YEŞİL TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİ UYGULAMALARININ DEMATEL YÖNTEMİYLE DEĞERLENDİRİLMESİ

EVALUATION OF GREEN SUPPLY CHAIN MANAGEMENT PRACTICES USING THE DEMATEL METHOD

Sibel YILDIZ ÇANKAYA

99

Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi
Yıl: 2026 Sayfa: 1-18
https://dergipark.org.tr/tr/pub/cusosbil

DOI: 10.35379/cusosbil.1684233

Geliş Received: **25.04.2025**
Kabul Accepted: **13.04.2026**

YEŞİL TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİ UYGULAMALARININ DEMATEL YÖNTEMİYLE DEĞERLENDİRİLMESİ

EVALUATION OF GREEN SUPPLY CHAIN MANAGEMENT PRACTICES USING THE DEMATEL METHOD

Sibel YILDIZ ÇANKAYA [1]

Anahtar Kelimeler:
Yeşil Tedarik Zinciri Uygulamaları,
DEMATEL Yöntemi,
Sürdürülebilirlik

Keywords:
Green Supply Chain Practices,
DEMATEL Method,
Sustainability

[1] Doç. Dr., Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, İİBF, İşletme Bölümü, sibelyildiz@ibu.edu.tr, ORCID: 0000-0003-4942-1415.

Alıntılamak için/Cite as:
Çankaya Yıldız S. (2026) Yeşil Tedarik Zinciri Yönetimi Uygulamalarının Dematel Yöntemiyle Değerlendirilmesi, Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, s.1-18

ÖZ

Günümüzde çevresel sorunların artmasıyla birlikte, işletmelerin sürdürülebilirlik odaklı yaklaşımları benimsemeleri kaçınılmaz hale gelmiştir. Bu bağlamda, çevresel etkileri en aza indirmeyi amaçlayan yeşil tedarik zinciri yönetimi (YTZY), işletmelerin hem çevresel hem de ekonomik performanslarını iyileştirmede kritik bir rol oynamaktadır. Bu doğrultuda, yeşil tedarik zinciri yönetimi uygulamaları arasındaki ilişkilerin ve etkileşimlerin analiz edilmesi, çevresel sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmada önemli bir adım olarak değerlendirilmektedir. Bu çalışma, yeşil tedarik zinciri yönetimi uygulamaları arasındaki ilişkileri ve etkileşimleri ortaya çıkararak en kritik faaliyetleri belirlemeyi amaçlamaktadır. YTZY uygulamaları arasındaki dinamiklerin anlaşılması, işletmelerin yeşil dönüşüm süreçlerine en uygun noktadan başlamalarına yardımcı olacaktır. Ayrıca en kritik uygulamaların belirlenmesi de yöneticilere kaynakları doğru noktalara aktarma konusunda önemli bir kolaylık sağlayacaktır. Bu bağlamda, Türkiye'nin enerji ve emisyon yoğun sektörlerinden biri olan alüminyum sektöründe Decision Making Trial and Evaluation Laboratory (DEMATEL) yöntemi kullanılarak YTZY uygulamaları arasındaki sebep-sonuç ilişkileri analiz edilmiştir. Araştırmada uzman görüşlerinden faydalanılarak yedi tane YTZY uygulaması ele alınmıştır. Bu yedi uygulamanın yer aldığı anket, farklı işletmelerde çalışan 15 yöneticiye uygulanmıştır. Araştırma sonuçlarına göre iç çevre yönetimi, yeşil tasarım, yeşil satın alma ve müşteriyle çevresel iş birliği uygulamaları etkileyen grup içerisinde yer almış; tersine lojistik, yeşil üretim ve yeşil dağıtım uygulamaları ise etkilenen grup içerisinde kalmıştır. Bulgular, Türkiye'deki işletmelerin sürdürülebilirlik çabalarında özellikle iç yönetim, tasarım ve müşteri iş birliği gibi uygulamalara öncelik verdiklerini göstermektedir.

ABSTRACT

With the escalating severity of global environmental challenges, it has become imperative for businesses to adopt sustainability-oriented approaches. In this regard, Green Supply Chain Management (GSCM), which seeks to mitigate environmental impacts, plays a pivotal role in improving both the environmental and economic performance of organizations. Consequently, examining the relationships and interconnections among GSCM practices is considered a crucial step in achieving environmental sustainability objectives. This study seeks to identify the most critical GSCM practices by exploring the interrelationships and interactions among various applications of GSCM. Understanding the dynamics between these practices will enable businesses to initiate their green transformation processes from the most effective starting points. Furthermore, identifying the most influential practices will provide valuable insights for managers in terms of resource allocation and strategic decision-making. To this end, the Decision-Making Trial and Evaluation Laboratory (DEMATEL) method was employed to analyze the cause-and-effect relationships among GSCM practices within Turkey's aluminum industry, which is one of the country's most energy- and emission-intensive sectors. Based on expert evaluations, seven distinct GSCM practices were assessed. A survey, encompassing these seven practices, was administered to 15 managers from various companies. The results indicate that internal environmental management, green design, green purchasing, and customer environmental collaboration are classified within the influencing group, while reverse logistics, green production, and green distribution belong to the influenced group. The findings suggest that businesses in Turkey prioritize practices such as internal environmental management, sustainable design, and customer collaboration in their sustainability efforts.

GİRİŞ

Sürdürülebilir kalkınma hedefleri doğrultusunda, işletmelerin çevresel, ekonomik ve sosyal boyutları gözeten stratejiler geliştirmeleri her geçen gün daha fazla önem kazanmaktadır. Özellikle çevresel sürdürülebilirlik hem yasal zorunluluklar hem de toplumsal beklentiler nedeniyle işletmelerin stratejik kararlarında belirleyici bir unsur haline gelmiştir. Tüketicilerin çevre koruma bilincinin artması ve çevreyle ilgili mevzuatın hayata geçmesiyle beraber, işletmeler yeşil imajlarını iyileştirmek ve küresel pazarda hayatta kalmak için çevreyi dikkate alan uygulamalara yönelmeye zorlanmaktadır. Bu noktada devreye giren yeşil tedarik zinciri yönetimi, işletmelerin çevre üzerindeki olumsuz etkilerinin azaltılmasına ve ekolojik verimliliğinin iyileştirilmesine katkı sağlamak suretiyle, işletmelerin mali durumunu ve pazar payını geliştirmelerine yardımcı olan bir kurumsal felsefe olarak ortaya çıkmıştır (Govindan ve diğerleri, 2015).

Beamon (1999), yeşil tedarik zincirini; hammaddenin çıkarılmasından ürünün son kullanımına ve bertarafına kadar olan tüm yaşam döngüsü boyunca çevresel etkileri azaltmayı amaçlayan entegre bir yönetim yaklaşımı olarak tanımlamaktadır. Bu yaklaşım, tedarik zincirinin farklı aşamalarına entegre edilen çok sayıda çevresel uygulamayı kapsayan geniş bir uygulama alanına sahiptir. Bu kapsamda literatürde yeşil satın alma (Govindan ve diğerleri, 2015; Green ve diğerleri, 2012; Yıldız Çankaya & Sezen, 2019; Younis ve diğerleri, 2016; Zhu ve diğerleri, 2008b), yeşil üretim (Jammoria & Sinha, 2024; Khan ve diğerleri, 2017; Yıldız Çankaya ve Sezen, 2019), yeşil tasarım (Shang ve diğerleri, 2010; Younis ve diğerleri, 2016), tersine lojistik (Ninlawan ve diğerleri, 2010; Younis ve diğerleri, 2016), yeşil dağıtım (Ninlawan ve diğerleri, 2010; Yıldız Çankaya & Sezen, 2019) ve müşteriyle çevresel iş birliği (Sahoo & Vijayvargy, 2021; Zhu ve diğerleri, 2008b) gibi farklı YTZY uygulamalarından söz edilmektedir. Bu tür uygulamaların çeşitliliği ve birbirleriyle olan etkileşimleri, yeşil tedarik zinciri yönetiminin işletmeler tarafından etkin bir şekilde hayata geçirilmesini zor ve karmaşık hale getirebilmektedir. Bu nedenle işletmeler açısından hangi YTZY uygulamalarına öncelik verilmesi gerektiğinin belirlenmesi önemli bir yönetim sorunu olarak ortaya çıkmaktadır. Nitekim finansal ve operasyonel kaynakların sınırlı olması, işletmelerin tüm yeşil tedarik zinciri uygulamalarına aynı anda odaklanmasını güçleştirmektedir. Bununla birlikte literatürde YTZY uygulamalarının birbirlerinden bağımsız olmadığı ve bu uygulamalar arasında çeşitli etkileşimlerin ve neden-sonuç ilişkilerinin bulunduğu bildirilmektedir (Govindan ve diğerleri, 2015; Lin, 2013; Wu ve diğerleri, 2015). Dolayısıyla bir uygulamada gerçekleştirilen iyileştirmeler, diğer uygulamaların geliştirilmesine de katkı sağlayabilmektedir. Bu nedenle YTZY uygulamaları arasındaki ilişkilerin ve nedensel etkileşimlerin ortaya konulması, işletmelerin sürdürülebilirlik stratejilerini daha etkin biçimde planlamalarına yardımcı olabilir. Bu doğrultuda çalışmanın amacı, yeşil tedarik zinciri yönetimi uygulamaları arasındaki nedensel ilişkileri analiz ederek sistem içerisinde en kritik rol oynayan uygulamaları belirlemektir.

Literatürde yeşil tedarik zinciri yönetimi uygulamalarını inceleyen çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmaların önemli bir kısmı, YTZY uygulamalarının neler olduğunu belirlemeye (örn. Mohanty ve Prakash, 2014; Zhu ve diğerleri, 2008b) ve bu uygulamaların işletme performansı (örn. Astawa ve diğerleri, 2021), çevresel performans (örn. Gelmez ve diğerleri, 2024; Heidari ve diğerleri, 2025; Karim ve diğerleri, 2024; Yıldız Çankaya & Sezen, 2019), ekonomik performans (örn. Heidari ve diğerleri, 2025; Yıldız Çankaya & Sezen, 2019) veya rekabet avantajı (örn. Astawa ve diğerleri, 2021; Gelmez ve diğerleri, 2024) gibi çeşitli değişkenler üzerindeki etkilerini incelemeye odaklanmaktadır. Ancak YTZY uygulamaları arasındaki nedensel ilişkileri ve etkileşimleri analiz eden çalışmaların literatürde sınırlı sayıda olduğu görülmektedir. YTZY uygulamaları arasındaki ilişkileri inceleyen çalışmalar arasında Lin (2013), Tayvan'da gerçekleştirdiği araştırmada yeşil satın alma, yeşil tasarım, ürün geri kazanımı ve yeniden kullanılan ürünler ile tedarikçi ve müşteriyle iş birliği uygulamalarını DEMATEL yöntemiyle analiz etmiştir. Benzer şekilde Govindan ve ark. (2015), tersine lojistik, yeşil tasarım, yeşil satın alma, karbon yönetimi, tedarikçiyle çevresel iş birliği, müşteriyle çevresel iş birliği, ISO 14001 sertifikası ve iç çevre yönetimi arasındaki ilişkileri incelemek amacıyla bulanık DEMATEL yöntemini kullanmışlardır. Wu ve ark. (2015) ise Vietnam'da tedarikçi/müşteri iş birliği, yeşil

tasarım, yeşil satın alma ve geri kazanım uygulamaları arasındaki etkileşimleri DEMATEL yöntemi ile analiz etmişlerdir. Ayrıca Zhu ve ark. (2013), Çin'de iç ve dış YTZY uygulamaları ile performans göstergeleri arasındaki ilişkileri yapısal eşitlik modeli aracılığıyla incelemişlerdir. Ancak bu çalışmaların büyük bölümü farklı ülke bağlamlarında gerçekleştirilmiştir. Literatür taraması sonucunda Türkiye bağlamında YTZY uygulamaları arasındaki ilişkileri doğrudan inceleyen çalışmalara rastlanmamıştır. Bu durum, Türkiye'de alüminyum sektörü bağlamında YTZY uygulamaları arasındaki etkileşimlerin ve nedensel ilişkilerin ortaya konulmasını önemli bir araştırma konusu haline getirmektedir. Bu çalışma, YTZY uygulamaları arasındaki ilişkileri DEMATEL yöntemi kullanarak analiz etmekte ve sistem içerisinde diğer uygulamalar üzerinde daha belirleyici rol oynayan faaliyetleri ortaya koymaktadır. Bu yönüyle araştırmanın, Türkiye bağlamında YTZY uygulamaları arasındaki etkileşimleri ortaya koyarak literatüre katkı sağlaması ve işletmelerin sürdürülebilirlik stratejilerini planlarken hangi uygulamalara öncelik vermeleri gerektiği konusunda yöneticilere yol gösterici bulgular sunması beklenmektedir.

LİTERATÜR TARAMASI

Yeşil Tedarik Zinciri Yönetimi ve Uygulamaları

Yeşil tedarik zinciri yönetimi, işletmelerin ekonomik, sosyal ve çevresel konuları dengelemek ve kurumsal sürdürülebilirliği teşvik etmek için kullandıkları önemli bir yaklaşım olarak kabul edilmektedir. YTZY, mal veya hizmet akışındaki yeşil girişim faaliyetlerinin entegrasyonu olarak tanımlanmaktadır. Bu tür faaliyetler; yeşil satın alma, yeşil üretim, yeşil ambalajlama, yeşil pazarlama ve tersine lojistik gibi süreçleri kapsamaktadır (Wang ve diğerleri, 2020). Benzer şekilde Srivastava (2007), YTZY'nin çerçevesini çevresel düşüncenin tedarik zinciri yönetim süreçlerine entegrasyonu olarak çizmektedir. Bu entegrasyon, ürün tasarımından malzeme tedarik sürecine; üretimden nihai ürünlerin kullanım ömrü sonrasındaki yaşam sonu yönetimine kadar geniş bir yelpazeye yayılmaktadır. YTZY, işletmelerin mal ve hizmetlerinin tasarımı, tedarik edilmesi, üretilmesi, dağıtılması, kullanılması, yeniden kullanılması ve bertarafı süreçlerinde çevresel kaygıların dikkate alındığı bir tedarik zinciri yönetimi yaklaşımıdır. Bu süreçlerde benimsenen politikalar, alınan eylemler ve kurulan ilişkiler, çevresel sürdürülebilirliği sağlamak amacıyla şekillenmektedir (Diabat & Govindan, 2011). Kumar ve Putnam (2008), "beşikten mezara" olarak adlandırılan uçtan uca tedarik zinciri sürecinin artık "beşikten beşiğe" olarak adlandırıldığını, bunun da ürünün yeniden üretilmek veya uygun şekilde bertaraf edilmek üzere kökene (üreticiye) geri gönderilmesi gerektiği anlamına geldiğini belirtmiştir. Bu nedenle yazarlar, tedarik zincirini yeşil faaliyetleri içerecek şekilde genişletmenin artık yeterli olmadığını vurgulamışlar ve ürünün kullanım ömrü sonunda bertarafının da sürece dahil edilmesi gerektiğinin altını çizmişlerdir.

YTZY araştırmalarının kapsamı, tedarik zinciri yönetimi araştırmalarında olduğu gibi, araştırmacının hedeflerine bağlı kalmaktadır (Zhu & diğerleri, 2005). Dolayısıyla, yeşil tedarik zinciri yönetiminin boyutları konusunda literatürde bir fikir birliği bulunmamaktadır (Eltayeb & Zailani, 2009; Laosirihongthong ve diğerleri, 2013). Özellikle ilk yıllardaki çalışmalarda YZTY'nin tanım çerçevesi alıcı ve satıcı arasındaki basit bir yeşil satın alma ilişkisiyle sınırlı kalmaktadır. İlerleyen zamanda yapılan çalışmalarda ise daha kapsamlı "kapalı döngü" tedarik zinciri kavramları benimsenmektedir. Bu kapsamlı yaklaşımlar, YZTY'yi hem örgüt içi hem de örgütler arası bir perspektiften ele alarak, malzeme ve ürünlerin kullanımını, yeniden kullanımını ve yönetimini içeren kesintisiz bir lojistik döngüsü olarak görmektedir (Zhu ve diğerleri, 2008a). YTZY'yi bu şekilde kapsamlı ele alan ilk çalışmaların başında Zhu ve Sarkis (2004)'in çalışması gelmektedir. Yazarlar, bu çalışmalarında YTZY'yi dört boyutlu incelemiştir. Bu boyutlar; iç çevresel yönetim, dış uygulamalar, eko-tasarım ve yatırımın geri kazanılmasıdır. Yazarlar, çevresel konularda tüketicilerle iş birliği yapılmasını ve yeşil satın almayı "dış uygulamalar" başlığı altında tek bir boyut olarak değerlendirmiştir. Yazarların daha sonraki çalışmalarında ise YTZY beş boyutla ele alınmış ve bu bağlamda "yeşil satın alma" ile "tüketicilerle çevresel konularda iş birliği" ayrı boyutlar olarak karşımıza çıkmaktadır (Zhu & Sarkis, 2006; Zhu ve diğerleri, 2007; Zhu ve diğerleri, 2008b). Shang ve ark. (2010) tarafından gerçekleştirilen

çalışmada YTZY; yeşil üretim ve paketleme, çevresel katılım, yeşil pazarlama, yeşil tedarikçi, yeşil stok, yeşil tasarım olmak üzere altı boyutta incelenmiştir. YTZY'yi kapsamlı bir şekilde ele alan bir diğer çalışma ise Yıldız Çankaya ve Sezen (2019) tarafından gerçekleştirilmiştir. Yazarların Türkiye'de yürüttükleri çalışmada YTZY sekiz boyutuyla ele alınmıştır. Bu boyutlar; yeşil satın alma, yeşil üretim, yeşil pazarlama, yeşil dağıtım, yeşil paketleme, iç çevre yönetimi, çevresel eğitim ve yatırımın geri kazanılmasıdır. Ancak yazarların yaptıkları faktör analizinde yeşil dağıtım ve yeşil paketleme boyutu tek bir faktör altında birleşmiştir. Asif ve ark. (2020) tarafından gerçekleştirilen literatür analizinde, belirlenen kriterlere uygun 55 makale incelenmiş ve bu çalışmalar arasından yirmi farklı YTZY uygulaması tespit edilmiştir. Elde edilen bulgulara göre, literatürde en sık referans verilen YTZY uygulaması, 28 atıf ile eko-tasarımdır. Bunu sırasıyla yeşil satın alma (22 atıf), yeşil üretim (20 atıf), tersine lojistik (20 atıf) ve çevre yönetimi uygulamaları (18 atıf) takip etmektedir. Oyefusi ve ark. (2025: 254), tarafından inşaat sektörünü temel alarak yapılan sistematik literatür taramasında 62 makale incelenmiş ve bu makalelerden beş YTZY uygulamasına ulaşılmıştır: Yeşil tasarım, yeşil satın alma, yeşil ulaşım, yeşil inşaat ve kullanım ömrü sonu yönetimi. Literatür incelendiğinde, bazı araştırmalar ISO 14001 sertifikasını YTZY'nin bağımsız bir boyutu olarak ele alırken (Govindan ve diğerleri, 2015), pek çok çalışma bu sertifikayı "iç çevre yönetimi" boyutu kapsamında değerlendirmekte (Zhu ve diğerleri, 2008b) ve hatta "yeşil satın alma" veya "yeşil tedarikçi" boyutlarıyla ilişkilendirmektedir (Shang ve diğerleri, 2010). ISO 14000 standartlar serisi, kuruluşların çevresel sorunları sistematik ve bütüncül bir yaklaşımla ele almalarını sağlayacak bir dizi araç ve uygulama çerçevesi sunmaktadır (Özalp & Besler, 2000). Bu standartların en bilinenlerinden biri olan ISO 14001, çevre yönetim sistemlerine ilişkin gereklilikleri tanımlamakta ve sertifikasyon süreciyle işletmelerin bu gereklilikleri yerine getirmesini teşvik etmektedir. Bu sertifikaya hak kazanabilmek için kuruluşların, çevresel etkilerini tanımlayan ve kontrol eden bir çevre yönetim sistemi oluşturmaları, yürürlükteki yasal düzenlemelere tam uyum sağlamaları, ölçülebilir çevresel amaç ve hedefler belirlemeleri, bu hedeflere ulaşmak için etkin operasyonel kontrol mekanizmaları uygulamaları ve çevresel performanslarını sürekli iyileştirmeye yönelik süreçleri takip etmeleri gerekmektedir (Poksinska ve diğerleri, 2003).

Tablo 1'de literatürde yer alan bazı YTZY uygulamaları görülmektedir.

Tablo 1 Literatürde Yer Alan YTZY Uygulamalarından Bazıları

	Yazar	Uygulamalar
1	Zhu ve ark. (2008a)	Dış faaliyetler, yatırımın geri kazanılması, eko-tasarım
2	Zhu ve ark. (2008b) Zhu ve ark. (2013) Micheli ve ark. (2020)	İç çevre yönetimi, yeşil satın alma, çevresel konularda müşteri ile iş birliği, eko-tasarım, yatırımın geri kazanılması
3	Ninlawan ve ark. (2010)	Yeşil satın alma, yeşil üretim, yeşil dağıtım, tersine lojistik
4	Shang ve ark. (2010)	Yeşil üretim ve paketleme, çevresel katılım, yeşil pazarlama, yeşil tedarikçi, yeşil stok, yeşil tasarım
5	Green ve ark. (2012)	Yeşil satın alma, müşteriyle iş birliği, eko-tasarım, yatırımın geri kazanılması
6	Lin (2013)	Yeşil satın alma, yeşil tasarım, kullanılmış ürünlerin geri kazanımı ve yeniden kullanılması, tedarikçi ve müşteriyle iş birliği
7	Govindan ve ark.(2015)	Tersine lojistik, yeşil tasarım, yeşil satın alma, karbon yönetimi, tedarikçiyle çevresel iş birliği, müşteriyle çevresel iş birliği, ISO 14001 sertifikası, içsel çevre yönetimi
8	Wu ve ark. (2015)	Tedarikçi/müşteri iş birliği, yeşil tasarım, yeşil satın alma ve geri kazanım
9	Younis ve ark. (2016)	Eko-tasarım, yeşil satın alma, çevresel iş birliği, tersine lojistik
10	Khan ve ark. (2017)	Yeşil üretim, yeşil satın alma, eko-tasarım, müşteri ile iş birliği, yeşil bilgi sistemleri
11	Yıldız Çankaya ve Sezen (2019)	Yeşil satın alma, yeşil üretim, yeşil pazarlama, yeşil dağıtım, yeşil paketleme, iç çevre yönetimi, çevresel eğitim ve yatırımın geri kazanılması
12	Li ve ark. (2020)	Dışsal iyileştirmeler, içsel iyileştirmeler, ekolojik uygulamalar
13	Habib ve ark. (2021)	İç çevre yönetimi, eko-tasarım, müşteriyle çevresel iş birliği
14	Sahoo ve Vijayvargy (2021)	İç çevre yönetimi, eko-tasarım, yeşil satın alma, müşteriyle çevresel iş birliği,
15	Jammoria ve Sinha (2024)	Yeşil satın alma, yeşil üretim, yeşil dağıtım
16	Khan ve ark. (2023)	İç çevre yönetimi, yeşil satın alma, müşteri ile ilişkiler, eko-tasarım, yatırımın geri kazanılması
17	Oyefusi ve ark. (2025)	Yeşil tasarım, yeşil satın alma, yeşil ulaşım, yeşil inşaat, kullanım ömrü sonu yönetimi

Araştırmada kullanılan uygulamalar aşağıda kısaca açıklanmaktadır.

Tersine lojistik: Birçok ürün, kullanım ömrü sonunda bile bir değere sahip bulunmaktadır. Bu değerin elde edilebilmesi için ürünün müşteriden geri alınması gerekmektedir. Tersine lojistik, müşteriden dönen ürünlerin toplanması, incelenmesi ve ayrıştırılmasının ardından geri dönüşüm, yeniden üretim, yeniden kullanım ve bertaraf gibi geri kazanım faaliyetlerini içermektedir (Govindan ve diğerleri, 2015).

Yeşil tasarım: Yeşil tasarım, belirli bir çevresel bilince sahip ürün veya hizmetlerin tasarımını ifade etmektedir. Bu uygulama ile kirliliğin önlenmesi, kaynak tasarrufu ve atık yönetimi gibi konular sistematik olarak ele alınmaktadır (Lin, 2013). Özetle bu boyut, ürünlerin tüm yaşam döngüsü boyunca çevreye olan olumsuz etkilerini azaltmayı amaçlayan faaliyetleri bir araya getirmektedir. Ürünlerin çevresel etkilerinin %80'i tasarım aşamasında belirlendiği için olumsuz çevresel etkileri azaltmanın en etkili yolu, çevresel konuları ürün tasarımına entegre etmektir (Govindan ve diğerleri, 2015).

Yeşil satın alma: Yeşil satın alma, satın alınan ürün ve malzemenin, firma tarafından belirlenen çevresel hedeflere uygun olmasını sağlamayı amaçlayan bir çevresel satın alma girişimi olarak tanımlanabilir. Bu hedefler arasında atık kaynaklarının azaltılması, geri dönüşümün teşvik edilmesi, malzemelerin yeniden kullanımı ve ikamesi yer almaktadır (Younis ve diğerleri, 2016). Yeşil satın alma uygulamaları, bertarafı güç veya ekosistem açısından zararlı ürünlerin satın alımını azaltılmasını, daha yüksek oranda geri dönüştürülmüş ya da yeniden

kullanılmış içeriklere sahip ürünlerin tercih edilmesini ve tedarikçilerden gereksiz ambalaj kullanımını en aza indirerek biyolojik olarak parçalanabilir veya geri dönüştürülebilir ambalajların kullanımını talep etmektedir. Bu şekilde kaynak azaltımı stratejilerinin etkinliğinin önemli ölçüde artırılması mümkün olabilmektedir (Min & Galle, 1997).

Yeşil satın alma süreci, çevre dostu tedarikçilerin bulunmasını, firmaların analiz edilmesini, ham madde ve geri dönüştürülmüş malzemelerin yasal ve endüstri standartlarına uygun şekilde temin edilmesini kapsamaktadır (Asif ve diğerleri, 2020). İşletmeler, satın alınan malzemelerin çevre dostu olmasını sağlamak için tedarikçilerin çevresel performansını giderek daha fazla takip etmektedirler (Lin, 2013). Tedarikçilerin çevresel hedefleri karşılaması için satın alma yapan firma; eğitim, çevresel bilgi paylaşımı ve ortak araştırmalar gibi iş birliğine dayalı faaliyetler yürütebilir (Laosirihongthong ve diğerleri, 2013). Nawrocka ve ark. (2009) ise işletmelerin çevresel idealleriyle uyumlu tedarikçileri belirlemek amacıyla tedarikçi denetimleri gerçekleştirmeleri gerektiğini ileri sürmektedir. Govindan ve ark. (2014), uygun tedarikçinin seçilmesi için tedarikçilere çevresel konulara ilişkin tutumlarını sorgulamaya yönelik anketler uygulanmasını önermektedir. Böylece tedarikçiler, işletmenin çevresel değerlerine uygunluklarına göre filtrelenebileceklerdir.

Yeşil malzemelerin satın alınması maliyetli olsa da bertaraf maliyetlerinin azalması, kaynak tasarrufu elde edilmesi ve işletme imajına olumlu bir yansımanın sağlanması gibi bazı avantajları beraberinde getirmektedir (Govindan ve diğerleri, 2015).

Müşteri ile çevresel iş birliği: Müşteriyle çevresel iş birliği, bir işletmenin çevresel performansını iyileştirmek amacıyla bazı süreçlere müşterilerin doğrudan dahil olmasını içermektedir. Bu süreç, firma ile müşterileri arasındaki teknik bilginin paylaşımı, müşteri eğitimi, müşteri desteği ve ortak girişimler gibi faaliyetlerden oluşmaktadır. Bu faaliyetler, yeşil ürünlerin geliştirilmesini sağlayarak müşterilerin çevresel performansını artırmaktadır (Govindan ve diğerleri, 2015).

İç çevre yönetimi: İç çevre yönetimi, bir işletmenin üst yöneticileri tarafından yeşil uygulamaları hayata geçirmek için kullanılan girişimleri kapsamaktadır. Bu uygulamada yer alan temel ölçütlerin şu şekilde sıralanması mümkündür: Çevresel değerlendirme sistemlerinin erişilebilirliği, sürdürülebilirlik konusunda misyon beyanlarının mevcudiyeti, çevre yönetimi uygulamalarının sayısı, çevresel ödül sistemlerinin bulunması ve yönetimin çalışanları sürdürülebilirlik konusunda motive etme girişimi (Govindan ve diğerleri, 2015).

Yeşil üretim: Yeşil üretim, atıkların en aza indirilmesi ve üretim verimliliğinin artırılması amacıyla hızlı, güvenilir ve enerji verimli üretim süreçlerinin benimsenmesi olarak tanımlanmaktadır. Ayrıca yeşil üretim, kirliliği minimum seviyede tutan ya da hiç kirlilik oluşturmayan girdilerin kullanıldığı, atıkların tamamen ortadan kaldırıldığı ve böylece olumsuz çevresel etkilerin önemli ölçüde azaltıldığı yüksek verimli üretim sistemleri olarak da değerlendirilmektedir. Üretim süreçlerinde emisyonların azaltılması, enerji tüketiminin ve hammadde kullanımının düşürülmesi ve yenilenebilir enerji kaynaklarının etkin bir şekilde kullanılması yeşil üretim uygulamaları kapsamında, ön plana çıkmaktadır (Afum ve diğerleri, 2020).

Yeşil dağıtım: Yeşil dağıtım, taşımacılık, depolama ve ambalajlama süreçlerinin çevresel etkilerinin en aza indirilmesini yani yeşil hale getirilmesini ifade etmektedir. Bu uygulama, depolamadan sipariş hazırlanmasına, ürünün ambalajlanmasından araca yüklenmesine kadar dağıtım sürecinin tüm aşamalarını kapsamaktadır. Taşımacılığın çevre dostu hale getirilmesi; araç yükünün optimize edilmesi, araç verimliliğinin artırılması, mümkün olduğunca deniz yolunun tercih edilmesi ve büyük miktarda taşımanın tercih edilmesiyle sağlanmaktadır. Depolama süreçlerinde çevreci uygulamaların gerçekleştirilmesi ise elektrik ihtiyacını azaltmak için gün ışığından faydalanılması ve elektrik üretimi için yenilenebilir kaynakların kullanılması gibi yöntemlerle mümkün olmaktadır. Ambalajlamada çevreci yaklaşımlar; yenilenebilir, yeniden kullanılabilir ve geri dönüştürülebilir ambalaj malzemeleri kullanmak, gereksiz ambalajı ortadan kaldırmak ve ambalaj malzemesini optimize etmek yoluyla uygulanabilmektedir (Jammoria & Sinha, 2024).

Yeşil Tedarik Zinciri Yönetimi Uygulamaları Arasındaki İlişkiler

YTZY bünyesindeki yeşil satın alma, yeşil tasarım, geri kazanım sistemleri ve çevresel iş birlikleri gibi uygulamalar çoğunlukla belirli amaçlara yönelik olarak geliştirilmiş stratejik araçlardır. Ancak bu uygulamaların her biri, yalnızca kendi başına değil, diğer YTZY uygulamalarıyla olan etkileşimi çerçevesinde anlam ve işlevsellik kazanmaktadır. Bu nedenle uygulamalar arası ilişkilerin analizi, yalnızca hangi uygulamaların etkin olduğunu belirlemekle kalmaz; aynı zamanda bu uygulamaların birbirini nasıl desteklediğini, hangilerinin diğerlerini tetiklediğini de ortaya koyar.

Bu çerçevede, literatürde YTZY uygulamaları arasındaki ilişkileri inceleyen ve bu etkileşimleri farklı yöntemlerle analiz eden çeşitli araştırmalara rastlanmaktadır. Örneğin Lin (2013), Tayvan'da gerçekleştirdiği çalışmasında YTZY'nin dört uygulaması (yeşil satın alma, yeşil tasarım, ürün geri kazanımı ve yeniden kullanılan ürünler, tedarikçi ve müşteriyle iş birliği) ile örgütsel performans ve dışsal itici faktörler arasındaki ilişkileri bulanık DEMATEL yöntemi ile araştırmıştır. Yapılan araştırmanın sonuçlarına göre YTZY uygulamalarından olan "kullanılmış ürünlerin geri kazanımı ve yeniden kullanımı" boyutu ile "yeşil satın alma" boyutunun e*tkileyen* (neden) kategorisinde yer almaktadır (Lin, 2013). Benzer şekilde Govindan ve ark. (2015), YTZY uygulamaları (tersine lojistik, yeşil tasarım, yeşil satın alma, karbon yönetimi, tedarikçiyle çevresel iş birliği, müşteriyle çevresel iş birliği, ISO 14001 sertifikası, içsel çevre yönetimi) ile ekonomik ve çevresel performans arasındaki ilişkileri ve etkileşimleri ortaya çıkarmak için bulanık DEMATEL yöntemi kullanmışlardır. D-R değerlerine göre "iç yönetim desteği, ISO 14001 sertifikası ve yeşil satın alma" en yüksek skora sahip uygulamalar olarak etkileyen grupta bulunmaktadır (Govindan ve diğerleri, 2015). Wu ve ark. (2015), Vietnam'da YTZY uygulamaları (tedarikçi/müşteri iş birliği, yeşil tasarım, yeşil satın alma ve geri kazanım) ile düzenlemeler, performans göstergeleri, müşteri memnuniyeti ve paydaş baskıları arasındaki etkileşimler için DEMATEL yöntemine başvurmuşlardır. Araştırma sonuçları "yeşil tasarım ve geri kazanım uygulamalarını" etkileyen grupta karşımıza çıkarmıştır (Wu ve diğerleri, 2015). Zhu ve ark. (2013), Çin'de kurumsal baskılar, iç YTZY, dış YTZY ve performans göstergeleri arasındaki ilişkileri yapısal eşitlik modeliyle test etmişlerdir. "Eko-tasarım ve iç çevre yönetimi" iç YTZY uygulaması olarak adlandırılırken "yeşil satın alma, müşteriyle çevresel konularda iş birliği ve geri kazanım" uygulamaları ise dış YTZY uygulaması olarak adlandırılmıştır. Çalışmanın sonuçları, iç YTZY uygulamalarının dış YTZY uygulamalarını etkilediklerini göstermektedir (Zhu ve diğerleri, 2013).

YÖNTEM

DEMATEL Yöntemi

DEMATEL yöntemi, karmaşık faktörler arasındaki nedensel ilişkileri içeren yapısal bir model oluşturmak için kullanılan bir yöntemdir. DEMATEL yönteminde tüm faktörler neden ve sonuç olmak üzere iki kategoriye ayrılmaktadır (Govindan ve diğerleri, 2015). Neden kriterleri diğer kriterler üzerinde daha büyük bir etkiye sahiptir ve bu yönüyle yüksek önceliği bulunmaktadır. Sonuç kriterleri ise daha fazla etki altında kalan ve düşük önceliğe sahip kriterlerdir (Aksakal & Dağdeviren, 2010). Bu gruplar, faktörler arasındaki etki değerleri kullanılarak oluşturulmaktadır. Bu kategorilendirme, sistemin bileşenlerini daha iyi anlamayı sağlamakta ve dolayısıyla karmaşık sistemlerin sorunlarını ortadan kaldırmak için çözümler keşfetmeye yardımcı olmaktadır (Govindan ve diğerleri, 2015). DEMATEL yönteminin en belirgin avantajı, belirli bir sektördeki uzmanların görüşlerini kapsamlı bir şekilde dikkate alması ve sistem elemanları arasındaki karmaşık ilişkileri görselleştirilmiş bir yapı modeli aracılığıyla analiz etmesidir (Lin ve diğerleri, 2014). Yöntem genellikle bu çalışmada da olduğu gibi uzman görüşlerine dayalı olarak doğrudan ilişki matrisinin oluşturulması ile başlamaktadır. Fakat bu durum bazı sorunları da beraberinde getirebilir. Farklı uzmanlardan elde edilen farklı karşılaştırmaların sonuçlar üzerinde değişkenlik yaratması ve aritmetik ortalamaların uç değerlerden etkilenerek yanıltıcı sonuçlar verebilmesi mümkün olabilmektedir. Bu nedenle literatürde doğrudan ilişki matrisinin hesaplanmasında Somers' D ilişki katsayısı gibi istatistiksel yaklaşımların kullanıldığı çalışmalar da bulunmaktadır (Paksoy & Seçer, 2023; Altınbaş, 2024).

DEMATEL yöntemi aşağıda yer alan adımlardan oluşmaktadır:

Adım 1: Doğrudan ilişki matrisinin oluşturulması

Bu aşamada uzmanlar, kriterler arasında çiftler halinde karşılaştırma yaparak doğrudan ilişki matrisini oluştururlar (Govindan ve diğerleri, 2015). Kriterler arasındaki ilişkiyi ölçmek için 0 (etki yok), 1 (düşük etki), 2 (orta etki), 3 (yüksek etki) ve 4 (çok yüksek etki) olmak üzere beş seviyeden meydana gelen ikili karşılaştırma ölçeği kullanılmaktadır (Çelikbilek, 2018). Doğrudan ilişki matrisi M, nxn boyutunda bir matristir ve ikili karşılaştırmalar yoluyla elde edilmektedir. Aşağıdaki formüldeki xij; kriter i'nin kriter j'yi etkileme derecesi olarak tanımlanmaktadır (Wu ve diğerleri, 2015).

$$M = [x_{ij}]_{nxn} \quad (1)$$

Adım 2: Doğrudan ilişki matrisinin normalizasyonu

Doğrudan ilişki matrisinin normalize edilebilmesi için önce matrisin satır ve sütun toplamları hesaplanmakta, ardından bu değerler arasından en büyük olanı belirlenmektedir. Bu değer k ile gösterilmekte olup aşağıdaki şekilde elde edilmektedir. Daha sonra doğrudan ilişki matrisi 'nin tüm elemanları bu değere bölünerek normalize edilmiş doğrudan ilişki matrisi O elde edilmektedir (Çelikbilek, 2018).

$$k = max(max \sum_{j=1}^{n} x_{ij} \ , max \sum_{i=1}^{n} x_{ij}) \quad (2)$$

$$O = \frac{M}{k} \quad (3)$$

$$i, j = 1,2, \dots, n$$

Adım 3: Toplam ilişki matrisinin oluşturulması

Normalize edilmiş doğrudan ilişki matrisi elde edildikten sonra, toplam ilişki matrisi S, I'nın birim matris olarak gösterildiği formül 4 kullanılarak elde edilmektedir (Wu ve diğerleri, 2015).

$$S = O(I - O)^{-1} \quad (4)$$

Adım 4: Etkileyen ve etkilenen değişkenlerin ve kriter ağırlıklarının belirlenmesi

Neden (etkileyen) ve sonuç (etkilenen) kriterlerinin belirlenmesi için 6. ve 7. denklemler kullanılmaktadır. S matrisindeki satırlar toplamı D, sütunlar toplamı ise R olarak gösterilmektedir (Aksakal & Dağdeviren, 2010).

$$S = [s_{ij}]_{nxn}$$

$$i, j = 1,2, \dots, n \quad (5)$$

$$D = [s_i]_{nx1} = \left[\sum_{J=1}^{n} s_{ij}\right]_{nx1} \quad (6)$$

$$R = [s_j]_{1xn} = \left[\sum_{i=1}^{n} s_{ij}\right]_{1xn} \quad (7)$$

D ve R değerlerinin bulunmasıyla birlikte (D-R) ve (D+R) değerleri kullanılarak her bir kriterin diğer kriterler ile olan etki seviyesi ve ilişki seviyesi belirlenmektedir. D-R değeri pozitif olan kriterler diğer kriter üzerinde daha yüksek etkiye sahiptirler ve bundan dolayı daha yüksek önceliğe sahip oldukları kabul edilmektedir. Bu grupta yer alan kriterler etkileyen grup olarak adlandırılmaktadır. D-R değeri negatif olan kriterler ise diğer kriterlerden daha fazla etkilenmektedirler. Daha düşük önceliğe sahip olduğu kabul edilen bu kriterler etkilenen grupta yer almaktadırlar (Aksakal & Dağdeviren, 2010). Diğer taraftan D+R değeri, her bir kriterin diğer kriterlerle arasındaki ilişkiyi göstermektedir. D+R değeri yüksek olan kriterler diğer kriterler ile daha çok ilişkili bulunmakta; düşük olanların ise diğer kriterlerle ilişkisi az görünmektedir (Aksakal & Dağdeviren, 2010).

Kriter ağırlıkları, (D+R) ve (D-R) değerleri kullanılarak Denklem 8 ve Denklem 9 yardımıyla hesaplanmaktadır (Korucuk ve Memiş, 2019).

$$w_i = \sqrt{(D+R)^2 + (D-R)^2} \quad (8)$$

$$w_i = \frac{w_i}{\sum_{i=1}^{n} w_i} \quad (9)$$

Adım 5: Eşik değerinin ayarlanması ve Etki diyagramının oluşturulması

Etki diyagramının oluşturulabilmesi için öncelikle bir eşik değerin belirlenmesi gerekmektedir. Bu eşik değer, karar vericiler tarafından sezgisel olarak belirlenebileceği gibi, toplam ilişki matrisinde yer alan değerlerin aritmetik ortalaması alınarak da hesaplanabilmektedir. Eşik değer belirlendikten sonra karşımıza çıkan toplam ilişki matrisindeki bu değere eşit veya üzerinde olan hücre

değerleri, kriterler arasındaki ilişkileri ve bu ilişkilerin yönünü göstermektedir (Ayçin, 2020; Çelikbilek, 2018). Eşik değer, diyagramın karmaşıklığını engelleyebilmek için gerekli bir uygulamadır. Eşik değerin büyük ya da küçük olması kriterlerin birbiri üzerindeki etkileşiminin boyutunu etkileyebilmekte ve sonucu ya daha basit hale getirmekte ya da karmaşıklaştırmaktadır (Korucuk & Memiş, 2019).

Etki diyagramı oluşturulurken, koordinat düzleminde yatay eksende (D+R) değerleri, dikey eksende ise (D-R) değerleri konumlandırılmaktadır (Ayçin, 2020; Çelikbilek, 2018).

ARAŞTIRMA BULGULARI

Yeşil tedarik zinciri yönetimi, karbon emisyonlarını azaltmak ve çevresel etkileri en aza indirmek için stratejik bir yaklaşım olarak önem kazanmaktadır. Bu bağlamda, araştırmada alüminyum sektörü ele alınmıştır. Alüminyum sektörü, yüksek enerji tüketimi ve emisyon yoğunluğu nedeniyle çevresel sürdürülebilirlik açısından kritik bir alan teşkil etmektedir. Sınırda Karbon Düzenleme Mekanizması (SKDM) kapsamında öncelikli sektörler arasında yer alan bu sektör, toplam emisyonların önemli bir kısmından sorumludur (Casem, 2023). Dolayısıyla, bu sektörde yeşil tedarik zinciri yönetimi uygulamalarının etkin bir şekilde analiz edilmesi, karbon ayak izinin azaltılmasına ciddi oranda bir katkı sağlayabilir.

Araştırmada kullanılan YTZY uygulamalarının belirlenmesinde literatürde yer alan çalışmalar kapsamlı biçimde incelenmiştir. Bu süreçte özellikle Govindan ve ark. (2015), Green ve ark. (2012), Yıldız Çankaya ve Sezen (2019) ve Zhu ve ark. (2008b) gibi çalışmalar YTZY uygulamalarının sınıflandırılmasında temel referanslar olarak değerlendirilmiştir. Literatürde farklı çalışmalarda benzer uygulamaların farklı isimlerle ifade edildiği görülmektedir. Örneğin "eko tasarım" ve "yeşil tasarım" kavramları çoğu çalışmada benzer anlamda kullanılmaktadır. Benzer şekilde bazı çalışmalarda ayrı bir boyut olarak ele alınan yatırımın geri kazanılması tersine lojistik faaliyetleriyle yakından ilişkili görülmektedir. Ayrıca bazı çalışmalarda bağımsız bir kriter olarak değerlendirilen ISO 14001 sertifikası çoğu zaman iç çevre yönetimi uygulamaları kapsamında ele alınabilmektedir. Bu değerlendirmeler sonucunda literatürde farklı isimlerle ifade edilen ancak benzer veya örtüşen anlamlar taşıyan uygulamalar bir arada değerlendirilmiş ve kavramsal tekrarlar giderildikten sonra literatürde en sık kullanılan ve araştırma bağlamına uygun olduğu düşünülen yedi adet YTZY uygulaması araştırma kapsamında ele alınmıştır. Belirlenen bu kriterlerin araştırma bağlamına uygunluğunu değerlendirmek amacıyla konuya hâkim akademisyenlerin ve alüminyum sektöründe görev yapan uzmanların görüşlerine de başvurulmuştur. Araştırmada kullanılan bu uygulamalar; tersine lojistik, yeşil tasarım, yeşil satın alma, müşteriyle çevresel iş birliği, iç çevre yönetimi, yeşil üretim ve yeşil dağıtımdır. Yedi kriterin bulunduğu anket, alüminyum sektöründe yer alan ve kolayda örnekleme metoduyla seçilen 15 işletmeye uygulanmıştır. Ankete katılan katılımcıların ikisi genel müdür, biri işletme sahibi, ikisi üretim müdürü, biri tedarik zinciri yöneticisi, 5 müdür yardımcısı, 3 satın alma müdürü ve bir lojistik yöneticisi olarak görev yapmaktadır. Katılımcıların sektördeki deneyim süreleri incelendiğinde en düşük deneyim süresinin 5 yıl olduğu belirlenmiştir.

Araştırmada kullanılan uzman grubunun büyüklüğü DEMATEL yöntemi açısından da önem taşımaktadır. DEMATEL yönteminde katılımcı sayısına ilişkin katı bir sınır bulunmamaktadır. Nitekim Shieh ve Wu (2016) da teorik olarak katılımcı sayısında bir sınırlama olmadığını fakat pratik uygulamalarda işlem süresinin yönetilebilir olması açısından üst sınırın 50 olmasını önermektedirler. Literatürde yer alan çalışmalara bakıldığında ise birçok çalışmada DEMATEL yönteminin 15 veya daha az sayıda katılımcı ile yürütüldüğü görülmektedir (Wu & Chang, 2015; Yeganeh ve diğerleri, 2023; Yıldız Çankaya, 2023). Bu durum, araştırmacıların katılımcı sayısından ziyade katılımcıların niteliğine odaklandığını ve küçük, iyi seçilmiş uzman gruplarının da karmaşık karar problemlerinde anlamlı çıktılar üretebileceğini göstermektedir. Dolayısıyla, 15 kişilik katılımcı grubunun bu araştırma için yeterli olduğu ve literatürdeki diğer araştırmalarla da uyumlu olduğu söylenebilir. Anket, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Sosyal Bilimlerde İnsan Araştırmaları Etik Kurulunca 2025/03 toplantısında değerlendirilerek etik olarak uygun bulunmuştur.

1. Aşama: Doğrudan ilişki matrisinin oluşturulması

Araştırmaya dahil edilen 15 katılımcıya, her bir kriterin diğer kriterler üzerindeki etkisini belirlemek

Tablo 2 Doğrudan İlişki Matrisi

Kriterler	Tersine lojistik	Yeşil tasarım	Yeşil satın alma	Müşteriyle çevresel iş birliği	İç çevre yönetimi	Yeşil üretim	Yeşil dağıtım	Toplam
Tersine lojistik	0	1,2667	1,8667	2,2667	1,9333	2,1333	1,8000	11,2667
Yeşil tasarım	3,6000	0	2,0000	2,5333	2,4000	3,5333	2,8000	16,8667
Yeşil satın alma	3,2667	3,2667	0	2,6000	2,3333	3,6000	2,9333	18,0000
Müşteriyle çevresel iş birliği	2,5333	2,7333	2,6000	0	2,6000	2,3333	3,7333	16,5333
İç çevre yönetimi	3,6667	3,7333	3,4667	3,5333	0	3,6667	3,5333	21,6000
Yeşil üretim	3,1333	2,5333	2,4667	2,8000	2,2667	0	2,2667	15,4667
Yeşil dağıtım	2,6667	1,8667	2,2667	2,5333	1,8667	2,2667	0	13,4667
Toplam	18,8667	15,4000	14,6667	16,2667	13,4000	17,5333	17,0667	

amacıyla beş seviyeli bir ikili karşılaştırma ölçeği (0-4 ölçeği) sunulmuştur. Kriterlerinin karşılaştırılmasında 15 katılımcının yer alması nedeniyle, katılımcıların karşılaştırma değerlerinin aritmetik ortalaması alınmış ve Tablo 2'de görülen doğrudan ilişki matrisi oluşturulmuştur. DEMATEL yönteminde birden fazla uzman görüşünün bütünleştirilmesinde aritmetik ortalama yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Altan, 2020; Uludağ & Doğan 2021; Shieh & Wu, 2016). Bu çalışmada da bu yöntemin tercih edilmesinin temel nedeni, katılımcıların konuya ilişkin uzmanlık düzeylerinin benzer olması ve verdikleri değerlendirmelerin homojen bir dağılım göstermesidir. Ayrıca, elde edilen verilerde istatistiksel olarak anlamlı bir uç değer gözlenmemesi, aritmetik ortalamanın sonuçları bozma riskini minimize etmektedir. Hesaplamalar Excel programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

2.Aşama: Doğrudan ilişki matrisinin normalizasyonu

Uygulamanın ikinci adımında doğrudan ilişki matrisi temel alınarak Denklem 2 ve Denklem 3 yardımıyla normalizasyon işlemi gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar Tablo 3'te görülmektedir.

Tablo 3 Normalize Direkt İlişki Matrisi

Kriterleri	Tersine Lojistik	Yeşil Tasarım	Yeşil Satın alma	Müşteriyle çevresel iş birliği	İç çevre yönetimi	Yeşil üretim	Yeşil Dağıtım
Tersine lojistik	0,0000	0,0586	0,0864	0,1049	0,0895	0,0988	0,0833
Yeşil tasarım	0,1667	0,0000	0,0926	0,1173	0,1111	0,1636	0,1296
Yeşil satın alma	0,1512	0,1512	0,0000	0,1204	0,1080	0,1667	0,1358
Müşteriyle çevresel iş birliği	0,1173	0,1265	0,1204	0,0000	0,1204	0,1080	0,1728
İç çevre yönetimi	0,1698	0,1728	0,1605	0,1636	0,0000	0,1698	0,1636
Yeşil üretim	0,1451	0,1173	0,1142	0,1296	0,1049	0,0000	0,1049
Yeşil dağıtım	0,1235	0,0864	0,1049	0,1173	0,0864	0,1049	0,0000

Tablo 4 Toplam Etki Matrisi

Kriterleri	Tersine lojistik	Yeşil tasarım	Yeşil Satın alma	Müşteriyle çevresel iş birliği	İç çevre yönetimi	Yeşil üretim	Yeşil dağıtım
Tersine lojistik	0,2609	0,2724	0,2884	0,3240	0,2754	0,3320	0,3154
Yeşil tasarım	0,5129	0,3012	0,3783	0,4281	0,3723	0,4831	0,4484
Yeşil satın alma	0,5259	0,4546	0,3125	0,4519	0,3884	0,5098	0,4761
Müşteriyle çevresel iş birliği	0,4721	0,4141	0,3998	0,3217	0,3784	0,4388	0,4837
İç çevre yönetimi	0,6120	0,5315	0,5094	0,5491	0,3445	0,5791	0,5647
Yeşil üretim	0,4719	0,3880	0,3767	0,4167	0,3500	0,3202	0,4086
Yeşil dağıtım	0,4130	0,3290	0,3365	0,3706	0,3042	0,3763	0,2761

3.Aşama: Toplam etki matrisinin oluşturulması

Normalize edilmiş doğrudan ilişki matrisi, Denklem 4 kullanılarak toplam etki matrisine dönüştürülmüştür (Tablo 4).

4. Aşama: Etkileyen-Etkilenen değişkenlerin ve kriter ağırlıklarının belirlenmesi

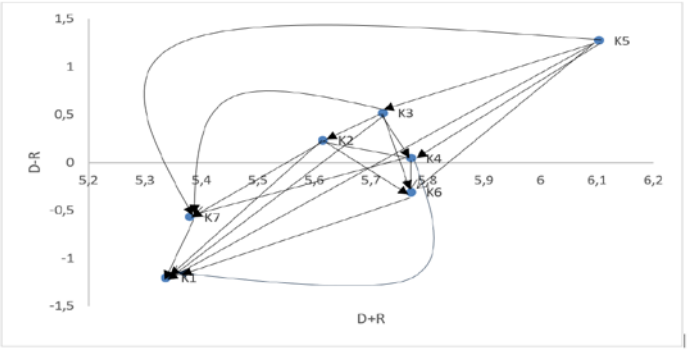
Bu aşamada Denklem 6 ve Denklem 7 kullanılarak D ve R değerleri hesaplanmıştır. Bunun ardından D+R ve D-R değerleri bulunmuştur. Her bir kriterin ağırlığının hesaplanabilmesi için ise Denklem 8 ve Denklem 9'dan yararlanılmıştır. Hesaplanan bu değerler Tablo 5'te sunulmaktadır.

Tablo 5 D+R ve D-R değerleri

	D	R	D+R	D-R	Sonuç	Kriter Ağırlıkları(W)	Kriter Öncelikleri
Tersine lojistik (K1)	2,0685	3,2686	5,3371	-1,2001	Etkilenen	0,1367	6
Yeşil tasarım (K2)	2,9243	2,6908	5,6151	0,2336	Etkileyen	0,1404	5
Yeşil satın alma (K3)	3,1192	2,6015	5,7207	0,5177	Etkileyen	0,1435	4
Müşteriyle çevresel iş birliği (K4)	2,9087	2,8622	5,7709	0,0464	Etkileyen	0,1442	3
İç çevre yönetimi(K5)	3,6903	2,4133	6,1036	1,2770	Etkileyen	0,1558	1
Yeşil üretim (K6)	2,7320	3,0391	5,7712	-0,3071	Etkilenen	0,1444	2
Yeşil dağıtım (K7)	2,4056	2,9730	5,3786	-0,5674	Etkilenen	0,1351	7

5. Aşamam: Etki diyagramının ve Ağ yapısının oluşturulması

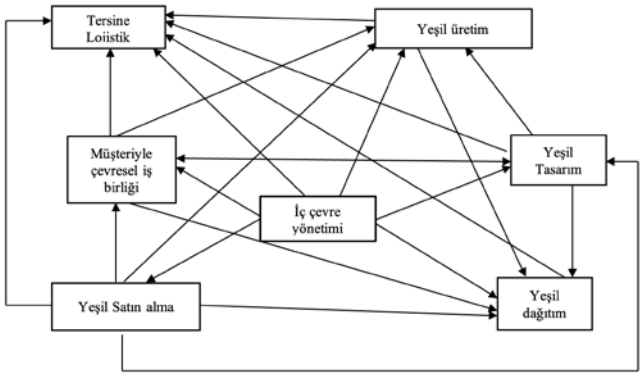
Tablo 5'teki verilerden yararlanılarak Şekil 1'deki etki grafiği oluşturulmuştur.



Şekil 1. Etki Grafiği

Etki grafiğinde D-R için sıfır çizgisinin altında kalan kriterler; tersine lojistik, yeşil üretim ve yeşil dağıtımdır. Bu kriterler diğer kriterlerden etkilenmektedir. Sıfır çizgisinin üstünde kalan değerler olan yeşil tasarım, yeşil satın alma, müşteri ile çevresel konularda iş birliği ve iç çevre yönetimi diğer kriterleri etkileyen kriterlerdir. D+R ekseninde ise, sıfırdan uzaklaşıldıkça kriterler arası ilişki bakımından kriterin önemi artmaktadır. Etki grafiğinde sıfırdan en uzak olan kriter yani önem derecesi en yüksek olan kriter iç çevre yönetimi olduğu görülmektedir.

Kriterlerin birbirleri arasındaki etkileşimini daha iyi görebilmek adına ağ yapısı oluşturulmuştur (Şekil 2). Bunun için öncelikli olarak eşik değer hesaplanmıştır. Toplam ilişki matrisi temel alınarak oluşturulan eşik değer X=0,40507348 olarak bulunmuştur. Ağ yapısı oluşturulurken bu değerin üstünde kalan ilişkiler temel alınmıştır.



Şekil 2. Ağ Yapısı

SONUÇ VE TARTIŞMA

Alüminyum sektöründe gerçekleştirilen bu araştırmada DEMATEL yöntemi kullanılmış ve YTZY uygulamalarının birbirleriyle olan etkileşimlerinin belirlenmesine çalışılmıştır. Alüminyum sektörü hem enerji yoğun bir endüstri olması hem de emisyon yoğunluğunun yüksek olması nedeniyle yeşil tedarik zinciri yönetimi açısından kritik bir öneme sahiptir. Bu kapsamda, çalışmanın bulgularının alüminyum endüstrisinin yeşil dönüşümü için yol gösterici olabileceği düşünülmektedir.

Çalışmada yapılan literatür taraması ve alınan uzman ve akademisyen görüşleri doğrultusunda yedi adet yeşil tedarik zinciri uygulaması belirlenmiştir. Bu uygulamalar; tersine lojistik, yeşil tasarım, yeşil satın alma, müşteriyle çevresel iş birliği, iç çevre yönetimi, yeşil üretim ve yeşil dağıtım olarak sıralanmıştır.

Araştırma sonuçlarına göre "iç çevre yönetimi, yeşil tasarım, yeşil satın alma ve müşteriyle çevresel iş birliği" etkileyen grup içerisinde yer almaktadır. Bu grupta bulunan uygulamaların tüm sistem üzerinde etkili olmaları nedeniyle bu uygulamalara daha fazla dikkat edilmelidir. Etkileyen grupta yer alan tüm uygulamalar arasında iç çevre yönetimi 1,2770 ile en yüksek D-R skorunu sahiptir ki bu da iç çevre yönetiminin YTZY sisteminin tamamı üzerinde daha fazla etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Şekil 2'ye bakıldığında ise bu uygulamanın diğer tüm YTZY uygulamalarını etkilediği görülmektedir. Bu durum, işletme içinde çevresel bilinç, yönetim desteği ve çalışan katılımına dayalı olarak oluşturulan çevre politikalarının, diğer tüm çevresel uygulamalarının etkin bir şekilde hayata geçirilmesinde temel bir rol oynadığını ortaya koymaktadır. Örneğin iç çevre yönetimi kapsamında geliştirilen çevresel standartlar ve eğitim programları, yeşil satın alma süreçlerinde doğru tedarikçilerin seçilmesini kolaylaştırabilir. Aynı şekilde, kurum içi çevresel performans hedefleri, yeşil tasarımın teşvik edilmesine ve tersine lojistik faaliyetlerinin daha sistematik biçimde planlanmasına katkı sağlaması mümkündür. İç çevre yönetimi kapsamında belirlenen çevresel hedefler ve performans kriterleri; üretim süreçlerinde enerji verimliliğini, atık minimizasyonunu ve temiz üretim tekniklerinin uygulanmasını teşvik ederek yeşil üretimi doğrudan destekleyebilir. Benzer biçimde lojistik faaliyetlerde çevresel etkilerin azaltılmasına

yönelik iç politikalar, yeşil dağıtım uygulamalarının benimsenmesini kolaylaştırmakta ve düşük emisyonlu taşıma araçlarının kullanımı ya da çevre dostu ambalajların tercih edilmesi gibi uygulamaları yaygınlaştırmaktadır. Bu bağlamda, iç çevre yönetimi, yeşil tedarik zinciri uygulamaları arasında merkezi ve yön verici bir konumda yer almaktadır. Ayrıca Tablo 5'e göre, iç çevre yönetiminin hem kriter ağırlığı hem de etkileşim yoğunluğunu gösteren D+R açısından da birinci sırada olduğu anlaşılmaktadır. D+R değeri bir kriterin ne kadar merkezi ve önemli olduğunu göstermektedir. Bu değer ne kadar yüksekse, kriter sistemin genel işleyişinde o kadar etkindir. Özet olarak bu araştırmanın sonuçlarına göre iç çevre yönetimi uygulaması, YTZY uygulamaları arasında en fazla dikkat edilmesi gereken ana kriterlerden birisidir.

En yüksek ikinci D-R skoru olan uygulama ise yeşil satın almadır. Şekil 2'ye bakıldığında bu uygulamanın iç çevre yönetimi dışındaki tüm uygulamaları etkilediği görülmektedir. Uygulama, D+R açısında ise dördüncü sırada yer almaktadır. Bu sonuç şaşırtıcı değildir çünkü yeşil satın alma, çevresel sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşılmasında önemli bir araç olarak, tedarikçi seçiminden malzeme ve bileşen tercihlerine kadar birçok alanda çevresel standartların uygulanmasını sağlamaktadır. Örneğin çevre dostu ürünlerin ve geri dönüştürülebilir malzemelerin satın alınması, yeşil tasarım uygulamalarını teşvik edebilir ve aynı zamanda yeşil ulaştırma süreçlerinde daha verimli ve düşük karbon ayak izine sahip tedarik zincirlerinin oluşturulmasına katkı sunabilir. Ayrıca, çevre dostu tedarikçi ilişkileri, müşteriyle çevresel iş birliğini güçlendirerek sürdürülebilirlik konusundaki paydaş beklentilerinin karşılanmasına yardımcı olabilecektir.

D-R açısından ilk iki sırada yer alan uygulamalar düşünüldüğünde bu sonuçların literatürle uyumlu olduğunu söylemek mümkündür. Örneğin Govindan ve ark. (2015), DEMATEL yöntemi kullanarak yaptıkları çalışmada, iç çevre yönetiminin ve yeşil satın almanın, YTZY uygulamaları arasında en kritik faktörler olduğunu belirlemişlerdir. Zhu ve ark. (2013), yapısal eşitlik analizinden yararlandıkları çalışmada iç çevre yönetiminin diğer YTZY uygulamalarını (eko-tasarım, yeşil satın alma, yatırımın geri kazanılması ve müşteriyle çevresel iş birliği) etkilediğini tespit etmişlerdir.

Yeşil tasarım, en yüksek üçüncü D-R değerine sahip uygulama olarak öne çıkmaktadır. Şekil 2'de görüldüğü üzere bu uygulama; yeşil üretim, yeşil dağıtım, tersine lojistik ve müşteriyle çevresel iş birliği uygulamalarını etkilemektedir. Literatürde de tasarım aşamasında alınan kararların, diğer YTZY uygulamaları üzerinde önemli bir etkiye sahip oldukları belirtilmektedir (Oyefusi ve diğerleri, 2025). Ürün yaşam döngüsünün başlangıcında yapılan çevresel odaklı tasarım tercihleri, yeşil üretim süreçlerinin daha az enerji ve kaynak kullanımıyla gerçekleştirilmesine olanak sağlayabilir. Benzer şekilde, ürünlerin kolay sökülebilir ve geri dönüştürülebilir bileşenlerle tasarlanması, tersine lojistik faaliyetlerini kolaylaştırmakta ve geri kazanım oranlarını artırmaktadır. Ayrıca müşterilerin çevresel beklentilerine uygun tasarımlar, müşteriyle çevresel iş birliğini güçlendirmekte ve sürdürülebilir ürün tercihlerini teşvik etmektedir. Bu bağlamda, yeşil tasarım yalnızca başlangıç noktası değil, aynı zamanda diğer çevresel uygulamaların etkinliğini artıran stratejik bir yönlendirici olarak öne çıkmaktadır.

D-R değeri negatif olan "tersine lojistik, yeşil üretim ve yeşil dağıtım" etkilenen grup içerisinde yer almaktadır. Bu grupta yer alan yeşil üretim -0,3071 değeri ile sıfırın biraz altında olan bir uygulamadır. Bu durum, yeşil üretimin diğer faktörlerden etkilendiğini ancak aynı zamanda sistem üzerinde de kayda değer bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Şekil 2'ye bakıldığında, yeşil üretimin tersine lojistik ve yeşil dağıtım uygulamalarını etkilediği görülmektedir. Yeşil üretim süreçlerinde çevre dostu malzeme ve yöntemlerin tercih edilmesi, ürünlerin geri dönüşümünü kolaylaştırmakta ve tersine lojistik uygulamalarını desteklemektedir. Aynı şekilde, yeşil üretimle elde edilen çevre dostu ürünler, yeşil dağıtım süreçlerinde de daha sürdürülebilir taşıma ve depolama yöntemlerinin kullanılmasına olanak sağlamaktadır. Yeşil üretimin D+R değeri ise 5,7714'dir ve bu haliyle D+R değeri açısından en yüksek ikinci uygulamadır. Tüm bu değerler birlikte düşünüldüğünde, yeşil üretimin YTZY için önemli bir kriter olduğu anlaşılmaktadır.

Yönetsel Öneriler

Bu çalışmanın bulguları doğrultusunda, yöneticilerin YTZY uygulamalarını daha etkili bir şekilde hayata

geçirebilmeleri için bazı stratejik yönlendirmeler yapılmasının mümkün olduğu görülmektedir. İç çevre yönetimi, yeşil tasarım, yeşil satın alma ve müşteriyle çevresel iş birliği uygulamalarının diğer kriterleri etkileme yetenekleri nedeniyle yöneticilerin, bu gruptaki uygulamalara odaklanmaları gerekmektedir. Öncelikle, iç çevre yönetiminin kritik bir faktör olduğu göz önüne alındığında, işletmelerin çevresel yönetim sistemlerini güçlendirmeleri ve çalışanların çevresel farkındalıklarını artıracak eğitim programları uygulamaları büyük önem taşımaktadır.

Yeşil satın almanın da diğer uygulamaları önemli ölçüde etkilediği anlaşılmaktadır. Bu nedenle, işletmelerin tedarikçi seçim süreçlerinde çevresel kriterleri ön planda tutmaları gerekmektedir. Sürdürülebilir malzeme kullanımı ve çevreci üretim teknikleri konusunda tedarikçilerle iş birlikleri artırılmalıdır.

Müşteriyle çevresel iş birliği, tüketicilerin sürdürülebilirlik beklentilerine yanıt vermede önemli bir rol oynamaktadır. Bu rota üzerinde işletmelerin çevre dostu ürünlerin tanıtımı, geri dönüşüm programları ve müşteri bilgilendirme kampanyaları yoluyla çevresel iş birliklerini geliştirmeleri gereği ortaya çıkmaktadır.

Tersine lojistik, yeşil üretim ve yeşil dağıtım gibi uygulamalar; etkilenen grup içerisinde yer almaktadır. Bu uygulamaların iyileştirilebilmeleri için öncelikle etkileyen grupta yer alan uygulamaların geliştirilmesine ihtiyaç bulunmaktadır. Örneğin tersine lojistik, başta iç çevre yönetimi ve yeşil satın alma olmak üzere diğer tüm uygulamalardan etkilenmektedir. Sonuç olarak, yöneticilerin bu uygulamaları teşvik eden düzenlemeler geliştirmeleri ve operasyonel süreçlerde sürdürülebilirliği artıracak yenilikçi çözümler üretmeleri gerekmektedir.

Çalışmanın Kısıtları ve Gelecek Araştırmalar İçin Öneriler

Bu çalışmanın bazı kısıtları bulunmaktadır. Öncelikle, analiz yalnızca alüminyum sektöründe gerçekleştirilmiştir. Farklı sektörlerde ve farklı ülkelerde yapılacak çalışmalar, elde edilen bulguların genellenebilirliğini artırabilecektir. Daha az sayıda katılımcıyla gerçekleştirilen DEMATEL yöntemiyle elde edilen bulguların yapısal eşitlik modellemesi gibi yöntemlerle desteklenmesi yararlı olabilecektir. Bununla birlikte Yorumlayıcı Yapısal Modelleme (ISM) yöntemi ile kriterler arası hiyerarşik yapı modellenebilir. Ayrıca, TOPSIS veya VIKOR gibi çok kriterli karar verme yöntemleri, alternatif tedarik zinciri stratejilerinin sıralanmasında kullanılabilir. Ayrıca bu çalışma, mevcut yeşil tedarik zinciri uygulamalarının etkileşimlerini de incelemektedir. Ancak, zaman içerisinde bu uygulamaların gelişimini takip eden boylamsal çalışmalar, daha derinlemesine analizlerin yapılmasına olanak verebilecektir. İşletmelerin sürdürülebilirlik stratejilerini nasıl geliştirdiklerini gözlemlemek, politika yapıcılar ve akademisyenler için değerli bilgiler sunacaktır.

KAYNAKLAR

Afum, E., Osei-Ahenkan, V.Y., Agyabeng-Mensah, Y., Owusu, J.A., Kusi, L.Y. ve Ankomah, J. (2020). Green manufacturing practices and sustainable performance among Ghanaian manufacturing SMEs: the explanatory link of green supply chain integration. *Management of Environmental Quality: An International Journal, 31*(6), 1457-1475. https://doi.org/10.1108/MEQ-01-2020-0019

Aksakal, E. ve Dağdeviren, M. (2010). ANP ve DEMATEL yöntemleri ile personel seçimi problemine bütünleşik bir yaklaşım. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, *25*(4), 905-913.

Altıntaş, F.F. (2024). A New proposal for the measurement of criterion weights in the scope of multi-criteria decision making: Somer's D-DEMATEL based hybrid approach (SDBHA). *EKOIST Journal of Econometrics and Statistics, 40,* 165-182.

Altan, Ş. (2020). DEMATEL yöntemi. M. Atan ve Ş. Altan (Eds). Örnek uygulamalarla çok kriterli karar verme yöntemleri (s. 85-95), Gazi kitabevi.

Asif, M.S., Lau, H., Nakandala, D., Fan, Y. ve Hurriyet, H. (2020). Adoption of green supply chain management practices through collaboration approach in developing countries-from literatüre review to conceptual framework. *Journal of Cleaner Production, 276(10)*, 124191. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124191

Astawa, I. K., Pirzada, K., Budarma, I. K., Widhari, C. I. S. ve Suardani, A. A. P. (2021). The effect of green supply chain management practices on the competitive advantages and organizational performance. *Polish Journal of Management Studies*, *24*(1), 45-60.

Ayçin, E. (2020). *Çok kriterli karar verme: Bilgisayar uygulamalı çözümler*. Nobel.

Beamon, B.M. (1999). Designing the green supply chain. *Logistics Information Management*, *12*(4), 332-342. https://doi.org/10.1108/09576059910284159

CASEM. (2023, October 12). *SKDM nedir?* CASEM. https://www.casem.com.tr/skdm-nedir.

Çelikbilek, Y. (2018). *Çok kriterli karar verme yöntemleri.* Nobel.

Diabat, A. ve Govindan, K. (2011). An analysis of the drivers affecting the implementation of green supply chain management. *Resources, Conservation and Recycling, 55*(6), 659-667. https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2010.12.002

Eltayeb, T. K ve Zailani, S. (2009). Going green through green supply chain initiatives towards environmental sustainability. *Operations and Supply Chain management, 2*(2), 93-110. http://doi.org/10.31387/oscm040019

Govindan, K., Kaliyan, M., Kannan, D. ve Haq, A.N. (2014). Barriers analysis for green supply chain management implementation in Indian industries using analytic hierarchy process. *International Journal of Production Economics, 147*(Part B), 555-568. https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2013.08.018

Govindan, K., Khodaverdi, R. ve Vafadarnikjoo, A. (2015). Intuitionistic fuzzy based DEMATEL method for developing green practices and performances in a green supply chain. *Expert Systems with Applications*, *42(20)*, 7207–7220. https://doi.org/10.1016/j.eswa.2015.04.030

Green, K.W., Zelbst, P., Meacham, J. ve Bhadauria, V.S. (2012). Green supply chain management practices: impact on performance. *Supply Chain Management: An International Journal*, *17*(3), 290–305. https://doi.org/10.1108/13598541211227126

Habib, A., Bao, Y., Nabi, N., Dulal, M. Asha, AA. ve Islam, M. (2021). Impact of strategic orientations on the implementation of green supply chain management practices and sustainable firm performance. *Sustainability*, *13*(1), 340. https://doi.org/10.3390/su13010340

Heidari, S., Zarei, M., Rad, S. S., Sanaei, F., Hajian. ve Boti, M. (2025). Integrating green supply chain management and total quality management: A SEM-ANN analysis of performance enhancement in SMEs. *Computer and Decision Making: An International Journal*, *2*, 558-569. https://doi.org/10.59543/comdem.v2i.13683

Jammoria, N.S ve Sinha, A.K. (2024). Assessment of green supply chain management practices using fuzzy analytical hierarchy process. *Process Integration and Optimization for Sustainability*, *8,* 1051–1064. https://doi.org/10.1007/s41660-024-00409-3

Karim, R., Kabir, M. R., Rabiul, M. K., Kawser, S. ve Salam, A. (2024). Linking green supply chain management practices and environmental performance in the manufacturing industry: A hybrid SEM-ANN approach. *Environmental Science and Pollution Research*, *31*(9), 13925-13940

Khan, S.A.R ve Qianli, D. (2017). Impact of green supply chain management practices on firms' performance: an empirical study from the perspective of Pakistan. *Environmental Science and Pollution Research, 24*, 16829–16844. https://doi.org/10.1007/s11356-017-9172-5

Khan, M., Ajmal, M.M., Jabeen, F., Talwar, S. ve Dhir, A. (2023). Green supply chain management in manufacturing firms: A resource-based viewpoint. *Business Strategy Environment*, *32(4)*, 1603–1618. https://doi.org/10.1002/bse.3207

Korucuk, S. ve Memiş, S. (2019). Yeşil liman uygulamaları performans kriterlerinin Dematel yöntemi ile önceliklendirilmesi: İstanbul örneği**.** *Avrasya Uluslararası Araştırmalar Dergisi*, *7*(16), 134-148.

Kumar, S. ve Putnam, V. (2008). Cradle to cradle: reverse logistics strategies and opportunities across three industries. *International Journal of Production Economics*, *15*(2), 305-315. https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2007.11.015

Laosirihongthong, T., Adebanjo, D. ve Tan, K.C. (2013). Green supply chain managementpractices and performance. *Industrial Management & Data Systems*, *113*(8), 1088-1109. https://doi.org/10.1108/IMDS-04-2013-0164

Li, G., Li, Lin., Choi, T-M. ve Sethi, S.P. (2020). Green supply chain management in Chinese firms: Innovative measures and the moderating role of quick response technology. *Journal Operations Management*, *66*(7-8), 958–988. https://doi.org/10.1002/joom.1061

Lin, R-J. (2013). Using fuzzy DEMATEL to evaluate the green supply chain management practices. *Journal of Cleaner Production*, *40*(February) 32-39. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2011.06.010

Lin, K.-P., Lin, R. J. ve Hung, K.-C. (2014, July 6–11). *Developing Tω fuzzy DEMATEL method for evaluating green supply chain management practices*. In 2014 IEEE International Conference on Fuzzy Systems (FUZZ-IEEE). IEEE. https://doi.org/10.1109/FUZZ-IEEE.2014.6891639

Micheli, G.JL., Cagno, E., Mustillo. ve G. Trianni, A. (2020). Green supply chain management drivers, practices and performance: A comprehensive study on the moderators. *Journal of Cleaner Production*, *259*(20) 121024. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121024

Min, H. ve Galle, W.P. (1997). Green purchasing strategies: Trends and implications. *International Journal of Purchasing and Materials Management*, *33*(2), 10-17. https://doi.org/10.1111/j.1745-493X.1997.tb00026.x

Mohanty, R. P. ve Prakash, A. (2014). Green supply chain management practices in India: a confirmatory empirical study. *Production & Manufacturing Research*, *2*(1), 438-456. http://dx.doi.org/10.1080/21693277.2014.921127

Nawrocka, D., Brorson, T. ve Lindhqvist, T. (2009). ISO 14001 in environmental supply chain practices. *Journal of Cleaner Production, 17*(16), 1435-1443. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2009.05.004

Ninlawan, C., Seksan, P., Tossapol, K. ve Pilada, W. (2010, March 17–19). *The implementation of green supply chain management practices in electronics industry*. In Proceedings of the International MultiConference of Engineers and Computer Scientists 2010 (Vol. III, IMECS 2010). Hong Kong: Newswood Limited.

Oyefusi, O.N., Enegbuma, W.I. ve Brown, A. (2025). From systematic literature review to performance criteria evaluation: advancing green supply chain management in construction. *International Journal of Construction management*, *25*(3), 249-264. https://doi.org/10.1080/15623599.2024.2313828

Özalp, İ.ve Besler, S. (2000). ISO 14000 Çevre yönetim sistemlerinin etkin bir şekilde uygulanabilmesindeki kritik başarı faktörleri**.** *Anadolu Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, *16*(1), 23-41.

Paksoy, S. ve Seçer, A. (2023). Beyond a health crisis: What has changed in food consumption behaviour? A DEMATEL method application. *Alanya Akademik Bakış*, 7(2), 755-770.

Poksinska, B., Dahlgaard, J.J. ve Eklund, J.A.E. (2003). Implementing ISO 14000 in Sweden: motives, benefits and comparisons with ISO 9000. *International Journal of Quality & Reliability Management*, *20*(5), 585-606. https://doi.org/10.1108/02656710310476543

Sahoo, S. ve Vijayvargy, L. (2021). Green supply chain management practices and its impact on organizational performance: evidence from Indian manufacturers. *Journal of Manufacturing Technology Management*, *32*(4), 862-886. https://doi.org/10.1108/JMTM-04-2020-0173

Shang, K., Lu, C. ve Li, S. (2010). A Taxonomy of green supply chain management capability among electronics-related manufacturing firms in Taiwan. *Journal of Environmental Management*, *91*(5), 1218–1226. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2010.01.016

Shieh, J. ve Wu, H-H. (2016). Measures of consistency for DEMATEL method. *Communications in Statistics—Simulation and Computation, 45,* 781-790. https://doi.org/10.1080/03610918.2013.875564

Srivastava, S.K. (2007). Green supply-chain management: A state-of the- art literature review, *International Journal of Management Reviews, 9(1),53-80.* https://doi.org/10.1111/j.1468-2370.2007.00202.x

Uludağ, A.S. ve Doğan, H. (2021). *Üretim yönetiminde çok kriterli karar verme yöntemleri: Literatür, teori ve Uygulama.* Nobel.

Wang, C., Zhang, Q. ve Zhang, W. (2020). Corporate social responsibility, green supply chain management and firm performance: The moderating role of big-data analytics capability. *Research in Transportation Business & Management*, *37*(December), 100557. https://doi.org/10.1016/j.rtbm.2020.100557

Wu, H-H. ve Chang, S-Y. (2015). A case study of using DEMATEL method to identify critical factors in green supply chain management, *Applied Mathematics and Computation, 256,* 394-403. https://doi.org/10.1016/j.amc.2015.01.041

Wu, K-J., Liao, C-J., Tseng, M-L. ve Chiu, A. (2015). Exploring decisive factors in green supply chain practices under uncertainty. *International Journal of Production Economics, 159*(January), 147–15. https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2014.09.030

Yeganeh, R., Mohammadfam, I., Soltanian, A. ve Aliabadi, M.M. (2023). An integrative fuzzy Delphi decision-making trial and evaluation laboratory(DEMATEL) study on the risk perception-influencing factors, *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, *29*(3), 1135-1146. https://doi.org/10.1080/10803548.2022.2112446

Yıldız Çankaya, S. ve Sezen, B (2019). Effects of green supply chain management practices on sustainability performance. *Journal of Manufacturing Technology Management*, *30*(1), 98-121. https://doi.org/10.1108/JMTM-03-2018-0099

Yıldız Çankaya, S. (2023). Atık yönetiminde kritik başarı faktörlerinin DEMATEL yöntemiyle değerlendirilmesi. *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi*, *40*, 1-16. https://doi.org/10.18092/ulikidince.1168685

Younis, H., Sundarakani, B. ve Vel, P. (2016). The impact of implementing green supply chain management practices on corporate performance. *Competitiveness Review*, *26*(3), 216-245. https://doi.org/10.1108/CR-04-2015-0024

Zhu, Q. ve Sarkis, J. (2004). Relationships between operational practices and performance among early adopters of green supply chain management practices in Chinese manufacturing enterprises. *Journal of Operations Management*, *22*(3), 265–289. https://doi.org/10.1016/j.jom.2004.01.005

Zhu, Q., Sarkis, J. ve Geng, Y. (2005). Green supply chain management in China: pressures, practices and performance. *International Journal of Operations & Production Management*, *25*(5), 449-468. https://doi.org/10.1108/01443570510593148

Zhu, Q. ve Sarkis, J. (2006). An inter-sectoral comparison of green supply chain management in China: drivers and practices. *Journal of Cleaner Production*, *14*(5), 472–86. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2005.01.003

Zhu, Q., Sarkis J. ve Lai, K. H. (2007). Initiatives and outcomes of green supply chain management implementation by Chinese manufacturers. *Journal of Environmental management*, *85*(1), 179-189. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2006.09.003

Zhu, Q., Sarkis, J., Cordeiro, J.J. ve Lai, K-H. (2008a). Firm-level correlates of emergent green supply chain management practices in the Chinese context. *Omega*, *36*(4), 577-591. https://doi.org/10.1016/j.omega.2006.11.009

Zhu, Q., Sarkis, J. ve Lai, K. H. (2008b). Confirmation of a measurement model for green supply chain management practices implementation. *International journal of Production Economics*, *111*(2), 261-273. https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2006.11.029

Zhu, Q., Sarkis, J. ve Lai, K-H. (2013). Institutional-based antecedents and performance outcomes of internal and external green supply chain management practices. *Journal of Purchasing & Supply Management*, *19*(2), 106–117. https://doi.org/10.1016/j.pursup.2012.12.001