

Tersine lojistik uygulamalarının önündeki engellerin ve çözüm önerilerinin çok kriterli karar verme yöntemleriyle değerlendirilmesi¹

Evaluation of the obstacles and solution proposals of the reverse logistics applications using multi-criteria decision-making methods

Zeynep Özgüner² 

Mert Özgüner³ 

¹ Bu makale 21. UİK Kongresinde sunulan bildirinin geliştirilmiş makale halidir.

² Dr. Öğr. Üyesi, Hasan Kalyoncu Üniversitesi, Gaziantep, Türkiye, zeynep.ozguner@hku.edu.tr

ORCID: 0000-0002-8694-7275

³ Dr. Öğr. Üyesi, Adıyaman Üniversitesi, Adıyaman, Türkiye, mozguner@adiyaman.edu.tr

ORCID: 0000-0003-4919-9391

Sorumlu Yazar/Corresponding Author:

Zeynep Özgüner,

Hasan Kalyoncu Üniversitesi, Türkiye, zeynep.ozguner@hku.edu.tr

Öz

Artan çevre bilinci, yeşil ürünlere olan talebin artması, sürdürülebilir üretim anlayışının giderek yaygın hale gelmesi gibi gelişmeler işletmeleri yeşil gelişmeleri takip etmek, verimli kaynak kullanımını önemsemek ve üretimden kaynaklanan atıkları en aza indirmek için çeşitli stratejiler geliştirmeye mecbur bırakmıştır. Tersine lojistik uygulamaları da bu stratejilerin en önemlilerinden birisidir. Fakat, son zamanlarda artan karmaşıklıkla beraber tersine lojistiğin uygulanmasını zorlaştıran ve başarısızlığına neden olan bazı engellerin ortaya çıktığını söylemek mümkündür. Bu noktada işletmeler, tersine lojistik uygulamalarında verimliliği artırabilmek için bu engelleri ortadan kaldıracak stratejiler ve çözüm önerileri geliştirmek zorundadır. Bu çalışmanın amacı, Türkiye imalat endüstrisinde yer alan farklı sektörlerden işletmelerin tersine lojistik uygulamalarında karşılaştıkları engelleri önem düzeylerine göre belirlemek ve bu engelleri ortadan kaldıracak çözüm önerilerini değerlendirmektir. Bu maksatla geniş bir literatür araştırması sonucunda belirlenen 12 engel DEMATEL yöntemiyle analiz edilmiştir. Daha sonra bu engelleri ortadan kaldıracak çözüm önerilerini temsil eden 9 çözüm kriteri belirlenmiş ve SWARA yöntemiyle analiz edilmiştir. Elde edilen bulgular en büyük engelin "Yasal sorunlar ve destekleyici politikaların yetersizliği", en önemli çözüm önerisinin ise "Tersine lojistik uygulamalarının organizasyon vizyon ve misyonuna entegre edilmesi" olduğunu göstermiştir. Görüldüğü üzere tersine lojistik uygulamalarının başarısı noktasında hükümetlerin yasal tedbirlerine olan ihtiyaç açıktır. Ayrıca, işletmelerin kendi içlerinde tersine lojistik uygulamalarını benimsemeleri ve gerekli adımları atmaları önem taşımaktadır.

Anahtar Kelimeler: Tersine Lojistik, Dematel, Swara

Jel Kodları: C44, D24, M11

Abstract

Developments such as increasing environmental awareness, the rise in the demand for green products, and the increasing prevalence of sustainable production have forced businesses to develop various strategies to follow green developments, attach importance to efficient resource use, and minimize the waste arising from production. Reverse logistics applications are one of the most important of these strategies. However, it is possible to say that with the increasing complexity recently, some obstacles have emerged that make reverse logistics difficult and cause failure. At this point, businesses must develop strategies and solutions to remove these obstacles to increase efficiency in reverse logistics applications. This study aims to determine the obstacles faced by enterprises from different sectors in the Turkish manufacturing industry in reverse logistics applications according to their importance levels and to evaluate the solutions that can remove these obstacles. For this purpose, 12 obstacles determined from a comprehensive literature search were analyzed with the DEMATEL method. Then, the SWARA method determined and analysed eight solution criteria representing the proposals that will remove these obstacles. The findings show that the biggest obstacle is "Legal problems and inadequacy of supportive policies", and the most important solution proposal is "Integrating reverse logistics practices into the organization's vision and mission". As can be seen, the need for legal measures of governments is evident at the point of success of reverse logistics applications. In addition, businesses need to adopt reverse logistics practices and take the necessary steps.

Keywords: Reverse Logistics, Dematel, Swara

Jel Codes: C44, D24, M11

Başvuru/Submitted: 25/06/2022

Revizyon/ Revised: 16/08/2022

Kabul/Accepted: 14/09/2022

Yayın/Online Published: 25/09/2022

Atıf/Citation: Özgüner, Z., & Özgüner, M., Tersine lojistik uygulamalarının önündeki engellerin ve çözüm önerilerinin çok kriterli karar verme yöntemleriyle değerlendirilmesi, bmj (2022) 10 (3): 895-912, doi: <https://doi.org/10.15295/bmij.v10i3.2087>

Extended Abstract

Evaluation of the obstacles and solution proposals of the reverse logistics applications using multi-criteria decision-making methods

Literature

Most businesses face many obstacles caused by internal and external factors at the point of reverse logistics applications. The presence of obstacles makes reverse logistics challenging to implement. For this reason, minimizing the adverse effects of these obstacles is necessary to increase the success of reverse logistics.

Research subject

Moktadir, Rahman, Ali, Nahar and Paul, in their study (2019), concluded that there are obstacles such as the indifference of the top management, lack of application knowledge, insufficient technological infrastructure, financial restrictions, and unsupportive policies regarding reverse logistics. Govindan and Bouzan (2018) researched 36 barriers to implementing reverse logistics and concluded that management awareness and low support were the most critical internal barriers. Pumpinyo and Nitivattananon (2014) identified four reverse logistics hurdles and stated that financial barriers, insufficient management ability, low tech, and legal shortcomings were ranked according to their importance.

Sirisawat and Kiatcharoenpol (2018) proposed four solutions to reverse logistics obstacles in their study. Support and awareness of top management, establish strong relationships among supply chain members, invest in relevant technology, and create robust strategies. Prajapati, Kant and Shankar (2019) proposed twenty-one solutions to eliminate the obstacles encountered in reverse logistics. These solutions are, respectively, standardized reverse logistics processes and the creation of customer awareness.

Research purpose and importance

The study aims to determine the obstacles faced by enterprises from different sectors in the Turkish manufacturing industry in reverse logistics applications according to their importance levels and to evaluate the solutions that can remove these obstacles.

Contribution of the article to the literature

It has been observed that the existing studies in the literature mainly focus on the obstacles encountered in reverse logistics and do not show a holistic approach to solution proposals. In this study, it is thought that evaluating the causal relationships between obstacles and solution proposals with a holistic perspective will bring a different perspective to the literature.

Design and method

The study was carried out using Multi-Criteria Decision-Making methods to make the criteria of many obstacles and solution proposals, which are in a complex structure in the literature, more understandable for decision-makers. In this context, a literature search was carried out, and many criteria were collected in a pool. Then, the finalized criteria were analysed by taking the opinions of the determined expert group.

Research type

The study is a research article.

Research problems

Study reverse logistics applications in different sectors in Turkey;

- What are the obstacles encountered, and what are the importance levels of these obstacles?
- What are the causal relationships between barriers?
- What are the solutions developed to reduce the impact of the obstacles, and what are their priorities?

It is designed around these questions.

Data collection method

The criteria to be used in the study were determined through literature research and expert opinions. The formatted form regarding the criteria was presented to the expert group, and they were asked to score the criteria according to their importance levels. The data to be included in the analysis were obtained in this way.

Quantitative / Qualitative analysis

In order to determine the criteria to be used in the study, a formatted interview form was sent to the individuals forming the expert group. They were asked to score the criteria for 12 obstacles and nine solution suggestions according to their importance levels. Then, the data obtained were used from the Multi-Criteria Decision-Making methods, DEMATEL, and SWARA analysis.

Research model

Multi-Criteria Decision Making (MCDM) methods help decision makers rank and select the best alternative in different situations. In studies using these methods, no model can be created.

Research hypotheses

No hypothesis has been developed for the study. Therefore, the problem of the study is to determine the obstacles in front of reverse logistics according to their importance levels and to determine the solution proposals according to the importance levels to reduce the effects of these obstacles.

Findings and discussion

Findings as a result of the analysis

Within the scope of the study, the obstacles in front of reverse logistics were analysed using the DEMATEL method. According to the analysis's findings, "Legal problems and inadequacy of supportive policies" appear as the most critical obstacle. These obstacles, "Lack of supportive organizational structure", "High investment cost and low return on investment", and "Lack of rules, guidelines and procedures established for reverse logistics within the organization", were followed by obstacles. "Low customer perception about reverse logistics" and "Low cooperation and motivation among stakeholders about reverse logistics" were the minor significant obstacles. When the cause-and-effect relationships between the obstacles were examined, "Legal problems and inadequacy of supportive policies" and "Lack of a supportive organizational structure" emerged as the obstacles with the highest impact. In addition, "Challenges in the marketing of remanufactured products" and "Insufficient awareness and technical knowledge about reverse logistics" are highly affected factors.

The proposed solution criteria for the obstacles to reverse logistics have been evaluated with the SWARA analysis. As a result of the analysis, it has been determined that the most critical solution proposals are "Integrating reverse logistics applications into the organization's vision and mission" and "Increasing the awareness and support of the senior management". On the other hand, the least essential solution suggestions are "Renewing technology and strengthening the infrastructure for reverse logistics applications" and "Seeing reverse logistics as a part of the sustainability program and applying it decisively".

Discussing the findings with the literature

It is possible to say that the application results are partially similar to the literature, although not completely. Since MCDM methods are based on the knowledge and experience of the decision-maker group, it is natural that different orders of importance arise in different studies. With this, Mangla, Govindan and Luthra (2016) determined the importance of reverse logistics barriers using fuzzy Delphi and AHP methods. Accordingly, they concluded that the most significant barriers are economical and managerial, while the least important ones are market-based. Again, Dutta, Talaulikar, Xavier and Kapoor (2021) stated that the most significant obstacles are the lack of legal regulations, low support from the top management, and high investment costs due to their study to encourage reverse logistics and identify the obstacles in front of it. Prajapati et al. (2019) concluded that legal and administrative barriers are the most critical obstacles preventing reverse logistics. Prakash and Barua (2015) concluded that legal, managerial and market resource barriers are the most important factors. Sirisawat and Kiatcharoenpol (2018) emphasized that high senior management awareness and supportive laws and policies are the essential solutions. Prajapati et al. (2019) suggest that the most important solution is to develop supportive legal procedures and take necessary measures to minimize reverse logistics costs. As a result of their studies, Sirisawat and Kiatcharoenpol (2018) determined that the most important solution proposals are the support of the top management, the development of clear policies and processes, and the development of the technological infrastructure, respectively.

Conclusion, recommendation and limitations

Results of the article

According to the findings of the study, it has been determined that there are not enough sanctions and supportive policies in the legal legislation. It also shows various concerns about the returns businesses will get from their investments in reverse logistics applications. However, as a result of the study, some solution suggestions were made to the decision-makers to overcome these obstacles. At this point, essential findings have been reached that the expressions related to reverse logistics practices should be integrated into this process while determining the enterprise's vision and mission. In this way, the concept of reverse logistics will find a place in the business culture, will be adopted by all employees and will be included in the routine practices of businesses. In addition, it has been concluded that increasing the awareness and support of the senior management on the subject will contribute to overcoming the obstacles in front of this modern practice more efficiently.

Suggestions based on results

In this study, the obstacles of reverse logistics and solution proposals were determined according to their importance levels, and the cause-effect relationships between the factors were revealed. It is thought that the findings will be beneficial in raising the awareness of the enterprises on the subject, eliminating the complexity in creating policies and processes related to the subject, and developing an environment that will allow more widespread and effective use of reverse logistics applications. For future researchers, it is recommended that the subject be done using different MCDM methods in different sectors.

Limitations of the article

The findings obtained as a result of the study are limited to this research only. Situations such as doing the subject on a different expert group or repeating it with different Multi-Criteria Decision-Making methods may result in different results.

Giriş

Hızlı sanayileşme ve artan nüfus, tüketimin ve buna bağlı olarak üretimin hızla artmasına neden olmuştur. Bu durum, doğal kaynakların plansız bir şekilde kullanılmasına ve buna paralel olarak enerji ve kaynak israflarının ve çevre kirliliklerinin artmasına yol açmıştır (Munny, Ali, Kabir, Moktadir, Rahman, ve Mahtab, 2019: 230). Bu gelişmelerin yanında artan çevresel bozulmalar, küreselleşme, sürdürülebilirliğin artan önemi ve kullanım ömrü geçen ürünlerin artması işletmeleri çevreye karşı daha duyarlı olmaya zorlamıştır (Ali, Arafin, Moktadir, Rahman ve Zahan, 2018: 53). İşletmeler açısından çevresel duyarlılık aynı zamanda ticari kârlılığı sağlayan bir unsurdur (Bowen, Bansal ve Slawinski, 2018: 1411). Büyük işletmeler çevre duyarlılığı ve sürdürülebilirliği kârlılığı artırmanın önemli yolları arasında görmektedir (Tavana, Zareinejad, Di Caprio ve Kaviani, 2016: 544). Artan çevresel baskılar ve rekabet zorlukları işletmeleri üretim maliyetlerini düşürmeye ve zorlu rekabet ortamında ayakta kalabilmek için yeni yöntemler aramaya sevk etmiştir. Bu noktada tersine lojistik uygulamaları önemli hale gelmiştir (Govindan ve Bouzan, 2018: 318).

Tersine lojistik, kullanılmış ürünlerin geri toplanması ve geri kazanılması aynı zamanda bertarafı ile ilgili tüm süreçleri içermektedir (İlgin ve Gupta, 2010: 564). Tersine lojistik, ürün yaşam döngüsünün çeşitli aşamalarındaki tehlikeli veya tehlikesiz atıkların yönetilmesi, azaltılması, işlenmesi veya bertaraf edilmesi ile ilgili eylemleri içermektedir (Kumar ve Dixit, 2018: 102). Geri kazanım, yeniden üretim, tekrar kullanım ve tekrar satma gibi konularla ilgilenen tersine lojistik; israfları minimuma indirirken, maksimum ekonomik ve çevresel çıktılar elde etmeyi amaçlamaktadır (Bappy, Ali, Kabir ve Paul, 2019: 117). Tersine lojistiğin benimsenmesi, endüstriyel ekonomi üzerinde onarıcı ve üretken bir etki oluşturacağı gibi döngüsel bir ekonomiye doğru ilerlenmesine yardımcı olacaktır (Sehnam, Vazquez-Brust, Pereira ve Campos, 2019:784).

Artan bu önemine karşın tersine lojistik uygulamalarının önünde birçok engelin olduğunu söylemek mümkündür (Bernon, Upperton, Bastl ve Cullen, 2013: 589). Özellikle gelişmekte olan ülkelerde işletme üst yönetimleri açısından tersine lojistik uygulamaları alışılmadık eylemlerdir. Bunun nedeni iadelerin kalitesi, miktarı ve zamanlaması noktasında var olan yüksek kırılabilirlik düzeyidir. İşletmelerin iade ürünler kullanarak ürün kalitesinden ödün vermek istememeleri bu uygulamaların benimsenmesini engellemektedir (Prajapati vd., 2019). İşletmelerin birçoğu bu noktada iyi hazırlanmış eylem planlarına sahip değildir. Ayrıca, tersine lojistiğin sağlayacağı potansiyel yararların önemi de işletmeler tarafından henüz tam olarak anlaşılamamıştır (Ravi ve Shankar, 2017: 38). İşletmelerin genellikle tedarik zincirinin ileri kısmına odaklanmayı tercih etmeleri ve bu uygulamanın işletme üzerinde ekstra bir yük olduğunu ve katma değerinin daha az olduğunu düşünmeleri tersine lojistiği ihmal etmelerine yol açabilmektedir (Lamba, Yadav, Barve ve Panda, 2019: 2).

Yukarıdaki gelişmeleri göz önünde bulunduran bu araştırma, tersine lojistik uygulamasının önündeki engelleri detaylı olarak belirlemeyi ve bu engellerin olumsuz etkilerini azaltmaya yönelik çözümleri ortaya koymayı ve önceliklendirmeyi amaçlamaktadır. Bu amaçla, literatür araştırması gerçekleştirilerek belirlenen engel ve çözüm önerilerini temsil eden kriterler sektör ve akademi temsilcilerinden oluşan 3 kişilik uzman gurubun görüşlerine sunulmuştur. Nihai olarak belirlenen 12 engel kriteri DEMATEL yöntemiyle; 9 adet çözüm kriteri ise SWARA yöntemiyle analiz edilmiştir. Elde edilen bulgular yorumlanarak tartışılmıştır.

Tersine lojistik engellerinin ve çözümlerinin bütünleştirici bir şekilde analiz edilmesinin, üst yönetim için güvenilir bir bilgi kaynağı teşkil edebileceği düşünülmektedir. Ayrıca, bu çalışma sayesinde saha uzmanlarına ve üst yönetime tersine lojistik uygulamalarının etkin bir şekilde uygulanmasının önündeki engellerin etkisini azaltmak için faydalı olacak kısa vadeli ve uzun vadeli uyarlanabilir çözüm stratejilerinin hazırlanması noktasında yardımcı olunabilecektir.

Literatür taraması

Çalışmanın bu aşamasında tersine lojistiğin önündeki engeller ve bunların olumsuz etkilerini en aza indirebileceği düşünülen çözüm önerileri yapılan geniş bir alan yazın taraması ile ortaya konulmaktadır. Bununla birlikte araştırma boşluğu ve önemine yer verilmektedir.

Tersine lojistiğin önündeki engeller

İşletmelerin birçoğu tersine lojistik uygulamaları noktasında gerek iç gerek dış faktörlerin neden olduğu birçok engelle karşı karşıya kalmaktadır. Endüstrilerin neredeyse tamamında yönetsel yetersizlikler, paydaşların ilgisizliği, kârlılık noktasındaki belirsizlikler, konuya ilişkin yetersiz teknik bilgi ve personel eksikliği ve tersine lojistik uygulamasının önemsenmemesi gibi durumlar tersine lojistik faaliyetlerini engellemekte veya başarısını olumsuz etkileyebilmektedir (Abdulrahman, Gunasekaran ve Subramanian, 2014: 461; Bernon vd., 2013: 590). Tersine lojistik uygulamaları

noktasında operasyonel performansa vurgu yapabilecek bir sistemin mevcut olmaması da işletmelerin bu noktada önünde bir engel teşkil etmektedir. Yapılan araştırmalar tersine lojistik performans ölçüm kriterlerine odaklanan çok az sayıda çalışmanın olduğunu göstermiştir. Bu durum, tersine lojistik uygulamalarının performans ölçümlerinin etkin şekilde yapılamamasına ve belirsizlik ortamının oluşmasına neden olmaktadır (Shaik ve Abdul-Kader, 2018: 10).

Moktadir vd. (2019) yılında yaptıkları çalışmada tersine lojistiğe ilişkin olarak üst yönetimin ilgisizliği, uygulama bilgisinin eksikliği, yetersiz teknolojik alt yapı, finansal kısıtlamalar, destekleyici olmayan politikalar gibi engellerin var olduğu sonucuna ulaşmıştır. Ravi ve Shankar (2005) çalışmaları sonucunda mevcut iş senaryolarındaki değişim, rekabet önceliği, konuya ilişkin politika ve stratejik plan eksikliği, yüksek yatırım düşük yatırım getirisi gibi engellerin varlığına dikkat çekmiştir. González-Torre, Alvarez, Sarkis ve Adenso-Díaz (2010) Yapısal Eşitlik Modellemesi kullanarak İspanya’da tersine lojistik uygulamalarına engel teşkil eden iç ve dış faktörleri incelemiştir. Yönetim eksikliği operasyonel yetersizlikler, yasal prosedürlerin yetersiz kontrolü ve teknolojik yetersizliklerin tersine lojistiğin önündeki önemli engeller olduğu sonucuna ulaşmıştır. Govindan ve Bouzan (2018) tersine lojistiğin uygulanmasına yönelik belirledikleri 36 engel hakkında kapsamlı bir araştırma yapmış ve yönetim bilinci ve düşük desteğinin en önemli içsel engel olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Da Silva ve Gouveia (2020) yönetimin taahhüt eksikliği, teknolojik alt yapı yetersizliği, hükümet politikalarının eksikliği, yetersiz teknik bilgi, yüksek başlangıç sermayesi, yeniden üretilen ürünlerin pazarlanmasına ilişkin zorluklar gibi engellerin tersine lojistik noktasında önemli olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Rameezdeen, Chileshe, Hosseini ve Lehmann (2016) tersine lojistiğin önündeki on iki engeli önem düzeyine göre şu şekilde sıralamıştır; çevresel kaygı eksikliği, zayıf geri dönüş politikaları, planlama ve tahmin eksikliği. Pumpinyo ve Nitivattananon (2014) dört tersine lojistik engelli belirlemiş ve sırasıyla finansal engeller, işgücü yönetimi, teknoloji eksikliği ve yasal sorunların önem düzeylerine göre sıralandığını belirtmişlerdir. Waqas, Dong, Ahmad, Zhu ve Nadeem (2018) en kritik öneme sahip engellerin finans eksikliği, dijitalleşme eksikliği, yetersiz geri dönüş ve düşük toplum bilinci olduğu sonucunu belirtmiştir.

Vieira, Guarnieri, Nofal ve Nofal (2020) tersine lojistikte karşılaşılan engelleri belirlemek amacıyla 2008-2019 yılları arasında Science Direct, Emerald, Web of Science ve Google Scholar veri tabanlarından dergilerde yayınlanan Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinin kullanıldığı makaleleri sistematik olarak araştırmıştır. Çalışma sonucunda DEMATEL ve SWARA yöntemlerinin kullanıldığı çalışmalarda organizasyonel ve yasal engellerin daha büyük ağırlıklara sahip olduğu sonucuna ulaşmıştır. Azadnia, Onofrei ve Ghadimi (2021) tersine lojistiğin önündeki engelleri belirlemek amacıyla yaptığı çalışmada, en önemli engellerin yönetim eksikliği, yetersiz teknolojik altyapı, bilgi ve tecrübe eksikliği olduğunu belirtmiştir. Wu, Yang, Xue, Zuo ve Li (2022) inşaat sektöründe tersine lojistiğin önündeki engelleri ve çözümleri araştırdığı çalışmasında yetersiz üst yönetim desteği ve paydaşlar arasında güvensizliğin önemli engeller olduğunu ve bunu aşmak için işletmelerde bilgi yönetimi platformlarının oluşturulması gerekliliği yönünde çözüm önerisi ortaya koymuştur.

Tersine lojistiğin önündeki engeller için çözüm önerileri

Engellerin varlığı tersine lojistiğin uygulanmasını zorlaştırmaktadır. Bu nedenle tersine lojistiğin başarısını artırmak için bu engellerin olumsuz etkilerinin en aza indirilmesi gerekmektedir (Prakash ve Barua, 2015: 603). Bu noktada üst yönetimlerin, geleneksel sistemleri bir kenara bırakıp yeni sistemlerin faydalarını ve tersine lojistik uygulamalarını iş süreçlerine entegre edip rekabet avantajı sağlayabileceklerinin farkına varmalıdır (Belhadi, Touriki ve El Fezazi, 2017: 1115).

Lau ve Wang (2009) çalışmalarında tersine lojistikte karşılaşılan engellerin üstesinden gelebilmek için üst yönetimin değişim ihtiyacının varlığına inanması ve tersine lojistiğin potansiyel iyileştirme fırsatlarının farkına varması gerektiği ve işletmelerin tersine lojistik süreçlerini basitleştirmeleri ve standartlaştırmaları gerektiği sonucuna ulaşmıştır. Yine, işletme altyapılarının geliştirilmesinin, çevre mevzuatlarının düzenlenmesi, kamuoyu bilincinin oluşturulması gibi çözüm yollarının da engellerin etkisini en aza indirmek için kullanılabilmesini belirtmişler. Gunasekaran ve Spalanzani (2011) tersine lojistiğin sürdürülebilir kalkınma, kaynak verimliliği ve çevre duyarlılığı konularının bir parçası olarak görülmesi gerektiğini ve bu sayede engellerin aşılabileceğini belirtmiştir.

Malviya ve Kant (2017) tersine lojistiğin engellerini aşmak için bu uygulamaların işletmelerin vizyonlarına ve misyonlarına entegre edilmesinin, paydaşlara konu ile ilgili eğitimler verilmesinin, paydaşların entegrasyonunun ve iş birliklerinin geliştirilmesinin önemli çözüm yolları olabileceğini belirtmiştir. Prakash ve Barua (2015) tersine lojistik uygulamalarının atıkları ve çevresel kirliliği azaltabileceği ve kaynak verimliliğini sağlayarak rekabetçi bir avantaj sağlayabileceği için işletmelerin

sürdürülebilirlik programları kapsamına alınmasının bu uygulamaların başarısında önemli rol oynayacağını belirtmiştir.

Sirisawat ve Kiatcharoenpol (2018) çalışmalarında tersine lojistikte karşılaşılan engellere ilişkin 4 adet çözüm önerisinde bulunmuştur. Üst yönetimin desteği ve farkındalığını artırmak, tedarik zinciri üyeleri arasındaki güçlü ilişkiler oluşturmak, ilgili teknolojiye yatırım yapmak ve güçlü stratejiler oluşturmak. Mangla vd. (2016) 25 çözüm önerisini ÇKKV yöntemleri kullanarak analiz etmiş ve üst yönetim desteği, eğitim ve paydaşlar arası yüksek koordinasyonun en önemli çözüm önerileri olduğu sonucuna ulaşmıştır. Prajapati vd. (2019) tersine lojistikte karşılaşılan engelleri ortan kaldırmak için yirmi bir adet çözüm önerisinde bulunmuş ve analiz sonuçlarında en başarılı çözümlerin sırasıyla; standartlaştırılmış tersine lojistik süreçleri ve müşteri bilincinin oluşturulmasıdır.

Araştırmanın motivasyonu

Yapılan geniş kapsamlı literatür araştırması tersine lojistik uygulamalarında karşılaşılan çok sayıda engelin ve çözüm önerisinin olduğunu göstermektedir. Oldukça karmaşık yapıya sahip bu engellerin ve çözüm önerilerinin işletme yöneticilerini konuyla ilgili olarak belirsizliğe sürüklediğini söylemek mümkündür. Bu durum, karar vericilerin tersine lojistik uygulamalarına ilişkin geliştirecekleri stratejilerin ve politikaların başarı oranını oldukça düşürmektedir. Özellikle Türkiye imalat sanayi özelinde engellerin ve bu engellerin çözümüne yönelik önerilerin Çok Kriterli Karar Verme yöntemleri kullanılarak bütüncül bir şekilde ele alındığı çalışmalara rastlamak oldukça güçtür. Literatürdeki mevcut çalışmalar konuyu genel olarak ele almış ve tersine lojistiği başarıya götüren faktörler üzerinde yoğunlaşmıştır. Bununla birlikte araştırmacıların daha çok tersine lojistikte karşılaşılan engeller üzerinde yoğunlaştıkları, çözüm önerilerine yönelik bütüncül bir yaklaşım sergilemedikleri görülmüştür (Candan, 2018; Eyüboğlu ve Bastı, 2017). Çalışmada engeller arasındaki karşılıklı ilişkiler ortaya konularak baskın olan engeller belirlenmiştir.

Buradan hareketle çalışma, Türkiye’de farklı sektörlerde tersine lojistik uygulamalarında;

- Karşılaşılan engeller ve bu engellerin önem düzeyleri nedir?
- Engeller arasındaki nedensel ilişkiler nelerdir?
- Engellerin etkisini azaltmak için geliştirilen çözüm önerileri ve bunların öncelikleri nelerdir?

çerçevesinde tasarlanmıştır.

Araştırma metodolojisi

Çalışmanın bu kısmında tersine lojistik uygulamalarının önündeki engellerin ve çözüm önerilerinin değerlendirilmesinde kullanılacak yöntemler ayrıntılı olarak ele alınmaktadır. Çalışma kapsamında belirlenen kriterler Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemlerinden yararlanılarak analiz edilmiştir. Çalışma, kullanılan yöntem itibarıyla herhangi bir etik kurul raporu gerektirmemektedir. Literatürde farklı endüstrilerde çeşitli problemlerin çözümü noktasında uygulanan farklı Çok Kriterli Karar Verme yöntemleri mevcuttur. ÇKKV yaklaşımları ve ÇKKV'nin bütüncül yöntemleri karar vericilerin farklı durumlarda en iyi alternatifi sıralamasına ve seçmesine yardımcı olmaktadır. Bu çalışmada ÇKKV yöntemlerinden DEMATEL ve SWARA yöntemlerinin birleştirilerek kullanılması sayesinde entegre bir çözüm sağlamak ve karar verme sürecini iyileştirmek amaçlanmaktadır.

Dematel yöntemi

DEMATEL yöntemi, bir sistemin bileşenleri arasındaki neden-sonuç ilişkilerini analiz etmek ve bileşenler arasındaki etkileşimi ortaya koymak amacıyla kullanılan bir tür yapısal modeldir. Bu yöntem, uzman bilgisine başvurularak faktörler arasındaki karşılıklı ilişkileri ve karşılıklı bağımlılıkları anlamlandırmayı amaçlamaktadır. Yöntem, faktörlerin karşılıklı bağımlılıklarını neden-sonuç ilişkilerine dönüştürmekle kalmayıp, aynı zamanda etki ilişki diyagramları yardımıyla bir sistemin kritik bileşenlerini de belirlemektedir (Duval, Fontela ve Gabus 1974; Gabus ve Fontela, 1972)

DEMATEL yöntemini kullanmak için önce karmaşık sistem tanımlanmalı, ardından sistemi etkileyen faktörler (DEMATEL yöntemindeki kriterler) belirlenmelidir. Bu kriterler literatür araştırması veya uzman görüşlerinden yararlanılarak elde edilebilmektedir. Ayrıca, bu faktörler arasındaki ilişkileri ve ilişki güçlerini ifade edecek bir ölçüm ölçeği geliştirilmelidir (Maqbool, Khan, Haleem ve Khan, 2020).

DEMATEL yönteminin aşamaları şunlardır (Tzeng, Chiang ve Li 2007; Sumrit ve Anuntavoranich, 2013; Kumar ve Dash, 2016);

Aşama 1: Doğrudan İlişki Matrisinin (D) Oluşturulması

$$D = \begin{bmatrix} d_{11} & d_{1j} & \dots & d_{1s} \\ d_{i1} & d_{ij} & \dots & d_{is} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ d_{s1} & d_{sj} & \dots & d_{ss} \end{bmatrix} \quad (i,j=1,2,\dots,s)$$

Bu aşamada uzman bilgisine dayalı olarak doğrudan ilişki matrisi oluşturulmaktadır. Burada, faktörler 0'dan 4'e kadar olan bir etki aralığı ile ikili olarak karşılaştırılır. K1, K2 ve K3 karar vericileri temsil etmektedir. Doğrudan ilişki matrisinin oluşturulması için tüm karar vericilerin vermiş oldukları cevapların aritmetik ortalaması alınarak ilk aşama tamamlanmaktadır. 0 hiçbir etki olmadığı anlamına gelirken 4' yüksek düzeyde etki olduğunu göstermektedir.

Tablo 1: İkili Karşılaştırma Skalası

Sayısal Değer	Tanım
0	Etkisiz
1	Düşük Etki
2	Orta Derecede Etki
3	Yüksek Derecede Etki
4	Çok Yüksek Derecede Etki

Kaynak: Tzeng vd., (2007)

Aşama 2: Karar Matrisinin Normalizasyonu

$$n = \frac{1}{\max \sum_{j=1}^s d_{ij}}, (i, j=1,2,\dots, s) \quad \tilde{D} = n(.)D$$

Bu aşamada D ile gösterilen doğrudan ilişki matrisi normalize edilerek, \tilde{D} ile gösterilen normalize edilmiş doğrudan ilişki matrisi oluşturulur.

Aşama 3: Toplam ilişki matrisinin oluşturulması

$$T = \tilde{D}(I - \tilde{D})^{-1}$$

T ile temsil edilen toplam ilişki matrisi bu adımda oluşturulur.

Aşama 4: Neden Sonuç matrisinin oluşturulması

$$V = \left[\sum_{j=1}^s t_{ij} \right]_{s \times 1} \quad Y = \left[\sum_{j=1}^s t_{ij} \right]_{1 \times s} \quad \alpha = \frac{\sum_{i=1}^s \sum_{j=1}^s [t_{ij}]}{s}$$

Alfa (eşik değeri) hesaplanması bu aşamada gerçekleştirilir. Bu aşamada aynı zamanda sistem elemanlarının arasındaki etkileşimin gösterildiği diyagram çizimi için vektör değerleri hesaplanır. X vektörü toplam ilişki matrisinde yer alan satırların toplamını ifade ederken, Y vektörü ise sütunların toplamını göstermektedir. Ayrıca bu aşamada kriterlerin ne derece önemli olduğunu gösteren (V+Y) yatay eksen vektörü de hesaplanır. Aynı şekilde (V-Y) dikey eksen vektörü de hesaplanarak eşik değerine göre belirlenir. Bu vektörün negatif çıkması kriterin etki eden (neden) gruba, pozitif çıkması ise etkilenen (sonuç) grubuna girdiğini göstermektedir. Bu durum (X+Y, V-Y) veri seti ilişki diyagramının oluşturulmasında kullanılır.

Aşama 5: İç bağımlılık matrisinin ve etki ilişkisini belirten diyagramın elde edilmesi

$$V_i + Y_i, V_i - Y_i \quad C_i = \sqrt{((V_i + Y_i)^2 + (V_i - Y_i)^2)}$$

Bu aşamada ilgili formül kullanılarak kriterlerin ağırlık katsayıları yani C_i değerleri hesaplanır.

Aşama 6: Kriter ağırlıklarının belirlenmesi

$$w_i = \frac{Y_i}{\sum_{i=1}^s Y_i}$$

Son aşamada ise, formül kullanılarak elde edilen kriter ağırlıkları, ilgili formül kullanılarak normalize edilir. Bu şekilde her bir faktörün ağırlığı yani w_i değerleri hesaplanır.

SWARA yöntemi

SWARA, diğer ÇKKV yöntemlerine kıyasla daha kolay ve daha anlaşılabilir bir yöntem olarak karşımıza çıkmaktadır. SWARA yöntemi ile ulaşılan sonuçlar uzmanların bilgi ve deneyimlerine dayandığı için yüksek doğruluk payına sahiptir (Zolfani ve Saparouskas, 2013: 409; Mardani, Nilashi, Zakuan, Loganathan, Soheilrad, Saman ve Ibrahim, 2017: 278). Çok Kriterli Karar Verme problemlerinde kullanılan SWARA, uzman görüşlerine odaklanan bir kriter ağırlıklandırma yöntemidir. Bu nedenle SWARA yöntemi subjektif değerlendirmelere ihtiyaç duyulan çalışmalarda

çoğunlukla tercih edilmektedir. Uzman gurupta yer alan kişiler, sahip oldukları bilgi ve deneyimlerine göre kendilerine yöneltilen kriterleri önem sırasına göre en önemliden en az önemliye doğru sıralayarak kriterlerin ağırlıklarını belirlemektedir (Zolfani, Salimi, Maknoon ve Kildienė, 2015).

SWARA yönteminin aşamaları aşağıda belirtilmiştir (Keršulienė, Zavadskas ve Turskis, 2010; Maghsoodi, Maghsoodi, Poursoltan, Antucheviciene ve Turskis, 2019; Zolfani ve Saparauskas, 2013);

Aşama 1: Uzmanlar tarafından karar problemine ilişkin kriterler azalan önem derecesine göre sıralanır. Uzmanların bireysel değerlendirmelerinin yanı sıra, sıralamaların geometrik ortalaması alınarak genel bir sıralamaya ulaşılır.

Aşama 2: Her bir kriterin önem düzeyi göreceli bir biçimde belirlenir. Bu kapsamda, j 'inci kriter $j+1$ 'inci kriterle karşılaştırılarak $j+1$ 'inci kriter göre ne derecede önemli olduğu belirlenir. Bu, s_j ile gösterilir ve ortalama değerin karşılaştırmalı avantajı olarak değerlendirilir.

Aşama 3: Aşağıdaki belirtilen eşitliğe göre k_j katsayısı hesaplanır.

$$k_j = \begin{cases} 1, & j=1 \text{ ise} \\ s_j + 1, & j>1 \text{ ise} \end{cases}$$

Aşama 4: Bu aşamada aşağıdaki eşitlik dikkate alınarak q_j değişkeni belirlenir.

$$q_j = \begin{cases} 1, & j=1 \text{ ise} \\ \frac{x_{j-1}}{k_j}, & j>1 \text{ ise} \end{cases}$$

Aşama 5: Eşitlik dikkate alınarak j 'inci kriterin göreceli ağırlığını temsil eden w_j değeri hesaplanır.

$$w_j = \begin{cases} \frac{1}{q_j}, & j=1 \text{ ise} \\ \frac{1}{\sum_{j=1}^n q_j}, & j>1 \text{ ise} \end{cases}, (j = 1, 2, \dots, n)$$

Uygulama

Araştırma problemi

Çalışmanın kavramsal çerçevesinde değinildiği üzere tersine lojistik uygulamalarının işletmeler açısından kaynak verimliliği başta olmak üzere sürdürülebilir üretime kadar çok geniş bir alanda önemli katkıları mevcuttur. Tersine lojistik sayesinde elde edilen kazanımların, işletmelerin performansları ve rekabet edebilirlikleri üzerinde olumlu etkilerinin olduğunu söylemek mümkündür. Buna karşın gerek yönetsel gerek yasal gerekse de teknolojik nedenlerden kaynaklanan bazı engellerin işletmelerin bu uygulamalara olan ilgisini ve uygulamaların başarısını azalttığı görülmektedir. İşletmeler açısından tersine lojistiğin uygulanmasını engelleyen faktörlerin tespit edilmesi ve ortadan kaldırılmasına dönük politikaların bir an önce oluşturulması gerekmektedir.

Bu noktada tersine lojistiğin önündeki engellerin önem düzeylerine göre belirlenmesi ve bu engellerin etkilerini azaltmak için çözüm önerilerinin önem düzeylerine göre belirlenmesi çalışmanın problemini oluşturmaktadır. Bu kapsamda imalat endüstrisinde karşılaşılan engellerin ve önerilen çözüm yollarının ÇKKV yöntemleri ile değerlendirilmesi ve ulaşılan bulgular sayesinde karar vericilere konu ile ilgili olarak atılacak adımlar için güçlü bir kaynak oluşturulması amaçlanmaktadır.

Tersine lojistik engellerinin ve çözümlerinin belirlenmesi

Tersine lojistiğin önündeki engellerin ve çözüm önerilerinin belirlenmesi noktasında farklı sektörlerden (tekstil, gıda, kimya, makine) 5 yönetici ve ilgili alanda çalışmalar yürüten 1 akademisyenden oluşan bir karar verici gurubu oluşturulmuştur. Literatür araştırması ve karar verici gurubun görüşlerinin alınması yoluyla belirlenen 12 engel ve 9 çözüm önerisi analize dahil edilmiştir. Tersine lojistiğin önündeki engeller Tablo 2'de; çözüm önerileri ise Tablo 3'te belirtilmiştir.

Tablo 2: Tersine Lojistiğin Önündeki Engeller

Kriterler	Açıklamalar	Kaynaklar
EG1	Destekleyici organizasyon yapısının eksikliği	Sarkis, Gonzalez-Torre ve Adenso-Diaz (2010); Bernon vd. (2013); Abdulrahman vd. (2014); Shaik ve Abdul-Kader (2018); Govindan ve Bouzan (2018); Yusuf ve Raouf (2013)
EG2	Organizasyon içerisinde tersine lojistik için oluşturulmuş kural, yönerge ve prosedür eksikliği	
EG3	Tersine lojistik konusunda yetersiz farkındalık ve teknik bilgi	
EG4	Yasal sorunlar ve destekleyici politikaların yetersizliği	
EG5	Yüksek yatırım maliyeti ve düşük yatırım getirisi	
EG6	Finansal kısıtlamalar	
EG7	Tersine lojistik faaliyetlerini destekleyecek teknolojik altyapı eksikliği	
EG8	Geri dönüşüm teknolojilerinin yetersizliği	
EG9	Tedarik zinciri içerisindeki düşük veri ve bilgi güvenliği	
EG10	Tersine lojistik konusunda paydaşlar arasındaki düşük birliktelik ve motivasyon	
EG11	Yeniden üretilmiş ürünlerin pazarlanması noktasında yaşanan güçlükler	
EG12	Tersine lojistiğe ilişkin düşük müşteri algısı	

Kaynak: Yazar tarafından üretilmiştir.

Tablo 3: Tersine Lojistiğin Önündeki Engellere İlişkin Çözümler

Kriterler	Açıklamalar	Kaynaklar
Ç1	Tersine lojistik uygulamalarının organizasyon vizyon ve misyonuna entegre edilmesi	Belhadi vd. (2017); Malviya ve Kant (2017); Mangla vd. (2016); Ali vd. (2017); Prajapati vd. (2019); de Brito, ve Dekker (2004); Wagas vd. (2018); Vinodh, Prasanna ve Prakash (2018); Prakash ve Barua, 2015
Ç2	Üst yönetimin farkındalığının ve desteğinin artırılması	
Ç3	Standartlaştırılmış politikaların ve tersine lojistik süreçlerinin oluşturulması	
Ç4	Paydaşlar arasındaki stratejik iş birliğinin geliştirilmesi	
Ç5	Katı ancak, destekleyici yasa ve politikaların geliştirilmesi	
Ç6	Tersine lojistik uygulamaları için teknolojinin yenilenmesi ve altyapının güçlendirilmesi	
Ç7	Geri dönüşüm ve çevre üzerindeki etkileri hakkında tüketici bilincinin artırılması	
Ç8	Tersine lojistik maliyelerinin ürün maliyetine entegrasyonunun sağlanması	
Ç9	Tersine lojistiğin sürdürülebilirlik programının bir parçası olarak görülmesi ve kararlı bir biçimde uygulanması	

Kaynak: Yazar tarafından üretilmiştir.

Tersine lojistiğin önündeki engellerin değerlendirilmesine ilişkin Dematel yönteminin uygulanması

Karar verici grup tarafından Tablo 2’de belirtilen kriterlerin ikili karşılaştırılmaları yapılarak DEMATEL analizi adımları izlenmiştir. Uzman grupların değerlendirmeleri sonucunda elde edilen verilerin aritmetik ortalaması alınarak ikinci aşamada izlenen normalizasyon değerlerine ulaşılarak Tablo 4’te Direkt (Doğrudan) İlişki Matrisi elde edilmiştir.

Tablo 4: Normalize Edilmiş Doğrudan İlişki Matrisi

	EG1	EG2	EG3	EG4	EG5	EG6	EG7	EG8	EG9	EG10	EG11	EG12
EG1	0,000	0,068	0,090	0,068	0,090	0,068	0,090	0,068	0,090	0,068	0,090	0,068
EG2	0,045	0,000	0,090	0,045	0,068	0,090	0,068	0,045	0,090	0,090	0,068	0,045
EG3	0,045	0,068	0,000	0,068	0,068	0,045	0,045	0,068	0,045	0,068	0,045	0,068
EG4	0,090	0,090	0,090	0,000	0,090	0,090	0,090	0,090	0,090	0,090	0,090	0,090
EG5	0,068	0,068	0,068	0,090	0,000	0,068	0,045	0,090	0,068	0,045	0,090	0,068
EG6	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,000	0,068	0,068	0,068	0,068	0,068	0,068
EG7	0,045	0,045	0,068	0,068	0,022	0,022	0,000	0,045	0,045	0,068	0,068	0,022
EG8	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,000	0,045	0,068	0,068	0,068
EG9	0,045	0,045	0,022	0,022	0,022	0,045	0,022	0,022	0,000	0,022	0,022	0,045
EG10	0,045	0,022	0,022	0,022	0,045	0,022	0,022	0,022	0,045	0,000	0,022	0,022
EG11	0,068	0,045	0,045	0,068	0,022	0,068	0,068	0,068	0,068	0,022	0,000	0,022
EG12	0,022	0,0227	0,0227	0,0227	0,0227	0,0227	0,0227	0,0227	0,0227	0,0227	0,0227	0,000

Kaynak: Yazar tarafından üretilmiştir.

Normalleştirilmiş Direk İlişki Matrisi doğrultusunda birim matrsten normalize edilmiş doğrudan ilişki matrisinin çıkarılması sağlanmıştır. Oluşturulan tablodaki değerlere, DEMATEL yönteminin

sonraki aşamasında toplam ilişki matrisinin oluşturulması için ilgili formül uygulanmış ve T ile temsil edilen toplam ilişki matrisi bu adımda oluşturulmuştur (Tablo 5.)

Tablo 5: Toplam İlişki Matrisi =T

	EG1	EG2	EG3	EG4	EG5	EG6	EG7	EG8	EG9	EG10	EG11	EG12
EG1	0,0000	0,0114	0,0176	0,0114	0,0165	0,0116	0,0172	0,0119	0,0187	0,0120	0,0183	0,0115
EG2	0,0060	0,0000	0,0160	0,0059	0,0100	0,0158	0,0104	0,0062	0,0171	0,0165	0,0111	0,0061
EG3	0,0055	0,0096	0,0000	0,0096	0,0094	0,0056	0,0056	0,0100	0,0061	0,0102	0,0060	0,0098
EG4	0,0183	0,0182	0,0190	0,0000	0,0178	0,0186	0,0186	0,0190	0,0203	0,0194	0,0198	0,0186
EG5	0,0109	0,0108	0,0112	0,0162	0,0000	0,0111	0,0065	0,0170	0,0120	0,0067	0,0175	0,0111
EG6	0,0053	0,0053	0,0055	0,0053	0,0051	0,0000	0,0095	0,0097	0,0103	0,0099	0,0100	0,0095
EG7	0,0050	0,0049	0,0091	0,0088	0,0019	0,0021	0,0000	0,0051	0,0055	0,0093	0,0094	0,0020
EG8	0,0050	0,0050	0,0052	0,0050	0,0049	0,0051	0,0051	0,0000	0,0056	0,0094	0,0095	0,0091
EG9	0,0039	0,0039	0,0015	0,0015	0,0014	0,0040	0,0015	0,0015	0,0000	0,0016	0,0016	0,0040
EG10	0,0038	0,0014	0,0015	0,0014	0,0037	0,0015	0,0014	0,0015	0,0041	0,0000	0,0016	0,0015
EG11	0,0093	0,0053	0,0055	0,0092	0,0021	0,0094	0,0095	0,0096	0,0102	0,0023	0,0000	0,0022
EG12	0,0012	0,0012	0,0013	0,0012	0,0012	0,0012	0,0012	0,0013	0,0014	0,0013	0,0013	0,0000

Kaynak: Yazar tarafından üretilmiştir.

Toplam ilişki matrisi verilerinin incelenmesi noktasında dikkat edilmesi gereken önemli kriter Alfa (Eşik Değeri)'dir. Bu çalışmanın Eşik Değeri ($\alpha = 0,0073$) gibi hesaplanmış ve Tablo 5'te ifade edilmiştir. ($\alpha = 0,0073$) eşik değerinin altındaki verilerin değerlendirilmeye dahil edilmemesi, faktör grupları değerlendirilmesi noktasında bu değer üzerindeki verilerin dikkate alınması DEMATEL yönteminin bir özelliğidir. Bu bilgiler dahilinde faktörler arasındaki etki durumunu gösteren tablo aşağıdaki gibidir (Tablo 6):

Tablo 6: Faktörlerin Birbirleri Arasındaki Etki Durumu

Faktörler	V Vektörü	Y Vektörü	V+Y Vektörü	V-Y Vektörü	Etki Türü	w	W	W %
EG1	0,1579	0,0741	0,2320	0,0839	Etkileyen	0,246688	0,1502	15,02%
EG2	0,1211	0,0770	0,1981	0,0441	Etkileyen	0,202933	0,1236	12,36%
EG3	0,0875	0,0933	0,1808	-0,0058	Etkilenen	0,180925	0,1102	11,02%
EG4	0,2075	0,0755	0,2830	0,1320	Etkileyen	0,312246	0,1901	19,00%
EG5	0,1311	0,0740	0,2051	0,0571	Etkileyen	0,212947	0,1297	13,00%
EG6	0,0854	0,0861	0,1715	-0,0006	Etkilenen	0,171514	0,1044	10,40%
EG7	0,0631	0,0867	0,1498	-0,0236	Etkilenen	0,15164	0,0923	9,00%
EG8	0,0688	0,0927	0,1615	-0,0239	Etkilenen	0,163311	0,0994	10,00%
EG9	0,0263	0,1113	0,1376	-0,0850	Etkilenen	0,161707	0,0985	10,00%
EG10	0,0234	0,0986	0,1220	-0,0753	Etkilenen	0,143337	0,0873	8,73%
EG11	0,0747	0,1060	0,1807	-0,0314	Etkilenen	0,183424	0,1117	11,17%
EG12	0,0138	0,0854	0,0992	-0,0716	Etkilenen	0,122282	0,0745	7,50%
					Toplam	1,642203	1	100,0%

Kaynak: Yazar tarafından üretilmiştir.

Tablo 7: Faktör Ağırlıkları ve Etki Durumu

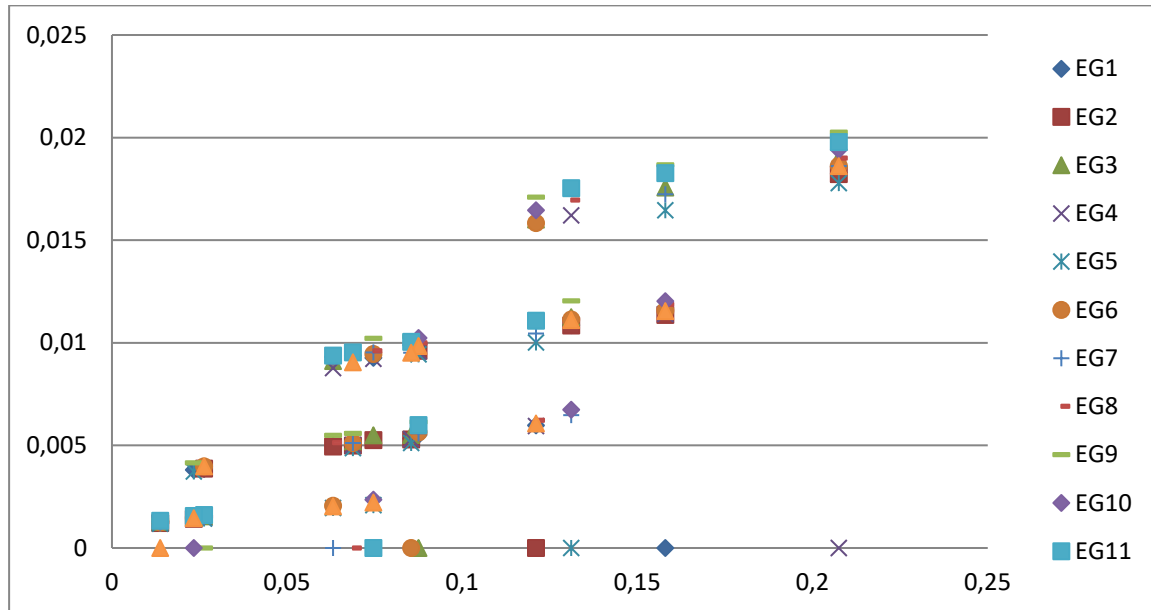
Kodu	Faktörler	w	Etki Durumu
EG1	Destekleyici organizasyon yapısının eksikliği	0,247	Etkileyen
EG2	Organizasyon içerisinde tersine lojistik için oluşturulmuş kural, yönerge ve prosedür eksikliği	0,203	Etkileyen
EG3	Tersine lojistik konusunda yetersiz farkındalık ve teknik bilgi	0,181	Etkilenen
EG4	Yasal sorunlar ve destekleyici politikaların yetersizliği	0,312	Etkileyen
EG5	Yüksek yatırım maliyeti ve düşük yatırım getirisi	0,213	Etkileyen
EG6	Finansal kısıtlamalar	0,172	Etkilenen
EG7	Tersine lojistik faaliyetlerini destekleyecek teknolojik altyapı eksikliği	0,152	Etkilenen
EG8	Geri dönüşüm teknolojilerinin yetersizliği	0,163	Etkilenen
EG9	Tedarik zinciri içerisindeki düşük veri ve bilgi güvenliği	0,162	Etkilenen
EG10	Tersine lojistik konusunda paydaşlar arasındaki düşük birliktelik ve motivasyon	0,143	Etkilenen
EG11	Yeniden üretilmiş ürünlerin pazarlanması noktasında yaşanan güçlükler	0,183	Etkilenen
EG12	Tersine lojistiğe ilişkin düşük müşteri algısı	0,122	Etkilenen

Kaynak: Yazar tarafından üretilmiştir.

Tablo 6 ve Tablo 7'deki bilgilere göre ana etkileyici faktör 0,312 ağırlığına sahip E4 kodlu faktör olan "yasal sorunlar ve destekleyici politikaların yetersizliği" olarak belirlenmiştir. İkinci en önemli etkileyici faktör 0,247 ağırlığına sahip olan EG1 kodlu "Destekleyici organizasyon yapısının eksikliği" ve üçüncü etkileyici faktör 0,213 ağırlığına sahip E5 kodlu "Yüksek yatırım maliyeti ve düşük yatırım getirisi" faktörü şeklinde belirlenmiştir. Ağırlıklarına göre sıralama EG4>EG1>EG5 şeklindedir.

Etkilenen faktörleri incelediğimizde ise ağırlık değerlerine göre (w) çoktan aza doğru şu şekilde sıralanmıştır. EG11 kodlu "Yeniden üretilmiş ürünlerin pazarlanması noktasında yaşanan güçlükler" (w=0,183), EG3 kodlu "Tersine lojistik konusunda yetersiz farkındalık ve teknik bilgi" (w=0,181), EG6 kodlu "Finansal kısıtlamalar" (w= 0,172), EG8 kodlu "Geri dönüşüm teknolojilerinin yetersizliği" (w=0,163), EG9 kodlu "Tedarik zinciri içerisindeki düşük veri ve bilgi güvenliği" (w=0,162), EG7 kodlu "Tersine lojistik faaliyetlerini destekleyecek teknolojik altyapı eksikliği" (w=0,152), EG10 kodlu "Tersine lojistik konusunda paydaşlar arasındaki düşük birliktelik ve motivasyon" (w=0,143) ve son olarak EG12 kodlu "Tersine lojistiğe ilişkin düşük müşteri algısı" (w=0,122). Faktörlerin genel sıralaması EG11>EG3>EG6>EG8>EG9>EG7>EG10>E12 şeklindedir.

DEMATEL yöntemi uygulanarak tersine lojistik uygulamaları açısından faktörlerin değerlendirilmesi üzerine yapılan analiz bulgularını aşağıdaki şekil (Şekil 1) ile özetlenebilir:

**Şekil 1:** Neden Sonuç İlişki Diyagramı

Kaynak: Yazar tarafından üretilmiştir.

Tersine lojistik uygulamalarının önündeki engellerin belirlenmesi aşamasında etkileyen ve etkilenen faktörlerin ortaya konulması, aynı zamanda bu faktörlerin neden-sonuç ilişkilerinin belirlenmesi karar

vericilere yardımcı olmaktadır. Neden sonuç diyagramına göre ilişki diyagramı yukarıda (Şekil 1) şekil ile ifade edilmektedir. Görüldüğü üzere konuya ilişkin yetersiz yasal zorunlulukların ve teşviklerin, yüksek yatırım maliyetlerinin diğer engel teşkil eden kriterlerin ortaya çıkışında en büyük etkiye sahiptir. Nitekim bu engelin, yeniden üretilmiş ürünlerin pazarlanması noktasında önemli güçlüklerin yaşanması, tersine lojistiğe ilişkin yetersiz farkındalık, bu uygulamalara yönelik yetersiz bütçelerin işletmeler tarafından ayrılması gibi diğer engellerin tetikleyici olduğunu Şekil 1'e bakarak söylemek mümkündür.

Çözüm önerilerinin ağırlıklandırılmasına ilişkin Swara yönteminin uygulanması

SWARA yöntemiyle çözüm önerilerine ilişkin kriterlerin ağırlıkların belirlenmesi maksadıyla 3 kişilik uzman grubun görüşlerine başvurulmuştur. Bu noktada uzman grup içerisinde yer alan 3 katılımcının çözüm önerisinde bulunmak istememeleri nedeniyle çalışmada kullanılacak çözüm kriterlerinin belirlenmesi amacıyla 3 kişinin görüşleri analize dahil edilmiştir. Bu kapsamda, her bir uzman için karar kriterlerinin ayrı ayrı ağırlıkları belirlenmiş, daha sonra bu ağırlıklarının aritmetik ortalamaları alınarak uzman grubun kararını yansıtan verilere ulaşılmıştır (Uludağ ve Doğan, 2021). Bu kapsamda, sırasıyla KV1 (Karar Verici 1), KV2 (Karar Verici 2) ve KV3 (Karar Verici 3) için ağırlıklar belirlenmiş ve ardından her bir karar verici için belirlenmiş ağırlıklardan yola çıkılarak da grup kararını yansıtan verilere ulaşılmıştır. Öncelikle uzmanların bireysel değerlendirmelerinin yer aldığı önem derecesi skalası puanlama ile oluşturulmuş Tablo 8'de sunulmuştur.

Tablo 8: Karar Vericilerin Önem Derecesi Skalası

Kodu	KV1	KV2	KV3
Ç1	3	2	1
Ç2	2	3	3
Ç3	4	5	4
Ç4	5	4	6
Ç5	1	1	2
Ç6	7	8	9
Ç7	8	7	7
Ç8	6	9	5
Ç9	9	6	8

Kaynak: Yazar tarafından üretilmiştir.

Karar vericilerin her bir çözüm önerisine verdikleri puanların oluşturduğu skala Tablo 8 ile ifade edilmiştir. SWARA yöntemi uygulanırken belirtilen aşamalar takip edilmiştir.

Tablo 9: KV1 için (qj) Değerlerinin Hesaplanması

Kodu	Önem Sırası	Sıralı Önem Sırasına Göre Kriterler	Sıralı Önem Sırası	sj	kj	qj	wj
Ç1	3	Ç5	1		1,000	1,000	0,195759
Ç2	2	Ç2	2	0,200	1,200	0,833	0,163132
Ç3	4	Ç1	3	0,300	1,300	0,641	0,125486
Ç4	5	Ç3	4	0,050	1,050	0,611	0,119511
Ç5	1	Ç4	5	0,100	1,100	0,555	0,108646
Ç6	7	Ç8	6	0,250	1,250	0,444	0,086917
Ç7	8	Ç6	7	0,150	1,150	0,386	0,07558
Ç8	6	Ç7	8	0,140	1,140	0,339	0,066298
Ç9	9	Ç9	9	0,130	1,130	0,300	0,058671

Kaynak: Yazar tarafından üretilmiştir.

Tablo 10: KV2 için (qj) Değerlerinin Hesaplanması

Kodu	Önem Sırası	Sıralı Önem Sırasına Göre Kriterler	Sıralı Önem Sırası	sj	kj	qj	wj
Ç1	2	Ç5	1		1,000	1,000	0,203589
Ç2	3	Ç1	2	0,150	1,150	0,870	0,177034
Ç3	5	Ç2	3	0,300	1,300	0,669	0,13618
Ç4	4	Ç4	4	0,050	1,050	0,637	0,129695
Ç5	1	Ç3	5	0,100	1,100	0,579	0,117905
Ç6	8	Ç9	6	0,400	1,400	0,414	0,084218
Ç7	7	Ç7	7	0,290	1,290	0,321	0,065285
Ç8	9	Ç6	8	0,320	1,320	0,243	0,049458
Ç9	6	Ç8	9	0,350	1,350	0,180	0,036636

Kaynak: Yazar tarafından üretilmiştir.

Tablo 11: KV3 için (qj) Değerlerinin Hesaplanması

Kodu	Önem Sırası	Sıralı Önem Sırasına Göre Kriterler	Sıralı Önem Sırası	sj	kj	qj	wj
Ç1	1	Ç1	1		1,000	1,000	0,222493
Ç2	3	Ç5	2	0,300	1,300	0,769	0,171148
Ç3	4	Ç2	3	0,050	1,050	0,733	0,162998
Ç4	6	Ç3	4	0,250	1,250	0,586	0,130399
Ç5	2	Ç8	5	0,400	1,400	0,419	0,093142
Ç6	9	Ç4	6	0,200	1,200	0,349	0,077618
Ç7	7	Ç7	7	0,285	1,285	0,271	0,060403
Ç8	5	Ç9	8	0,300	1,300	0,209	0,046464
Ç9	8	Ç6	9	0,315	1,315	0,159	0,035334

Kaynak: Yazar tarafından üretilmiştir.

KV1 (Karar Verici 1), KV2 (Karar Verici 2) ve KV3 (Karar Verici 3) için belirlenen çözüm önerilerinin (Ç) önem sırası, sıralı önem sırası belirlenmiş ve sj (karşılaştırmalı ağırlıkların ortalamaları), kj (katsayının hesaplanması), qj (kriterlerin nihai ağırlıkları) ve nihayet wj (her bir kriter için ağırlıklar) hesaplanmıştır. Her bir karar verici için kriter ağırlıkları hesaplandıktan sonra grup yargısına ulaşılması için hesaplanan bu ağırlıkların hem aritmetik hem de geometrik ortalaması alınmıştır. Grup kararını ifade eden aritmetik ve geometrik ortalamaya göre kriter ağırlıkları Tablo 12’de gösterilmiştir.

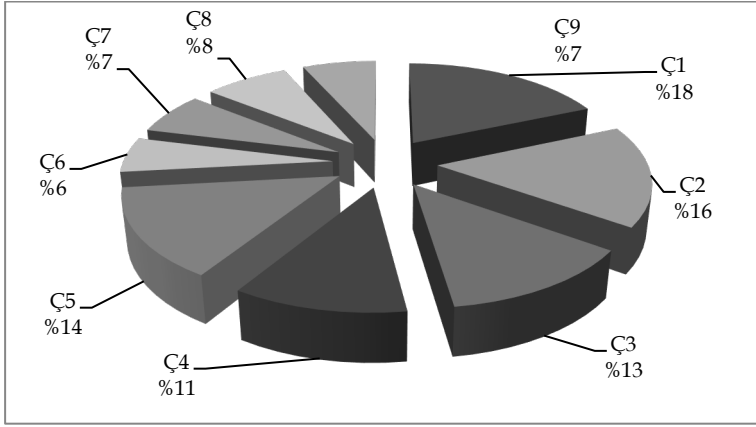
Tablo 12: Aritmetik ve Geometrik Ortalamaya Göre Kriter Ağırlıkları

Grup Kararı	Kodu	Aritmetik Ort.
Tersine lojistik uygulamalarının organizasyon vizyon ve misyonuna entegre edilmesi	Ç1	0,1750
Üst yönetimin farkındalığının ve desteğinin artırılması	Ç2	0,1541
Standartlaştırılmış politikaların ve tersine lojistik süreçlerinin oluşturulması	Ç3	0,1226
Paydaşlar arasındaki stratejik iş birliğinin geliştirilmesi	Ç4	0,1053
Katı ancak, destekleyici yasa ve politikaların geliştirilmesi	Ç5	0,1356
Tersine lojistik uygulamaları için teknolojinin yenilenmesi ve altyapının güçlendirilmesi	Ç6	0,0535
Geri dönüşüm ve çevre üzerindeki etkileri hakkında tüketici bilincinin artırılması	Ç7	0,0640
Tersine lojistik maliyelerinin ürün maliyetine entegrasyonunun sağlanması	Ç8	0,0722
Tersine lojistiğin sürdürülebilirlik programının bir parçası olarak görülmesi, kararlı bir biçimde uygulanması	Ç9	0,0631

Kaynak: Yazar tarafından üretilmiştir.

SWARA analizi sonucunda çözüm önerilerine ilişkin önem düzeyleri sırasıyla Ç1>Ç2>Ç5>Ç3>Ç4>Ç8>Ç7>Ç9>Ç6 şeklindedir.

Çalışmadaki kriterlere ait aritmetik ortalamaya göre ağırlıklar Şekil 2’de, dağılım grafikleri şeklinde sunulmuştur.



Şekil 2: Aritmetik Ortalamaya Göre Ağırlıkların Dağılımı

Kaynak: Yazar tarafından üretilmiştir.

Her bir karar vericinin bireysel yargısına göre farklılaşan kriter ağırlıkları SWARA yöntemiyle ortak bir paydada ifade edilmiş ve grup yargısını temsil eden kriter ağırlıklarına ulaşılmıştır.

Sonuç ve öneriler

Tersine lojistik işletmelerin sürdürülebilir üretim yapabilmelerine imkân veren, onların güçlü bir rekabet yapısına sahip olabilmelerini sağlayan önemli uygulamaların başında gelmektedir. Bunun yanı sıra imalat endüstrisinde yaygın kullanımını ve başarısını engelleyen bir takım faktörlerin olduğu ortadadır. İşletmelerin bu engelleri ortadan kaldırmak veya olumsuz etkilerini azaltmak için çözüm önerileri geliştirmeleri önemle üzerinde durulması gerek bir gerçektir. Bu çalışma, ÇKKV yöntemlerinde DEMATEL ve SWARA analizleri kullanarak tersine lojistiğin önündeki engelleri belirlemek, bu engeller arasındaki neden-sonuç ilişkilerini ortaya koymak ve bununla birlikte ortaya konulan çözüm önerilerini önem düzeylerine göre belirlemek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonucunda elde edilen bulguların; tersine lojistiğin engellerinin farkına varılması ve bu engellerle mücadelede alınması gerek çözüm yolların belirlenmesi noktasında karar vericilere sağlıklı karar almalarına dayanak teşkil edeceği düşünülmektedir.

Çalışma kapsamında ilk olarak tersine lojistiğin önündeki engeller DEMATEL yöntem kullanılarak analiz edilmiştir. Analiz sonucunda elde edilen bulgulara göre; “Yasal sorunlar ve destekleyici politikaların yetersizliği” en önemli engel olarak karşımıza çıkmaktadır. Bunu engeli; “Destekleyici organizasyon yapısının eksikliği”, “Yüksek yatırım maliyeti ve düşük yatırım getirisi” ve “Organizasyon içerisinde tersine lojistik için oluşturulmuş kural, yönerge ve prosedür eksikliği” engelleri izlemiştir. “Tersine lojistiğe ilişkin düşük müşteri algısı” ve “Tersine lojistik konusunda paydaşlar arasındaki düşük birliktelik ve motivasyon” ise en az öneme sahip engeller olarak bulunmuştur. Engeller arasındaki neden sonuç ilişkileri incelendiğinde “Yasal sorunlar ve destekleyici politikaların yetersizliği” ve “Destekleyici organizasyon yapısının eksikliği” en yüksek etkiye sahip engeller olarak ortaya çıkmıştır. Bununla birlikte “Yeniden üretilmiş ürünlerin pazarlanması noktasında yaşanan güçlükler” ve “Tersine lojistik konusunda yetersiz farkındalık ve teknik bilgi” yüksek düzeyde etkilenen faktörlerdir.

Tersine lojistiğin önündeki engeller önem düzeyleri ve neden-sonuç ilişkilerinin belirlenmesinin ardından çözüm önerileri yapılan SWARA analizi ile değerlendirilmiştir. Analiz sonucunda en büyük öneme sahip çözüm önerilerinin “Tersine lojistik uygulamalarının organizasyon vizyon ve misyonuna entegre edilmesi” ve “Üst yönetimin farkındalığının ve desteğinin artırılması” olduğu belirlenmiştir. En düşük öneme sahip çözüm önerileri ise “Tersine lojistik uygulamaları için teknolojinin yenilenmesi ve altyapının güçlendirilmesi” ve “Tersine lojistiğin sürdürülebilirlik programının bir parçası olarak görülmesi, kararlı bir biçimde uygulanması”dır.

Uygulama sonuçlarının literatürle tam olmasa da kısmen benzerlik gösterdiğini söylemek mümkündür. ÇKKV yöntemleri karar verici grubun bilgi ve deneyimlerine dayandığı için, farklı çalışmalarda farklı önem sıralamalarının ortaya çıkması doğaldır. Bununla birlikte; Mangla vd. (2016) Bulanık Delphi ve AHP yöntemleri kullanarak tersine lojistik engellerinin önem düzeylerini belirlemiştir. Buna göre en önemli engelin ekonomik ve yönetimden kaynaklı engellerin en düşük öneme sahip olan engellerin ise pazar kaynaklı engeller olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Yine, Dutta vd. (2021) tersine lojistiği teşvik etme ve önündeki engelleri belirlemek amacıyla yaptıkları çalışma sonucunda en önemli engellerin yasal mevzuatın eksikliği, üst yönetimin düşük desteği ve yüksek yatırım maliyetlerinin olduğunu belirtmiştir. Prajapati vd. (2019) çalışmalarında tersine lojistiği

engelleyen en önemli engellerin yasal ve yönetsel kaynaklı engeller olduğuna çalışmaları sonucunda ulaşmıştır. Prakash ve Barua (2015) ise yasal, yönetsel ve pazar kaynaklı engellerin en büyük öneme sahip faktörler olduğu sonucuna ulaşmıştır. Sirisawat ve Kiatcharoenpol (2018) üst yönetimin yüksek farkındalığı ve destekleyici yasaların ve politikaların en önemli çözüm önerileri olduğunu sonucuna vurgu yaparken; Prajapati vd. (2019) en önemli çözümün; destekleyici yasal prosedürlerin geliştirilmesi ve tersine lojistik maliyetlerinin minimize edilmesi için gerekli tedbirlerin alınması olduğunu belirtmiştir. Sirisawat ve Kiatcharoenpol (2018) çalışmaları sonucunda en önemli çözüm önerilerinin sırasıyla üst yönetimin desteği, açık politika ve süreçlerin geliştirilmesi ve teknolojik alt yapının geliştirilmesi olarak belirlemiştir.

Bu çalışmada tersine lojistiğin engelleri ve çözüm önerileri önem düzeylerine göre belirlenmiş ve faktörler arasındaki neden-sonuç ilişkileri ortaya konulmuştur. Tersine lojistik uygulamalarının özellikle bir takım finansal teşvikleri içeren yasal bir çerçevede sürekli ve sıkı takibi sayesinde daha işletmeler tarafından daha yaygın bir şekilde kullanılacağını ifade etmek mümkündür. Bu uygulamaların yüksek maliyetli yatırımlar gerektirdiğini göz önüne aldığımızda özellikle işletmelere sağlanacak yüksek yatırım getirisi sayesinde tersine lojistiğin, işletmelerin en önemli örgütsel enstrümanlarından biri haline getirilmesi mümkündür. Bu durum beraberinde yüksek farkındalığı getirecek ve gerekli finansal ve teknolojik altyapı çalışmaları hızlanacaktır.

Elde edilen bulguların; işletmelerin konuya ilişkin farkındalıklarını artırılması, konuya ilişkin politikaların ve süreçlerin oluşturulması noktasındaki karmaşıklıkların giderilmesi ve tersine lojistik uygulamalarının daha yaygın ve daha etkin kullanımına imkân sağlayacak ortamın geliştirilmesi noktasında yararlı olacağı düşünülmektedir. Bundan sonraki araştırmacılar için konunun farklı sektörlerde farklı ÇKKV yöntemleri kullanılarak yapılması önerilmektedir. Mevcut çalışmada ortaya konulan engel ve çözüm önerilerinin zamanla nasıl bir değişim gösterdiğine ilişkin bulguların önemli olacağı düşünülmektedir. Ayrıca engellerin müşteri ve yatırımcı açısından değerlendirilmesi ve engel ve çözüm önerilerinin sektörel açıdan ele alınması farklı sonuçlara ulaşılabilmesine olanak sağlayacaktır.

Hakem Değerlendirmesi / Peer-review:

Dış bağımsız

Externally peer-reviewed

Çıkar Çatışması / Conflict of interests:

Yazarlar çıkar çatışması bildirmemiştir.

The authors have no conflict of interest to declare.

Finansal Destek / Grant Support:

Yazarlar bu çalışma için finansal destek almadığını beyan etmiştir.

The authors declared that this study has received no financial support.

Yazar Katkıları / Author Contributions:

Fikir/Kavram/Tasarım - *Idea/Concept/ Design*: Z.Ö., M.Ö. Veri Toplama ve/veya İşleme - *Data Collection and/or Processing*: Z.Ö. Analiz ve/veya Yorum - *Analysis and/or Interpretation*: Z.Ö., M.Ö. Kaynak Taraması - *Literature Review*: M.Ö. Makalenin Yazımı - *Writing the Article*: Z.Ö., M.Ö. Eleştirel İnceleme - *Critical Review*: Z.Ö. Onay - *Approval*: Z.Ö., M.Ö.

Kaynakça / References

Abdulrahman, M.D., Gunasekaran, A., & Subramanian, N. (2014). Critical barriers in implementing reverse logistics in the Chinese manufacturing sectors. *International Journal of Production Economics*, 147, 460-471.

- Ali, S.M., Arafin, A., Moktadir, A., Rahman, T., & Zahan, N. (2017). Barriers to reverse logistics in the computer supply chain using interpretive structural model. *Global Journal of Flexible Systems Management*, 19, 53-68.
- Azadnia, A.H., Onofrei, G., & Ghadimi, P. (2021). Electric vehicles lithium-ion batteries reverse logistics implementation barriers analysis: A TISM-MICMAC approach. *Resources, Conservation and Recycling*, 174, 105751.
- Bappy, M., Ali, S., Kabir, G., & Paul, S.K. (2019). Supply chain sustainability assessment with Dempster-Shafer evidence theory: Implications in cleaner production. *Journal of Cleaner Production*, 237, 117-129.
- Belhadi, A., Touriki, F.E., & El Fezazi, S. (2017). Prioritizing the solutions of lean implementation in SMEs to overcome its barriers: an integrated fuzzy AHP-TOPSIS approach. *Journal Manufacturing Technology Management*, 28(8), 1115-1139.
- Bernon, M., Upperton, J., Bastl, M., & Cullen, J. (2013). An exploration of supply chain integration in the retail product returns process. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 43(7), 586-608.
- Bowen, F.E., Bansal, P., & Slawinski, N. (2018). Scale matters: the scale of environmental issues in corporate collective actions. *Strategic Management Journal*, 39(5), 1411-1436.
- Candan, G. (2018). İlaç sektöründe başarılı tersine lojistik uygulamaları için faktörlerin değerlendirilmesi: bulanık mantık temelli yaklaşım. *İşletme Araştırmaları Dergisi*, 10(3), 592-605.
- Da Silva, F.J.G., & Gouveia, R.M. (2020). Drivers and barriers to cleaner production. *Cleaner Production*, Springer International Publishing, 375-399.
- de Brito, M.P., & Dekker, R. (2004). A framework for reverse logistics. In *Reverse Logistics*; Springer: Berlin/Heidelberg, Germany.
- Dutta, P., Talaulikar, S., Xavier, V., & Kapoor, S. (2021). Fostering reverse logistics in India by prominent barrier identification and strategy implementation to promote circular economy. *Journal of Cleaner Production*, 294, 126241.
- Duval, A., Fontela, E., & Gabus, A. (1974). Dematel report, cross-impact: a handbook on concepts and applications innovative, Methods: Batelle Geneva Research Center.
- Eyüboğlu, G., & Bastı, M. (2017). Tersine lojistikte karşılaşılan sorunlar ve çözüm önerileri: Türk gıda sektörü örneği. *İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 2017/1.
- Gabus, A., & Fontela, E. (1972). World problems an invitation to further thought within the framework of DEMATEL. Battelle Geneva Research Centre, Switzerland, Geneva.
- González-Torre, P., Alvarez, M., Sarkis, J., & Adenso-Díaz, B. (2010). Barriers to the implementation of environmentally oriented reverse logistics: evidence from the automotive industry sector. *British Journal of Management*, 21(4), 889-904.
- Govindan, K., & Bouzan, M. (2018). From a literature review to a multi-perspective framework for reverse logistics barriers and drivers. *Journal of Cleaner Production*, 187, 318-337.
- Gunasekaran, A., & Spalanzani, A. (2011). Sustainability of manufacturing and services: investigations for research and applications. *International Journal of Production Econ*, 140, 35-47.
- Ilgın, M.A., & Gupta, S.M. (2010). Environmentally conscious manufacturing and product recovery (ECMPRO): A review of the state of the art. *Journal of Environmental Management*, 91(3), 563-591.
- Keršulienė, V., Zavadskas, E.K., & Turskis, Z. (2010). Selection of rational dispute resolution method by applying new step-wise weight assessment ratio analysis (SWARA). *Journal of Business Economics and Management*, 11, 243-258.
- Kumar, A., & Dixit, G. (2018). Evaluating critical barriers to implementation of WEEE management using DEMATEL approach. *Resources, Conservation and Recycling*, 131, 101-121.
- Kumar, A., & Dash, M.K. (2016). Using DEMATEL to construct influential network relation map of consumer decision-making in e-marketplace. *International Journal of Business Information Systems*, 21(1), 48-72.

- Lamba, D., Yadav, D.K., Barve, A., & Panda, G. (2019). Prioritising barriers in reverse logistics of E-commerce supply chain using fuzzy-analytic hierarchy process. *Electronic Commerce Research*, 1-23.
- Lau, K.H., & Wang, Y. (2009). Reverse logistics in the electronic industry of China: a case study. *Supply Chain Management*, 14(6), 447-465.
- Maghsoodi, A.I., Maghsoodi, A.I., Poursoltan, P., Antucheviciene, J., & Turskis Z. (2019). Dam construction material selection by implementing the integrated SWARA-CODAS approach with target-based attributes. *Archives of Civil and Mechanical Engineering*, 19(4), 1194-1210.
- Malviya, R.K., & Kant, R. (2017). Modeling the enablers of green supply chain management: an integrated ISM-fuzzy MICMAC approach. *Benchmarking International Journal*, 24(2), 536-568.
- Mangla, S.K., Govindan, K., & Luthra, S. (2016). Critical success factors for reverse logistics in Indian industries: A structural model. *Journal of Cleaner Production*, 129, 608-621.
- Maqbool, A., Khan, S., Haleem, A., & Khan, M.I. (2020). Investigation of drivers towards adoption of circular economy: a DEMATEL approach, H. Kumar, P. Jain (Eds.), *Recent advances in mechanical engineering*. Lecture notes in mechanical engineering, Springer, Singapore.
- Mardani, A., Nilashi, M., Zakuan, N., Loganathan, N., Soheilrad, S., Saman, M.Z.M., & Ibrahim, O. (2017). A systematic review and meta-Analysis of SWARA and WASPAS methods: theory and applications with recent fuzzy developments. *Applied Soft Computing*, 57, 265-292.
- Moktadir, M.A., Rahman, T., Ali, S.M., Nahar, N., & Paul, S.K. (2019). Examining barriers to reverse logistics practices in the leather footwear industry. *Annals of Operation Research*, 1-32.
- Munny, A.A., Ali, S.M., Kabir, G., Moktadir, M.A., Rahman, T., & Mahtab, Z. (2019). Enablers of social sustainability in the supply chain: an example of footwear industry from an emerging economy. *Sustainable Production and Consumption*, 20, 230-242.
- Prajapati, H., Kant, R., & Shankar, R. (2019). Prioritizing the solutions of reverse logistics implementation to mitigate its barriers: A hybrid modified SWARA and WASPAS approach. *Journal of Cleaner Production*, 240, 118219.
- Prakash, C., & Barua, M.K. (2015). Integration of AHP-TOPSIS method for prioritizing the solutions of reverse logistics adoption to overcome its barriers under fuzzy environment. *Journal of Manufacturing Systems*, 37, 599-615.
- Pumpinyo, S., & Nitivattananon, V. (2014). Investigation of barriers and factors affecting the reverse logistics of waste management practice: a case study in Thailand. *Sustainability*, 6, 7048-7062.
- Ramezdeen, R., Chileshe, N., Hosseini, M.R., & Lehmann, S. (2016). A qualitative examination of major barriers in implementation of reverse logistics within the South Australian construction sector. *International Journal of Constr. Management*, 16, 185-196.
- Ravi, V., & Shankar, R. (2005). Analysis of interactions among the barriers of reverse logistics. *Technology Forecast Soc. Change*, 72, 1011-1029.
- Ravi, V., & Shankar, R. (2017). An ISM-based approach analyzing interactions among variables of reverse logistics in automobile industries. *Journal of Modelling in Management*, 12(1), 36-52.
- Sarkis, J., Gonzalez-Torre, P., & Adenso-Diaz, B. (2010). Stakeholder pressure and the adoption of environmental practices: the mediating effect of training. *Journal of Operation Management*, 28(2), 163-176.
- Sehnm, S., Vazquez-Brust, D., Pereira, S.C.F., & Campos, L.M. (2019). Circular economy: benefits, impacts and overlapping. *Supply Chain Management: International Journal*, 24(6), 784-804.
- Shaik, M.N., & Abdul-Kader, W. (2018). A hybrid multiple criteria decision making approach for measuring comprehensive performance of reverse logistics enterprises. *Computers & Industrial Engineering*, 123, 9-25.
- Sirisawat, P., & Kiatcharoenpol, T. (2018). Fuzzy AHP-TOPSIS approaches to prioritizing solutions for reverse logistics barriers. *Computers & Industrial Engineering*, 117, 303-318.
- Sumrit, D., & Anuntavoranich, P. (2013). Using DEMATEL method to analyze the causal relations on technological innovation capability evaluation factors in Thai technology-based firms. *International Transformation Journal of Eng., Management Appl. Science Technology*, 4(2), 81-103.

- Tavana, M., Zareinejad, M., Di Caprio, D., & Kaviani, M.A. (2016). An integrated intuitionistic fuzzy AHP and SWOT method for outsourcing reverse logistics. *Applied Soft Computing*, 40, 544-557.
- Tzeng, G., Chiang, C., & Li, C. (2007). Evaluating intertwined effects in e-learning programs: a novel hybrid MCDM model based on factor analysis and DEMATEL. *Expert systems with Applications*, 32, 1028-1044.
- Vieira, B. O., Guarnieri, P., Nofal, R., & Nofal, B. (2020). Multi-Criteria Methods Applied in the studies of barriers identified in the implementation of reverse logistics of e-waste: A research agenda. *Logistics*, 4(2), 11.
- Vinodh, S., Prasanna, M., & Prakash, N.H. (2014). Integrated Fuzzy AHP-TOPSIS for selecting the best plastic recycling method: A case study. *Applied Mathematical Modelling*, 38, 4662-4672.
- Waqas, M., Dong, Q.L., Ahmad, N., Zhu, Y., & Nadeem, M. (2018). Critical Barriers to Implementation of Reverse Logistics in the Manufacturing Industry: A Case Study of a Developing Country. *Sustainability*, 10, 4202.
- Wu, Z., Yang, K., Xue, H., Zuo, J., & Li, S. (2022). Major barriers to information sharing in reverse logistics of construction and demolition waste. *Journal of Cleaner Production*, 350.
- Yusuf, I., & Raouf, A. (2013). Reverse logistics: an empirical study for operational framework. *Proceedings of the Pakistan Academy of Sciences*, 50(3), 201-210.
- Zolfani, S.H., & Saparauskas, J. (2013). New application of SWARA Method in prioritizing sustainability assessment indicators of energy system. *Engineering Economics*, 24(5), 408-414.
- Zolfani, S.H., Salimi, J., Maknoon, R., & Kildienė, S. (2015). Technology foresight about R&D projects selection: application of SWARA method at the policy making level. *Engineering Economics*, 26(5), 571-580.