Sempozyumu, İstanbul Ticaret Üniversitesi, 25-27 Kasım 2005 (s. 385-391). İstanbul: İstanbul Ticaret Üniversitesi.
- Wu, X., Oh, H. C., Akarimi, I., Goh, M., & Souza, R. d. (2011). TOPS: Advanced Decision Support System for Port and Maritime Chemical Logistics. *The Asian Journal of Shipping and Logistics*, 143–156.