

Araştırma Makalesi

Uluslararası Ticarete Sürdürülebilir Taşıma Modu Seçimini Etkileyen Faktörlerin İncelenmesi

Examining The Factors Affecting The Selection Of Sustainable Transport Mode in International Trade

Muhammed TURGUT Dr. Öğr. Üyesi, Tarsus Üniversitesi Uluslararası Ticaret ve Lojistik muhammedturgut@tarsus.edu.tr https://orcid.org/0000-0002-0868-7041	Elif DEMİR Bilim Uzmanı, KTO Karatay Üniversitesi Uluslararası Ticaret ve Lojistik elfdmr42@hotmail.com https://orcid.org/0009-0006-8534-1489
--	--

Makale Geliş Tarihi	Makale Kabul Tarihi
26.07.2024	14.09.2024

Öz

Sürdürülebilirlik, mevcut kaynakların doğru şekilde kullanılarak ekonomik kalkınmanın desteklemesine ve ekosistemin güçlenmesine imkân sağlamaktadır. Bu unsurların gelişimine katkı sunması aşamasında sürdürülebilirlik, çevre bilinci, ekonomik bilinç ve sosyal bilinç faktörlerini devrede tutarak faaliyetlerin sürekliliğini sağlamaktadır. Taşımacılık faaliyetleri ise insanlığın varlığından beri devam eden gerek eşya gerekse canlı bir nesnenin bir yerden bir yere nakledilmesi işlemini kapsamaktadır. Günümüzde taşımacılık faaliyetlerinin gerçekleşmesi aşamasında ekonomik, sosyal ve çevresel birçok faktör dikkate alınmak zorundadır. Uluslararası ticarete taşıma modu seçimi işletmelerin rekabet üstünlüğü, maliyet avantajı, esneklik, operasyonel verimlilik ve etkinlik başta olmak üzere birçok önemli hususta öne çıkmasını sağlayan oldukça önemli konuların başında gelmektedir. Bu çalışmada, uluslararası ticarete sürdürülebilir taşıma modu seçimini etkileyen faktörler Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) tekniklerinden DEMATEL ve SWARA yöntemleri kullanılarak incelenmiştir. Bu inceleme gerçekleştirilirken ilgili literatür taranmış ve uzman görüşlerinden yararlanılmıştır. Taşıma modu seçiminde etkili olan 10 ana kriter belirlenmiş ve altı uzmanla görüşme gerçekleştirilmiştir. Araştırma sonucunda ise taşıma modu seçiminde en önemli kriterin maliyet kriteri olduğu görülmüştür. Taşıma modu seçiminde en az önem verilen kriterin ise yeşil operasyonlar olduğu görülmüştür. Uluslararası ticarete sürdürülebilir taşıma modu seçimi stratejik bir karar olmakla birlikte kriterlerin önem sırasının belirlenmesinin sektör temsilcilerine ve araştırmacılara çalışmalarında önemli avantajlar sağlayacağı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Uluslararası ticaret, Taşıma modu seçimi, Sürdürülebilirlik, Çok Kriterli Karar Verme, Sürdürülebilir taşıma.

Abstract

Sustainability enables economic development to be supported and the ecosystem to be strengthened by using existing resources correctly. It ensures the continuity of activities by keeping sustainability, environmental awareness, economic awareness and social awareness factors in play while contributing to the development of these elements. Transportation activities include the process of transferring both goods and living objects from one place to another, which has been going on since the existence of humanity. Today, many economic, social and environmental factors have to be taken into consideration during the transportation activities. The choice of transportation mode in international trade is one of the most important issues that enable businesses to stand out

Önerilen Atf / Suggested Citation

Turgut, M. & Demir, E., 2024, Uluslararası Ticarete Sürdürülebilir Taşıma Modu Seçimini Etkileyen Faktörlerin İncelenmesi, *Üçüncü Sektör Sosyal Ekonomi Dergisi*, 59(3), 1978-1996.

in many important aspects, especially competitive advantage, cost advantage, flexibility, operational efficiency and effectiveness. The choice of transportation mode in international trade is one of the most significant issues that enable businesses to stand out in many important aspects, especially competitive advantage, cost advantage, flexibility, operational efficiency and effectiveness. In this study, the elements affecting the selection of sustainable transportation mode in global alternate have been tested the use of DEMATEL and SWARA methods, which might be multi-standards choice making (MCDM) techniques. While carrying out this review, the relevant literature was scanned and expert opinions were used. 10 main criteria that are effective in transport mode selection were determined and six experts were interviewed. As a end result of the research, it become visible that the maximum tremendous criterion in deciding on a transportation mode is the price criterion. It has been observed that the least important criterion in transportation mode selection is green operations. Although selecting a sustainable transportation mode in global alternate is a strategic decision, it's miles idea that figuring out the order of significance of the standards will offer massive blessings to enterprise representatives and researchers of their work.

Keywords: *International trade, Transport mode selection, Sustainability, Multi-Criteria Decision Making, Sustainable transport.*

GİRİŞ

Sürdürülebilirlik, mevcut kaynakların doğru şekilde kullanılarak ekonomik kalkınmanın desteklemesine ve ekosistemin güçlenmesine imkân sağlamaktadır. Bu unsurların gelişimine katkı sunması aşamasında sürdürülebilirlik, çevre bilinci, ekonomik bilinç ve sosyal bilinç faktörlerini devrede tutarak faaliyetlerin sürekliliğini sağlamaktadır. Bu bağlamda rekabetin yoğun olduğu ticari ortamlarda sürdürülebilir bir rekabetin devamlılığı ülkeler ve işletmeler için oldukça önem arz eden bir konu haline gelmiştir. Ayrıca Birleşmiş Milletler başta olmak üzere birçok örgütün bu konudaki hassasiyeti de sürdürülebilirlik kavramının önemini gösteren konulardan birisidir (Gedik, 2020, s. 197).

Taşımacılık faaliyetleri ise insanlığın varlığından beri devam eden gerek eşya gerekse canlı bir nesnenin bir yerden bir yere nakledilmesi işlemi kapsamaktadır. Günümüzde taşımacılık faaliyetlerinin gerçekleşmesi aşamasında ekonomik, sosyal ve çevresel birçok faktör dikkate alınmak zorundadır. Fakat taşımacılık faaliyetinin gerçekleşmesi noktasında başta çevresel faktörler olmak üzere sürdürülebilirlik açısından birçok dezavantajlı unsur meydana gelmektedir. Örneğin; Avrupa Birliği (AB) ülkelerinde taşımacılık faaliyetinden kaynaklı sera gazı salınım oranı tüm sera gazı salınım oranının dörtte birini oluşturmaktadır (European Commission, 2021). Bu açıdan taşımacılık faaliyetinin oluşumunda sera gazı ve karbon emisyon salınımının çok yüksek olduğu ve bu unsurun çevreye olumsuz etkilerinin oldukça yüksek miktarlarda olduğu görülmektedir.

Taşımacılık sektörü uluslararası ticaretin önemli bir parçası olup, ekonomik faaliyetlerin gerçekleşmesi açısından hayati bir rol oynamaktadır. İşletmelerin toplam lojistik maliyetleri içerisinde taşımacılık faaliyetlerinin payı 1/3 ila 2/3 oranında gerçekleşmektedir (Kıymetli Şen, 2014, s. 90). Uluslararası ticaret yapan işletmelerde taşıma modu seçimi maliyet unsuru açısından oldukça önem arz eden bir konu durumundadır. Bu açıdan işletmeler taşımacılık faaliyetini gerçekleştirirken maliyet başta olmak üzere birçok unsura odaklanmak zorundadırlar. Aksi takdirde faktörlerin doğru belirlenmediği taşımacılık faaliyetlerinde maliyet artışı, müşteri memnuniyetsizliği, teslimat aksaklığı, doğaya zarar ve verimsiz iş süreçleri gibi birçok olumsuz unsur meydana gelecektir. Bu açıdan bakıldığında bu unsurların belirlenmesi ve önem derecelerinin sıralanması işletmeler için organizasyonel süreçlerin etkinliği açısından yol gösterici olacaktır.

Bu araştırmada uluslararası ticarete taşımacılık faaliyetini gerçekleştiren işletmelerin sürdürülebilirlik çerçevesinde taşıma modu seçimindeki dikkate aldığı kriterlerin tespiti ve önem sıralamasının belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaca ulaşırken ilgili literatür ve uzman görüşleri dikkate alınarak çok kriterli karar verme tekniklerinden SWARA ve DEMATEL yöntemleri aracılığıyla analizler gerçekleştirilmiştir. Sürdürülebilir taşıma modu seçimindeki kriterlerin belirlenmesi ve önceliklendirmesi ile ilgili literatürde çalışmanın bulunmaması çalışmanın önemini ve özgün değerini ortaya koymaktadır. Çalışmanın birinci kısmında kavramsal çerçeve ortaya konulurken, ikinci kısımda ilgili literatür taraması gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın son kısmında ise uzmanlardan alınan görüşler dikkate alınarak ilgili analizler gerçekleştirilmiş ve önem sıralaması belirlenmiştir. Araştırma sonucunda sürdürülebilir taşıma modu seçimindeki kriterlerin önem sırasının belirlenmesinin sektör temsilcilerine ve araştırmacılara gelecek dönemki çalışmalarında önemli avantajlar sağlayacağı düşünülmektedir.

1. Literatür Taraması

İnsanlar arasındaki artan etkileşimle birlikte, ürünlerin yer değiştirmesi gerekliliği de artmaktadır. Bu durumda, ekonomik ve sosyal yaşamın sürdürülebilirliği için etkili bir taşıma hizmeti sağlamak son derece önemlidir. Doğru ve verimli kaynak kullanımı, mal ve hizmetlerin hızlı dağıtımı, ihracat ve ithalatın geliştirilmesi gibi faktörler, ulaşımın dikkatli bir şekilde planlanması ve organize edilmesiyle mümkündür. Doğru organize edilmiş bir taşıma sistemiyle doğru taşıma modunun seçimi oldukça önemlidir. Uluslararası ticarete her bir taşıma sisteminin bir diğerine karşılık üstünlükleri ve kısıtları bulunmaktadır. Bu sistemlerin birbirleriyle entegre olması ve ülkenin hedefleri, ihtiyaçları ve potansiyeliyle uyumlu olması gerekmektedir.

Belirlenen güzergâh doğrultusunda maliyetlerin minimuma indirilerek maksimum hizmet kalitesi sağlanması amacıyla taşıma türünü belirlemek işletmeler için oldukça önemlidir. Taşıma türünün belirlenmesi, taşınan eşyanın fiziksel özelliklerine, değerine, boyutuna, ebadına ve ağırlığına göre değişmektedir (Takım ve Ersungur, 2015, s. 358).

Taşımanın gönderici ve taşıyıcı açısından tanımlanması veya yorumlanması farklı perspektiflere sahiptir. Göndericiler ve taşıyıcılar arasındaki farklı bakış açıları, taşımanın yönetimi ve beklentilerin nasıl şekillendiğini belirler. Göndericiler genellikle sonuç odaklı, taşıyıcılar ise süreç ve operasyon odaklıdır. Bu farklı bakış açıları, taşıma sürecinin etkin ve verimli bir şekilde yönetilmesi için önemlidir. (Long, 2003, s. 17).

Jeffs ve Hills (1990), karar verme süreci üzerine yapılan bu çalışmada yazarlar taşıma modu seçimi üzerine 6 kriteri ele almışlardır. Bu kriterler kontrol, maliyet, müşteri hizmetleri, esneklik, yerel teslimatlar ve kolaylık şeklindedir. Modelin sadece bir süreç analizi olarak değil, kapsamlı bir faktör analizi olarak değerlendirilmesi gerektiğini vurguladılar.

Pedersen ve Gray (1998), ele aldıkları çalışmada Norveç'te bulunan 300 ihracat firmasıyla görüşülerek "Norveç İhracatçılarının Taşıma Seçim Kriterleri" belirlemişlerdir. Zaman, fiyat, güvenlik ve hizmet faktörleri, taşıma modunu seçmek için kullanılan kriterlerdir. Yapılan anketin sonuçlarına göre, firmaların taşıma modu seçerken en çok dikkat ettikleri şey fiyat olduğu tespit edilmiştir.

Cullinane ve Toy (2000), "Taşıma Modu/Rotası Seçim Kararlarında Etkili Niteliklerin Belirlenmesi" adlı çalışmada, taşıma modu/rotası ile ilgili literatürde yer alan çalışmalara içerik analizi yaparak kriterleri belirlemiştir. Çalışma, maliyet, hız, taşıma süresinin güvenilirliği, taşınan malların özellikleri ve hizmetler gibi kriterleri belirlemiştir.

Vannieuwenhuyse vd., (2003) ele aldıkları bu çalışma Belçika'da taşımacılık sektörüne yönelik bir araştırmayı kapsamaktadır. Lojistik alanında karar vericilerin taşıma modu seçimini nasıl etkilediği incelenmiştir. Farklı karar verme seçenekleri belirlenmiş ve dikkate alınmıştır. Çalışmada anket yöntemine başvurulmuş ve bazı kriterler belirlenmiştir. Bu kriterler: Maliyet, Güvenilirlik, Esneklik, Kapasite, Güvenlik, Zaman, İmaj, Mevzuat ve Kanunlar, Yoğunluk, Stratejik Unsurlar şeklindedir. Çalışma, otoritelere lojistik sektörüne bakış açısı vermekle kalmayıp, aynı zamanda taşımacılık seçimleri konusunda karar vermelerine yardımcı olan bir araç olduğu açıklanmıştır.

Bolis ve Maggi (2003), "Lojistik Stratejisi ve Taşıma Hizmetinin Seçiminde: Uyarlanabilir Sanal Tercih Deneyi" adlı çalışmada uyarlanabilir sanal tercih deneyini kullandılar. Bu araştırma İtalya ve İsviçre'de 22 şirket tarafından yürütülmüştür. Taşıma modu seçiminde taşıma ve lojistik olmak üzere iki seviye belirlenip, taşıma için fiyat, zaman, güvenilirlik, mod; lojistik için ise sıklık ve esneklik kriterleri belirlenmiştir.

Tuzkaya ve Önüt (2008), ele aldıkları bu çalışmada Türkiye ve Almanya arasındaki ulaşım modu seçimi Bulanık ANP yöntemi ile belirlenmişlerdir. Ulaşım modunu seçmek için çeşitli nicel ve nitel kriterler mevcuttur, ancak çoğu zaman belirsizlikler vardır. Bu nedenle, taşıma modu seçiminde karşılaştıkları belirsizlikler ve sorunlarla başa çıkmak için bulanık analitik ağ süreci yöntemi kullanılmıştır. Çalışmada belirlenen kriterler: ürün cinsi, esneklik, güvenilirlik, hız, izlenebilirlik, maliyetler, güvenlik ve risklerdir.

Büyüközkan ve Çiftçi (2012), ele alınan çalışmada yeşil tedarikçi seçimine yönelik bulanık AHP ve FUZZY yöntemlerini içeren entegre bir yöntem önerilmiştir. Bu seçime yönelik kriterler ise tedarikçi kalitesi, maliyet, teslimat süresi, yeşil lojistik, esneklik, yeşil operasyonlar olarak belirlenmiştir.

Toker ve Görener (2013), ele aldığı "Lojistik Yönetimi Kapsamında Ulaştırma Modunun Seçimi: Tekstil Sektörüne Bir Uygulama" adlı çalışmalarında, İtalya'dan Türkiye'ye yük taşıyan ve tekstil sektöründe faaliyet gösteren İtalyan bir firmanın çeşitli ulaştırma yöntemlerini incelemişlerdir. Çalışmada kriterlerin önem derecesini belirlemek için Analytical Hierarchy Process (AHP) kullanılırken, alternatif ulaştırma seçeneklerinin değerlendirilmesi için TOPSIS yöntemini kullanılmışlardır. Ekonomik özellikler, servis özellikleri, maliyetler, ürün özellikleri, izlenebilirlik, güvenilirlik, esneklik, çevre, güvenlik, hız ve risk kriterleri çalışmanın ana kriterler olarak belirlenmiştir. Çalışmada, dört farklı taşıma yöntemi karşılaştırılmış ve karayolu, denizyolu ve karayolu intermodal taşıma modunun en iyi seçenek olduğunu belirlenmiştir.

Shen vd., (2013) ele aldıkları bu çalışmada, yeşil tedarikçilerin değerlendirilmesi için bulanık ve çok kriterli bir yaklaşım gerçekleştirmişlerdir. Araştırmada bulanık küme teorisini kullanmışlardır. Her tedarikçi için genel bir performans puanı oluşturmak için bulanık TOPSIS yöntemine başvurulmuştur. Önerilen yöntemin ne kadar etkili olduğunu göstermek için sayısal bir örnek sunulmuştur. Ele alınan kriterler ise kirlilik üretimi, kaynak tüketimi, çevre düzenlemesi, çevre dostu ekipman ve malzemeler, çevre yönetim sistemi, yöneticilerin personel çevre eğitimi, çevre dostu teknolojiler ve yeşil tutum şeklindedir.

Kumru ve Kumru (2014), "Bir Lojistik Şirketi için Taşıma Modunun Seçiminde Analitik Hiyerarşi Yönetiminin Uygulanması" adlı çalışmalarında, Türkiye'de bir lojistik firması için en uygun taşıma modunu seçmek için analitik hiyerarşi yönetimini kullandılar. Çalışma, karayolu, demiryolu ve kombine ulaşım alternatiflerini değerlendirmek için aşağıdaki kriterleri kullanıldı: zaman, maliyet, güvenilirlik, güç gereksinimi, erişilebilirlik ve ürün koruması. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda, Türkiye'de yaygın olarak kullanılmayan demiryolu taşımacılığının, karayolu taşımacılığına alternatif bir ulaşım yöntemi olduğunu belirtmişlerdir.

Chen vd., (2018) ele aldıkları bu araştırmanın ana odak noktası, tahıl işleme endüstrisi ithalatçılarının nakliye modu seçerken dikkate aldıkları kriterleri ve bu kriterlerin önemini ve memnuniyet düzeyini belirlemektir. Çalışmada AHP yöntemi kullanılmıştır. Araştırmada depolama giderleri, taşıma giderleri, nakliye süresi, teslim süresi ve tedarik fiyatı ana kriterler olarak ele alınmıştır.

Thompson vd., (2021) ele aldıkları çalışmada Gana'da yük taşımacılığı modu seçimi faktörlerinin karar alma sürecinden, mod taşımacılığı seçimlerini etkileyen kriterleri belirleyerek, mod taşımacılığı seçimlerini etkileyen faktörleri incelemişlerdir. Gana'nın doğu ulaşım bölgelerindeki karar vericiler için uygun alternatifler, bulanık AHP ve TOPSIS kombinasyonu kullanılarak bulunmuştur. Bu araştırma, bölgelerde yük taşımacılığı için en önemli faktörlerin maliyet (0,6544), taşıma süresi (0,2562), güvenilirlik ve esneklik (0,0605) ve güvenlik, hasar ve kayıp riski (0,0287) olduğunu göstermektedir. Sonuçlar, kuruluşların yük taşımacılığı modunu seçerken bu yönleri önceliklendirmeleri gerekliliğini ortaya koymuştur.

Petrovic vd., (2023) yaptıkları araştırmada, 2015-2021 yılları arasında Sırbistan Cumhuriyeti istatistik ofisi tarafından yayınlanan yıllık istatistik raporlarından toplanan verilere dayanarak Sırbistan'da yük ve yolcu taşımacılığının kapsamlı birçok kriterli analizini göstermektedir. Taşıma kapasitesi, üretim gücü, yakıt tüketimi, çalışan sayısı, döviz gelirleri ve toplam yolcu ve ton-kilometre sayısı dahil olmak üzere sekiz ilgili kriter belirlenmiştir. Ardından, hem yolcu hem de yük taşımacılığı için aynı şekilde uygulanabilecek çok kriterli bir analiz gerektiren altı kriter seçildi. Kriterlerin ağırlık katsayıları ENTROPI yöntemi kullanılarak hesaplanmış ve karayolu taşımacılığının operasyonel performansının ideal sıralaması TOPSIS yöntemiyle gerçekleştirilmiştir

Literatür incelemesi sonucunda Türkiye'de faaliyet gösteren işletmeler için sürdürülebilir taşıma modu seçiminin gerçekleşmediği görülmektedir. Literatürdeki boşluğu doldurması açısından yapılan çalışmada kriter ağırlıklandırılmalarının yapılmasının teorik ve pratik anlamda yer alan boşluğu doldurması hedeflenmiştir.

2. Araştırma Metodolojisi

Bu araştırmada uluslararası ticarete taşımacılık faaliyetini gerçekleştiren işletmelerin sürdürülebilirlik çerçevesinde taşıma modu seçimindeki dikkate aldığı kriterlerin önem sıralanmasının belirlenmesinde Çok Kriterli Karar Verme yöntemlerinden DEMATEL ve SWARA yöntemlerine başvurulmuştur. Bu yöntemler ile kriterlerin ağırlıklarının hesaplanması amaçlanmıştır. Bu yöntemlerin tercih edilmesinin sebebi ikili karşılaştırmaya dayanarak kriterlerin neden-sonuç ilişkilerini oldukça az sayıda karşılaştırma ile belirlemesidir. Bu iki yöntemle ayrı ayrı hesaplanan kriter ağırlıklarının sonuçları doğrultusunda taşıma modu seçiminde kriterlerin önem sıralaması belirlenmiştir.

DEMATEL yöntemi ağırlıkları hesaplamak için kullanılsa da esas olarak kriterler arası etki yönünü bulmak için kullanılır. Bu nedenle, yöntemin sonuçları, gerçek dünyadaki sorunların nasıl çözüleceğini doğrudan etkiler. Kısaca DEMATEL, karmaşık faktörler arasındaki nedensel ilişkiler üzerine kurulu yapısal bir model oluşturmak ve analiz etmek kullanılan kapsamlı bir yöntemdir. Diğer ÇKKV yöntemlerinden ayrılan yönü uzlaşmacı sebep-sonuç modeli içeren dolaylı ilişkileri kapsamaktadır (Ecer, 2020, s. 64).

SWARA yöntemi ise, uzmanların karar verme sürecinde değerlendirme kriterlerinin önem oranı ile ilgili görüşlerini sürece dahil etmelerine izin verir. Bu yöntemin temelini oluşturan uzmanların belirledikleri önem oranlarıdır (Ecer, 2020, s. 94).

Çok kriterli karar verme teknikleri, somut bir çözüme ulaşan bir problemi çözümlenebilir süreci olarak düşünülebilir. Analiz sürecinde, bir problemle karşılaşıldığında, çeşitli seçenekler arasında en uygun olanının seçilmesi ve uygulanması gerekmektedir. Karar verme süreci genellikle belirli bir hedefe ulaşmayı amaçlar ve çeşitli faktörler göz önünde bulundurularak gerçekleştirilir.

Karar verme sürecinde kriterler büyük bir rol oynar ve bu kriterler duruma göre değişebilir. Kriterler, karar verme sürecinde değerlendirilen ve seçilen seçenekler arasında tercih yapmamıza yardımcı olan ölçütlerdir. İnsanlar genellikle kendi çıkarları doğrultusunda en avantajlı seçimi yapmaya çalışırlar. Ancak bu kriterler kişiden kişiye, durumdan duruma farklılık gösterebilir.

Çok kriterli karar verme, doğru bir karar verebilme süreci yöntemidir ve çok fazla alternatifin dahil olduğu durumlarda en uygun tercihin belirlenmesini sağlar. Bu yöntem, karar verme sürecinde karşılaşılan karmaşıklıkları ve çeşitliliği yönetmek için kullanılır. Çok Kriterli Karar Verme yöntemleri, teorik olarak sağlam bir temele dayanır ve pratik uygulamalarda karar analizinde önemli bir araç olarak kabul edilir. Her bir uygulama alanında özelleşmiş versiyonları bulunabilir ve karar verme süreçlerinin iyileştirilmesine katkıda bulunabilirler. (Güneş ve Umarusman, 2003, s. 243).

Çalışma için etik kurul T.C Tarsus Üniversitesi Sosyal ve Beşerî Bilimler Araştırmaları Etik Kurul Komisyonundan 2024/75 karar sayılı onay raporuyla alınmıştır.

2.1. DEMATEL Yöntemi

DEMATEL, karmaşık yapısal modellerdeki faktörler arasındaki nedensellik ilişkilerini belirlemek ve analiz etmeye yarayan bir yöntemdir. Bu yöntem, sistemin içindeki faktörler arasındaki karşılıklı etkileşimleri ortaya çıkararak, faktörlerin önem derecelerini ve etkilerini değerlendirmeye yardımcı olur (Wu ve Lee, 2015, s. 500).

DEMATEL yönteminde neden-sonuç modeli kullanılır. Bu da karmaşık sistemlerin daha iyi analiz edilmesini sağlar. DEMATEL yöntemi altı adımdan meydana gelmektedir (Aksakal ve Dağdeviren, 2010, s. 907).

1. Adım: Direkt İlişki Matrisinin Belirlenmesi

Bu aşamada direkt ilişkisi matrisi oluşturulması için ilk olarak cevaplayıcılar Tablo 1’de verilen 5 seviyeden meydana gelen ikili karşılaştırma ölçeğini kullanır.

Tablo 1: İkili Karşılaştırma Matrisi

Sayısal Değer	Tanım
0	Etkisi Bulunmayan
1	Düşük Etkisi Bulunan
2	Orta Düzeyde Etkisi Bulunan
3	Yüksek Düzeyde Etkisi Bulunan
4	Çok Yüksek Düzeyde Etkisi Bulunan

Elde edilen değerler daha sonra matrisi yerleştirilir ve böylece köşegenleri sıfır olan asimetrik bir matris oluşturulur. Bu matrise ise “direkt ilişki matrisi (X)” denir.

$$X \begin{bmatrix} 0 & \cdots & X_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ X_{n1} & \cdots & 0 \end{bmatrix} \quad (1)$$

2. Adım: Toplam İlişki Matrisinin Belirlenmesi

Bu aşamada ise direkt ilişki matrisini belirledikten sonra her bir satır ve her bir sütunda yer alan en yüksek değer bulunur.

$$S = \max (\max \sum_{i=1}^n X_{ij}, \sum_{i=1}^n X_{ij}) \quad (2)$$

3. Adım: Eşitlik (3) ile belirtildiği şekilde C matrisi, birim matrisinden çıkartılmaktadır. Matrisin tersi bulunur ve tekrardan C matrisi ile çarpılır. Bunun sonucunda toplam ilişki matrisi (F) bulunur.

$$F = C + C^2 + C^3 + \cdots + C^H = C(1 - C)^{-1} \quad (3)$$

4. Adım: Bulunan toplam ilişki matrisinde (F) etkileyen ve etkilenen faktörler grupları belirlenir ve net etki dereceleri hesaplanır. Daha sonra satır toplamları (D) ve sütun toplamları (R) belirlenir. Belirlenen D ve R değerleri bir kriterin diğer kriterlerin doğrudan veya dolaylı olarak etkilediğini göstermektedir. Tüm kriterler için D_i+R_i gönderilen ve alınan toplam etki oranını ve D_i-R_i kriterinin sistem üzerindeki toplam etkisini gösterir. D_i+R_i kriterin sistem içinde ne kadar önemli olduğunu gösterir. D_i-R_i değeri pozitif olduğunda etkileyen, tam tersi negatif olduğunda etkilenen anlamına gelir.

5. Adım: Kriter ağırlıklarının hesaplanması için kök içinde D_i+R_i ve D_i-R_i karesinin toplamı alınır.

$$W_i \sqrt{(D_i + R_i)^2 + (D_i - R_i)^2} \quad (4)$$

Daha sonra ağırlıkların toplamı alınmakta ve her bir ağırlık, ağırlıkları toplamına bölünmektedir. Böylece kriterlerin ağırlıkları hesaplanır.

$$W_i \frac{W_{ia}}{\sum_{i=1}^n W_{ia}} \quad (5)$$

6. Adım: Bu aşamada matrisin eşiğini tespit ettikten sonra etki yönünün dağılım diyagramını çizilir. Eşiğin üstündeki kriterler etkili olarak tespit edilir ve etkinin yönü şekildeki oklarla gösterilmektedir. Oklar, etkileyiciden etkileyiciye doğru gitmektedir. Eşik değerleri uzmanlar tarafından bulunabilir; ancak bunun gerçekleşmemesi olmaması durumunda, toplam ilişki matrisinin (F) ortalaması elde edilebilir.

2.2. SWARA Yöntemi

SWARA yöntemi, 2010 tarihinde bilim insanları Keršulienė, Zavadskas ve Turskis tarafından geliştirilen ve literatürde uzman odaklı olarak bilinen bir yöntemdir. Kriter ağırlıklarının hesaplanmasında son zamanlarda sıklıkla kullanılmaktadır (Keršulienė ve ark., 2010, s. 243-258).

SWARA, uzmanların değerlendirme kriterlerinin önem derecelerini belirlemelerine ve bu önem derecelerini karar verme sürecine dahil etmelerine olanak tanıyan bir karar verme yöntemidir. Uzmanların belirledikleri önem oranları bu yöntemin temelini oluşturmaktadır. SWARA yöntemi 5 adımdan oluşmaktadır (Ruzgys ve ark., 2014, s. 103-110).

1. Adım: Kriterler uzmanların öngördüğü şekilde önemliden önemsizce şekilde sıralanır.
2. Adım: Kriterler başlangıç önceliğinin belirlenmesi, uzmanların ikinci kriterden başlayarak kendinden bir önceki kritere göre $[0,1)$ aralığında değerlendirilmesiyle yapılır. Değerlendirilmenin “1” olması kriterlerin eşit önemde olduğu anlamına gelir. Sonuç olarak s_j değeri elde edilmiş olur.
3. Adım: Eşitlik (6)’da verildiği şekilde K_j katsayısı hesaplanır.

$$k_j = \begin{cases} 1 & j=1 \\ s_j + 1 & j>1 \end{cases} \quad (6)$$

4. Adım: Başlangıç ağırlıkları hesaplanır. Eşitlik (7) aracılığıyla q_j önem ağırlığı elde edilir.

$$q_j = \begin{cases} 1 & j=1 \\ \frac{q_{j-1}}{k_j} & j>1 \end{cases} \quad (7)$$

5. Adım: Son adımda kriterlerin önem ya da göreceli ağırlıkları Eşitlik (8) aracılığıyla bulunur. Burada n , kriter sayısını gösterir.

$$w_j = \frac{q_j}{\sum_{k=1}^n q_k} \quad (8)$$

3. Araştırma Bulguları

Bu araştırma uluslararası ticarete taşımacılık faaliyetini gerçekleştiren işletmelerin sürdürülebilirlik çerçevesinde taşıma modu seçimindeki dikkate aldığı kriterlerin önem sıralanmasını incelemektedir. Kapsamlı alan incelemeleri ve alanında uzman 6 uzman görüşünün sonucunda taşıma modu seçiminde dikkate alınan 10 kriteri ele almaktadır. Bu kriterler sırasıyla Maliyet (K1), Zaman (K2), Ürün Cinsi (K3), Ürün Miktarı (K4), Elleçleme (K5), Mesafe (K6), Esneklik (K7), Güvenlik (K8), Çevresel ve Sosyal Yetkinlikler (K9) ve Yeşil Operasyon (K10) olarak belirlenmiştir. Bu bölümde değerlendirme yapabilmek için alanında uzman ve uzun yıllarda sektörde tecrübeye sahip kişilerle görüşülmüştür. Karar vericilerin nitelikleri aşağıda belirtildiği şekildedir.

Karar Verici 1: Uluslararası taşımacılık faaliyeti gerçekleştiren yerli bir lojistik firmasında sevkiyat müdürü olarak görev yapmaktadır. Sektörde 15 yıllık deneyime sahiptir.

Karar Verici 2: Uluslararası taşımacılık firmasında nakliye müdürü olarak görev yapmaktadır. Sektörde 20 yıllık deneyime sahiptir.

Karar Verici 3: Uluslararası lojistik firmasında operasyon müdürü olarak görev yapmaktadır. Sektörde 10 yıllık deneyime sahiptir.

Karar Verici 4: Uluslararası taşımacılık faaliyeti gerçekleştiren yerli bir lojistik firmasında tedarik zinciri yöneticisi olarak görev yapmaktadır. Sektörde 15 yıllık deneyime sahiptir.

Karar Verici 5: Uluslararası taşımacılık faaliyeti gerçekleştiren yerli bir nakliye firmasında operasyon müdürü olarak görev yapmaktadır. Sektörde 8 yıllık deneyime sahiptir.

Karar Verici 6: Uluslararası lojistik firmasında depo müdürü olarak görev yapmaktadır. Sektörde 12 yıllık deneyime sahiptir.

3.1. DEMATEL Yöntemi Bulguları

Altı uzman görüşünün ikili karşılaştırmalar ölçeği ile yapmış olduğu değerlendirmelerin ortalamaları alınarak kriterlerin birbirini hangi ölçüde etkiledikleri tespit edilmiştir. Tablo 2’de yer alan Karar Matrisi meydana gelmiştir.

Tablo 2: Karar Matrisi

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	TOPLAM
K1	0	3	3	3	1	4	1	3	4	3	25
K2	4	0	3	2	2	3	2	2	2	2	22
K3	2	1	0	3	2	1	1	2	1	2	15
K4	1	2	2	0	2	2	1	1	2	2	15
K5	1	2	2	2	0	1	2	1	1	2	14
K6	4	3	4	3	1	0	3	2	2	1	23
K7	2	1	2	2	3	2	0	2	1	1	16
K8	1	2	2	2	2	1	2	0	2	1	15
K9	1	1	1	1	2	1	2	2	0	2	13
K10	1	1	1	1	2	1	1	1	1	0	10
TOPLAM	17	16	20	19	17	16	15	16	16	16	

Karar matrisinde yer alan sayılar, matrisin satır ve sütun toplamlarındaki en yüksek oran olan 25 rakamına bölünmüş ve Tablo 3'te bulunan normalize edilmiş doğrudan ilişki matrisi oluşturulmuştur.

Tablo 3: Normalize Edilmiş Doğrudan İlişki Matrisi

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10
K1	0,000	0,120	0,120	0,120	0,040	0,160	0,040	0,120	0,160	0,120
K2	0,160	0,000	0,120	0,080	0,080	0,120	0,080	0,080	0,080	0,080
K3	0,080	0,040	0,000	0,120	0,080	0,040	0,040	0,080	0,040	0,080
K4	0,040	0,080	0,080	0,000	0,080	0,080	0,040	0,040	0,080	0,080
K5	0,040	0,080	0,080	0,080	0,000	0,040	0,080	0,040	0,040	0,080
K6	0,160	0,120	0,160	0,120	0,040	0,000	0,120	0,080	0,080	0,040
K7	0,080	0,040	0,080	0,080	0,120	0,080	0,000	0,080	0,040	0,040
K8	0,040	0,080	0,080	0,080	0,080	0,040	0,080	0,000	0,080	0,040
K9	0,040	0,040	0,040	0,040	0,080	0,040	0,080	0,080	0,000	0,080
K10	0,040	0,040	0,040	0,040	0,080	0,040	0,040	0,040	0,040	0,000

Öncelikle birim matristen normalize edilmiş doğrudan ilişki matrisindeki değerler çıkarılmış ve Tablo 4'te yer alan toplam ilişki matrisi elde edilmiştir.

Tablo 4: Toplam İlişki Matrisi

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10
K1	1,000	-0,120	0,120	-0,120	-0,040	-0,160	-0,040	-0,120	-0,160	-0,120
K2	-0,160	1,000	-0,120	-0,080	-0,080	-0,120	-0,080	-0,080	-0,080	-0,080
K3	-0,080	-0,040	1,000	-0,120	-0,080	-0,040	-0,040	-0,080	-0,040	-0,080
K4	-0,040	-0,080	-0,080	1,000	-0,080	-0,080	-0,040	-0,040	-0,080	-0,080
K5	-0,040	-0,080	-0,080	-0,080	1,000	-0,040	-0,080	-0,040	-0,040	-0,080
K6	-0,160	-0,120	-0,160	-0,120	-0,040	1,000	-0,120	-0,080	-0,080	-0,040

K7	-0,080	-0,040	-0,080	-0,080	-0,120	-0,080	1,000	-0,080	-0,040	-0,040
K8	-0,040	-0,080	-0,080	-0,080	-0,080	-0,040	-0,080	1,000	-0,080	-0,040
K9	-0,040	-0,040	-0,040	-0,040	-0,080	-0,040	-0,080	-0,080	1,000	-0,080
K10	-0,040	-0,040	-0,040	-0,040	-0,080	-0,040	-0,040	-0,040	-0,040	-1,000

Toplam ilişki matrisinde elde edilen değerlerin tersi alınmış ve Tablo 5’de verilen ters matris oluşturulmuştur.

Tablo 5: Ters Matris

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10
K1	1,211	0,306	0,351	0,341	0,245	0,338	0,225	0,306	0,342	0,307
K2	0,335	1,184	0,334	0,292	0,261	0,293	0,241	0,258	0,260	0,258
K3	0,194	0,159	1,145	0,249	0,200	0,157	0,147	0,190	0,159	0,196
K4	0,167	0,194	0,222	1,142	0,201	0,192	0,152	0,158	0,192	0,196
K5	0,157	0,184	0,210	0,206	1,120	0,150	0,177	0,149	0,148	0,187
K6	0,346	0,299	0,379	0,337	0,238	1,196	0,281	0,268	0,269	0,233
K7	0,209	0,172	0,236	0,231	0,246	0,203	1,121	0,203	0,169	0,170
K8	0,164	0,192	0,219	0,215	0,203	0,157	0,185	1,118	0,191	0,160
K9	0,142	0,139	0,162	0,157	0,184	0,137	0,170	0,174	1,099	0,176
K10	0,123	0,120	0,139	0,135	0,161	0,119	0,115	0,119	0,119	1,083

Daha sonra normalize edilmiş doğrudan ilişki matrisindeki değerler ile ters matris çarpılarak Tablo 6’da verilen toplam etki matrisi meydana getirilmiştir.

Tablo 6: Toplam Etki Matrisi

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10
K1	0,211	0,306	0,351	0,341	0,245	0,338	0,225	0,306	0,342	0,307
K2	0,335	0,184	0,334	0,292	0,261	0,293	0,241	0,258	0,260	0,258
K3	0,194	0,159	0,145	0,249	0,200	0,157	0,147	0,190	0,159	0,196
K4	0,167	0,194	0,222	0,142	0,201	0,192	0,152	0,158	0,192	0,196
K5	0,157	0,184	0,210	0,206	0,120	0,150	0,177	0,149	0,148	0,187
K6	0,346	0,299	0,379	0,337	0,238	0,196	0,281	0,268	0,269	0,233
K7	0,209	0,172	0,236	0,231	0,246	0,203	0,121	0,203	0,169	0,170
K8	0,164	0,192	0,219	0,215	0,203	0,157	0,185	0,118	0,191	0,160
K9	0,142	0,139	0,162	0,157	0,184	0,137	0,170	0,174	0,099	0,176
K10	0,123	0,120	0,139	0,135	0,161	0,119	0,115	0,119	0,119	0,083

Tablo 7’deki D, R, D_i+R_j ve D_i-R_j değerleri Tablo 6’da verilen satır (D) ve sütün (R) toplamaları alınarak hesaplanmıştır. Etkileyen ve etkilenen kriterler belirlenmiştir. Belirlemelerden sonra toplam etki matrisinin aritmetik ortalaması alınarak 0,204 eşik değeri tespit edilmiştir. Eşik değerin üzerindeki değerler Tablo 7’de belirtilmiştir.

Tablo 7: D, R, D+R, D-R Değerleri

	D	R	D+R	D-R	ETKİ DEĞERİ
K1	2,971	2,048	5,020	0,923	Etkileyen
K2	2,716	1,948	4,664	0,767	Etkileyen
K3	1,796	2,397	4,193	-0,601	Etkilenen
K4	1,815	2,304	4,119	-0,489	Etkilenen
K5	1,688	2,058	3,746	-0,370	Etkilenen
K6	2,846	1,943	4,790	0,903	Etkileyen
K7	1,961	1,814	3,774	0,147	Etkileyen
K8	1,803	1,943	3,746	-0,140	Etkilenen
K9	1,541	1,948	3,489	-0,408	Etkilenen
K10	1,233	1,966	3,199	-0,733	Etkilenen

D-R kriterlerinde negatif değerli olanlar diğer kriterlere göre daha fazla etkilenmektedir. D-R'deki pozitif değerli kriterler (maliyet, zaman, mesafe, esneklik), (ürün cinsi, ürün miktarı, elleçleme, güvenlik, çevresel ve sosyal ve yeşil operasyon) gibi diğer kriterleri daha fazla etkilemektedir. Diğer kriterleri en fazla etkileyen kriter 0,923 değeri ile maliyet olmuştur. (ürün cinsi, ürün miktarı, elleçleme, güvenlik, çevresel ve sosyal ve yeşil operasyon diğer kriterler tarafınca etkilenen kriter durumunda olduğu görülmüştür. En fazla temel etkilenen kriter -0,733 değeri ile yeşil operasyon kriteri olarak tespit edilmiştir.

Tablo 8: Eşik Değerinin Üzerindeki Değerler

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10
K1	0,211	0,306	0,351	0,341	0,245	0,338	0,225	0,306	0,342	0,307
K2	0,335	0,184	0,334	0,292	0,261	0,293	0,241	0,258	0,260	0,258
K3	0,194	0,159	0,145	0,249	0,200	0,157	0,147	0,190	0,159	0,196
K4	0,167	0,194	0,222	0,142	0,201	0,192	0,152	0,158	0,192	0,196
K5	0,157	0,184	0,210	0,206	0,120	0,150	0,177	0,149	0,148	0,187
K6	0,346	0,299	0,379	0,337	0,238	0,196	0,281	0,268	0,269	0,233
K7	0,209	0,172	0,236	0,231	0,246	0,203	0,121	0,203	0,169	0,170
K8	0,164	0,192	0,219	0,215	0,203	0,157	0,185	0,118	0,191	0,160
K9	0,142	0,139	0,162	0,157	0,184	0,137	0,170	0,174	0,099	0,176
K10	0,123	0,120	0,139	0,135	0,161	0,119	0,115	0,119	0,119	0,083

Elde edilen sonuçlar doğrultusunda kriterlerin önem ağırlıkları aşağıda yer alan Tablo 9' da belirtilmiştir.

Tablo 9: DEMATEL Yöntemi Kriter Ağırlıkları

KRİTERLER	Wj
K1	0,151
K2	0,129
K3	0,104
K4	0,100
K5	0,082
K6	0,137
K7	0,083
K8	0,081
K9	0,071
K10	0,062

3.2. SWARA Yöntemi Bulguları

SWARA yönteminin uygulanması için öncelikle altı uzman kişinin değerlendirmeleri sonucunda kriterlerin beklenen önemleri göz önünde bulundurularak azalan (önemliden önemsiz) bir şekilde sıralama yapılmıştır. Daha sonra kriterlerin başlangıç öncelikleri (0,1] aralığında her uzman tarafından ayrı ayrı değerlendirilmiştir.

Tablo 10: Karar Verici 1'in Elde Ettiği Nihai Sonuçlar

KRİTER	ÖNEM SİRALAMASI	Sj	Kj	Qj	Wj
Maliyet (K1)	1		1,000	1,000	0,138
Mesafe (K6)	2	0,05	1,050	0,952	0,132
Ürün Cinsi (K3)	3	0,10	1,100	0,866	0,120
Zaman (K2)	4	0,05	1,050	0,825	0,114
Ürün Miktarı (K4)	5	0,10	1,100	0,750	0,104
Esneklik (K7)	6	0,15	1,150	0,652	0,090
Elleçleme (K5)	7	0,05	1,050	0,621	0,086
Güvenlik (K8)	8	0,10	1,100	0,564	0,078
Çevresel ve Sosyal (K9)	9	0,10	1,100	0,513	0,071
Yeşil Operasyon (K10)	10	0,05	1,050	0,489	0,068

Tablo 11: Karar Verici 2'in Elde Ettiği Nihai Sonuçlar

KRİTER	ÖNEM SİRALAMASI	Sj	Kj	Qj	Wj
Maliyet (K1)	1		1	1,000	0,149
Mesafe (K6)	2	0,10	1,10	0,909	0,135
Zaman (K2)	3	0,10	1,10	0,826	0,123
Ürün Miktarı (K4)	4	0,15	1,15	0,719	0,107
Ürün Cinsi (K3)	5	0,10	1,10	0,653	0,097
Esneklik (K7)	6	0,10	1,10	0,594	0,088
Güvenlik (K8)	7	0,05	1,05	0,566	0,084
Çevresel ve Sosyal (K9)	8	0,10	1,10	0,514	0,077
Elleçleme (K5)	9	0,05	1,05	0,490	0,073
Yeşil Operasyon (K10)	10	0,10	1,10	0,445	0,066

Tablo 12: Karar Verici 3'ün Elde Ettiği Nihai Sonuçlar

KRİTER	ÖNEM SİRALAMASI	Sj	Kj	Qj	Wj
Mesafe (K6)	1		1	1,000	0,145
Maliyet (K1)	2	0,05	1,05	0,952	0,139
Zaman (K2)	3	0,15	1,15	0,828	0,120
Ürün Miktarı (K4)	4	0,10	1,10	0,753	0,109
Esneklik (K7)	5	0,15	1,15	0,655	0,095
Ürün Cinsi (K3)	6	0,05	1,05	0,623	0,091
Elleçleme (K5)	7	0,10	1,10	0,567	0,082
Güvenlik (K8)	8	0,05	1,05	0,540	0,079
Çevresel ve Sosyal (K9)	9	0,10	1,10	0,491	0,071
Yeşil Operasyon (K10)	10	0,05	1,05	0,467	0,068

Tablo 13: Karar Verici 4'ün Elde Ettiği Nihai Sonuçlar

KRİTER	ÖNEM SİRALAMASI	Sj	Kj	Qj	Wj
Maliyet (K1)	1		1	1,000	0,149
Ürün Cinsi (K3)	2	0,15	1,15	0,870	0,129
Ürün Miktarı (K4)	3	0,05	1,05	0,828	0,123
Zaman (K2)	4	0,10	1,10	0,753	0,112
Mesafe (K6)	5	0,10	1,10	0,684	0,102
Elleçleme (K5)	6	0,15	1,15	0,595	0,088
Esneklik (K7)	7	0,05	1,05	0,567	0,084
Güvenlik (K8)	8	0,05	1,05	0,540	0,080
Çevresel ve Sosyal (K9)	9	0,15	1,15	0,469	0,070
Yeşil Operasyon (K10)	10	0,10	1,10	0,427	0,063

Tablo 14: Karar Verici 5'in Elde Ettiği Nihai Sonuçlar

KRİTER	ÖNEM SIRALAMASI	Sj	Kj	Qj	Wj
Maliyet (K1)	1		1	1,000	0,152
Zaman (K2)	2	0,10	1,10	0,909	0,138
Ürün Miktarı (K4)	3	0,15	1,15	0,791	0,120
Mesafe (K6)	4	0,05	1,05	0,753	0,115
Ürün Cinsi (K3)	5	0,15	1,15	0,655	0,100
Elleçleme (K5)	6	0,10	1,10	0,595	0,091
Güvenlik (K8)	7	0,10	1,10	0,541	0,082
Esneklik (K7)	8	0,15	1,15	0,470	0,072
Yeşil Operasyon (K10)	9	0,05	1,05	0,448	0,068
Çevresel ve Sosyal (K9)	10	0,10	1,10	0,407	0,062

Tablo 15: Karar Verici 6'nın Elde Ettiği Nihai Sonuçlar

KRİTER	ÖNEM SIRALAMASI	Sj	Kj	Qj	Wj
Ürün Cinsi (K3)	1		1	1,000	0,159
Zaman (K2)	2	0,15	1,15	0,870	0,138
Maliyet (K1)	3	0,10	1,10	0,791	0,126
Ürün Miktarı (K4)	4	0,15	1,15	0,687	0,109
Elleçleme (K5)	5	0,10	1,10	0,625	0,099
Esneklik (K7)	6	0,15	1,15	0,543	0,087
Mesafe (K6)	7	0,05	1,05	0,518	0,082
Güvenlik (K8)	8	0,15	1,15	0,450	0,072
Yeşil Operasyon (K10)	9	0,10	1,10	0,409	0,065
Çevresel ve Sosyal (K9)	10	0,05	1,05	0,390	0,062

Tablo 16: Kriter Önem Ağırlıkları

KRİTER	KV1	KV2	KV3	KV4	KV5	KV6	AĞIRLIK
Maliyet (K1)	0,138	0,149	0,139	0,149	0,152	0,125	0,142
Zaman (K2)	0,114	0,123	0,120	0,112	0,138	0,131	0,123
Ürün Cinsi (K3)	0,120	0,097	0,091	0,129	0,100	0,151	0,113
Ürün Miktarı (K4)	0,104	0,107	0,109	0,123	0,120	0,114	0,113
Elleçleme (K5)	0,086	0,073	0,082	0,088	0,091	0,103	0,087
Mesafe (K6)	0,132	0,135	0,145	0,102	0,115	0,082	0,116
Esneklik (K7)	0,090	0,088	0,095	0,084	0,072	0,090	0,086
Güvenlik (K8)	0,078	0,084	0,079	0,080	0,082	0,071	0,079
Çevresel ve Sosyal (K9)	0,071	0,077	0,071	0,070	0,062	0,064	0,069
Yeşil Operasyon (K10)	0,068	0,066	0,068	0,063	0,068	0,068	0,067

Elde edilen bulgular sonucunda en önemli kriter 0,142 önem ağırlığına sahip ‘‘Maliyet’’ kriteri olmuştur. Sırasıyla 0,123 önem ağırlığına sahip ‘‘Zaman’’ ve 0,116 önem ağırlığına sahip ‘‘Mesafe’’ olmuştur. Son 2 sırada ise 0,069 ile ‘‘Çevresel ve Sosyal’’ kriteri ile 0,067 ‘‘Yeşil Operasyonlar’’ kriteri yer almıştır.

TARTIŞMA VE SONUÇ

Günümüzde ekonomik koşullar altında üretilen malların çok azının üretildiği yerde tüketildiği görülür. Tüketicinin istekleri, gereksinimleri ve tercihlerindeki yüksek çeşitlilik, üretilen malların neredeyse tamamının buldukları coğrafyada tüketilmesini zorlaştırmaktadır. Bu durumda malın nerede, ne kadar ve nasıl üretilmesinden ziyade malların tüketiciye ulaştırılması daha fazla önem arz etmektedir. Üretilen malların dağıtım ve lojistik planlamasının doğru bir şekilde organize edilmesi gerekmektedir. Ülke ekonomisinin kalkınması için dağıtım faktörleri yaşamsal önem taşımaktadır. Üretilen mal müşteriye istediği zamanda, en az maliyetle ve sürdürülebilirlik çerçevesinde sunulmazsa tüm çabalar büyük oranda boşa gidebilmektedir. Bir ülkenin kalkınması ve gelişmesi ancak çeşitli pazarlara ulaşmasıyla mümkün olabilmektedir. Bu pazarlarda hızlı rekabet ortamında ayakta kalabilmek, rakipleriyle yarış halinde olan işletmeler için oldukça önemlidir. İşletmeler bundan dolayı doğru taşıma modunu belirli kriterler doğrultusunda belirlemeli ve maliyetleri en aza indirgeyerek taşıma süreçlerini planlamalıdır.

Araştırmada uluslararası ticarete taşımacılık faaliyetleri gerçekleştiren işletmelerin sürdürülebilirlik çerçevesinde taşıma modu seçiminde etkili olan kriterler vurgulanmakta ve seçim için yeni bir karar verme çerçevesi önerilmektedir. Bu karar çerçevesi DEMATEL ve SWARA yöntemini içermektedir. Taşıma modu seçiminde etkili olan 10 ana kriter belirlenmiştir. Belirlenen bu kriterler her iki yöntemle de ağırlıklandırılmış ve önem sıralaması belirlenmiştir. Yöntemlerden elde edilen sonuçlara göre taşıma modu seçiminde en önemli kriter DEMATEL yöntemine göre 0,151 önem ağırlığına sahip ‘Maliyet’ ve yine aynı şekilde SWARA yöntemine göre 0,142 önem ağırlığına sahip ‘Maliyet’ olarak belirlenmiştir. Bunun nedeni işletmelerin taşıma süreçlerinde karşılaştıkları sorunların büyük çoğunluğunun maliyetlerden kaynaklanması olmuştur. Bu durum ise alternatiflerin seçimine yansımaktadır.

DEMATEL yöntemi sonuçlarına göre en önemli ikinci kriter 0,137 önem ağırlığına sahip ‘Mesafe’ ve daha sonra 0,129 önem ağırlığına sahip ‘Zaman’ olarak belirlenmiştir. Diğer kriterler ise sırasıyla ürün cinsi, ürün miktarı, esneklik, elleçleme, güvenlik, çevre ve sosyal yetkinlikler ve yeşil operasyon şeklinde sıralanmaktadır.

SWARA yöntemi sonuçlarına göre en önemli ikinci kriter 0,123 önem ağırlığına sahip ‘Zaman’ ve daha sonra 0,116 önem ağırlığına sahip ‘Mesafe’ olarak belirlenmiştir. Diğer kriterler ise sırasıyla aynı önem ağırlığına sahip ürün cinsi ve ürün miktarı olarak belirlenmiş. Elleçleme, esneklik, güvenlik, çevresel ve sosyal yetkinlikler ve yeşil operasyon şeklinde sıralanmıştır.

Araştırma kapsamı incelendiğinde taşıma modu seçimlerinde kriterlerin çok çeşitli olduğu görülmekte ve bu kriterler sektörden sektöre, işletmeden işletmeye göre değişebilmektedir. İşletmeler en uygun taşıma modu seçim kriterlerini belirlerken kapsamlı analizler, iyileştirmeler ve planlamalar yapmalı ve neticesinde güvenilir ve tutarlı sonuçlar elde edebilmeliler.

Her iki yöntemde de en düşük önem ağırlığına sahip olan ‘Çevre ve Sosyal Yetkinlikler’ ve ‘Yeşil Operasyon’ kriterlerine yönelik işletmelerin bu kriterlere çok daha önem vermesi önerilmektedir. İşletmeler sosyal sorumluluk projelerine daha fazla önem vermeli, bu tür sosyal sorumluluk projelerine katılmak işletmelerin yalnızca kâr amacı gütmeyen bir topluma hizmet etme çabalarını göstermekle kalmaz aynı zamanda müşteriler ve toplumun genelinde olumlu bir algı yaratırlar. Çünkü günümüzde pek çok tüketici sadece ürün veya hizmetin kalitesine değil aynı zamanda bir işletmenin sosyal ve çevresel etkilerini de göz önünde bulundurarak alışveriş yapmayı tercih eder. Dolayısıyla işletmelerin bu tür faaliyetlerini şeffaf bir şekilde raporlayarak medya aracılığıyla duyurması müşterilerin sadakatini artırabilir ve işletmenin toplumsal imajını olumlu yönde güçlendirebilir. Diğer bir yandan taşınacak malların paketleme ve ambalajlama aşamasında kullanılan plastik ve benzeri maddelerin daha çevre dostu ve birden çok kullanıma uygun ambalajlar ile paketlenmesi, çevreye verilen zararı azaltacağı aynı zamanda işletmelerin maliyetlerini düşüreceği ve işletmelerin verimliliğinin artmasına olanak sağlayacağı göz önünde bulundurulmalıdır.

Diğer araştırmalarda farklı kriterler kullanılarak uluslararası ticarete sürdürülebilir taşıma modu seçimi gerçekleştirilebilir. Aynı şekilde farklı karar verme yöntemleriyle analizler yapılarak çalışma geliştirilebilir. Çalışma sonucu diğer çok kriterli karar verme yöntemleriyle karşılaştırılarak problemlere çözümler bulunabilir. Ayrıca uluslararası ticarete sürdürülebilir taşıma modu seçimi ile ilgili yöneticilere anket veya derinlemesine mülakat yaparak nicel ve nitel analizler gerçekleştirilebilir.

Kaynakça

- Aksakal, E. ve Dağdeviren, M. (2010). ANP ve DEMATEL yöntemleri ile personel seçimi problemine bütünlük bir yaklaşım. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 25(4).
- Bolis, S., & Maggi, R. (2003). Logistics strategy and transport service choices: an adaptive stated preference experiment. *Growth and Change*, 34(4), 490-504. doi.org/10.1046/j.0017-4815.2003.00232.x
- Büyükoğkan, G., & Çiftçi, G. (2012). A Combined Fuzzy AHP and Fuzzy TOPSIS Based Strategic Analysis of Electronic Service Quality in Healthcare Industry. *Expert Systems with Applications*, 39, 2341-2354. doi.org/10.1016/j.eswa.2011.08.061
- Chen H., L, Shih S., Z., & Lirn T., C. (2018). "The study of grain importers transport mode choice behavior". International Symposium on Logistics Big Data Enabled Supply Chain Innovations, Bali, Indonesia, 8-11.
- Cullinane, K., & Toy, N. (2000). Identifying influential attributes in freight route/mode choice decisions: a content analysis. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 36(1), 41-53. [doi.org/10.1016/s1366-5545\(99\)00016-2](https://doi.org/10.1016/s1366-5545(99)00016-2)
- Ecer, F. (2020). *Çok Kriterli Karar Verme Geçmişten Günümüze Kapsamalı Bir Yaklaşım*, Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- European Commission (EC) Directorate-General for Mobility and Transport. (2021). EU transport in figures: statistical pocketbook 2021, https://transport.ec.europa.eu/facts-funding/studies-data/eu-transport-figures-statistical-pocketbook/statistical-pocketbook-2021_en, Erişim Tarihi: 27.06.2024
- Gedik, Y. (2020). Sosyal, ekonomik ve çevresel boyutlarla sürdürülebilirlik ve sürdürülebilir kalkınma. *Uluslararası Ekonomi Siyaset İnsan ve Toplum Bilimleri Dergisi*, 3(3), 196-215.
- Güneş, M. ve Umarusman, N. (2003). Bir karar destek aracı bulanık hedef programlama ve yerel yönetimlerde vergi optimizasyonu uygulaması. *Review of Social, Economic & Business Studies*, (2), 242-255. doi.org/10.15295/v6i2.240
- Jeffs, V. P., & Hills, P. J. (1990). Determinants of modal choice in freight transport: a case study. *Transportation*, 17, 29-47. doi.org/10.1007/bf02125502
- Kerşulienne, V., Zavadskas, E. K., & Turskis, Z. (2010). Selection of rational dispute resolution method by applying new step-wise weight assessment ratio analysis (SWARA). *Journal of business economics and management*, 11(2), 243-258. doi.org/10.3846/jbem.2010.12
- Kıymetli Şen, İ. (2014). Lojistik Faaliyetlerin Yönetimi ve Maliyetleme Yaklaşımları. *Çankırı Karatekin Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 4(1), 83-106.
- Kumru M., & Kumru P., Y. (2014). "Analytic hierarchy process application in selecting the mode of transport for a logistics company". *Journal of Advanced Transportation*, 48(8), 974-999. doi.org/10.1002/atr.1240
- Lee E., K., Kim D., J., & Moon D., S.(2013). "A study on competitiveness analysis of international transportation routes between korea and EU With Entropy-TOPSIS". *The Journal of Productivity*, 27(4), 123-149. doi.org/10.15843/kpapr.27.4.201312.123
- Loetveit Pedersen, E., & Gray, R. (1998). The transport selection criteria of Norwegian exporters. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 28(2), 108-120. doi.org/10.1108/09600039810221676

- Long, D. (2003). *International logistics: global supply chain management* (pp. 85-94). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Petrović, N., Živanović, T., & Mihajlović, J. (2023). Evaluating the annual operational efficiency of passenger and freight road transport in Serbia through entropy and TOPSIS methods. *J. Eng. Manag. Syst. Eng.*, 2(4), 204-211. doi.org/10.56578/jemse020402
- Ruzgys, A., Volvačiovas, R., Ignatavičius, Č., & Turskis, Z. (2014). Integrated evaluation of external wall insulation in residential buildings using SWARA-TODIM MCDM method. *Journal of Civil Engineering and Management*, 20(1), 103-110. doi.org/10.3846/13923730.2013.843585
- Shen, L., Olfat, L., Govindan, K., Khodaverdi, R., & Diabat, A. (2013). A fuzzy multi criteria approach for evaluating green supplier's performance in green supply chain with linguistic preferences. *Resources, conservation and recycling*, 74, 170-179. doi.org/10.1016/j.resconrec.2012.09.006
- Takım, A. ve Ersungur, Ş. M. (2016). Taşıma Şekillerine Göre Türkiye’de Dış Ticaretin Analizi: Mevcut Durum, Sorunlar ve Beklentiler. *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 19(3).
- Thompson, E. A., Abudu, R., & Zheng, S. (2021). Empirical analysis of Multiple-Criteria Decision-Making (MCDM) process for freight transportation mode selection. *Journal of Transportation Technologies*, 12(1), 28-41. doi.org/10.4236/jtts.2022.121002
- Toker, K. ve Görener A. (2013). "Lojistik yönetimi kapsamında ulaştırma modunun seçimi: Tekstil sektöründe bir uygulama". *İ.Ü. İşletme Fakültesi İşletme İktisadi Enstitüsü Yönetim Dergisi*, 24(74), 16-37.
- Tuzkaya U., R., & Önüt S. (2008). "A fuzzy analytic network process based approach to transportation-mode selection between turkeyand germany: a case study". *Information Sciences*, 178(15), 3133-3146. doi.org/10.1016/j.ins.2008.03.015
- Vannieuwenhuyse, B., Gelders, L., & Pintelon, L. (2003). An online decision support system for transportation mode choice. *Logistics Information Management*, 16(2), 125-133. doi.org/10.1108/09576050310467269
- Wang, C. N., Le, T. Q., Chang, K. H., & Dang, T. T. (2022). Measuring road transport sustainability using MCDM-based entropy objective weighting method. *Symmetry*, 14(5), 1033. doi.org/10.3390/sym14051033
- Wu W., W., & Lee, Y., T. (2007). Developing Global Managers’ Competencies Using The Fuzzy DEMATEL Method. *Expert Systems with Applications*, 32, 499-507. doi.org/10.1016/j.eswa.2005.12.005

Research Article

Uluslararası Ticarete Sürdürülebilir Taşıma Modu Seçimini Etkileyen Faktörlerin İncelenmesi

Examining The Factors Affecting The Selection Of Sustainable Transport Mode in International Trade

<p>Muhammed TURGUT Dr. Öğr. Üyesi, Tarsus Üniversitesi Uluslararası Ticaret ve Lojistik muhammedturgut@tarsus.edu.tr https://orcid.org/0000-0002-0868-7041</p>	<p>Elif DEMİR Bilim Uzmanı, KTO Karatay Üniversitesi Uluslararası Ticaret ve Lojistik elfdmr42@hotmail.com https://orcid.org/0009-0006-8534-1489</p>
---	---

Extensive Summary

With increasing interaction between people, the necessity for disrupted displacement also increases. In this case, providing an effective transportation service is extremely important for the sustainability of economic and social life. Factors such as correct and efficient use of resources, rapid distribution of goods and services, and presentation of exports and imports are possible by carefully planning and organizing transportation. Choosing the right transport mode with a properly organized transport system is very important. In international trade, each transportation system has advantages and limitations over the other. These systems must be integrated and compatible with the country's goals, capacity and potential.

Sustainability enables economic development to be supported and the ecosystem to be strengthened by using existing resources correctly. It ensures the continuity of activities by keeping sustainability, environmental awareness, economic awareness and social awareness factors in play while contributing to the development of these elements. In this context, the continuity of sustainable competition in commercial environments where competition is intense has become an issue of great importance for countries and businesses. In addition, the sensitivity of many organizations, especially the United Nations, on this issue is one of the issues that show the importance of the concept of sustainability.

It is very important for businesses to determine the type of transportation in order to ensure maximum service quality by minimizing costs along the determined route. Determining the type of transportation varies depending on the physical characteristics, value, size, dimension and weight of the goods transported. For businesses engaged in international trade, the choice of transportation mode is a very important issue in terms of cost. In this respect, businesses have to focus on many factors, especially cost, when carrying out transportation activities. Otherwise, many negative factors such as cost increases, customer dissatisfaction, delivery disruptions, damage to nature and inefficient business processes will occur in transportation activities where the factors are not determined correctly. From this perspective, identifying these elements and ranking their importance will be guiding for businesses in terms of the effectiveness of organizational processes.

In this research, it is aimed to determine the criteria that companies carrying out transportation activities in international trade take into consideration in choosing transportation modes within the framework of sustainability and to determine their importance ranking. While achieving this goal, analyzes were carried out using SWARA and DEMATEL methods, which are multi-criteria decision-making techniques, taking into account the relevant literature and expert opinions. The absence of any studies in the literature on the determination and prioritization of criteria in sustainable transportation mode

selection reveals the importance and unique value of the study. While the conceptual framework was presented in the first part of the study, the relevant literature review was carried out in the second part. In the last part of the research, relevant analyzes were carried out and the importance ranking was determined by taking into account the opinions of experts. As a result of the research, it is thought that determining the importance of the criteria in choosing a sustainable transportation mode will provide significant advantages to industry representatives and researchers in their future studies.

In this research, DEMATEL and SWARA methods, which are among the Multi-Criteria Decision Making methods, were used to determine the importance of the criteria taken into consideration by the companies carrying out transportation activities in international trade in choosing the transportation mode within the framework of sustainability. These methods aim to calculate the weights of the criteria. The reason why these methods are preferred is that they determine the cause-effect relationships of the criteria with a very small number of comparisons, based on pairwise comparison. In line with the results of the criterion weights calculated separately by these two methods, the importance order of the criteria in transportation mode selection was determined. It addresses 10 criteria taken into account in the selection of transport mode as a result of comprehensive field investigations and the opinions of 6 experts in their field. These criteria are Cost (K1), Time (K2), Product Type (K3), Product Quantity (K4), Handling (K5), Distance (K6), Flexibility (K7), Safety (K8), Environmental and Social Competencies (K8). K9) and Green Operation (K10). In order to make an evaluation in this section, people who are experts in their fields and have many years of experience in the sector were interviewed.

Multi-criteria decision-making techniques can be thought of as a process of analyzing a problem that reaches a concrete solution. During the analysis process, when a problem is encountered, the most appropriate one among various options must be selected and implemented. The decision-making process usually aims to achieve a specific goal and is carried out by taking into account various factors.

Criteria play a big role in the decision-making process and these criteria may vary depending on the situation. Criteria are criteria that are evaluated in the decision-making process and help us choose between selected options. People generally try to make the most advantageous choice in their own interests. However, these criteria may differ from person to person and from situation to situation.

According to the results obtained from the methods, the most important criterion in transportation mode selection was determined as 'Cost' with an importance weight of 0.151 according to the DEMATEL method and 'Cost' with an importance weight of 0.142 according to the SWARA method. The reason for this is that the majority of the problems faced by businesses in transportation processes arise from costs. This situation is reflected in the choice of alternatives.

According to the DEMATEL method results, the second most important criterion was determined as 'Distance' with an importance weight of 0.137, and then 'Time' with an importance weight of 0.129. Other criteria are listed as product type, product quantity, flexibility, handling, safety, environmental and social competencies and green operation.

According to the SWARA method results, the second most important criterion was determined as 'Time' with an importance weight of 0.123, and then 'Distance' with an importance weight of 0.116. Other criteria were determined as product type and product quantity, respectively, with the same importance weight. They are listed as handling, flexibility, safety, environmental and social competencies and green operation.

As can be seen from the study, the criteria for transportation mode selection are very diverse and these criteria may vary from sector to sector and business to business. When determining the most appropriate transportation mode selection criteria, businesses should make comprehensive analyses, improvements and plans, and as a result, they should be able to obtain reliable and consistent results.

It is recommended that businesses give more importance to the 'Environment and Social Competencies' and 'Green Operation' criteria, which have the lowest importance weight in both methods. Businesses should pay more attention to social responsibility projects, participating in such social responsibility projects not only demonstrates the efforts of businesses to serve a non-profit society, but also creates a positive perception among customers and society at large. Because today, many consumers prefer to shop by considering not only the quality of the product or service but also the social and environmental

impacts of a business. Therefore, businesses reporting such activities transparently and announcing them through the media can increase customer loyalty and positively strengthen the social image of the business. On the other hand, it should be taken into consideration that packaging the plastic and similar materials used in the packaging phase of the goods to be transported with more environmentally friendly packaging suitable for multiple uses will reduce the damage to the environment and at the same time reduce the costs of the enterprises and allow the efficiency of the enterprises to increase.