



Döngüsel Ekonomi Önündeki Engellerin Yorumlayıcı Yapısal Modelleme Ve MICMAC Analizi İle Değerlendirilmesi

Yeşim CAN SAĞLAM ¹

Özet

Son zamanlarda yaşanan iklim değişikliği, doğal afetler, kaynakların tükenmesi ve çevre problemleri dikkatleri döngüsel ekonomi üzerine çekmiştir. Artan farkındalık işletmeleri, kaynakların ekonomik kullanılmasının yollarını aramaya, çevreye daha az zarar verecek şekilde üretim yapmaya ve kararlarında toplumun sağlığını göz önünde bulundurmaya sevk etmiştir. Bu süreçte döngüsel ekonomi önündeki engellerin anlaşılması, bu engellerin aşılarak sürdürülebilirlik anlayışının yaygınlaşması için önemli bir konudur. Bu çalışmanın amacı, üretim sektöründe döngüsel ekonomi önündeki engelleri literatür incelemesine dayanarak listelemek, bu engeller arasındaki ilişkilerin hiyerarşik yapısını ortaya koymak ve etkileme gücüne göre bu engelleri sınıflandırmaktır. İlk aşamada, döngüsel ekonomi önündeki engelleri belirleyebilmek için kapsamlı bir literatür taraması yapılmış ve daha sonra uzman görüşleri alınarak araştırmada kullanılacak 9 engel belirlenmiştir. Engeller arasındaki ilişkiler yorumlayıcı yapısal modelleme ve MICMAC analizi ile incelenmiştir. Analizler sonucunda, döngüsel ekonominin işletmelerde uygulanması için gerekli olan nitelikli personel ve bilgi eksikliği engelinin diğer engelleri en yüksek etkileme gücüne sahip olduğu ve bunu sırasıyla döngüsel ekonominin sağlayacağı fayda konusundaki belirsizlik ve devlet desteği ve mevzuat eksikliğinin takip ettiği görülmüştür.

Anahtar kelimeler: Döngüsel ekonomi, Sürdürülebilirlik, Yorumlayıcı yapısal modelleme, MICMAC analizi, Yeşil tedarik zinciri yönetimi.

Jel Kodu: D24, M11, L6

Evaluation of Barriers to Circular Economy with Interpretative Structural Modelling and MICMAC Analysis

Abstract

Recently, climate change, natural disasters, resource depletion, and environmental problems have drawn attention to the circular economy. Increasing awareness has led businesses to seek ways to use resources economically, to produce in a way that causes less harm to the environment, and to consider the health of society in their decisions. In this process, understanding the obstacles in front of the circular economy is an important issue in order to overcome these obstacles and spread the understanding of sustainability. The aim of this study is to list the barriers in front of the circular economy in the manufacturing industry based on a literature review, reveal the hierarchical structure of the relations between these barriers, and classify them according to their influence. In the first stage, a comprehensive literature review was conducted to identify the barriers to the circular economy, and then 9 barriers to be used in the research were determined by taking expert opinions. Relationships among barriers were examined by interpretative structural modeling and MICMAC analysis. As a result of the analyses, it has been seen that the barrier of the lack of qualified personnel and knowledge, which is necessary for the implementation of the circular economy in enterprises, has the highest impact on other barriers, followed by the uncertainty about the benefits of the circular economy and the lack of government support and legislation.

Keywords: Circular economy, Sustainability, Interpretative structural modelling, MICMAC analyzes, Green supply chain management.

Jel Codes: D24, M11, L6

ATIF ÖNERİSİ (APA): Can Sağlam, Y. (2023). Döngüsel Ekonomi Önündeki Engellerin Yorumlayıcı Yapısal Modelleme Ve MICMAC Analizi İle Değerlendirilmesi. *İzmir İktisat Dergisi*. 38(4). 930-950. Doi: 10.24988/ije.1227752

¹ Dr., Gebze Teknik Üniversitesi, İşletme Fakültesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kocaeli, Türkiye

EMAIL: yesimcan@gtu.edu.tr **ORCID:** 0000-0003-0528-6135

1. GİRİŞ

Son yıllarda döngüsel ekonomi hem toplum açısından fayda sağlaması hem de çevre koruma bilincini geliştirmesi nedeniyle araştırmacılar ve işletmeler tarafından büyük ilgi görmüştür (Agyemang vd., 2019). Sürdürülebilir üretim ve kalkınma ile ilerlemek için tek yolun, endüstrinin “doğrusal” modelden “döngüsel” ekonomiye geçmesi gerektiğine dair artan bir fikir birliği vardır (Kumar vd., 2019). Doğrusal ekonomi, “al-üret-kullan-at” mantığına dayanan ve sürdürülebilir olmayan bir felsefeye sahiptir (Kazancoglu vd., 2021; Mhatre vd., 2023). Bu anlayışa karşı üretim girdilerinin ve enerjinin dairesel akışına dayanan “döngüsel ekonomi” yaklaşımı ortaya çıkmıştır (Kumar vd., 2019). “Üret-tüket-yeniden kullan” anlayışına dayanan döngüsel ekonomi kaynakların en verimli şekilde kullanılmasını sağlama, enerji kullanımını en aza indirmeye ve çevresel kirliliği azaltma felsefesinde olan yeni bir ekonomik modeldir (Kazancoglu vd., 2021). Ayrıca sürdürülebilir ürünler üreterek üretim sürecini optimize etme imkânı sunar ve ürünlerin değerini mümkün olduğunca korur (Agyemang vd., 2019).

Sağladığı faydalar göz önünde bulundurulduğunda, döngüsel ekonominin hem işletmeler açısından hem de toplum açısından taşıdığı önem daha net bir şekilde ortaya çıkmaktadır. Döngüsel ekonomi işletmelerin büyüme süreçlerini yavaşlatmadan, kaynakların daha verimli ve etkili kullanılmasını sağlayarak daha temiz ve esnek şekilde üretim yapılmasını mümkün kılmaktadır. Bu sayede işletmelerin faaliyetleri sonucunda oluşabilecek çevre zararlarını da minimum düzeye indirgemektedir (Aççı vd., 2023). Fakat literatürde döngüsel ekonominin uygulanmasını engelleyen birçok nedenin olduğu vurgulanmaktadır (Agyemang vd., 2019; Kumar vd., 2019; Kazancoglu vd., 2021; Ada vd., 2022). Bu engeller içerisinde üzerinde en fazla durulan engeller; finansal kısıtlamalar (Kwarteng vd., 2022; Wuni, 2022; Kharola vd., 2022; Hina vd., 2022), teknoloji ve alt yapı eksikliği (Agyemang vd., 2019; Gedam vd., 2021; Bag vd., 2022; Takacs vd., 2022; Oluleye vd., 2022), iletişim/iş birliği eksikliği (Jaeger ve Upadhyay, 2020; Liu vd., 2021; Manoharan vd., 2022), hükümetlerin yeterli desteği sunmaması (Kumar vd., 2019; Huang vd., 2021; Kazancoglu vd., 2021; Mishra vd., 2022) gibi sorunlardır. Literatürde bahsedilen bu engellerin dışında, farklı sektörlerde ve farklı ülkelerde daha birçok farklı engeller de vardır.

Döngüsel ekonominin daha fazla yaygınlaşması için bu engellerin belirlenmesi ve aralarındaki ilişkilerin ortaya çıkarılmasına ihtiyaç vardır. Literatürde döngüsel ekonomi engelleri üzerine yapılan araştırmalar olsa da bu çalışmaların daha çok kavramsal yönde ve nitel-keşifsel araştırmalar olduğu görülmektedir (örneğin Paletta vd., 2019; Jaeger ve Upadhyay, 2020; Asgari ve Asgari, 2021; Upadhyay vd., 2021; Osei-Tutu vd., 2021; Ezeudu vd., 2021; Hina vd., 2022; Kwarteng vd., 2022; Takacs vd., 2022; Wuni, 2022; Mishra vd., 2022; Sönnichsen vd., 2022; Rizos ve Bryhn, 2022). Ayrıca döngüsel ekonomi engelleri arasındaki ilişkileri neden sonuç açısından ele alarak DEMATEL yöntemi ile analiz eden araştırmalara da sıkça rastlanmaktadır (örneğin Zhang vd., 2019; Farooque vd., 2019; Kayikci vd., 2021; Yadav vd., 2021; Liu vd., 2021; Gedam vd., 2021; Dutta vd., 2021; Bag vd., 2022; Kharola vd., 2022; Manoharan vd., 2022). Fakat yorumlayıcı yapısal modelleme ve MICMAC analizine dayanarak engeller arasındaki ilişkileri daha açık bir şekilde model halinde sunan araştırmalara nadiren rastlanmaktadır (Huang vd., 2021; Oluleye vd., 2022). Döngüsel ekonomi önündeki engelleri anlamak karmaşık bir problemdir. Problemin karmaşıklığının nedeni, birden çok engelin var olması ve bu engeller arasındaki etkileşimdir (Çankaya, 2022). Dolayısıyla, döngüsel ekonomi önündeki engellerin iş hayatında olan yöneticilerin görüşleri alınarak belirlenmesine ve bu engeller arasındaki ilişkilerin bir model ile açık bir şekilde ortaya konmasına yönelik olan araştırmalara daha fazla ihtiyaç vardır. Ayrıca Patel vd. (2021), üretim sektöründe döngüsel ekonominin uygulanmasının önündeki zorlukları farklı ülkeler bağlamında incelenmesini gelecek araştırmalara önermiştir. Bu nedenle bu çalışmanın amacı,

- Son yıllarda yapılan araştırmaların incelenmesi ve uzman görüşlerinin alınmasıyla, üretim sektöründe döngüsel ekonominin uygulanmasının önündeki engelleri belirlemek,
- Belirlenen engeller arasındaki ilişkileri Yorumlayıcı Yapısal Modelleme (ISM) ve MICMAC analizi ile incelemektir.

Araştırma amaçlarına ulaşmak için kapsamlı literatür taraması yapılmış ve uzman görüşleri alınmıştır. Bu süreç sonucunda 9 engel belirlenmiştir. En son aşamada, belirlenen engeller tekrardan uzman görüşleri alınarak ISM-MICMAC analizlerine tabi tutulmuş, engeller arasında hiyerarşik bir model geliştirilmiştir.

Araştırmanın gelecek bölümleri şu şekilde organize edilmiştir: Girişten sonra Bölüm 2’de döngüsel ekonomi ve engelleri üzerine, Bölüm 3’de ise ISM-MICMAC yöntemi hakkında bilgi sunulmaktadır. Çalışmanın uygulama kısmı Bölüm 4’de paylaşılmıştır. Son olarak Bölüm 5’de değerlendirme ve sonuç kısımlarına yer verilmiştir.

2. LİTERATÜR TARAMASI

2.1 Döngüsel Ekonomi

Küresel kaynakların sonsuz olmadığına dair artan farkındalık, bu kaynakların sürdürülebilirliğini sağlamak için döngüsel modelin geliştirilmesini zorunlu kılmıştır (Ezeudu vd., 2021). Döngüsel Ekonomi terimi ilk kez 1990 yılında Pearce ve Turner’in çalışmasında kullanılmıştır. Pearce ve Turner (1990) çalışmalarında, doğrusal ekonominin malzeme ve enerjinin geri kazanılmasına katkıda bulunmadığını ve çevreyi bir atık deposuna çevirdiğini öne sürmüştür (Kumar vd. 2019; Mishra vd., 2022). Ayrıca işletmeler için, etkin maliyet-fayda ilkelerine dayanan geleneksel ekonomik paradigmayla çelişen, ekonomi ve çevre arasındaki bağlantıyı vurgulayan “Sürdürülebilir Ekonomik Kalkınma” anlayışını önermişlerdir. Fakat 2015 yılından sonra Ellen MacArthur Vakfı’nın döngüsel ekonomi kavramını kullanmasıyla birlikte bu kavramın popülerliği artmıştır (Osei-Tutu vd., 2021). Literatürde döngüsel ekonomi kavramı üzerinde uzlaşmış bir tanım bulunmamaktadır (Ezeudu vd., 2021). Hina vd. (2022) döngüsel ekonomiyi; yeniden üreterek, yeniden kullanarak, yenileyerek, tamir ederek, geri dönüştürerek veya bakımını yaparak uzun ömürlü ürünleri kullanımda tutmak için malzemelerin korunmasını vurgulayan ekonomik bir model olarak tanımlamaktadır. Burada vurgulanan kaynakların uzun süre kullanımını sağlayarak israfın azaltılması ve enerji tasarrufunun sağlanmasıdır (Balbay vd., 2021). Paletta vd. ‘ye (2019) göre döngüsel ekonomi, “ürün ömrü” olarak nitelendirilerek kaynakların tükenmesini ifade eden açıklamanın yerine sürekli devam eden bir ürün anlayışını ifade etmektedir. Mishra vd., (2022) döngüsel ekonomiyi sürdürülebilir kalkınmaya ulaşmak için bir araç olarak görmektedir ve toplumun yenilik anlayışı ile yakın ilişkisi olmasına dikkatleri çekmektedir. Aynı şekilde Mhatre vd. (2023) döngüsel ekonomiyi, ekonomik ve sosyal faydalar sağlamanın yanında sürdürülebilirliğe ulaşmanın kritik bir yolu olarak değerlendirmiştir. Döngüsel ekonomi hem topluma hem de işletmelere büyük avantajlar sağlamaktadır. Müşteri tatmininin sağlanması (Jaeger ve Upadhyay, 2020), atık yönetimi (Liu vd., 2021), kaynakların tekrardan kullanılması (Takacs vd., 2022), sürdürülebilir üretim ve tüketimi teşvik etmek (Oluleye vd., 2022), çevresel ve ekonomik refahı arttırmak (Kwarteng vd., 2022), istihdamı arttırmak (Kumar vd., 2019), toplumun ve çalışanların hayat kalitesinin artması (Patel vd., 2021) gibi faydalar bu avantajlara örnek verilebilir. Döngüsel ekonominin sağladığı bu faydalar, araştırmacıları döngüsel ekonomiyi olumlu yönde arttıran faktörleri araştırmaya sevk etmiştir. Bu alanda yapılan incelemeleri kapsamlı bir şekilde iki gruba ayırabiliriz. Birinci gruptaki araştırmalar döngüsel ekonomi uygulamalarını arttıran/mümkün kılan başarı faktörlerini açıklamayı amaçlamaktadır. Örneğin Patel vd. (2021), Hindistan’ da üretim işletmelerinde döngüsel ekonominin uygulanmasını arttıracak başarı faktörlerini araştırmışlar ve 21 başarı faktörü belirleyerek ISM-MICMAC yöntemi ile analiz etmişlerdir. Bu başarı faktörleri arasında, üst yönetimin sürdürülebilirliğe bağlılığı, güven,

çalışanların eğitimi, organizasyon yapısı/kültürü, uzun dönemde stratejik planlama, stratejik ortaklık, çevre politikası, yeşil tedarik, döngüsel ekonomi inovasyonu, teknoloji, tedarikçi ve çalışan işbirliği, tedarik zinciri üyeleri arasındaki bilgi paylaşımı, finansal strateji ve maliyet azaltma gibi faktörler yer almaktadır. Singh vd. (2021) üretim sektöründeki yeşil uygulamaların başarısını arttıran faktörleri ISM-MICMAC yöntemiyle inceleyerek, 12 kritik faktörü ele almıştır. Araştırma sonucunda, hükümetin ve üst yönetimin desteğinin en önemli faktör olduğunu tespit etmişlerdir. Bir başka çalışmada Hussain ve Malik (2020) döngüsel ekonominin organizasyonel başarı faktörlerini araştırarak tedarik zinciri üyeleri arasındaki işbirliğinin ve yapılandırmasının önemine dikkatleri çekmiştir. Son olarak Manoharan vd. (2022) otomobil sektöründe döngüsel ekonominin başarılı bir şekilde uygulanmasında önemli rol oynayan faktörleri ve aralarındaki nedensel ilişkileri ortaya çıkarmak için ISM ve DEMATEL yöntemini kullanmış ve 17 faktör üzerinde inceleme yapmışlardır. Bahsedilen ikinci gruptaki araştırmalar ise, döngüsel ekonomi önündeki engelleri incelemiştir. Örneğin Zhang vd. (2019), Çin’de döngüsel ekonomi için akıllı atık yönetiminin önündeki engelleri DEMATEL yöntemiyle incelemiş ve 12 engel tespit etmiştir. Bu engeller; akıllı atık yönetimi konusunda bilgi eksikliği, düzenleyici baskıların eksikliği, inovasyon kapasitesi eksikliği, teknolojideki zorluklar, piyasa baskısı ve talep eksikliği, maliyetler, eğitim eksikliği, işbirliği eksikliği, uzun vadeli sürdürülebilirlik yerine kısa vadeli karlılığa odaklanma, küme etkisinin olmaması, liderlerin ilgisizliği ve standardizasyon eksikliğidir. Jaeger ve Upadhyay (2020) üretim sektöründe döngüsel ekonominin uygulanmasını engelleyen faktörleri literatür araştırması yaparak incelemiş ve yöneticilerle görüşerek belirledikleri faktörlerin iş hayatında ne denli var olduğunu araştırmıştır. Görüşmeler sonucunda yedi temel engelin olduğunu tespit etmişlerdir. Bunlar; i) yüksek kurulum maliyetleri, ii) karmaşık tedarik zinciri yapıları, iii) işletmeden işletmeye iş birliğinin zor oluşu, iv) üretim ve ürün tasarımı hakkındaki bilgi eksikliği, v) teknik eksiklikler, vi) kaliteden ödün vermeme anlayışı, vii) geri dönüşüm faaliyetlerinin maliyetli ve zaman alıcı olmasıdır. Ayrıca yazarlar, görüştükları yöneticilerin çoğunlukla geri dönüşüm ve atık azaltma konularına odaklandıklarını vurgulamıştır. Bir diğer çalışmada, Kazancoglu vd. (2020) Türkiye’de tekstil sektöründe döngüsel ekonominin uygulanmasını engelleyen politikayla ilgili engelleri DEMATEL yöntemiyle araştırmıştır. Araştırma sonucunda, mevzuat eksikliği, üreticiler/tedarikçiler için zorunlu gerekliliklerin ve sorumlulukların olmayışı ve çevre dostu politikalar için devlet desteğinin olmamasının en önemli engeller olduğunu bulgulanmıştır. Mhatre vd. (2023) ise devlet desteğinin olmamasının, bilgi ve farkındalık eksikliğinin tarım sektöründe döngüsel ekonomi uygulanmasının önündeki en büyük engeller arasında olduğunu vurgulamaktadır.

3. YÖNTEM

3.1 Yorumlayıcı Yapısal Modelleme ve MICMAC Analizi

Warfield (1974) ve Sage (1977) tarafından geliştirilen yorumlayıcı yapısal modelleme (ISM) yöntemi, herhangi bir durumun ilişkili faktörlerini veya bileşenlerini yapılandırmak için kullanılan bilgisayar destekli bir öğrenme tekniğidir. ISM, ilgili değişkenler arasındaki karmaşık ilişki kümelerini geliştirmek için hem gruplar hem de bireyler için uygun bir metodolojidir (Patel vd., 2021). Faktörler arasındaki ilişkileri belirlemek için uzmanların ortak görüşlerini kullanarak (Patel vd., 2021), ISM karar vericilere karşılıklı ilişkilerin net bir resmini sunar (Ali vd., 2020).

Duperrin ve Godet (1973) tarafından geliştirilen MICMAC analizi (Cross-Impact Matrix Multiplication Applied to Classification), karmaşık olguların derinlemesine analizi için uygulanan önemli bir yönetim aracıdır ve faktörler arasındaki anlamlılık temelinde dolaylı ilişkilerin ortaya çıkarılmasını sağlar (Singh vd., 2019). MICMAC analizinin amacı, faktörlerin bağımlılığını ve itici güçlerini tespit etmektir. Bu analiz, sistemi farklı kategorilerde yönlendiren kritik faktörleri belirler. Kritik faktör, bağımsız veya bağlantı faktörü sınıflandırmasına girmektedir (Ali vd., 2020). MICMAC analizinin diyagramında (I) otonom kriterler, (II) bağımsız kriterler, (III) bağlantı kriterleri ve (IV) bağımlı

kriterler olmak üzere 4 bölge vardır (Çalışkan, 2020:432). MICMAC analizi ISM analizini tamamlayıcı olması nedeniyle iki yöntemin bir arada kullanılması genellikle tercih edilmektedir (Çalışkan, 2020). ISM-MICMAC analizleri çeşitli kriterlere bağlı kalarak sistem içerisindeki problemleri çözmede etkili bir yöntem olduğu için son zamanlarda popülerlik kazanmıştır. Tedarik zinciri yönetimi literatüründe de, ISM-MICMAC yöntemlerinin birçok araştırmaya konu olduğu görülmektedir. Örneğin, Çalışkan (2020), ISM-MICMAC yöntemiyle et tedarik zincirinde başarı kriterleri arasındaki ilişkileri araştırmıştır. Singh vd. (2019), ISM ve MICMAC'ı kullanarak yalın altı sigmanın engellerini modellemiştir. Yine bir başka çalışmada, Huang vd. (2021) Tayvan'da tekstil endüstrisinde döngüsel ekonomi önündeki engelleri ISM-MICMAC aracılığıyla incelemiştir. Son olarak Oluleye vd. (2022), inşaat sektöründe döngüsel ekonominin benimsenmesi önündeki engelleri yine bu yöntemleri kullanarak araştırmıştır.

ISM, karmaşık bir olguyu önce kategorilere ayırmakta ve sonrasında katmanlı hiyerarşik bir model oluşturarak ortaya konulan problemin çözümünü açıklığa kavuşturmaktadır. Oluşturulan bu katmanlı hiyerarşik model yardımıyla, faktörler arasındaki ilişki bir hiyerarşi ile açıklığa kavuşturulmaktadır. Bir başka deyişle ISM, bir faktörün diğer faktör üzerindeki etkisini analiz etmede yararlanılan modelleme yöntemidir (Çankaya, 2022). Bu yöntemin sunduğu avantajlar şu şekildedir (Raut vd., 2017):

- Önceden belirlenmiş bir olgunun veya sorunun yorumlanmasını mümkün kılmak
- Karmaşık bir olgunun sadeleştirilmiş ve anlaşılır bir biçimde sunulmasını sağlamak
- Bir olgu içindeki yapının tasvir edilmesini kolaylaştırmak.

ISM yaklaşımının MICMAC analizi ile bütünleştirilmesiyle, tanımlanan faktörler arasındaki karşılıklı ilişkilerin ortaya konulması mümkün olmaktadır (Singh vd., 2021).

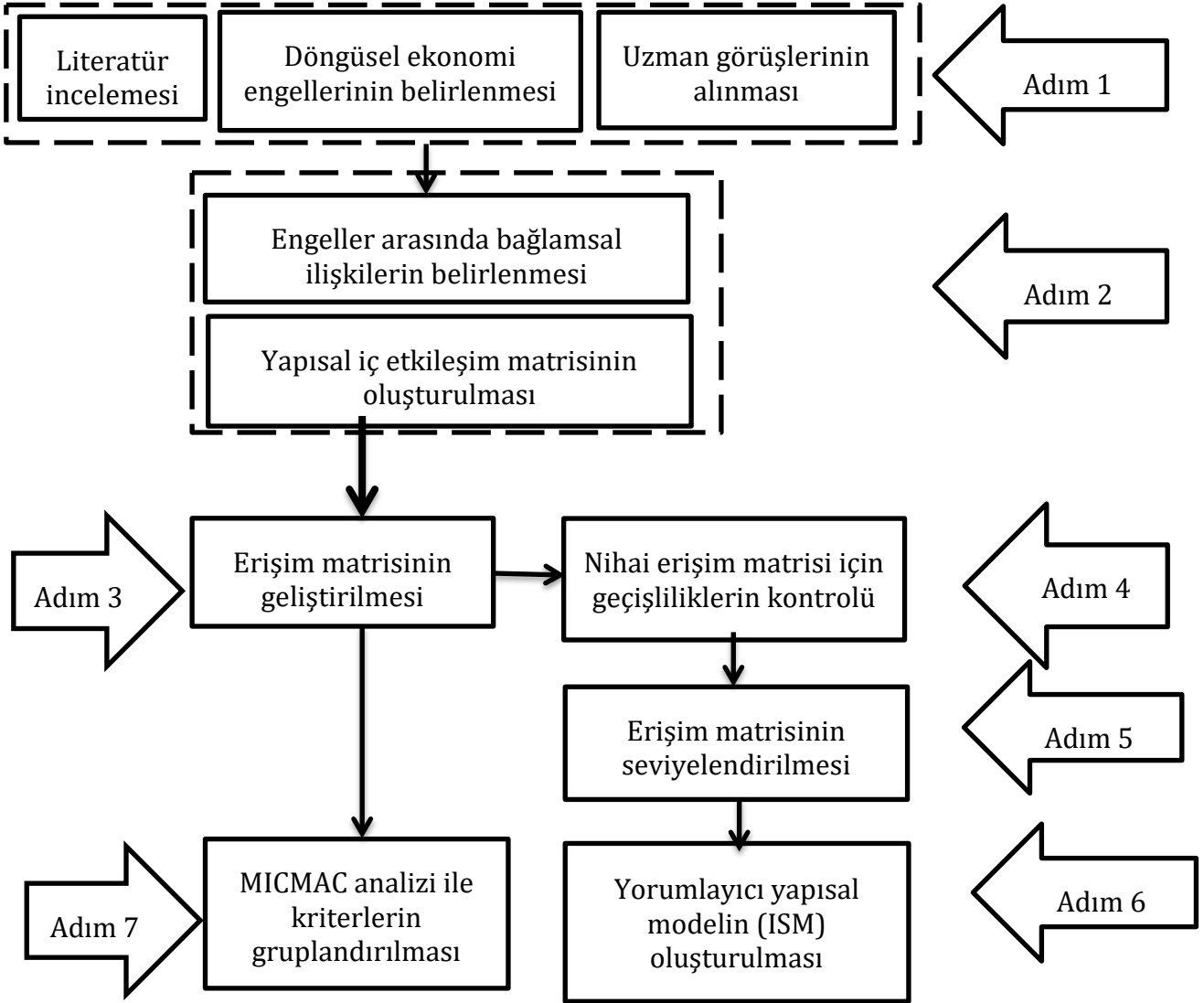
Bu çalışmanın amacı daha önceden de bahsedildiği gibi üretim sektöründe döngüsel ekonominin uygulanmasını engelleyen engelleri belirlemek ve bu engeller arasındaki ilişkileri ortaya çıkarmak, etkileme güçlerine göre engelleri modellemektir. ISM-MICMAC yöntemlerinin araştırmacılara sunduğu imkânlar ve son zamanlarda bu alandaki uygulama örnekleri düşünüldüğünde, bu çalışmanın amacına ulaşması için de en ideal yöntem olduğu görülmektedir. Dolayısıyla analiz için bu yöntemler seçilmiştir.

4. UYGULAMA

4.1 Araştırmanın Tasarımı

Araştırmanın tüm süreç ve adımları Şekil 1'de sunulmuştur ve ileriki bölümlerde her adım detaylı olarak açıklanmıştır.

Şekil 1. Çalışmanın Metodolojik Süreci



4.2 Engellerin Belirlenmesi

Belirlenen araştırma amaçlarına ulaşmak için ilk aşamada “science direct” ve “emerald” veri tabanlarında “döngüsel ekonomi engelleri” anahtar kelimesi ile literatür incelemeleri yapılmıştır. Bu veri tabanları literatürde sıkça tercih edilen ve birçok nitelikli akademik çalışmaları bilim dünyasına sunan alanlardır (Asgari ve Asgari, 2021). Döngüsel ekonomide son zamanlarda yaşanan engellerin belirlenmesi açısından son 4 yılda yayınlanmış (2019-2020-2021-2022) güncel makaleler tercih edilmiş, özet bölümleri okunarak ilgili makaleler seçilmiştir. Bu süreç sonucunda toplamda 32 makale belirlenerek, makalelerde vurgulanan engeller listelenmiştir. Birbiriyle aynı veya benzer olan engeller ortak bir başlık altında toplanarak, 44 engel başlığı haline getirilmiştir. İlk aşamada belirlenen bu engeller Tablo 1’de listelenmiştir.

Tablo 1. Literatürde yer alan döngüsel ekonomi önündeki engeller

Engeller	Referanslar	Engeller	Referanslar
1.Finansal kaynak eksikliği	(Farooque vd., 2019; Agyemang vd., 2019; Kumar vd., 2019; Gedam vd., 2021; Liu vd., 2021; Hina vd., 2022; Khan vd., 2022)	23.Nitelikli personel eksikliği	(Kumar vd., 2019; Gedam vd., 2021; Liu vd., 2021; Khan vd., 2022; Bag vd., 2022)
2.Sınırlı teknoloji, bilgi ve uzmanlık	(Farooque vd., 2019; Agyemang vd., 2019; Kumar vd., 2019; Huang vd., 2021; Kayikci vd., 2021; Khan vd., 2022; Manoharan vd., 2022)	24.Performans değerlendirmesi için belli bir sistemin olmaması	(Kumar vd., 2019)
3.Örgütsel kültür ve yönetim	(Farooque vd., 2019)	25.Yüksek kurulum maliyetleri	(Kumar vd., 2019; Jaeger vd., 2020)
4.Sağlayacağı faydanın belirsizliği	(Farooque vd., 2019; Kharola vd., 2022)	26.Yeşil faaliyetleri teşvik eden uygulamaların olmayışı	(Kumar vd., 2019; Paletta vd., 2019)
5.Ekonomi ölçeğinin olmaması	(Farooque vd., 2019)	27.Hükümet desteğinin olmaması	(Kazancoglu vd., 2021; Gedam vd., 2021; Huang vd., 2021; Kayikci vd., 2021; Hina vd., 2022)
6.Zayıf çevre yasaları	(Farooque vd., 2019; Agyemang vd., 2019; Kumar vd., 2019)	28.Döngüsel ekonomiye karşı hükümet kanallarındaki düşük farkındalık	(Kazancoglu vd., 2021)
7.Pazar baskısının olmaması	(Farooque vd., 2019; Zhang vd., 2019)	29.Mevcut kaynakların yetersiz oluşu	(Kayikci vd., 2021; Khan vd., 2022; Manoharan vd., 2022)
8.Tedarik zinciri üyeleri arasındaki işbirliği eksikliği	(Farooque vd., 2019; Zhang vd., 2019; Bag vd., 2022; Gedam vd., 2021; Hina vd., 2022; Kharola vd., 2022; Sönnichsen vd., 2022; Takacs vd., 2022)	30.Endüstri desteğinin olmaması	(Khan vd., 2022)
9.Üst yönetim/değişime direnç	(Agyemang vd., 2019; Yadav vd., 2021; Khan vd., 2022; Manoharan vd., 2022)	31.Karmaşık ve daha az bütünleşmiş tedarik zinciri yapıları	(Jaeger vd., 2020; Khan vd., 2022)
10.Öğrenme süreci ve ilişkili riskler	(Agyemang vd., 2019; Khan vd., 2022)	32.Döngüsel ekonomiye yönelik bilgilerin paylaşılmaması	(Ada vd., 2021)
11.Düşük kar ve pazar talep seviyesi	(Agyemang vd., 2019; Khan vd., 2022)	33.Döngüsel ekonominin etkinliğinin ölçülememesi	(Ada vd., 2021; Kayikci vd., 2021)
12.Döngüsel ekonomi yürütebilmenin uygunluğu	(Agyemang vd., 2019)	34.Yüksek yatırım maliyetleri	(Ada vd., 2021; Kayikci vd., 2021)

13.Bitmiş ürünlerin kalitesi	(Agyemang vd., 2019; Kumar vd., 2019; Khan vd., 2022)	35.Yenilenebilir enerjiyi koruma maliyetleri	(Ada vd., 2021)
14.Ürünleri geri dönüştürmek için standardizasyonun olmaması	(Kazancoglu vd., 2021; Zhang vd., 2019)	36.Ürün kalitesini yönetme zorluğu	(Ada vd., 2021)
15. Döngüsel ekonomiye karşı kamuoyundaki düşük farkındalık	(Kumar vd., 2019; Kazancoglu vd., 2021; Ada vd., 2021; Gedam vd., 2021; Huang vd., 2021; Kharola vd., 2022; Yadav vd., 2021)	37.Müşteri baskıları	(Paletta vd., 2019; Ada vd., 2021)
16. Araştırma & geliştirme yeteneğinin olmayışı	(Ada vd., 2021)	38.Tedarik zinciri üyeleri arasında güven oluşturmanın zorluğu	(Bag vd., 2022)
17. Teknoloji ve inovasyonun olmayışı	(Gedam vd., 2021)	39.Bilgi değişim sisteminin olmaması	(Huang vd., 2021)
18.Kamu bilgisi olan güvenin eksikliği	(Huang vd., 2021)	40.Kısa vadede yüksek maliyet taşınması fakat düşük kar sağlanması	(Zhang vd., 2019; Huang vd., 2021)
19.Üretim ve ürün tasarımı hakkındaki bilgi eksikliği	(Zhang vd., 2019; Jaeger vd., 2020; Manoharan vd., 2022)	41.Döngüsel ekonomi prensiplerini tanımlamadaki zorluklar	(Kayikci vd., 2021)
20.Veri gizliliği ve güvenliğinin olmaması	(Kayikci vd., 2021)	42.Döngüsel ekonomiye yönelik eğitimin olmaması	(Zhang vd., 2019; Liu vd., 2021; Kharola vd., 2022)
21.Doğrusal süreçten döngüsel sürece geçişin risk taşınması	(Paletta vd., 2019; Badhotiya vd., 2022)	43.Yöneticilerin döngüsel ekonomiye kendisi adamamaları ve az destek sunmaları	(Zhang vd., 2019; Agyemang vd., 2019; Khandelwal ve Barua, 2020, Badhotiya vd., 2022; Khan vd., 2022)
22. Yeniden üretilmiş ürünlerin az kabul görmesi	(Kumar vd., 2019; Agyemang vd., 2019, Khandelwal ve Barua, 2020; Badhotiya vd., 2022)	44.Tecrübe eksikliği	(Agyemang vd. (2019); Farooque vd. (2019); Khan vd. 2022)

Engeller tablo halinde belirlendikten sonra, tekrardan ilgili makalelerdeki açıklamaları incelenmiş ve aynı anlama gelen engeller tablodan çıkartılmış; bazı engeller ise birleştirilmiştir. Daha sonra sürdürülebilir tedarik zinciri yönetimi alanında çalışan 3 akademisyen ile 2 tedarik zinciri uzmanından görüş alınarak Türkiye’de üretim sektöründe yaygın bir şekilde görülen döngüsel ekonomi önündeki engeller belirlenmeye çalışılmıştır. Bu süreç sonucunda 9 engel belirlenmiştir. Belirlenen 9 engel ve ilgili referansları Tablo 2’de sunulmuştur.

Tablo 2. Literatür ve uzman görüşleri ışığında belirlenen engeller

Engeller	Referanslar
E1-Teknik/teknolojik desteğin eksikliği	(Agyemang vd., 2019; Farooque vd., 2019; Gedam vd., 2021; Huang vd., 2021)
E2-Kaynakların yetersiz oluşu	(Agyemang vd., 2019; Farooque vd., 2019; Khan vd., 2022; Kharola vd., 2022)
E3-Döngüsel ekonominin sağlayacağı fayda konusundaki belirsizlik	(Farooque vd., 2019; Kharola vd., 2022)
E4-Tedarik zinciri üyeleri arasındaki işbirliği ve destek eksikliği	(Farooque vd., 2019; Zhang vd., 2019; Bag vd., 2022; Gedam vd., 2021; Hina vd., 2022; Kharola vd., 2022; Sönnichsen vd., 2022; Takacs vd., 2022)
E5- Devlet desteği ve mevzuat eksikliği	(Farooque vd., 2019; Kazancoglu vd., 2021; Gedam vd., 2021; Huang vd., 2021; Yadav vd., 2021; Kayikci vd., 2021; Hina vd., 2022; Badhotiya vd., 2022; Khan vd., 2022; Kharola vd., 2022)
E6- Yeniden üretilmiş ürünlerin toplumda daha az kabul görmesi	(Kumar vd., 2019; Agyemang vd., 2019; Khandelwal ve Barua, 2020; Badhotiya vd., 2022)
E7- Üst yönetimin desteğinin az olması	(Zhang vd., 2019; Agyemang vd., 2019; Khandelwal ve Barua, 2020, Badhotiya vd., 2022; Khan vd., 2022)
E8- Nitelikli personel ve bilgi eksikliği	(Kumar vd., 2019; Gedam vd., 2021; Liu vd., 2021; Khan vd., 2022; Bag vd., 2022; Badhotiya vd., 2022)
E9-Döngüsel ekonomiye karşı kamuoyundaki düşük düzeyde farkındalık olması	(Kumar vd., 2019; Kazancoglu vd., 2021; Ada vd., 2021; Gedam vd., 2021; Huang vd., 2021; Kharola vd., 2022; Yadav vd., 2021)

4.3 Katılımcılar

ISM-MICMAC analizleri için literatürde örneklem büyüklüğünün ne olması gerektiği konusunda uzlaşmış bir görüş bulunmamaktadır. Ancak bu yöntemi uygulayan araştırmalar incelendiğinde genellikle 3 ile 16 arasında değişen örneklem büyüklüğünün yeterli olduğu görülmektedir (Çalışkan, 2020). Bu çalışmada ikili ilişkileri değerlendirmek için ilk etapta, 5'i akademisyen 7'si üretim sektöründe yönetici olarak çalışan toplamda 12 kişi araştırmaya davet edilmiştir. Ancak iş yoğunluğundan dolayı 3 yönetici araştırmaya katılamayacağını belirtmiştir. Araştırmada, tedarik zinciri alanında uzman 5 akademisyenden ve üretim sektöründe çalışan 4 yöneticiden görüş alınmıştır. Araştırmaya katılmayı kabul eden 9 katılımcıdan 7'si doktora mezunu 2'si ise yüksek lisans mezunu; 6'sı kadın, 3'ü erkektir. Katılımcıların faaliyette bulunduğu sektörler ise metal sanayi, kimya, otomotiv ve tekstildir.

4.4 Verilerin Analizi

Akademisyen ve uzman görüşleriyle çoğunluk prensibi göz önünde bulundurularak (Çalışkan, 2020), yapısal iç-etkileşim matrisi tablosu oluşturulmuştur (Tablo 3). Karşılıklı ilişkilerde kullanılan sembollerin ifade ettiği anlam şu şekildedir (Patel vd., 2021):

V: i yapısının j yapısı üzerinde etkisi olduğunu açıklamaktadır.

A: j yapısının i yapısı üzerinde bir etkisi olduğunu açıklamaktadır.

X: i ve j'nin birbirleri üzerindeki etkisi olmadığını açıklamaktadır.

O: i'yi j yapısının birbiriyle ilişkisi olmadığını açıklamaktadır.

Tablo 3. Yapısal iç-etkileşim matrisi

Engeller	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9
E1	A	A	V	A	O	A	A	O
E2		V	V	A	V	A	X	V
E3			V	X	V	V	A	V
E4				O	O	A	A	V
E5					V	V	X	V
E6						O	O	X
E7							V	O
E8								O
E9								

Analizlerin 3. adımında erişim matrisi oluşturulmuştur. Erişim matrisi (Tablo 5), yapısal iç-etkileşim matrisinin ikili matrise dönüştürülmesiyle oluşturulur; burada V, A, X ve O, Tablo 4'te gösterilen değiştirme kurallarına göre, ikili sayılar 1 ve 0 ile değiştirilir.

Tablo 4. Bağlamsal ilişkinin ikili sayılarla değiştirilmesi

No	Yapısal iç-etkileşim matrisindeki değerler (t, u)	Erişim matrisi değeri (t,u)	(u,t)
1	V	1	0
2	A	0	1
3	X	1	1
4	O	0	0

Tablo 5. Erişim matrisi

Engeller	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9
B1	1	0	0	1	0	0	0	0	0
B2	1	1	1	1	0	1	0	1	1
B3	1	0	1	1	1	1	1	0	1
B4	0	0	0	1	0	0	0	0	1
B5	1	1	1	0	1	1	1	1	1
B6	0	0	0	0	0	1	0	0	1
B7	1	1	0	1	0	0	1	1	0
B8	1	1	1	1	1	0	0	1	0
B9	0	0	0	0	0	1	0	0	1

Analizlerin 4. adımında ise geçişlilik durumları kontrol edilerek nihai erişim matrisi oluşturulmuştur. Geçişlilik kontrolleri dolaylı ilişkilerin ortaya çıkarılmasını sağlamaktadır. Örneğin, üst yönetimin desteğinin az olması (E7), kaynakların yetersiz oluşunu (E2) etkiliyorsa, kaynakların yetersiz oluşu (E2) engeli nitelikli personel ve bilgi eksikliğini (E8) etkiliyorsa o zaman üst yönetimin desteğinin az olması (E7) engelini nitelikli personel ve bilgi eksikliğini (E8) etkilediği kabul edilmektedir. Geçişlilik bağlantıları yıldız işareti (*) kullanılarak Tablo 6'da gösterilmiştir.

Tablo 6. Nihai Erişim Matrisi

Engeller	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9
E1	1	0	0	1	0	0	0	0	0
E2	1	1	1	1	0	1	0	1	1
E3	1	1*	1	1	1	1	1	0	1
E4	0	0	0	1	0	0	0	0	1
E5	1	1	1	0	1	1	1	1	1
E6	0	0	0	0	0	1	0	0	1
E7	1	1	0	1	0	0	1	1	0
E8	1	1	1	1	1	0	1*	1	0
E9	0	0	0	0	0	1	0	0	1

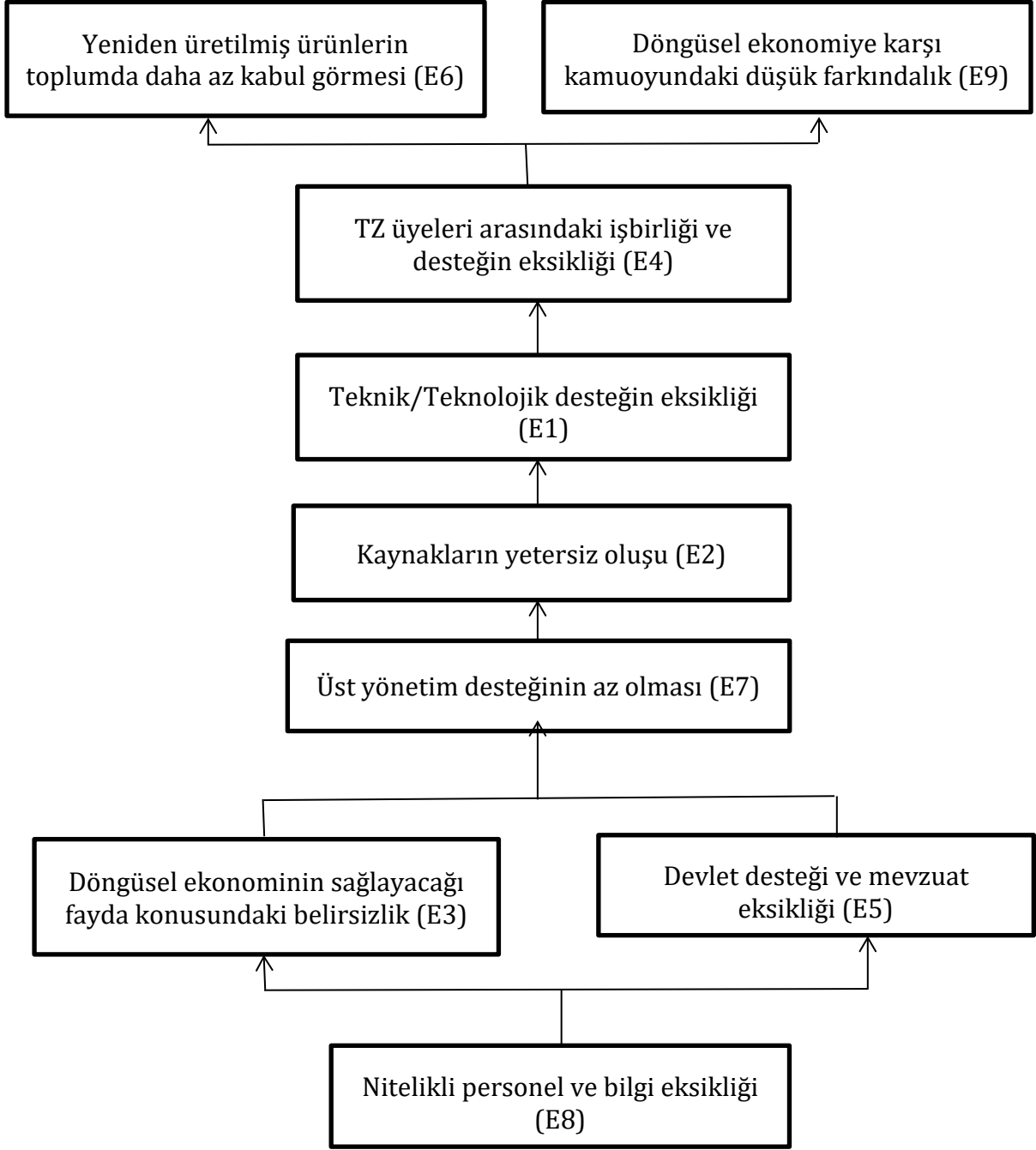
Analizlerin 5. adımında erişim matrisinden yararlanılarak erişim, öncül ve kesişim kümeleri belirlenmiştir. Erişim kümesi bir kriterin etkilediği tüm kriterlerden oluşmaktadır. Öncül küme ise bir kriteri etkileyen tüm kriterlerin oluşturduğu kümedir. Kesişim kümesi ise bu iki küme içerisinde olan ortak kriterlerin kümesidir. Tüm bu kümeler belirlendikten sonra seviyelendirme işlemleri yapılmıştır (Tablo 7). İlk adımda bir kriterin erişim kümesi ile kesişim kümesi eşit ise bu kriterin seviyelendirmesi I olarak tayin edilir. Devam eden adımlarda, seviyelendirilen kriterler diğer kümelerden silinerek aynı süreç izlenir ve seviyeler belirlenir.

Tablo 7. Seviyelendirme

Engeller	Erişim kümesi	Öncül küme	Kesişim kümesi	Seviye
E1	E1, E4	E1, E2, E3, E5, E7, E8	E1,	III
E2	E1, E2, E3, E4, E6, E8, E9	E3, E2, E5, E7, E8	E3, E2, E8	IV
E3	E1, E2, E3, E4, E5, E6, E7, E9	E2, E3, E5, E8	E2, E3, E5	VI
E4	E4, E9	E1, E2, E3, E4, E7, E8	E4,	II
E5	E1, E2, E3, E5, E6, E7, E8, E9	E3, E5, E8	E3, E5, E8	VI
E6	E6, E9	E2, E3, E5, E6, E9	E6, E9	I
E7	E1, E2, E4, E7, E8	E3, E5, E7, E8	E7, E8	V
E8	E1, E2, E3, E4, E5, E7, E8	E2, E5, E7, E8	E2, E5, E7, E8	VII
E9	E6, E9	E2, E3, E4, E5, E6, E9	E6, E9	I

ISM analizlerinin son adımında ise belirlenen seviyelere göre, üretim sektöründe döngüsel ekonominin uygulanmasının önündeki engellerden oluşan yorumlayıcı yapısal model oluşturulmuştur.

Şekil 2. Üretim Sektöründe Döngüsel Ekonomi Önündeki Engellerin Yorumlayıcı Yapısal Modeli



ISM analizleri tamamlandıktan sonra MICMAC analizi yapılmıştır. Öncelikle nihai erişim matrisinden faydalanılarak her bir engelin etkileme ve bağımlılık seviyeleri saptanmıştır (Tablo 8) (Çalışkan, 2020). Nihai erişim matrisinin satır sütununda yer alan 1'lerin toplamı o satırdaki engelin etkileme seviyesini gösterirken, sütundaki 1'lerin toplamı o engelin bağımlılık seviyesini göstermektedir.

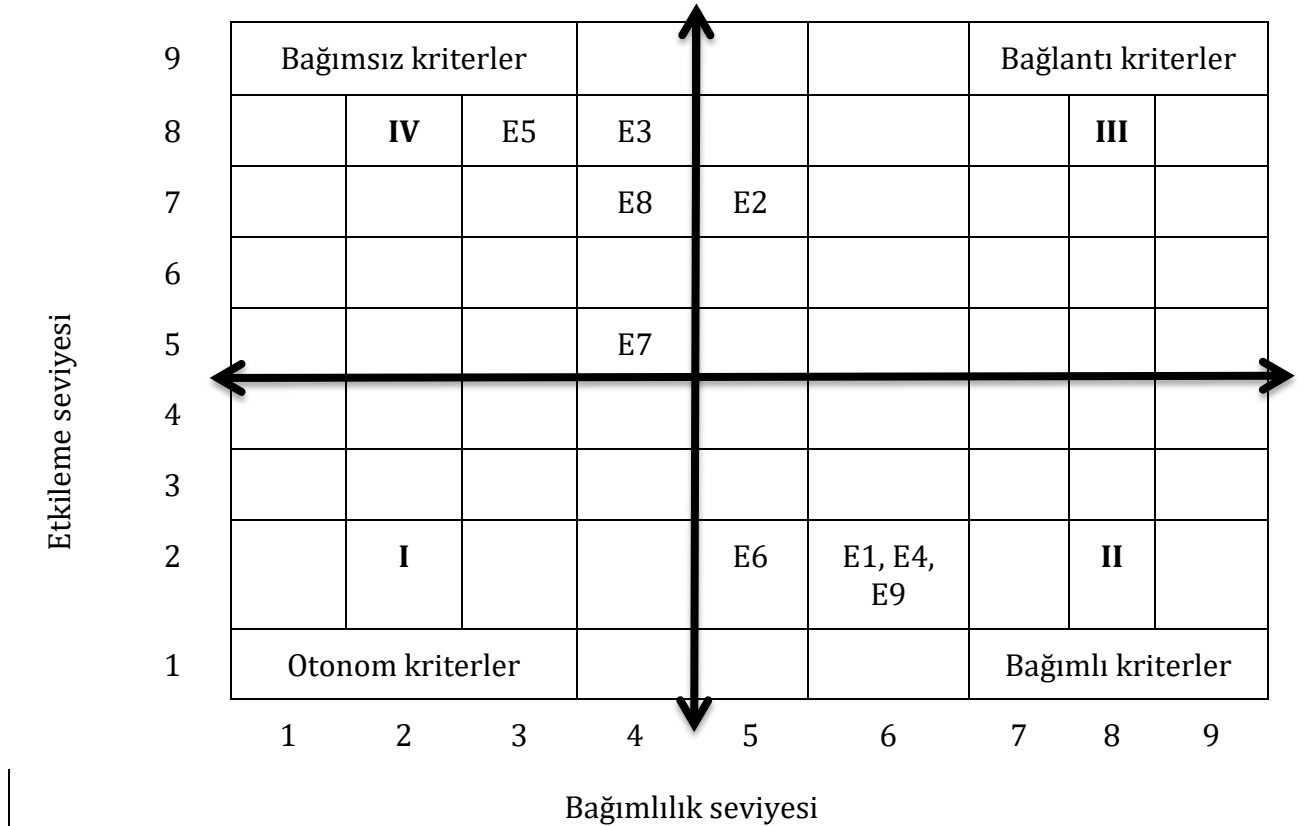
Tablo 8. Engellerin etkileme ve bağımlılık seviyeleri

	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9
Etkileme seviyesi	2	7	8	2	8	2	5	7	2
Bağımlılık seviyesi	6	5	4	6	3	5	4	4	6

Daha sonra her engelin MICMAC etkileme ve bağımlılık seviyesi diyagramındaki yeri belirlenmiştir (Şekil 3). MICMAC analizinde kullanılan diyagramın (I) otonom kriterler, (II) bağımlı kriterler, (III) bağlantı kriterler ve (IV) bağımsız kriterler olmak üzere 4 bölgesi vardır.

- (I) Otonom kriterler: Düşük etkileme ve düşük bağımlılık seviyesine sahip değişkenlerdir. Bu kriterler, sistemi en az etkileyen kriterlerdir.
- (II) Bağımlı kriterler: Düşük etkileme seviyesine sahipken aynı zamanda yüksek bağımlılık seviyesine sahiptirler. Bu kriterler, bağlantı ve bağımsız kriterlerden etkilenmektedir.
- (III) Bağlantı kriterler: Hem yüksek etkileme gücüne hem de yüksek bağımlılık seviyesine sahiptirler. Bu kriterlerde meydana gelecek değişiklikler, diğer kriterleri etkileyecektir veya diğer kriterlerde meydana gelen değişiklikler bu bağlantı kriterlerinde değişikliğe sebep olacaktır.
- (IV) Bağımsız kriterler: Düşük bağımlılık ve yüksek etkileme seviyesine sahiptirler. Bu kriterler sistemin diğer kriterlerini etkilediği için büyük öneme sahiptir (Çankaya, 2022).

Şekil 3. MICMAC Diyagramı



5. BULGULAR

ISM analizinin sonucunda hiyerarşik yapının (Şekil 2) en alt seviyesinde nitelikli personel ve bilgi eksikliği (E8) olduğu bulgulanmıştır. Nitelikli personel ve bilgi eksikliği (E8), döngüsel ekonominin sağlayacağı fayda konusundaki belirsizlik (E9) ve devlet desteği ve mevzuat eksikliği (E5) engellerini etkilemektedir ve bu iki engel arasında karşılıklı ilişki söz konusudur. Bu iki engel aynı şekilde üst yönetim desteğinin az olması (E7) faktörünü belirlemektedir. Kaynakların yetersiz oluşu (E2) ile teknik/teknolojik desteğin eksikliği (E1) arasında doğrudan ilişki söz konusudur. Son olarak TZ üyeleri arasındaki işbirliği ve desteğin eksikliği (E4) hem döngüsel ekonomiye karşı kamuoyundaki düşük farkındalık (E9) oluşmasına hem de yeniden üretilmiş ürünlerin toplumda daha az kabul görmesine (E6) neden olmaktadır.

Şekil 3'de görüldüğü gibi, üretim sektöründe döngüsel ekonomi önündeki engellerin sınıflandırılmasına ilişkin MICMAC analizi sonucunda ortaya çıkan bulgular şu şekildedir:

- Devlet desteği ve mevzuat eksikliği (E5), döngüsel ekonominin sağlayacağı fayda konusundaki belirsizlik (E3), nitelikli personel ve bilgi eksikliği (E8) ve üst yönetim desteğinin az olması (E7), diğer faktörlerden en az etkilenme seviyesine sahipken aynı zamanda diğer faktörleri en yüksek etkileme gücüne hâkimdir.
- Teknik/Teknolojik desteğin eksikliği (E1), TZ üyeleri arasındaki işbirliği ve desteğin eksikliği (E4), döngüsel ekonomiye karşı kamuoyundaki düşük farkındalık (E9), yeniden üretilmiş ürünlerin az kabul görmesi (E6) faktörleri ise diğer döngüsel ekonomi önündeki engelleri etkileyen engelleri en düşük etkileme gücüne sahipken; diğer engellere en bağımlı engeller olarak bulgulanmıştır.
- Analiz sonuçları hiçbir engel otonom kriterler arasında tanımlamamıştır.
- Kaynakların yetersiz oluşu (E2) ise bağlantı kriteri olarak karşımıza çıkmaktadır.

6. DEĞERLENDİRME VE SONUÇ

Bu çalışmanın amacı, üretim sektöründe döngüsel ekonominin uygulanmasını engelleyen engellerin belirlenmesi ve bu engeller arasındaki hiyerarşik yapının ortaya konmasını sağlamaktır. Literatürde döngüsel ekonomi önündeki engellerin belirlenmesine yönelik kayda değer sayıda çalışmalar olmasına rağmen, sektör bağlamında üretim sanayisine odaklanarak döngüsel ekonomi önündeki engelleri araştıran az sayıda çalışma vardır. Üstelik bu az sayıdaki çalışmalar daha çok kavramsal olarak karşımıza çıkmaktadır. Dolayısıyla bu çalışmanın, üretim sektöründe döngüsel ekonominin uygulanmasının önündeki engellerin belirlenmesini sağlayarak hem uygulayıcılara hem de araştırmacılara önemli bilgiler sunacağı düşünülmektedir.

İlk aşamada kapsamlı bir literatür taraması yapılarak ilgili çalışmalar belirlenmiş ve bu ilgili çalışmalardan 44 engel seçilerek listelenmiştir. Sonraki aşamada akademisyen ve uzmanlardan görüş alarak Türkiye'de üretim sektöründe yaygın olan engellerin neler olabileceği üzerinde durulmuş ve 9 engel belirlenmiştir. Engellerin belirlenmesinin ardından, ISM-MICMAC yöntemleri aracılığıyla engeller arasındaki hiyerarşik yapı oluşturulmuş ve bu sayede her bir engelin diğer hangi engellerin oluşumunda etkide bulunacağı ortaya konulmuştur.

ISM modeline ilişkin bulgularımız; I, II ve III seviyelerinde yer alarak üretim sektöründe döngüsel ekonominin uygulanmasını engelleyen faktörlerin en önemlilerinin nitelikli personel ve bilgi eksikliği, döngüsel ekonominin sağlayacağı fayda konusundaki belirsizlik, devlet desteği ve mevzuat eksikliği ve döngüsel ekonominin uygulanması için üst yönetim desteğinin az olmasının olduğu görülmektedir. Çalışmanın sonuçları Huang vd.'nin (2021) araştırma bulguları ile örtüşmekte ve dikkatleri yapısal, tedarik zinciriyle ilgili engellere çekmektedir. Bu engellerin aşılmasına

odaklanıldığı takdirde, döngüsel ekonominin uygulanmasını engelleyen diğer engellerin de aşılmasına katkıda bulunulacaktır. Agyemang vd.'ye (2019) göre, yöneticilerin döngüsel ekonomi hakkında tam bilgi sahibi olmaması nedeniyle birçok işletmenin döngüsel ekonomi girişimleri engellenmektedir. Bu araştırmanın sonuçlarına paralel olarak bir diğer çalışmada Kazancoglu vd. (2021), tekstil sektöründe döngüsel ekonominin uygulanması için devlet desteğinin olmayışının en önemli engeller arasındaki olduğunu vurgulamışlardır. Devlet desteği faktörü işletmelerin döngüsel ekonomiyi uygulamasında kritik öneme sahiptir (Manoharan vd., 2022).

Dördüncü seviyede belirlenen kaynakların yetersiz oluşu (E2) engeli özellikle gelişmekte olan ekonomilerde döngüsel ekonomin uygulanmasını engelleyen faktörler arasındadır. Khan vd. (2022) Pakistan'da üretim sektöründe yürüttükleri araştırma sonuçlarına dayanarak, maliyetlerin azaltılmasına ve kaynakların verimli bir şekilde kullanılmasının gerekliliğine dikkatleri çekmektedir. Bununla birlikte, döngüsel ekonomi için kaynakların yetersiz oluşu teknik/teknolojik desteğin eksikliğini de etkilemektedir. Gedam vd. (2021), üretim sektörünün ve küçük ölçekli işletmelerin döngüsel ekonomiyi benimsemelerinde ve uygulamalarında, teknolojik desteğin eksikliğinin doğrudan etkileme gücüne sahip olduğunu belirtmiştir. Teknolojik desteğin olmaması ayrıca TZ üyeleri arasındaki işbirliğini de etkilemektedir. Jaeger ve Upadhyay (2020), tedarik zinciri üyeleri arasındaki koordinasyon ve iletişim eksikliğini büyük engeller arasında listelemiştir.

Tüm bu bahsedilen engellerin kümülatifi, yeniden üretilmiş ürünlerin toplumda daha az kabul görmesine ve döngüsel ekonomiye karşı kamuoyundaki düşük farkındalığın oluşmasına neden olmaktadır. Kamuoyundaki çevre bilinci ve farkındalığı döngüsel ekonominin sosyal beklentisiyle alakalıdır ve geliştirilmesi gereken bir konudur (Agyemang vd., 2019). Döngüsel ekonomi kullanılmayan ürünlerin geri dönüştürülerek yeniden kullanılmasını öngördüğünden, bu süreç halkın da katılarak tedarik zincirlerine yardım etmesi beklenmektedir. Bu nedenle bilinçli toplumların döngüsel ekonomiye katkısı kritik öneme sahiptir (Kumar vd., 2019).

Sonuç olarak, bu çalışmada Türkiye'de üretim sektöründe döngüsel ekonominin uygulanmasının önündeki engelleri ve bu engellerin birbirleriyle olan ilişkileri ortaya koymaktadır. Çalışma, dikkatleri döngüsel ekonomiye çekerek daha iyi anlaşılması ve nasıl geliştirilebileceği yönünde işletmelere yol göstermektedir. Döngüsel ekonominin başarılı bir şekilde uygulanabilmesi için, nitelikli personeller yetiştirilmesi ve mevcut çalışanların döngüsel ekonomi konusunda eğitilmesi, döngüsel ekonominin hem topluma hem işletmelere kazandıracığı getirilerin daha açık bir şekilde belirlenmesi, devlet desteğinin sağlanması ve gerekli mevzuat ve yükümlülüklerin oluşturulması ve işletmelerde üst yönetimin daha fazla döngüsel ekonomiye kendini adanması ve destek sunması gerekmektedir. Bu engeller diğer engelleri en çok etkileyen faktörler olduğu için bu engellerin aşılması diğer engellerin aşılmasını mümkün kılacak veya bu engeller üzerinde yapılacak herhangi bir iyileştirme diğer engellerin otomatik olarak azalmasını sağlayacaktır.

Bu araştırma her ne kadar üretim sektöründe gerçekleştirilmiş olsa da daha spesifik sektör bağlamında döngüsel ekonominin uygulanmasının önündeki engellerin araştırılması önem arz etmektedir. Özellikle plastik sektörü gibi geri dönüşümün daha büyük önem taşıdığı sektörlerde bu engellerin araştırılması gelecekte yapılacak araştırmalara önerilmektedir. Gelecek araştırmalar daha fazla katılımcıdan bilgi toplayarak araştırmanın genellenebilir olma özelliğini arttırabilir. Bununla birlikte, gelecek araştırmalarda döngüsel ekonominin engellerinin belirlenmesinde Delfi veya AHP gibi az kullanılan yöntemlerin kullanılması literatürü zenginleştirecektir. Gelecek araştırmalar daha farklı yöntemler ile aynı konuları analiz edip bulguları kıyaslayabilir.

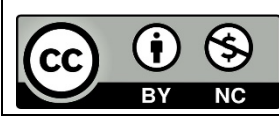
KAYNAKÇA

- Ada, E., Sagnak, M., Uzel, R.A. ve Balcioğlu, İ. (2022). Analysis of barriers to circularity for agricultural cooperatives in the digitalization era. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 71(3), 932-951.
- Agyemang, M., Kusi-Sarpong, S., Khan, S.A., Mani, V., Rehman, S.T. ve Kusi-Sarpong, H. (2019). Drivers and barriers to circular economy implementation: An explorative study in Pakistan's automobile industry. *Management Decision*, 57(4), 971-994.
- Ali, S. M., Hossen, M. A., Mahtab, Z., Kabir, G. ve Paul, S. K. (2020). Barriers to lean six sigma implementation in the supply chain: An ISM model. *Computers & Industrial Engineering*, 149, 106843.
- Asgari, A. ve Asgari, R. (2021). How circular economy transforms business models in a transition towards circular ecosystem: the barriers and incentives. *Sustainable Production and Consumption*, 28, 566-579.
- Açıcı, Y., Akarsu, G. ve Cafri, R. (2023). Döngüsel Ekonomi ve Yeşil Büyüme Çerçevesinde Sürdürülebilir Kalkınma Göstergelerinin Ekonomik Büyüme Üzerine Etkisi: Seçilmiş AB Ülkelerinden Ampirik Kanıtlar. *Verimlilik Dergisi, Döngüsel Ekonomi ve Sürdürülebilirlik Özel Sayısı*, 53-67.
- Badhotiya, G.K., Avikal, S., Soni, G. ve Sengar, N. (2022). Analyzing barriers for the adoption of circular economy in the manufacturing sector. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 71(3), 912-931.
- Bag, S., Sahu, A.K., Kilbourn, P., Pisa, N., Dhamija, P. ve Sahu, A.K. (2022). Modeling barriers of digital manufacturing in a circular economy for enhancing sustainability. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 71(3), 833-869.
- Balbay, Ş., Sarıhan, A. ve Avşar, E. (2021). Dünyada ve Türkiye'de "Döngüsel Ekonomi/Endüstriyel Sürdürülebilirlik" Yaklaşımı. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (27), 557-569.
- Çalışkan, A. (2020). Müşteri odaklı et tedarik zincirlerinde başarı kriterlerinin değerlendirilmesi. *Manisa Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 18(Armağan Sayısı), 425-438.
- Çankaya, S. Y. (2022). Kapalı döngü tedarik zinciri uygulamalarını etkileyen faktörlerin yorumlayıcı yapısal modelleme ve MICMAC yöntemleri ile analizi. *Yönetim Bilimleri Dergisi, (Özel Sayı)*, 1-25.
- Duperrin, J.C. ve Godet, M. (1973). Methode de hierarchisation des elements d'un systeme. *Rapport Economique du CEA, Paris*, 45-51.
- Dutta, P., Talaulikar, S., Xavier, V. ve 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.
- Ezeudu, O. B., Ezeudu, T. S., Ugochukwu, U. C., Agunwamba, J. C. ve Oraelosi, T. C. (2021). Enablers and barriers to implementation of circular economy in solid waste valorization: The case of urban markets in Anambra, Southeast Nigeria. *Environmental and Sustainability Indicators*, 12, 100150.
- Farooque, M., Zhang, A. ve Liu, Y. (2019). Barriers to circular food supply chains in China. *Supply Chain Management*, 24(5), 677-696.

- Gedam, V. V., Raut, R. D., de Sousa Jabbour, A. B. L., Tanksale, A. N. ve Narkhede, B. E. (2021). Circular economy practices in a developing economy: Barriers to be defeated. *Journal of Cleaner Production*, 311, 127670.
- Hina, M., Chauhan, C., Kaur, P., Kraus, S. ve Dhir, A. (2022). Drivers and barriers of circular economy business models: Where we are now, and where we are heading. *Journal of Cleaner Production*, 333, 130049.
- Huang, Y. F., Azevedo, S. G., Lin, T. J., Cheng, C. S. ve Lin, C. T. (2021). Exploring the decisive barriers to achieve circular economy: Strategies for the textile innovation in Taiwan. *Sustainable Production and Consumption*, 27, 1406-1423.
- Hussain, M. ve Malik, M. (2020). Organizational enablers for circular economy in the context of sustainable supply chain management. *Journal of Cleaner Production*, 256, 120375.
- Jaeger, B. ve Upadhyay, A. (2020). Understanding barriers to circular economy: cases from the manufacturing industry. *Journal of Enterprise Information Management*, 33(4), 729-745.
- Kayikci, Y., Kazancoglu, Y., Lafci, C. ve Gozacan, N. (2021). Exploring barriers to smart and sustainable circular economy: The case of an automotive eco-cluster. *Journal of Cleaner Production*, 314, 127920.
- Kazancoglu, I., Sagnak, M., Kumar Mangla, S. ve Kazancoglu, Y. (2021). Circular economy and the policy: A framework for improving the corporate environmental management in supply chains. *Business Strategy and the Environment*, 30(1), 590-608.
- Khandelwal, C. ve Barua, M.K. (2020). Prioritizing circular supply chain management barriers using fuzzy AHP: case of the Indian plastic industry. *Global Business Review*.
- Kharola, S., Ram, M., Goyal, N., Mangla, S. K., Nautiyal, O. P., Rawat, A., ... ve Pant, D. (2022). Barriers to organic waste management in a circular economy. *Journal of Cleaner Production*, 132282.
- Kumar, V., Sezersan, I., Garza-Reyes, J.A., Gonzalez, E.D.R.S. ve AL-Shboul, M.A. (2019). Circular economy in the manufacturing sector: benefits, opportunities and barriers. *Management Decision*, 57(4), 1067-1086.
- Kwarteng, A., Agyenim-Boateng, C. ve Simpson, S.N.Y. (2022). The barriers to adapting accounting practices to circular economy implementation: an evidence from Ghana. *Journal of Global Responsibility*, Vol. ahead-of-print No. ahead-of-print. <https://doi.org/10.1108/JGR-12-2021-0102>
- Liu, Y., Wood, L. C., Venkatesh, V. G., Zhang, A. ve Farooque, M. (2021). Barriers to sustainable food consumption and production in China: A fuzzy DEMATEL analysis from a circular economy perspective. *Sustainable Production and Consumption*, 28, 1114-1129.
- Manoharan, S., Pulimi, V. S. K., Kabir, G. ve Ali, S. M. (2022). Contextual relationships among drivers and barriers to circular economy: an integrated ISM and DEMATEL approach. *Sustainable Operations and Computers*, 3, 43-53.
- Mishra, R., Singh, R. K. ve Govindan, K. (2022). Barriers to the adoption of circular economy practices in Micro, Small and Medium Enterprises: Instrument development, measurement and validation. *Journal of Cleaner Production*, 351, 131389.
- Mhatre, P., Gedam, V. V., Unnikrishnan, S. ve Raut, R. D. (2023). Circular economy adoption barriers in built environment-a case of emerging economy. *Journal of Cleaner Production*, 392, 136201.
- Oluleye, B. I., Chan, D. W. ve Olawumi, T. O. (2022). Barriers to circular economy adoption and concomitant implementation strategies in building construction and demolition waste

- management: A PRISMA and interpretive structural modeling approach. *Habitat International*, 126, 102615.
- Osei-Tutu, S., Ayarkwa, J., Osei-Asibey, D., Nani, G. ve Afful, A.E. (2022). Barriers impeding circular economy (CE) uptake in the construction industry. *Smart and Sustainable Built Environment*, Vol. ahead-of-print No. ahead-of-print. <https://doi.org/10.1108/SASBE-03-2022-0049>
- Paletta, A., Leal Filho, W., Balogun, A. L., Foschi, E. ve Bonoli, A. (2019). Barriers and challenges to plastics valorisation in the context of a circular economy: Case studies from Italy. *Journal of Cleaner Production*, 241, 118149.
- Patel, M. N., Pujara, A. A., Kant, R. ve Malviya, R. K. (2021). Assessment of circular economy enablers: Hybrid ISM and fuzzy MICMAC approach. *Journal of Cleaner Production*, 317, 128387.
- Pearce, D.W. ve Turner, R.K. (1990), *Economics of Natural Resources and the Environment*, The Johns Hopkins University (JHU) Press, London, pp. 1-378.
- Rizos, V. ve Bryhn, J. (2022). Implementation of circular economy approaches in the electrical and electronic equipment (EEE) sector: Barriers, enablers and policy insights. *Journal of Cleaner Production*, 338, 130617.
- 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.
- Sage, A.P. (1977). *Methodology for Large-Scale Systems*, Mc-Graw-Hill, New York, NY
- Singh, M., Kumar, P., ve Rathi, R. (2019). Modelling the barriers of Lean Six Sigma for Indian micro-small medium enterprises: An ISM and MICMAC approach. *The TQM Journal*, 31(5), 673-695.
- Singh, C., Singh, D. ve Khamba, J.S. (2021). Developing a conceptual model to implement green lean practices in Indian manufacturing industries using ISM-MICMAC approach. *Journal of Science and Technology Policy Management*, 12(4), 587-608.
- Sönnichsen, S. D., Clement, J. ve Münster, M. B. (2022). Retail design in the transition to circular economy: A study of barriers and drivers. *Journal of Cleaner Production*, 132310.
- Takacs, F., Brunner, D. ve Frankenberger, K. (2022). Barriers to a circular economy in small-and medium-sized enterprises and their integration in a sustainable strategic management framework. *Journal of Cleaner Production*, 132227.
- Upadhyay, A., Laing, T., Kumar, V. ve Dora, M. (2021). Exploring barriers and drivers to the implementation of circular economy practices in the mining industry. *Resources Policy*, 72, 102037.
- Warfield, J.N. (1974). Developing interconnection matrices in structural modeling. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*, 4(1), 81-87.
- Wuni, I. Y. (2022). Mapping the barriers to circular economy adoption in the construction industry: A systematic review, Pareto analysis, and mitigation strategy map. *Building and Environment*, 109453.
- Yadav, H., Soni, U. ve Kumar, G. (2021). Analysing challenges to smart waste management for a sustainable circular economy in developing countries: a fuzzy DEMATEL study. *Smart and Sustainable Built Environment*, Vol. ahead-of-print No. ahead-of-print. <https://doi.org/10.1108/SASBE-06-2021-0097>

Zhang, A., Venkatesh, V. G., Liu, Y., Wan, M., Qu, T. ve Huisingh, D. (2019). Barriers to smart waste management for a circular economy in China. *Journal of Cleaner Production*, 240, 118198.



© Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY NC) license.
(<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>).

EXTENDED ABSTRACT

Evaluation Of Barriers To Circular Economy With Interpretative Structural Modelling And MICMAC Analysis

1. Introduction

In recent years, the circular economy has attracted great attention from researchers and businesses, both because it benefits society and improves environmental awareness (Agyemang et al., 2019). In the literature, there is a need for research to determine the obstacles to the circular economy by taking the opinions of the managers in business life and to clearly reveal the relations between these obstacles with a model. In addition, Patel et al. (2021) suggested that future research examine the challenges of implementing the circular economy in the manufacturing sector in the context of different countries. Therefore, the aim of this study is:

- To identify the obstacles to the implementation of the circular economy in the production sector, by examining the research made in recent years and taking expert opinions,
- To examine the relationships between the identified barriers with Interpretive Structural Modeling (ISM) and MICMAC analysis.

2. Data Set and Method

In order to achieve the determined research objectives, literature reviews were carried out in the "science direct" and "emerald" databases with the keyword "circular economy barriers" in the first stage. These databases are the fields that are frequently preferred in the literature and present many qualified academic studies to the scientific world (Asgari and Asgari, 2021). In terms of determining the recent obstacles in the circular economy, current articles published in the last 4 years (2019-2020-2021 2022) were preferred, and the relevant articles were selected by reading the abstract sections. As a result of this process, a total of 32 articles were identified and the obstacles highlighted in the articles were listed. Obstacles that are the same or similar to each other are gathered under a common title and turned into 44 barrier titles. After the barriers were determined in a table, the explanations in the related articles were examined again and the barriers with the same meaning were removed from the table; some barriers were combined. Then, by taking the opinions of 3 academicians and 2 supply chain experts working in the field of sustainable supply chain management, the obstacles in front of the circular economy, which is widely seen in the production sector in Turkey, were tried to be determined. As a result of this process, 9 barriers were determined.

There is no consensus in the literature on what the sample size should be for Interpretative Structural Modelling (ISM) and MICMAC analyses. However, when the studies applying this method are examined, it is seen that a sample size ranging from 3 to 16 is generally sufficient (Çalışkan, 2020). In this study, 12 individuals, 5 of whom are academicians and 7 of whom work as managers in the manufacturing sector, were invited to the research in the first stage to evaluate the bilateral relations. However, 3 managers stated that they could not participate in the research due to the workload. In the research, opinions were taken from 5 academicians who are experts in the field of supply chain and 4 managers working in the manufacturing sector. Then, the process of ISM-MICMAC analysis was performed.

3. Empirical Findings

Our findings regarding the ISM model; It is seen that the most important factors preventing the implementation of the circular economy in the production sector from taking place at the I, II and III levels are the lack of qualified personnel and information, the uncertainty about the benefits of the circular economy, the lack of government support and legislation, and the lack of senior management support for the implementation of the circular economy. The results of the study are in line with the research findings of Huang et al. (2021) and draw attention to structural, supply chain related

obstacles. Focusing on overcoming these barriers will contribute to overcoming other barriers that hinder the implementation of the circular economy. Parallel to the results of this research, in another study, Kazancoglu et al. (2021) emphasized that the lack of government support for the implementation of the circular economy in the textile sector is among the most important barriers. The government support factor is critical for businesses to implement the circular economy (Manoharan et al., 2022). As a result, this study reveals the obstacles to the implementation of the circular economy in the production sector in Turkey and the interrelationships among these obstacles. The study draws attention to the circular economy and guides businesses towards better understanding and how it can be improved. In order for the circular economy to be successfully implemented, it is necessary to train qualified personnel and train existing employees on the circular economy, to determine more clearly the benefits that the circular economy will bring to both society and businesses, to provide state support, to establish the necessary legislation and obligations, and to ensure that the top management in enterprises has more circular economy. commitment and support.