

- ARAŞTIRMA MAKALESİ -

## KAPALI DÖNGÜ TEDARİK ZİNCİRİ UYGULAMALARINI ETKİLEYEN FAKTÖRLERİN YORUMLAYICI YAPISAL MODELLEME VE MICMAC YÖNTEMLERİ İLE ANALİZİ\*

Sibel YILDIZ ÇANKAYA<sup>1</sup>

### Öz

*Doğal kaynakların her geçen gün azalması, atık miktarının ve hammadde maliyetlerinin artması gibi nedenlerle çevre yönetimine son yıllarda artan bir şekilde önem verilmektedir. Belirtilen sorunların ele alınması için geri dönüşüm ve yeniden kullanım gibi ürün geri kazanım uygulamaları popüler hale gelmiştir. Bu durum ise işletmelerin kapalı döngü tedarik zinciri uygulamalarına yönelmelerine neden olmuştur. Kapalı döngü tedarik zinciri, farklı cins ve miktarlarda geri dönen ürünlerden maksimum değer elde edilmesini sağlayacak sistemin tasarımını, işletimini ve kontrolünü ifade etmektedir. Bir anlamda kapalı döngü tedarik zinciri hem ileri hem de tersine tedarik zincirinin entegrasyonunu içermektedir. Bu yüzden bu kavramın başarısını etkileyen çok sayıda faktör bulunmaktadır. Kapalı döngü tedarik zincirinin daha iyi anlaşılabilmesi ve başarılı bir şekilde uygulanabilmesi için bu faktörler arasındaki ilişkilerin ortaya çıkarılması büyük önem taşımaktadır. Bu çalışmada, kapalı döngü tedarik zincirinin uygulanmasını etkileyen faktörlerin belirlenmesi, bu faktörlerin etkileme ve bağımlılık seviyelerine göre gruplandırılması ve faktörler arasındaki etkileşimlerin analiz edilmesi amaçlanmaktadır. Çalışmada literatür incelemesi ve uzmanlardan alınan geri bildirimler doğrultusunda öncelikle kapalı döngü tedarik zincirini etkileyen faktörler belirlenmiştir. Daha sonraki aşamada bu faktörler, Yorumlayıcı Yapısal Modelleme ve MICMAC temelli bir yaklaşım kullanılarak analiz edilmiştir. Yorumlayıcı Yapısal modelleme metodolojisi ile faktörler arasındaki karşılıklı ilişkiler tespit edilmiş ve MICMAC analizi kullanılarak ise listelenen faktörlerin kapalı döngü tedarik zinciri açısından önemi etkileme ve bağımlılık seviyelerine göre ortaya konulmuştur.*

**Anahtar Kelimeler:** Kapalı Döngü Tedarik Zinciri Yönetimi, Yorumlayıcı Yapısal Modelleme, MICMAC Yöntemi.

**JEL Kodları:** L20, M11.

**Başvuru:** 21.07.2022

**Kabul:**09.09.2022

\* Bu çalışma 04-05 Temmuz 2022 tarihleri arasında düzenlenen Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi II. Uluslararası Sosyal Bilimler Konferansı'nda sunulmuştur.

<sup>1</sup> Dr.Öğr. Üyesi, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İşletme Bölümü, Bolu, Türkiye, sibelyildiz@ibu.edu.tr, ORCID No: 0000-0003-4942-1415.

## ANALYSIS OF FACTORS THAT AFFECT CLOSED-LOOP SUPPLY CHAIN PRACTICES USING THE INTERPRETIVE STRUCTURAL MODELING AND MICMAC METHODS<sup>2</sup>

### **Abstract**

*In recent years, constantly increasing importance has been paid to environmental management due to the exhaustion of natural resources day by day, as well as increases in waste amounts and raw material costs. In dealing with these problems, product recovery practices such as recycling and reuse have become popular. This situation has led firms to resort to closed-loop supply chain practices. The term closed-loop supply chain refers to the design, operation, and integration of a system that will provide the maximum value from returning products of different types and quantities. In a sense, a closed-loop supply chain involves the integration of both forward and reverse supply chains. Therefore, there are multiple factors that affect the success of this concept. To understand a closed-loop supply chain better and implement it successfully, it is highly important to reveal the relationships among these factors. In this study, it is aimed to identify factors that affect the implementation of a closed-loop supply chain, group these factors based on their driving and dependence power, and analyze the interactions between these factors. In the study, in line with the review of relevant literature and feedback from experts, first, factors that affect a closed-loop supply chain are determined. Then, these factors are analyzed using an approach based on and MICMAC. The reciprocal relationships of the factors with each other are determined using the Interpretive Structural Modeling, and using MICMAC analyses, the importance of the factors for the closed-loop supply chain is revealed based on their driving and dependence power.*

**Keywords:** *Closed-Loop Supply Chain Management, Interpretive Structural Modeling, MICMAC Method.*

**JEL Codes:** *L20, M11.*

“Bu çalışma Araştırma ve Yayın Etiğine uygun olarak hazırlanmıştır.”

### **1. GİRİŞ**

Atık miktarının artması, hammadde kaynaklarının her geçen gün azalması ve sürdürülebilirlik kavramının önem kazanmasıyla birlikte kapalı döngü tedarik zinciri kavramı, işletmelerin gündemine yerleşmeye başlamıştır. Kapalı döngü tedarik zinciri (KDTZ), zaman içerisinde farklı cins ve miktarlarda geri dönen ürünlerden maksimum değer elde edilmesini sağlayacak sistemin tasarımını, işletimini ve kontrolünü ifade etmektedir (Guide ve Wassenhove, 2009: 10). Birçok endüstride üreticiler, tedarik zincirlerinin içerisine tersine lojistik faaliyetlerini de entegreye

---

<sup>2</sup> The Extended English Summary is located the end of the Article

etmeye çalışarak, iade edilen ürünlerden ekonomik değer kazanmanın ve atık maliyetlerini düşürmenin verimli yollarını aramaktadırlar. Bu nedenler düşünüldüğünde, kullanılmış olan ürünlerin tüketicilerden toplanması ve kalitesi yeterli olanların sisteme dâhil edilerek yeniden kullanılabilmesi büyük önem arz etmektedir. Kullanılmayan, ömrünü tamamlayan ya da tüketici memnuniyetsizliğinden dolayı istenmeyen ürün ve malzemelerin büyük bir kısmı hâlâ bir değere sahiptir. Bu malzemeler, atık konumunda olsalar da yenileme, geri dönüşüm, yeniden kullanım ve yeniden üretim gibi işlemlerle kullanılabilir hale gelebilirler. Atıkların bu şekilde geri kazanımı hem hâlâ ekonomik bir değer taşıyan varlıkların ekonomiye tekrar bir girdi olarak dönmelerini sağlayarak üretim maliyetlerinde hem de atık miktarlarının düşürülmesi yoluyla atıkların bertaraf edilmesi maliyetlerinde ciddi tasarrufların elde edilmesine yola açacaktır. Kısacası KDTZ'nin; enerji ve malzeme kullanımının azaltılması, atık bertaraf maliyetlerinin düşürülmesi ve yeşil imajın geliştirilmesi gibi birçok konuda işletmelere yararı dokunmaktadır. Bu nedenle işletmeler, rakiplerine göre kendilerini farklılaştırmak, maliyetlerini düşürmek ve iade edilen ürünlerin potansiyelinden daha fazla yararlanmak için ileri tedarik zinciri akışına tersine tedarik zincirini dâhil etmeye çalışmaktadırlar (Bhatia vd., 2020).

İşletmeler, KDTZ uygulamaları ile sürdürülebilir kalkınmaya yardımcı olmaktadır ve aynı zamanda da rekabet avantajı elde edebilmektedirler (Bhatia vd., 2020:1). KDTZ büyük bir potansiyele sahip olsa da uygulamada birtakım problemlerle karşılaşıldığı görülmektedir. KDTZ hem ileri hem de tersine tedarik zincirini bünyesinde barındırdığı için (Bhatia vd., 2020:1) bu kavramları etkileyen faktörler aynı zamanda KDTZ'nin başarısını da etkilemektedir. Bu durum, KDTZ'yi etkileyebilecek işletme içi ve işletme dışı birçok faktörün olduğunu göstermektedir. Örneğin yasalar, artan atık miktarı nedeniyle işletmeleri daha sürdürülebilir uygulamalara zorlamaktadırlar. Elektrikli ve Elektronik Ekipman Atıkları Avrupa Direktifi, işletmelerin uygun bir imha ve geri kazanım için kullanım ömrü sonu ürünlerini uygun şekilde yönetmesi gerektiğini belirtmektedir (Bhatia vd., 2020: 2). Yasal baskılar dışında işletmeler, müşterilerinin çevre konusundaki kaygılarını gidermek için de geri kazanım uygulamalarına ağırlık vermeye çalışmaktadırlar. Başka bir taraftan ise işletmenin yeterli kalifiye personele sahip olması, alt yapısının bulunması, bilgi teknolojilerinin varlığı ve yönetimin KDTZ uygulamalarını desteklemesi gibi daha birçok faktör de KDTZ uygulamalarını etkileyebilmektedir. Başarılı bir KDTZ tasarlanabilmesi için KDTZ'yi etkileyen faktörlerin ortaya çıkartılarak detaylı bir şekilde incelenmesi gerekmektedir. Buradan yola çıkan bu çalışmanın amacı:

- KDTZ uygulamalarını etkileyen temel faktörleri belirlemek
- Tespit edilen faktörler arasındaki bağlamsal ilişkileri incelemek ve bunların hiyerarşik seviyelerini ortaya çıkarmak
- Bu faktörlerin dinamiklerini anlamak için yorumlayıcı bir yapısal model geliştirmek

- Sistemin yapısal analizi için faktörleri etkileme ve bağımlılık güçlerine göre çeşitli kategorilere ayırmaktır.

Bu bahsedilen amaçları gerçekleştirmek için Yorumlayıcı Yapısal Modelleme (ISM) ve MICMAC (Cross Impact Matrix Multiplication Applied to Classification) yöntemleri kullanılmıştır. Öncelikle KDTZ'yi etkileyen kilit faktörler, literatür taraması ve uzmanların görüşlerinden faydalanılarak belirlenmiştir. Daha sonra ISM yöntemi kullanılarak faktörler arasındaki ilişkilerin yapısal hiyerarşisi sunulmuştur. En son aşamada ise MICMAC analizi yapılarak faktörlerin etki ve bağımlılık değerleri doğrultusunda sistemi yönlendiren en yüksek güce sahip değişken ya da değişkenler ortaya çıkartılmıştır. Sonuç olarak geliştirilecek model sonrasında KDTZ'yi etkileyen faktörler arasındaki hiyerarşik ilişkiler tespit edilebilecek ve hangi faktörlerin öncelikle ele alınması gerektiği ve hangi faktörlerin diğer faktörler sonucunda ortaya çıktığı görülerek bir yol haritası oluşturulabilecektir. Türkiye bağlamında kapalı döngü tedarik zinciriyle ilgili çeşitli çalışmalar bulunmakla birlikte KDTZ'yi etkileyen faktörlerin karşılıklı etkileşimlerinin araştırıldığı çalışmalara rastlanmamış olması, bu araştırmanın literatüre katkısını ve özgün değerini göstermektedir.

### 1.1. Kapalı Döngü Tedarik Zinciri

İmalat ve yeniden imalat/yenileme/tamir/geri dönüşüm işlemlerinin çeşitli kombinasyonlarını kullanan sistemlere KDTZ adı verilmektedir. Bu tür sistemler, ürünün yeniden kullanılması ya da kullanılabilir modüllerinin/bileşenlerinin kurtarılması yoluyla kullanılmış ürünlerden değerini geri kazanılmasına odaklanmaktadır (Bhatia ve Srivastava, 2019: 7344). KDTZ uygulamalarında işletmelerin tersine tedarik zinciri operasyonlarını ileri tedarik zinciriyle bütünleştirmeleri gerekmektedir (Jindal ve Sangwan 2014: 4156). İleri tedarik zinciri yönetimi, ürünlerin üretimini ve bu ürünlerin tedarik zinciri içerisindeki hareketini içermektedir. Bu hareket, tedarikçi ile başlamakta ve üretici ile son bulmaktadır (Şengül, 2009: 127). Tersine tedarik zinciri ise son kullanıcıdan ürünlerin toplanarak en uygun geri kazanım (tamir, yeniden üretim, geri dönüşüm gibi) seçeneğinin ya da bertaraf yöntemlerinin seçilmesini ve bu yöntemlerin uygulanmasını kapsamaktadır (Govindan vd., 2015: 603). Tersine tedarik zinciri operasyonları KDTZ'nin özü olarak kabul edilmektedir (Kazemi vd., 2018: 4945). İleri ve tersine tedarik zincirinin birleşimini içeren KDTZ'de işletmeler, tedarikçilerinden yeni parçalar almakta ve bu parçaları kullanılmış ürünlerden elde edilen parçalar/modüller ile birleştirip yeniden üretim operasyonlarını yürütmektedirler (Jindal ve Sangwan 2014: 4158). Kısacası KDTZ süreci, ürünler tüketiciye satıldıktan sonra son bulmamaktadır. Bir KDTZ'de gerçekleştirilen faaliyetler aşağıda sunulmaktadır (Şengül, 2009: 127).

- Son tüketiciden ürünlerin toplanması
- Ürünlerin kullanıldığı son noktadan düzenleme noktasına aktarılması için tersine lojistik uygulanması
- Ürünlerin durumunu tespit etmek ve yeniden kullanım seçeneklerine karar vermek için birtakım testlerin ve sınıflandırmaların yapılması

- Geri dönüşüm, yeniden üretim, tamir, yeniden kullanım veya imha etme gibi en yüksek ekonomik faydayı sağlaması düşünülen seçeneğin tespit edilmesi
- Yenilenmiş ürünlerin yeniden dağıtımı ve pazarlanması işlemlerinin gerçekleştirilmesi.

## **1.2. Kapalı Döngü Tedarik Zinciri Uygulamalarını Etkileyen Faktörler**

KDTZ'nin başarısında bir dizi faktör etkili olmaktadır. Özellikle son yıllarda çevre konusunda müşteri bilincinin artması, işletmeleri KDTZ'ye yönlendirmektedir. Bununla birlikte atık miktarının çoğalması ve hammadde kaynaklarının azalması gibi sorunlarla karşı karşıya kalan ülkelerde KDTZ'nin uygulanabilmesi için yasalar ve yönetmelikler hayata geçirilmiştir. Örneğin Avrupa Birliği'nde atıkların çevre üzerindeki olumsuz etkisini azaltmayı ve sürdürülebilir üretimi mümkün kılmayı amaçlayan Atık Elektrik ve Elektronik Ekipmanlar Direktifi (2012/19/EU) yürürlüğe konulmuştur (Bhatia vd., 2020:2). Benzer şekilde Türkiye'de de Atık Elektrikli ve Elektronik Eşyaların Kontrol Yönetmeliği, elektrikli ve elektronik eşya üreticilerini "geri dönüşüm ve geri kazanım oranlarının sağlanması ve atıkların azaltılması amacıyla, elektrikli ve elektronik eşyaların tasarımı ve üretimi sırasında, ürünlerin kolayca parçalanmasını, ayrıştırılmasını, yeniden kullanımını, geri dönüşümünü ve geri kazanımını kolaylaştıracak malzeme ve parçaları kullanmakla, çevrenin korunması ve/veya emniyet gereklilikleri açısından önemli bir avantaj teşkil etmediği sürece yeniden kullanımı engelleyecek EEE tasarımlarından veya üretim proseslerinden kaçınmakla" zorunlu kılmaktadır (Resmi Gazete, 2012). Ömrünü Tamamlamış Araçların Kontrolü Hakkındaki Yönetmelik ise işletmeleri, "ömrünü tamamlamış araçların işlenmesini, yeniden kullanımını, geri kazanımını ve geri dönüşümünü belirlenen oranlarda yapmak veya yaptırmakla" sorumlu tutmaktadır (Resmi Gazete, 2009). Son olarak Ambalaj Atıklarının Kontrolü Yönetmeliğine göre işletmeler, "ürünlerin ambalajlanması sırasında tekrar kullanıma uygun ambalajları tercih etmekle ve ürünün kullanımı sonrasında en az atık üretecek, geri dönüşümü ve geri kazanımı en kolay ve en ekonomik ambalajları kullanmakla" yükümlüdürler (Resmi Gazete, 2011). Yaşam sonu ürün yönetimine ilişkin tüm bu yönetmelikler, işletmeleri ürünlerdeki arta kalan değeri geri kazanabilmeleri için strateji geliştirmeye zorlamaktadırlar.

Yasal zorunluluklar ve müşteri baskıları dışında KDTZ'yi etkileyebilecek örgüt içi birçok faktör daha bulunmaktadır. Clifford vd. (2009: 91), yöneticilerin KDTZ'nin uygulanması için bir oryantasyon geliştirmeleri gerektiğini belirtmişlerdir. Ayrıca yöneticilerin KDTZ uygulamalarına değer veren tedarik zinciri ortaklarını da belirlemesinin önemine değinmişlerdir. Bir KDTZ'nin başarısı büyük ölçüde kullanılan ürünlerin miktarına bağlı olduğundan, yöneticiler yeterli sayıda kullanılmış ürünün mevcudiyetini sağlamak için uygun adımlar atmalı ve müşterileriyle iş birliği yapmalıdırlar (Bhatia vd., 2020:2). Benzer bir şekilde konuya yaklaşan Jayaraman vd. (1999: 497)'ne göre, dögüsel bir üretim sisteminde operasyonların yürütülmesinin optimal olması için yeterli miktarda kullanılmış ürün bulunmalıdır. Dutta vd. (2016: 605), toplam maliyetleri en aza indirmek için üretim

ile yeniden üretim operasyonlarının entegre edilmesi gerektiğinin altını çizmişlerdir. Jayaraman (2006: 982), işletmelerin yeniden üretilmiş veya yenilenmiş ürünleri satarak kâr elde edebilmeleri için birincil ve ikincil piyasada geri kazanılmış ürünlere talep olması gerektiğini açıklamıştır. Kannan vd. (2010: 657), başarılı bir KDTZ için ürün iade bilgilerinin ileriye dönük tedarik zinciri bilgileriyle bütünleştirilmesine ve paylaşılmasına vurgu yapmışlardır. Bhatia vd. (2020: 2), KDTZ uygulamalarını etkileyen faktörleri 13 başlık altında incelemişlerdir. Bu faktörler; KDTZ uygulamalarının sağladığı ekonomik faydalar, atık oluşumunun azaltılması, yeni iş alanlarının ve fırsatların yaratılması, KDTZ'nin sağladığı çevresel ve sosyal faydalar, yasal düzenlemeler ve devlet desteği, çevre koruma konusunda artan müşteri farkındalığı, üretim ve yeniden üretim operasyonlarının bütünleştirilmesi, liderlik ve yönetim desteği, bilgi teknolojilerinin kullanılması, kalifiye işgücünün varlığı, yeterli miktarda kullanılmış ürünün mevcudiyeti, geri kazanılan ürünler için pazar, tedarikçi ve müşteriler ile iş birliğidir. Son olarak Bhatia ve Srivastava (2019:7347) ise KDTZ uygulamalarının başarısını etkileyen 33 faktör belirlemişlerdir.

Bu çalışmada kullanılan faktörler Tablo 1’de listelenmektedir.

**Tablo 1. Kapalı Döngü Tedarik Zinciri Uygulamalarını Etkileyen Faktörler**

Kod	Faktörler	Kaynak
F1	KDTZ uygulamalarının sağladığı ekonomik faydalar	Bhatia vd. (2020:3); Bhatia ve Srivastava (2019:7347)
F2	Atık oluşumunun azaltılması	Bhatia vd. (2020:3); Mangla vd. (2016:614)
F3	Yeni iş alanlarının ve fırsatların yaratılması	Bhatia vd. (2020:3); Mangla vd. (2016:614)
F4	Yasal düzenlemeler ve devlet desteği	Bhatia vd. (2020:3); Bhatia ve Srivastava (2019:7347); Mangla vd. (2016: 614)
F5	Çevre koruma konusunda artan müşteri bilinci	Bhatia vd. (2020:3); Bhatia ve Srivastava (2019:7347); Mangla vd. (2016: 614)
F6	Üretim, yeniden üretim ve geri dönüşüm operasyonlarının entegrasyonu	Bhatia vd. (2020:3); Bhatia ve Srivastava (2019:7347); Dutta vd. (2016: 605)
F7	KDTZ'nin uygulanabilmesi için liderlik ve yönetim desteği	Bhatia vd. (2020:3); Mangla vd. (2016: 614)
F8	KDTZ uygulamalarını destekleyen bilgi teknolojilerinin kullanılması	Bhatia vd. (2020:3); Bhatia ve Srivastava (2019:7347); Mangla vd. (2016: 614)
F9	Kalifiye işgücünün varlığı	Bhatia vd. (2020:3); Mangla vd. (2016: 614)
F10	Yeterli miktarda kullanılmış ürünün mevcudiyeti	Bhatia vd. (2020:3); Bhatia ve Srivastava (2019:7347)
F11	Geri kazanılan ürünler için pazar	Bhatia vd. (2020:3); Bhatia ve Srivastava (2019:7347)
F12	Tedarikçi ve müşterilerle iş birliği	Bhatia vd. (2020:3); Mangla vd. (2016: 614)

F13	Doğal kaynakların azalması konusunda farkındalık	Bhatia ve Srivastava (2019:7347)
F14	Kısa ürün yaşam döngüleri	Bhatia ve Srivastava (2019:7347)
F15	Hammadde fiyatlarının artması	Bhatia ve Srivastava (2019:7347)
F16	Yeşil imaj	Bhatia ve Srivastava (2019:7347); Mangla vd. (2016: 614)
F17	Ürünü geri kazanmak için gerekli alt yapı	Bhatia ve Srivastava (2019:7347); Mangla vd. (2016: 614)
F18	Etkin bir tersine lojistik ağı (etkin bir ürün iade akışı)	Bhatia ve Srivastava (2019:7347)
F19	Geri kazanım için ürün tasarımı	Bhatia ve Srivastava (2019:7347)
F20	Yeniden üretilmiş ürünler için satış kanalları	Bhatia ve Srivastava (2019:7347)
F21	Ürün iadeleriyle ilgili yeterli bilgi	Bhatia ve Srivastava (2019:7347)

## 2. YÖNTEM

### 2.1. Yorumlayıcı Yapısal Modelleme

ISM yöntemi, ilk başlarda karmaşık sosyo-ekonomik sistemlerle ilgili konuları analiz etmek için kullanılmış olsa da daha sonra tersine lojistik (Ravi ve Shankar, 2005: 1017), yeşil tedarik zinciri yönetimi (Mathiyazhagan vd., 2013: 285; Mangla vd., 2014: 6), döngüsel tedarik zinciri yönetimi (Mangla vd., 2018: 555), sürdürülebilir tedarik zinciri (Luthra vd., 2015: 42), kurumsal kaynak planlaması (Çakırlı vd., 2020: 801) ve akıllı liman dönüşümü (Çalışkan, 2020: 312) gibi birçok farklı alanda uygulanmıştır. Bu durum, ISM tekniğinin bağlamsal etkileşimleri ortaya çıkartabilmesi konusunda literatürde kabul gördüğünü göstermektedir.

ISM, karmaşık bir sistemi önce birkaç öğeye bölmekte ve daha sonra çok katmanlı hiyerarşik bir model kurarak problemi açıklığa kavuşturmaktadır. ISM, bu çok katmanlı hiyerarşik yapı modeli aracılığıyla çeşitli faktörler arasındaki ilişkiyi ve mantıksal hiyerarşiyi açıklamaktadır (Liang vd., 2022:4). Kısacası ISM bir değişkenin diğer değişkenler üzerindeki etkisini analiz etmek için kullanılan bir modelleme tekniğidir. ISM süreci, net olmayan ve zayıf ifade edilmiş bir modeli, faydalı ve iyi tanımlanmış bir modele dönüştürmektedir. Bu yöntemin avantajları şunlardır (Raut vd., 2017: 36):

- Karmaşık bir sistemin basitleştirilmiş bir şekilde sunulmasına yardımcı olmak
- Belirli bir konunun/problemin yorumlanmasını sağlamak
- Bir sistem içindeki yapının tanımlanmasını kolaylaştırmak.

ISM yaklaşımında yer alan adımlar aşağıda verilmektedir (Raut vd., 2017: 36).

**Adım 1: Sistemde kullanılan faktörlerin belirlenmesi.** ISM için ilk adım araştırmada kullanılacak öğelerin belirlenmesidir. Bu makale bağlamında KDTZ'yi etkileyen faktörler literatür ve alan uzmanları yardımıyla (üç akademisyen ve bir yönetici) belirlenmiştir. Çalışmada, Tablo 1'de listelenen 21 faktör kullanılmıştır.

**Adım 2: Adım 1'de tanımlanan faktörler arasında bağlamsal ilişki kurulması.** Faktörleri ilişkilendiren modeli geliştirmek için faktörler arasındaki bağlamsal ilişkiyi belirtmek gerekmektedir. Bunun için uzman girdilerine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu çalışmada oluşturulan anket farklı sektörlerde üst düzey yöneticilik yapan 11 kişiye uygulanmıştır. Katılımcıların çalıştıkları sektörler; gıda, tekstil, kimya, elektrik/elektronik ve otomotivdir.

**Adım 3: Yapısal iç etkileşim matrisinin oluşturulması.** Bu matris, faktörler arasındaki ilişkiyi göstermektedir. Tablo 2'de bu çalışma için oluşturulan yapısal iç etkileşim matrisi görülmektedir. Tablo 2'deki değerlendirmeler katılımcıların çoğunluğunun verdiği yanıtlar temel alınarak oluşturulmuştur.

Tablo 2'de kullanılan semboller (Raut vd., 2017:42):

V: i faktörü j faktörünü etkilemektedir.

A: j faktörü i faktörünü etkilemektedir.

X: i ve j faktörleri birbirlerini karşılıklı olarak etkilemektedir.

O: i ve j faktörleri arasında bir ilişki yoktur.

**Tablo 2. Yapısal İç Etkileşim Matrisi**

	F21	F20	F19	F18	F17	F16	F15	F14	F13	F12	F11	F10	F9	F8	F7	F6	F5	F4	F3	F2
F1	A	A	A	A	A	O	O	O	O	A	A	O	A	O	A	A	A	A	O	A
F2	A	O	A	A	A	V	O	O	A	A	O	A	A	A	A	A	A	A	O	
F3	A	A	A	A	A	O	O	O	O	A	A	A	A	O	A	O	A	A		
F4	O	O	V	V	V	O	O	O	V	O	O	V	O	O	V	V	V			
F5	O	O	V	V	V	O	O	O	V	V	V	V	O	O	V	V				
F6	A	O	A	O	A	O	O	O	A	A	O	O	A	A	A					
F7	O	O	V	O	V	O	O	O	V	O	O	O	X	V						
F8	V	O	O	V	V	O	O	O	O	V	O	O	V							
F9	V	O	V	V	V	O	O	O	O	O	O	O								
F10	O	O	A	O	V	O	O	O	O	A	O									
F11	O	V	V	V	V	O	O	O	O	X										
F12	V	V	O	V	V	O	O	O	O											
F13	O	O	V	V	V	V	O	O												
F14	O	O	V	O	O	O	V													
F15	O	V	V	V	O	O														
F16	O	O	A	A	O															
F17	A	O	V	V																
F18	A	O	O																	





ilişkilidir (Raut vd., 2017: 37). Tablo 4'te araştırmada elde edilen nihai erişilebilirlik matrisi görülmektedir.

**Tablo 4. Nihai Erişilebilirlik Matrisi**

	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12	F13	F14	F15	F16	F17	F18	F19	F20	F21	Etkileme seviyesi	
F1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
F2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	3
F3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
F4	1	1	1	1	1	1	1	1*	1*	1	1*	1*	1	0	0	1*	1	1	1	0	0	0	17
F5	1	1	1	0	1	1	1	1*	1*	1	1	1	1	0	0	1*	1	1	1	1*	1	1	18
F6	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1*	0	0	0	0	0	0	4
F7	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1*	0	1*	1	0	0	1*	1	1*	1	0	1*	1	15
F8	1*	1	1*	0	0	1	1*	1	1	1*	1*	1	0	0	0	1*	1	1	1*	1*	1	1	16
F9	1	1	1	0	0	1	1	1*	1	1*	0	0	1*	0	0	1*	1	1	1	0	1	1	14
F10	1*	1*	1	0	0	1*	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1*	1*	0	0	0	8
F11	1	1*	1	0	0	1*	0	0	0	1*	1	1	0	0	0	1*	1	1	1	1	1*	1	13
F12	1	1	1	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1*	1	1	1*	1	1	1	13
F13	1*	1	1*	0	0	1	0	0	0	1*	0	0	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	10
F14	1*	1*	1*	0	0	1*	0	0	0	1*	0	0	0	1	1	1*	0	1*	1	1*	0	0	11
F15	1*	1*	1*	0	0	1*	0	0	0	1*	0	0	0	0	1	1*	0	1	1	1	1	0	10
F16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
F17	1	1	1	0	0	1	0	0	0	1*	0	0	0	0	0	1*	1	1	1	0	0	0	9
F18	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	5
F19	1	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1*	0	1	0	0	0	8
F20	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	3
F21	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1*	1	1	1*	0	1	0	9
Bağımlılık seviyesi	19	17	17	1	2	15	5	5	5	13	5	6	5	1	2	17	12	14	14	7	7		

\*Geçişlilik kuralı sonrasında değiştirilen değerler

**Adım 5:** Bu adımda 4. adımda elde edilen nihai erişilebilirlik matrisi farklı seviyelere bölünmektedir. Bunun için nihai erişilebilirlik matrisinden erişilebilirlik kümesi, öncül küme ve kesişim kümesi hesaplanmaktadır. Erişilebilirlik kümesi, bir faktörün kendisi ve etkilediği diğer faktörlerden oluşmaktadır. Öncül küme, faktörün kendisi ve etkilendiği diğer faktörlerden meydana gelmektedir. Kesişim kümesi ise bu iki kümede yer alan ortak faktörlerden oluşmaktadır. Erişilebilirlik kümesi ile kesişim kümelerinin aynı olduğu faktörler ISM hiyerarşisinin en üst seviyesine (1. seviye) yerleştirilmektedir. 1. seviyede bulunan faktörler kendi seviyelerinden başka bir faktörü etkilememektedirler. Bu faktörler yerleştirildikten sonra süreçten çıkartılmakta ve bir sonraki seviyenin faktör/faktörleri aynı prosedür tekrarlanarak

bulunmaktadır. Bu süreç tüm faktörlerin seviyesi belirlenene kadar devam etmekte ve sonunda bu seviyeler nihai modelin oluşturulmasına yardımcı olmaktadır (Raut vd., 2017: 42). Tablo 5'te her bir faktörün erişebilirlik kümesi, öncül kümesi, kesişim kümesi ve seviyesi görülmektedir. KDTZ'yi etkileyen 21 faktör 9 seviyeye ayrılmıştır. Tanımlanan seviyeler nihai ISM modelinin oluşturulmasına katkıda bulunmuştur.

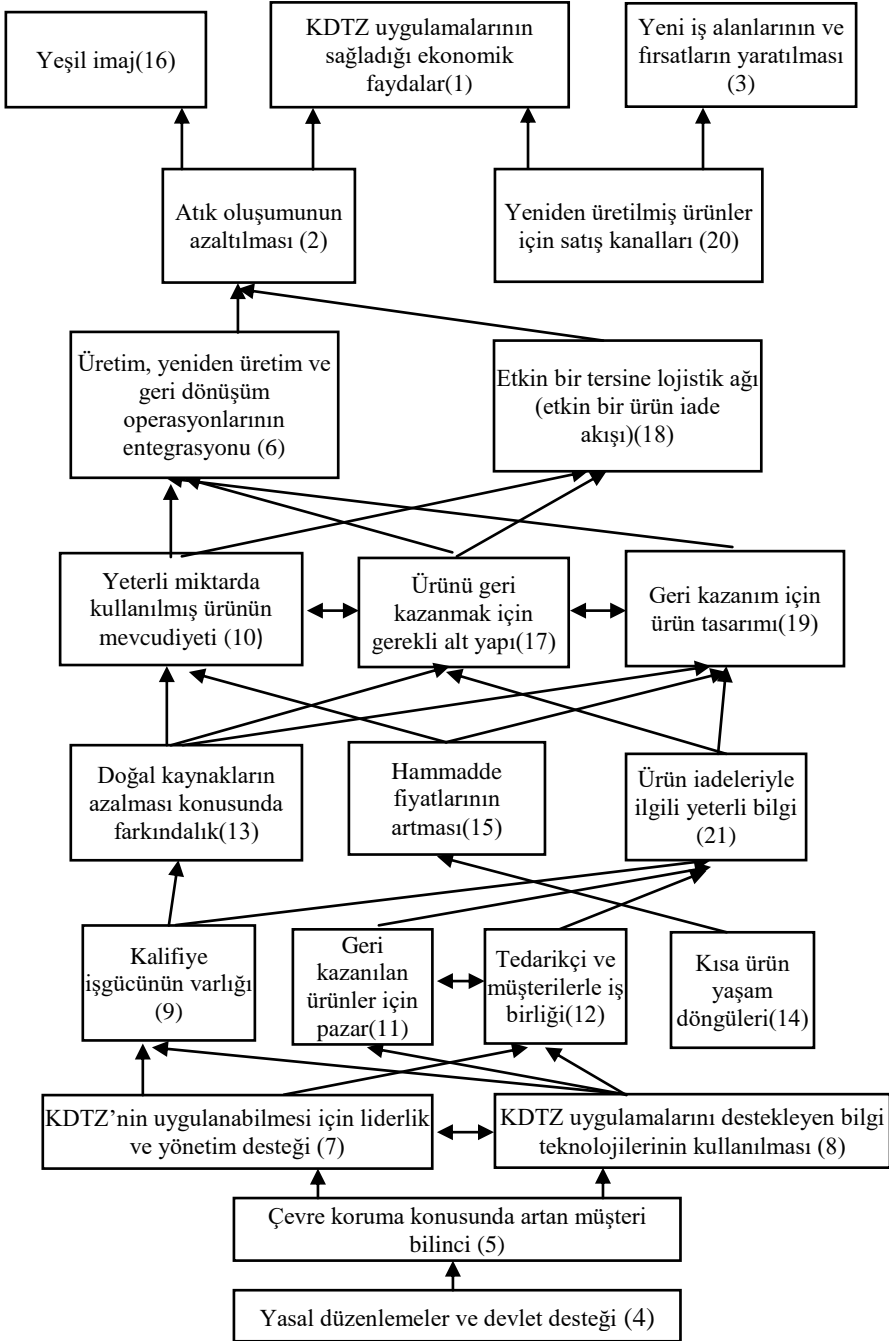
**Tablo 5. Erişebilirlik Matrisinin Farklı Seviyelere Ayrılması**

		Erişebilirlik Kümesi (seti)	Öncül küme	Kesişim kümesi	Seviye
1	KDTZ uygulamalarının sağladığı ekonomik faydalar	1	1-2-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13-14-15-17-18-19-20-21	1	1. seviye
2	Atık oluşumunun azaltılması	1-2-16	2-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13-14-15-17-18-19-21	2	2.Seviye
3	Yeni iş alanlarının ve fırsatların yaratılması	3	3-4-5-7-8-9-10-11-12-13-14-15-17-18-19-20-21	3	1.seviye
4	Yasal düzenlemeler ve devlet desteği	1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13-16-17-18-19	4	4	9.seviye
5	Çevre koruma konusunda artan müşteri bilinci	1-2-3-5-6-7-8-9-10-11-12-13-16-17-18-19-20-21	4-5	5	8.seviye
6	Üretim, yeniden üretim ve geri dönüşüm operasyonlarının entegrasyonu	1-2-6-16	4-5-6-7-8-9-10-11-12-13-14-15-17-19-21	6	3.seviye
7	KDTZ'nin uygulanabilmesi için liderlik ve yönetim desteği	1-2-3-6-7-8-9-10-12-13-16-17-18-19-21	4-5-7-8-9	7-8-9	7.seviye
8	KDTZ uygulamalarını destekleyen bilgi teknolojilerinin kullanılması	1-2-3-6-7-8-9-10-11-12-16-17-18 -19-20-21	4-5-7-8-9	7-8-9	7.seviye
9	Kalifiye işgücünün varlığı	1-2-3-6-7-8-9-10-13-16-17-18-19-21	4-5-7-8-9	7-8-9	6.seviye
10	Yeterli miktarda kullanılmış ürünün mevcudiyeti	1-2-3-6-10-17-18-19	4-5-7-8-9-10-11-12-13-14-15-17-19	10-17-19	4.seviye

11	Geri kazanılan ürünler için pazar	1-2-3-6-10-11-12-16-17-18-19-20-21	4-5-8-11-12	11-12	6.seviye
12	Tedarikçi ve müşterilerle iş birliği	1-2-3-6-10-11-12-16-17-18-19-20-21	4-5-7-8-11-12	11-12	6.seviye
13	Doğal kaynakların azalması konusunda farkındalık	1-2-3-6-10-13-16-17-18-19	4-5-7-9-13	13	5.seviye
14	Kısa ürün yaşam döngüleri	1-2-3-6-10-14-15-16-18-19-20	14	14	6.seviye
15	Hammadde fiyatlarının artması	1-2-3-6-10-15-16-18-19-20	14-15	15	5.seviye
16	Yeşil imaj	16	2-4-5-6-7-8-9-11-12-13-14-15-16-17-18-19-21	16	1. seviye
17	Ürünü geri kazanmak için gerekli alt yapı	1-2-3-6-10-16-17-18-19	4-5-7-8-9-10-11-12-13-17-19-21	10-17-19	4.seviye
18	Etkin bir tersine lojistik ağı (etkin bir ürün iade akışı)	1-2-3-16-18	4-5-7-8-9-10-11-12-13-14-15-17-18-21	18	3. seviye
19	Geri kazanım için ürün tasarımı	1-2-3-6-10-16-17-19	4-5-7-8-9-10-11-12-13-14-15-17-19-21	10-17-19	4.seviye
20	Yeniden üretilmiş ürünler için satış kanalları	1-3-20	5-8-11-12-14-15-20	20	2. seviye
21	Ürün iadeleriyle ilgili yeterli bilgi	1-2-3-6-16-17-18-19-21	5-7-8-9-11-12-21	21	5.seviye

**Adım 6:** Son adımda ise Tablo 5'teki seviyelendirmelere göre yorumlayıcı yapısal model geliştirilmektedir (Şekil 1). Yapısal model geliştirilirken nihai erişilebilirlik matrisinden yararlanılmıştır. ISM modelinde belirli bir seviyeye yerleştirilen bir faktör, kendi üzerinde bulunan faktör/faktörlerin gerçekleştirilmesine yardımcı olmaktadır. Örneğin; yasal düzenlemeler ve devlet desteği, çevre koruma konusunda müşteri bilincinin artmasını sağlamaktadır. Artan müşteri bilinci ise KDTZ uygulamalarıyla ilgili yönetim desteğinin çoğalmasına ve bilgi teknolojilerinin kullanılmasının gelişmesine öncülük etmektedir.

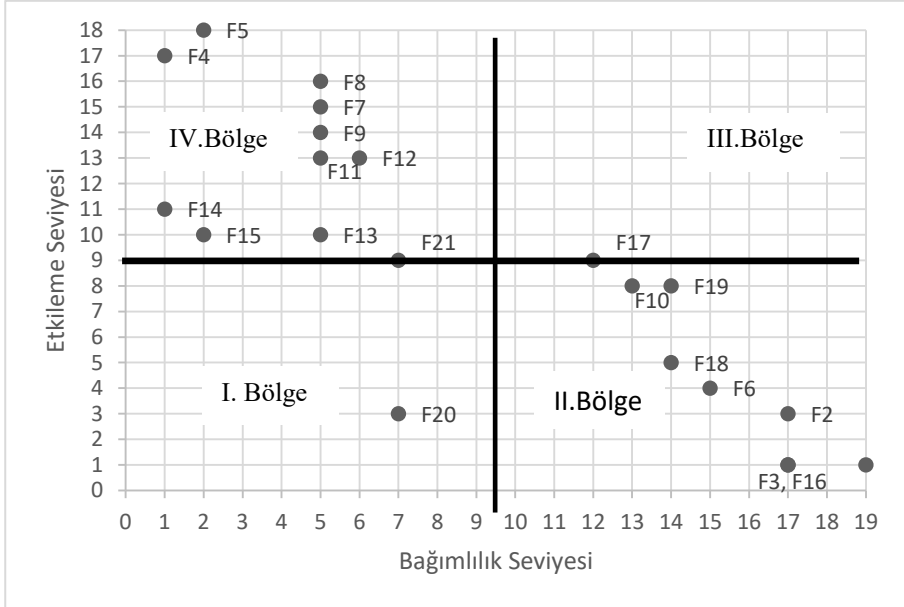
Şekil 1. Kapalı Döngü Tedarik Zincirini Etkileyen Faktörlere İlişkin Yorumlayıcı Yapısal Modelleme



## 2.2. MICMAC Analiz

ISM analizi ile KDTZ'yi etkileyen faktörler arasındaki etkileşimler ortaya çıkartılmakta ve MICMAC analizi ile de faktörlerin önemi, etkileme ve bağımlılık seviyelerine göre belirlenmektedir. MICMAC analizi ile sistemi yönlendiren en yüksek güce sahip değişken ya da değişkenler ortaya çıkartılabilir. MICMAC analizi, nihai erişilebilirlik matrisinden yola çıkılarak ve her bir faktörün etkileme (sürüş) ve bağımlılık güçleri temel alınarak yapılmaktadır. Araştırmada kullanılan her bir faktörün etkileme ve bağımlılık seviyeleri Şekil 2'de verilmiştir. Etkileme seviyesi, ilgili faktörün diğer faktörleri etkileme sayısını ifade ederken, bağımlılık seviyesi, ilgili faktörün diğer faktörlerden etkilenme sayısını göstermektedir. Faktörler etkileme ve bağımlılık güçlerine göre Şekil 2'de görülen dört farklı kategoriye ayrılmaktadır (Mangla vd., 2018: 559).

Şekil 2. MICMAC Analizi Etki-Bağımlılık Grafiği



**I. Bölge:** Nötr Değişkenler, düşük etkileme ve düşük bağımlılık seviyesine sahip değişkenlere karşılık gelmektedir. Bu değişkenler, sistemin geleceğini çok fazla etkilememektedir ve sistemden göreceli olarak kopuklardır (Mangla vd., 2018: 559).

**II. Bölge:** Bağımlı Değişkenler, düşük etkileme seviyesine sahip olmakla birlikte yüksek bağımlılık seviyesinde durmaktadırlar. Bu değişkenler, üçüncü ve dördüncü bölgelerde yer alan değişkenlerden etkilenmektedirler. Sistemdeki etkileşimlerin ve ilişkilerin sonuçlarını yansıtmaktadırlar (Mangla vd., 2018: 559).

**III. Bölge:** Bağlantılı faktörler hem yüksek bağımlılık seviyesine hem de yüksek etkilene seviyesine sahiptirler. Bu bölgede bulunan değişkenler üzerindeki herhangi bir değişiklik diğer değişkenleri de etkileyecektir. Diğer değişkenlerde meydana gelen değişiklikler ise bu değişkenlerin etkilerini artıracak veya azaltacaktır (Mangla vd., 2018: 559).

**IV. Bölge:** Bağımsız değişkenler (etkileyen değişken), yüksek etki ve düşük bağımlılık seviyesinde bulunmaktadır. Bu değişkenler, sistemin geri kalanını etkiledikleri için önemli faktörler olarak görülmektedirler (Mangla vd., 2018: 559).

### **3. BULGULAR**

ISM analizine göre KDTZ'yi etkileyen 21 faktör 9 seviyeye ayrılmıştır. 1.seviye, “yeşil imaj, KDTZ uygulamalarının sağladığı ekonomik faydalar” ve yeni iş alanlarının ve fırsatların yaratılması”; 2. seviye, “atık oluşumunun azaltılması” ve yeniden üretilmiş ürünler için satış kanalları”; 3. Seviye “üretim, yeniden üretim ve geri dönüşüm operasyonlarının entegrasyonu” ve “etkin bir tersine lojistik ağı”; 4. seviye, “yeterli miktarda kullanılmış ürünün mevcudiyeti”, “ürünü geri kazanmak için gerekli alt yapı” ve “geri kazanım için ürün tasarımı”; 5. seviye “doğal kaynakların azalması konusunda farkındalık”, “ürün iadeleriyle ilgili yeterli bilgi” ve “hammadde fiyatlarının artması”; 6. seviye, “kalifiye işgücünün varlığı”, “geri kazanılan ürünler için pazar”, “tedarikçi ve müşterilerle iş birliği” ve “kısa ürün yaşam döngüleri”; 7. seviye “KDTZ'nin uygulanabilmesi için liderlik ve yönetim desteği” ve “KDTZ uygulamalarını destekleyen bilgi teknolojilerinin kullanılması”; 8. seviye “çevre koruma konusunda artan müşteri bilinci” ve son olarak 9. seviye “yasal düzenlemeler ve devlet desteği” faktörlerinden oluşmaktadır.

### **4. TARTIŞMA**

ISM modelinin (Şekil 1) en üst seviyesinde “yeşil imaj”, “KDTZ uygulamalarının sağladığı ekonomik faydalar” ve “yeni iş alanlarının ve fırsatların yaratılması” faktörleri yer almaktadır. Bu değişkenler hiyerarşik olarak daha alt seviyelerde yer alan değişkenlerden etkilenmektedirler. Yani işletmeler yeşil imaja, yeni iş fırsatlarına ve KDTZ'nin sağladığı ekonomik faydalara sahip olmak istiyorlarsa öncelikle hiyerarşinin altında kalan faktörleri iyileştirmeleri gerekmektedir. Hiyerarşik yapının temelinde (9. seviyede) ise yasal düzenlemeler ve devlet desteği yer almaktadır. Bu sonuç, KDTZ'yi etkileyen en önemli faktörün yasal düzenlemeler ve devlet desteği olduğunu göstermektedir. Bu faktör, dışsal bir faktör olsa da diğer faktörler üzerinde doğrudan ya da dolaylı olarak bir etkiye sahiptir. Bhatia vd. (2020: 6), kapalı döngü tedarik zinciri için; Mangla vd. (2018: 562), döngüsel ekonomi için; Luthra vd. (2015: 45), yeşil/sürdürülebilir uygulamalar için ve Raut vd. (2017: 41) ise sürdürülebilir tedarik zinciri için yasal düzenlemeler ve devlet desteğinin çok önemli olduğunu vurgulamışlardır. Yasal düzenlemeler, işletmelerin ürettikleri ürünleri geri almaları ve yeniden kullanmaları konusunda baskı uygulayarak işletmeleri KDTZ uygulamalarına yönlendirebilir. İyi

oluşturulmuş çevresel düzenlemelerin bir engel olarak algılanmalarından ziyade çevresel etkileri azaltmak ve maliyetleri düşürmek için motive edici bir fırsat olarak görülmesi gerekmektedir. Çünkü bu tür düzenlemelerin amacı, çevreyi ve kaynakları korumak ve atıkların azaltılmasını sağlamaktır. Fakat KDTZ uygulamaları özellikle başlangıç aşamasında işletmeler için masraflı olabilmektedir. İşletmelerin masraflarını azaltılabilmeleri için devlet tarafından yeni yasal düzenlemeler oluşturulmalıdır. Bu yasal düzenlemeler, işletmelerin KDTZ modellerini başarılı bir şekilde uygulamalarına yardımcı olabilecektir. Ayrıca KDTZ'yi uygulayan yeşil işletmeler için bazı teşvikler de sunulabilir.

Modelin sekizinci seviyesinde çevre koruma konusunda artan müşteri bilinci yer almaktadır. Bu bulgu, müşteri taleplerini geri kazanım operasyonlarının uygulanmasında önemli bir itici güç olarak bulan diğer çalışmaların sonuçlarıyla tutarlılık göstermektedir (Alvarez-Gil vd., 2007: 470; Kapetanopoulou ve Tagaras, 2011: 158; Rahman ve Subramanian, 2012: 245; Bhatia vd., 2020: 6). Günümüzde müşteri taleplerini göz ardı eden bir işletmenin hayatta kalması mümkün gözükmemektedir. Artan çevre bilinciyle birlikte yeşil ürünlere yönelik talebin de artması sonucunda işletmeler yeni duruma ayak uydurabilmek için örgütsel yapılarını şekillendirmektedirler. Sonuç olarak bu faktörün, yedinci seviyede yer alan “KDTZ'nin uygulanabilmesi için liderlik ve yönetim desteği” ve “KDTZ uygulamalarını destekleyen bilgi teknolojilerinin kullanılması” faktörlerini etkilediği görülmektedir. İşletmelerin KDTZ uygulamalarını desteklemek için uygun bilgi teknolojilerini kullanmaları gerekmektedir. Ürün iadelerinin takip edilmesi, incelenmesi ve tekrar müşterilere sunulabilmesi gibi birçok faaliyet için bilgi teknolojilerine ihtiyaç duyulmaktadır (Bhatia vd., 2020: 3). Bilgi teknolojileri ile belirsizlik azaltılabilecek ve işletmeler doğru ve güncel bilgilere sahip olabileceklerdir. Bilgi teknolojileri faktörü; “kalifiye iş gücünün varlığı”, “geri kazanılan ürünler için pazar” ve “tedarikçi ve müşterilerle iş birliği faktörlerinin” sebebi konumundadır ki bu faktörler 6. seviyede yer almaktadırlar. KDTZ uygulamaları emek yoğun olduklarından ve geri dönen her bir ürün için farklı adımlar (örn. tamir, yeniden üretim ya da geri kazanım gibi) gerektiğinden kalifiye iş gücünün mevcudiyeti KDTZ uygulamaları için önem göstermektedir.

Bilgi teknolojilerinin etkilediği kalifiye iş gücünün varlığı, geri kazanılan ürünler için pazar ve tedarikçi ve müşterilerle iş birliği faktörleri, işletmelerin ürün iadeleriyle ilgili yeterli bilgi sahibi olmalarına yardım etmektedir ki bu faktör 5. seviyede yer almaktadır. Ürün iadeleriyle ilgili olarak işletmelerin karşılaştıkları birçok belirsizlik bulunmaktadır. Bunlardan bir tanesi ürün iade oranıdır ki bu durum KDTZ'yi daha karmaşık hale getirmektedir. Ürün iade miktarlarının ve zamanlamasının işletmeye bağlı olmaması ve belirsizlik içermesi işletmenin tahmin, planlama ve stok yönetimini güçleştirmektedir. Belirsizlik sadece ürün iade oranlarında yaşanmamakta aynı zamanda gelen ürünün kalitesinde de görülmektedir (Bhatia vd., 2020: 2). 5. seviyede yer alan bir diğer faktör, hammadde fiyatlarının artmasıdır. Hammadde fiyatlarının artması, kısa ürün yaşam döngülerinden kaynaklanmaktadır. Ürünlerin yaşam döngülerinin kısalmasıyla birlikte eskisine göre daha fazla hammadde tüketilmekte ve bu durum hammadde kaynaklarının



azalmasına ve fiyatlarının artmasına neden olmaktadır. Artan hammadde fiyatları işletmeleri geri kazanıma uygun ürünler tasarlamaya ve yeterli miktarda kullanılmış ürünler elde etmeye yöneltmektedir. Beşinci seviyede bulunan son faktör ise doğal kaynaklar konusundaki farkındalıktır. Bu faktör, yeterli miktarda kullanılmış ürün mevcudiyeti, geri kazanıma uygun alt yapı ve geri kazanım için ürün tasarımı faktörlerinin itici güçlerindedir.

Dördüncü seviyede yer alan “yeterli miktarda kullanılmış ürün mevcudiyeti, ürün geri kazanım için gerekli alt yapı ve geri kazanım için ürün tasarımı” faktörleri hem birbirlerini hem de üçüncü seviyede bulunan faktörleri etkilemektedirler. Üçüncü seviyede bulunan bu faktörler ise işletmelerin atık oluşumunu azaltmalarını sağlamaktadır. İade edilen ürünler eğer uygun bir şekilde ele alınmazsa daha fazla atık oluşturabilir ve çevreye zarar verebilir. Bu yüzden atıkların azaltılabilmesi için etkin bir tersine lojistik ağının oluşturulması ve üretim, yeniden üretim ve geri dönüşüm operasyonlarının entegrasyonu gerekmektedir. Bu şekilde azalan atıklar işletmelerin yeşil imaja sahip olmalarına ve bir takım ekonomik faydalar elde etmelerine olanak vermektedir. Yeniden üretilmiş ürünler için satış kanallarının varlığı ise işletmelere yeni iş alanlarını beraberinde getirecektir.

MICMAC analizine göre ise ulaşılan sonuçlar aşağıda listelenmiştir:

- Şekil 2’ye göre IV. Bölgede yer alan yasal düzenlemeler ve devlet desteği (F4), çevre koruma konusunda artan müşteri bilinci (F5), KDTZ’nin uygulanabilmesi için liderlik ve yönetim desteği (F7), bilgi teknolojilerinin varlığı (F8), kalifiye iş gücünün varlığı (F9), geri kazanılan ürünler için pazar (F11), tedarikçi ve müşterilerle iş birliği (F12), doğal kaynakların azalması konusunda farkındalık (F13), kısa ürün yaşam döngüleri (F14), hammadde fiyatlarının artması (F15), ürün iadeleriyle ilgili yeterli bilgi (F21) değişkenleri, sistemdeki diğer faktörleri etkileme gücüne sahiptirler. Bu değişkenlerin varlığı diğer tüm değişkenleri de tetiklediği için KDTZ kurulurken bu faktörlere öncelik verilmesi gerekmektedir. Bu faktörler ISM tabanlı hiyerarşik modelinin sonunda yer almaktadırlar.
- Araştırma III. Bölgede ürünü geri kazanım için gerekli alt yapı (F17) değişkeni bulunmaktadır. Bu faktör aslında III. Bölge ile II. Bölgenin tam sınırındadır. Bu kategoride karşımıza çıkan faktörler istikrarsızdır ve dolayısıyla çok dikkatli bir analiz gerektirmektedirler. Uygulayıcılar, uygulamanın her aşamasında bu faktörleri sürekli gözlemlemelidirler.
- Yeterli miktarda kullanılmış ürün mevcudiyeti (F10), geri kazanım için ürün tasarımı (F19), etkin bir tersine lojistik ağı (F18), üretim, yeniden üretim ve geri dönüşüm operasyonlarının entegrasyonu (F6), atık oluşumunun azaltılması (F2), yeni iş alanlarının ve fırsatlarının yaratılması (F3), yeşil imaj (F16) ve KDTZ uygulamalarının sağladığı ekonomik faydalar (F1) değişkenleri, bağımlı değişkenlerin olduğu II. Bölgede yer almakta ve bu değişkenler dördüncü bölgede yer alan bağımsız değişkenlerden etkilenmektedirler. Bu değişkenlerin dördüncü ve üçüncü alanda yer alan değişkenlerin bir sonucu olduğu söylenebilir. Kısacası

dördüncü ve üçüncü bölgede yer alan değişkenlerde yapılacak iyileştirmeler/düzenlemeler bu faktörlerin de iyileşmesine imkân tanıyacaktır. Bu değişkenler ISM tabanlı hiyerarşik modelin üst kısımlarında yer alan faktörlerdir.

- Yeniden üretilmiş ürünler için satış kanalları (F20) nötr bölgede bulunmaktadır. Bu bölge, düşük etkileme ve düşük bağımlılık seviyesine sahiptir. Yani bu faktördeki değişimler diğer faktörler üzerinde fazla etki yaratmazken benzer şekilde bu faktör diğer faktörlerden de etkilenmemektedir. Kısacası bu faktör düşük önceliğe sahiptir ve kendi başına KDTZ'yi pek fazla etkilememektedir.

## SONUÇ

Nüfusun hızlı bir şekilde artmasıyla beraber tüketimin de artması kullanılabilir kaynakların hızla tükenmesine neden olmaktadır. Bununla birlikte atık miktarının da sürekli olarak artması ve atıkların çevreye ve insan sağlığına zarar vermesi, kanun koyucuların bu konuda önlem almalarını zorunlu kılmaktadır. Alınan önlemler doğrultusunda hayata geçirilen yasalar, işletmelerin sorumluluklarını artırmaktadır. Artık işletmelerden, üretilmiş oldukları ürünleri son müşterinin kullanımından sonra toplamaları, geri kazanım (tamir, yeniden kullanım, parça alma, geri dönüşüm gibi) uygulamalarına tabi tutmaları ve geri kazanılamayacak olan malzeme ve ürünleri uygun bir şekilde bertaraf etmeleri beklenmektedir. Bu şekilde; atıkların azaltılması, kaynakların daha verimli kullanılması ve sürdürülebilir kalkınmanın sağlanması hedeflenmektedir. Kapalı döngü tedarik zinciri, bu hedeflerin gerçekleştirilmesine yardımcı olabilecek önemli bir kavramdır. Bu kavram, ileri ve tersine tedarik zincirinin bir birleşimi olduğu için işletme içi ve işletme dışı birçok faktörden etkilenmektedir. Bu durum ise kavramın uygulanmasını zorlaştırmaktadır. İşletmelerin KDTZ'yi uygulamaya geçmeden önce onu etkileyen faktörleri ve bu faktörlerin birbirleriyle olan etkileşimlerini derinlemesine analiz etmeleri gerekmektedir. Bu çalışmada, kapalı döngü tedarik zincirinin uygulanmasını etkileyen faktörlerin belirlenmesi, bu faktörlerin etkileme ve bağımlılık seviyelerine göre gruplandırılması ve faktörler arasındaki etkileşimlerin analiz edilmesi amaçlanmaktadır. Çalışmada literatür incelemesi ve uzmanlardan alınan geri bildirimler doğrultusunda öncelikle kapalı döngü tedarik zincirini etkileyen 21 faktör belirlenmiştir. Daha sonraki aşamada bu faktörler, Yorumlayıcı Yapısal Modelleme (ISM) ve MICMAC temelli bir yaklaşım kullanılarak analiz edilmiştir.

KDTZ'yi etkileyen faktörleri anlamak karmaşık bir problemdir. Problemin karmaşıklığı, çok sayıda faktörün varlığından ve faktörler arasındaki etkileşimden kaynaklanmaktadır. Bu yüzden ISM yöntemi kullanılarak, KDTZ'yi etkileyen faktörler arasındaki ilişkiler daha anlaşılır bir şekilde hiyerarşik bir model haline getirilmiştir. Analiz sonucunda KDTZ'yi etkileyen en belirgin faktörlerin “yasal düzenlemeler ve devlet desteği” ve “çevre koruma konusunda artan müşteri bilinci” olduğu ortaya çıkmıştır. Bu faktörler diğer faktörleri en çok etkileme gücüne sahip faktörlerdir. ISM hiyerarşisinin altında kalan bu faktörler, KDTZ'nin uygulanması konusunda işletmeleri zorlayan ve yönlendiren faktörler olarak düşünülebilir.

Literatürde, çevreyle ilgili programların geliştirilmesinde farklı baskı gruplarının önemi vurgulanmaktadır (Alvarez-Gil vd., 2007: 463). Tedarikçiler, müşteriler, yasalar, sivil toplum kuruluşları ve hissedarlar gibi farklı paydaşların gereksinimleri, KDTZ uygulamasının başlatıcıları olarak görülmektedir. Bu faktörler her ne kadar önemli olsa da işletmenin belirli bir eylemde bulunup bulunmayacağı konusunda nihai bir sonuca varmak için yeterli değildir. Çünkü KDTZ uygulamaları sadece yasal düzenlemeler ya da müşteri istekleri gibi dışsal faktörlerden etkilenmemektedir. Araştırma sonuçlarına göre örgütsel faktörlerin de etkili olduğu görülmektedir. Yöneticinin liderliği ve bilgi teknolojilerinin kullanılması KDTZ için önemli faktörler oldukları ortaya çıkmıştır. KDTZ’de ileri tedarik zinciri yönetimine tersine tedarik zinciri operasyonlarının entegre edilmesi zorunluluğu örgütsel değişimi de beraberinde getirmektedir. Dolayısıyla bu aşamada liderlik ve yönetimin desteğine ihtiyaç duyulmaktadır. Ayrıca ileri ve tersine tedarik zincirinin etkili bir şekilde birbirine entegre edilebilmesi için bilgi teknolojileri kullanımı gerekmektedir. KDTZ yönetiminin başarısı için ilgili verilere (geri dönen ürünün miktarı, cinsi, durumu vb.) sahip olabilmek gerekli bir unsurdur. Bu verileri yakalayabilmek için ise bilgi teknolojilerine ihtiyaç bulunmaktadır. Fakat işletmelerin kullandıkları bilgi teknolojileri çoğunlukla ileri lojistiği destekleyecek şekilde tasarlanmıştır. Bu durum gelen ürünlerin takip edilmesini zorlaştırmakta ve kısa dönemli operasyon planlarının yapılmasını bile güçleştirmektedir. Dolayısıyla KDTZ uygulamalarını destekleyen bilgi teknolojilerinin kullanılması KDTZ için önemli bir itici güç olmaktadır.

Hiyerarşinin en tepesinde yer alan faktörler ise KDTZ’nin uygulanması konusunda işletmeleri motive eden faktörlerdir. Bu faktörler diğer faktörlerden etkilenmektedirler. Dolayısıyla işletmelerin bu faktörlere ulaşabilmeleri için öncelikle hiyerarşinin altında kalan faktörlerde iyileştirmelere gitmeleri gerekmektedir. Kısacası bu faktörleri bir sonuç olarak düşünmek mümkündür.

Bu çalışmada KDTZ’yi etkileyebilecek sadece 21 faktör ele alınmıştır. Gelecek araştırmalarda KDTZ’yi etkileyebilecek başka faktörler de ortaya çıkartılabilir. Ayrıca gelecek araştırmalar, yapısal eşitlik analizi veya DEMATEL yöntemini kullanarak KDTZ’yi etkileyen faktörler arasındaki ilişkileri doğrulayabilirler.

## **ANALYSIS OF FACTORS THAT AFFECT CLOSED-LOOP SUPPLY CHAIN PRACTICES USING THE INTERPRETIVE STRUCTURAL MODELING AND MICMAC METHODS**

### **1. INTRODUCTION**

With the increase in the amount of waste, the decrease in raw material resources, and the importance of the concept of sustainability, the concept of a closed-loop supply chain has begun to settle on the agenda of businesses. Closed-loop supply chain (CLSC) refers to the design, operation, and control of the system that will ensure maximum value is obtained from products returned in different types and quantities over time (Guide and Wassenhove, 2009: 10). In many industries,

manufacturers are looking for efficient ways to gain economic value from returned products and reduce waste costs by trying to integrate reverse logistics activities into their supply chains. For these reasons, it is of great importance to collect used products from customers and to include those with sufficient quality in the system and reuse them. Many of the products and materials that are unused, expired, or undesirable due to consumer dissatisfaction still have value. Although these materials are in the waste state, they can become usable through processes such as regeneration, recycling, reuse, and re-manufacturing. Recycling wastes in this way will provide significant savings both in production costs by ensuring that assets with economic value are returned as an input to the economy, and in waste disposal costs by reducing the amount of waste. Although CLSC has great potential, it is seen that some problems are encountered in practice. As CLSC embodies both forward and reverses supply chain (Bhatia et al. 2020: 1), the factors affecting these concepts also affect the success of CLSC. This shows that there are many internal and external factors that can affect the CLSC. In order to design a successful CLSC, it is necessary to reveal and examine in detail the factors affecting CLSC. Departing from here, the purpose of this study:

- To determine the main factors affecting CLSC applications
- To examine the contextual relationships between the identified factors and to decipher their hierarchical levels
- To develop an interpretative structural model to understand the dynamics of these factors
- For the structural analysis of the system, it is necessary to divide the factors into several categories according to the forces of influence and dependence

## **2. METHODS**

In the study, 21 factors that primarily affect the closed-loop supply change were determined in line with the literature examination and the feedback received from experts. In the next step, these factors were analyzed using Interpretive Structural Modeling (ISM) and a MICMAC-based approach. Interrelationships between the factors were determined with the Interpretive Structural Modeling methodology and using MICMAC analysis, the importance of the listed factors in terms of the closed-loop supply chain was revealed according to their level of influence and dependency.

## **3. RESULTS**

According to the ISM analysis, the 21 factors affecting CLSC were divided into 9 levels. 1st level, “green image, economic benefits of CLSC implementations” and creation of new business areas and opportunities”; 2nd Level, “reducing waste generation” and sales channels for remanufactured products”; 3rd Level “integration of production, remanufacturing and recycling operations” and “an efficient reverse

logistics network”; 4th Level is “availability of the adequate amount of used product”, “necessary infrastructure to recover product” and “product design for recovery”; 5th level is “awareness of the depletion of natural resources”, “adequate information about product returns” and “increasing raw material prices”; 6th level, “availability of skilled workforce”, “market for recovered products”, “cooperation with suppliers and customers” and “short product life cycles”; 7th level “Leadership and management support for the implementation of CLSC” and “Use of information technologies to support CLSC implementations”; Level 8 consists of “increased customer awareness of environmental protection” and lastly, level 9 “legislation and government support” factors.

According to the MICMAC analysis, legal regulations and government support (F4), increased customer awareness of environmental protection (F5), leadership and management support for the implementation of CLSC (F7), availability of information technologies (F8), availability of qualified workforce (F9), the market for recovered products (F11), cooperation with suppliers and customers (F12), awareness of the depletion of natural resources (F13), short product life cycles (F14), increased raw material prices (F15), adequate knowledge of product returns (F21) variables have the power to influence other factors in the system. Since the presence of these variables also triggers all other variables, these factors should be given priority when establishing CLSC.

#### **4. DISCUSSION**

At the top level of the ISM model, there are the factors such as “green image”, “economic benefits of CLSC applications” and “creation of new business areas and opportunities”. These variables are affected by the variables at the lower levels hierarchically. In other words, if businesses want to have a green image, new business opportunities, and economic benefits provided by CLSC, they must first improve the factors under the hierarchy. At the base of the hierarchical structure (at the 9th level), there are legal regulations and state support. This result shows that the most important factor affecting CLSC is legal regulations and state support. Although this factor is an external factor, it has a direct or indirect effect on other factors. Legislation can direct businesses to use CLSC practices by putting pressure on businesses to take back and reuse the products they produce.

#### **CONCLUSION**

With the rapid increase in population, the increase in consumption also causes the rapid depletion of usable resources. In addition, the continuous increase in the amount of waste and the harm of waste to the environment and human health make it necessary for lawmakers to take precautions in this regard. The laws implemented in accordance with the measures taken increase the responsibilities of enterprises. It is now expected that enterprises will collect the products they have produced after the use of the end customer, subject them to recovery (repair, reuse, parts retrieval, recycling) applications and dispose of materials and products that cannot be

recovered in an appropriate way. In this way; it is aimed to reduce waste, use resources more efficiently and ensure sustainable development. The closed-loop supply chain is an important concept that can help achieve these goals. However, understanding the factors that affect CLSC is a complex problem. The complexity of the problem is due to the presence of a large number of factors and the interaction between them. Therefore, by using the ISM method, the relationships between the factors affecting the CLSC have been transformed into a hierarchical model in a more understandable way. As a result of the analysis, it was found that the most obvious factors affecting CLSC are “legal regulations and state support” and “increased customer awareness about environmental protection”. These factors are the factors that have the most power to influence other factors. These factors, which are under the ISM hierarchy, can be considered the factors that force and guide the enterprises in the implementation of CLSC. The factors at the top of the hierarchy are the factors that motivate businesses to implement CLSC. These factors are affected by other factors. Therefore, in order for businesses to reach these factors, they must first improve on the factors below the hierarchy. In short, it is possible to consider these factors as a result.

## KAYNAKÇA

- Alvarez-Gil, M.J., Berrone, P., Husillos, F.J. ve Lado, N. (2007). Reverse Logistics, Stakeholders' Influence, Organizational Slack, and Managers' Posture. *Journal of Business Research*, 60 (5), 463-473.
- Bhatia, M.S. ve Srivastava, R.K. (2019). Antecedents of Implementation Success in Closed-Loop Supply Chain: An Empirical Investigation. *International Journal of Production Research*, 57(23), 7344-7360.
- Bhatia, M.S., Jakhar, S.K., Mangla, S.K. ve Gangwani, K.K. (2020). Critical Factors to Environment Management in A Closed Loop Supply. *Journal of Cleaner Production*, 255, 1-9.
- Clifford, D.C., Esper, T. ve Mollenkopf, D. (2009). Leveraging Closed-Loop Orientation and Leadership For Environmental Sustainability. *Supply Chain Management: An International Journal*, 14(2), 87-98.
- Çakırlı, M. Y., Usta, S.K. ve Serdarasan, Ş. (2020). Kurumsal Kaynak Planlama Uygulamalarında Karşılaşılan Engellerin Yapısal Modellemesi ve Analizi. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 26(4), 799-811.
- Çalışkan, A. (2020). Akıllı Liman Dönüşümünde Zorlukların Yorumlayıcı Yapısal Modelleme ile Değerlendirilmesi. *Beykoz Akademi Dergisi*, 8(1), 305-320.
- Dutta, P., Das, D., Schultmann, F. ve Fröhling, M. (2016). Design and Planning of A Closed-Loop Supply Chain With Three Way Recovery and Buy-Back Offer. *Journal of Cleaner Production*, 135, 604-619.
- Govindan, K., Soleimani, H. ve Kannan, D. (2015). Reverse Logistics And Closed-Loop Supply Chain: A Comprehensive Review To Explore The Future. *European Journal of Operational Research*, 240, 603-626.
- Guide, V. D. R. ve Van Wassenhove, L. N. (2009). The Evolution of Closed-Loop Supply Chain Research. *Operations Research*, 57(1), 10-18.
- Jayaraman, V., Guide, Jr., V.D.R. ve Srivastava, R. (1999). A Closed-Loop Logistics Model for Remanufacturing. *Journal of the Operational Research Society*, 50, 497-508.
- Jayaraman, V. (2006). Production Planning for Closed-Loop Supply Chains with Product Recovery and Reuse an Analytical Approach. *International Journal of Production Research*, 44(5), 981-998.
- Jindal, A. ve Sangwan, K.S. (2014). Closed Loop Supply Chain Network Design and Optimisation Using Fuzzy Mixed Integer Linear Programming Model. *International Journal of Production Research*, 52(14), 4156-4173.
- Kannan, G., Sasikumar, P. ve Devika, K. (2010). A Genetic Algorithm Approach For Solving A Closed Loop Supply Chain Model: A Case of Battery Recycling. *Applied Mathematical Modelling*, 34(3), 655-670.
- Kapetanopoulou, P. ve Tagaras, G. (2011). Drivers and Obstacles of Product Recovery Activities in The Greek Industry. *International Journal Operations Production Management*, 31(2), 148-166.
- Kazemi, N., Modak, N.M. ve Govindan, K. (2018). A Review of Reverse Logistics and Closed Loop Supply Chain Management Studies Published in IJPR: A

- Bibliometric and Content Analysis. *International Journal of Production Research*, 57(15-16), 4937-4960.
- Mangla, S., Madaan, J., Sharma, P.R.S. ve Gupta. M.P. (2014). Multi-objective Decision Modelling Using Interpretive Structural Modelling for Green Supply Chains. *International Journal of Logistics Systems and Management*, 17(2), 125-142.
- Mangla, S.K., Govindan, K. ve Luthra, S. (2016). Critical Success Factors For Reverse Logistics in Indian Industries: A Structural Model. *Journal of Cleaner Production*, 129, 608-621.
- Mangla, S.K., Luthra, S., Mishra, N., Singh, A., Rana, N.P., Dora M., & Dwivedi, Y. (2018). Barriers to Effective Circular Supply Chain Management in A Developing Country Context. *Production Planning & Control*, 29(6), 551-569.
- Mathiyazhagan, K., Govindan, K., NoorulHaq, A. ve Geng, Y. (2013). An ISM Approach for the Barrier Analysis in Implementing Green Supply Chain Management. *Journal of Cleaner Production*, 47, 283-297.
- Liang, Y., Wang, H. ve Zhao, X. (2022). Analysis of Factors Affecting Economic Operation of Electric Vehicle Charging Station Based on DEMATEL-ISM. *Computers & Industrial Engineering*, 163, 1-11.
- Luthra, S., Garg, D. ve Haleem. A. (2015). An Analysis of Interactions Among Critical Success Factors to Implement Green Supply Chain Management Towards Sustainability: An Indian Perspective. *Resources Policy*, 46, 37-50.
- Rahman, S. ve Subramanian, N. (2012). Factors For Implementing End-Of-Life Computer Recycling Operations in Reverse Supply Chains. *International Journal Production Economics*, 140(1), 239-248.
- Raut, R.D., Narkhede, B. ve Gardas, B.B. (2017). To Identify the Critical Success Factors of Sustainable Supply Chain Management Practices in The Context of Oil And Gas Industries: ISM Approach. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 68, 33-47.
- Ravi, V. ve Shankar, R. (2005). Analysis of Interactions among the Barriers of Reverse Logistics. *Technological Forecasting and Social Change*, 72(8), 1011-1029.
- Resmi Gazete. (22.05.2012). Atık Elektrikli ve Elektronik Eşyaların Kontrolü Yönetmeliği. Resmi Gazete Sayısı: 28300.
- Resmi Gazete. (30.12.2009). Ömrünü Tamamlamış Araçların Kontrolü Hakkında Yönetmelik, Resmi Gazete Sayısı: 27448.
- Resmi Gazete. (24.08.2011). Ambalaj Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği, Resmi Gazete Sayısı: 28035.
- Şengül, Ü. (2009). Kapalı Döngü Tedarik Zinciri Kavramı, İşleyişi ve İşletme Modelleri. *Kafkas Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 4, 125-139.



<b>KATKI ORANI / CONTRIBUTION RATE</b>	<b>AÇIKLAMA / EXPLANATION</b>	<b>KATKIDA BULUNANLAR / CONTRIBUTORS</b>
Fikir veya Kavram / <i>Idea or Notion</i>	Araştırma hipotezini veya fikrini oluşturmak / <i>Form the research hypothesis or idea</i>	Sibel YILDIZ ÇANKAYA
Tasarım / <i>Design</i>	Yöntemi, ölçeği ve deseni tasarlamak / <i>Designing method, scale and pattern</i>	Sibel YILDIZ ÇANKAYA
Veri Toplama ve İşleme / <i>Data Collecting and Processing</i>	Verileri toplamak, düzenlenmek ve raporlamak / <i>Collecting, organizing and reporting data</i>	Sibel YILDIZ ÇANKAYA
Tartışma ve Yorum / <i>Discussion and Interpretation</i>	Bulguların değerlendirilmesinde ve sonuçlandırılmasında sorumluluk almak / <i>Taking responsibility in evaluating and finalizing the findings</i>	Sibel YILDIZ ÇANKAYA
Literatür Taraması / <i>Literature Review</i>	Çalışma için gerekli literatürü taramak / <i>Review the literature required for the study</i>	Sibel YILDIZ ÇANKAYA