



Araştırma Makalesi

Denizcilik Endüstrisi Paydaşlarının Bakış Açışından Arktik Deniz Rotaları

Kemal AKBAYIRLI^{1}*

Yayın Geliş Tarihi

23 Mayıs 2022

Yayına Kabul Tarihi

10 Haziran 2022

Elektronik Yayın Tarihi

30 Haziran 2022

Anahtar Kelimeler

Arktik Deniz Rotaları

DEMATEL

Bulanık Bilişsel Haritalama

Deniz Ticareti

Mental Modeller

Öz

İklim değişikliğinin son yüzyılda giderek sertleşmesi sonucunda Arktik deniz rotaları ortaya çıkmış, buzul halinde bulunan Arktik Okyanus'u deniz taşımacılığının ve uluslararası ticaretin meselelerinden birisi olmaya başlamıştır. Arktik rotalar daha ziyade mesafeyi ve yakıt tüketimini düşürme potansiyeli üzerinden okunmasına karşın, bu rotaların ekonomik, çevresel, sürdürülebilirlik, firma tutum ve tercihleri, politik, hukuki ve teknik gibi pek çok boyutu bulunmaktadır. Bu boyutların çerçevelerinin net olarak belirlenmesi gerekmektedir. Bunların hangi öncelikle belirleneceği, öncelikle ülkelerin politikalarına bağlı olarak şekillenecek olmasına karşın, denizcilik endüstrisinin öncülerinin ve paydaşlarının istek ve beklentileri de önemli rol oynamaktadır. Bu vesileyle bu çalışmanın amacı denizcilik endüstrisi paydaşlarının perspektifinden Arktik rotaların kullanılmasıyla ilgili bu boyutların etkileşimini ortaya koymaktır. Çalışmada DEMATEL yöntemi ile Bulanık Bilişsel Haritalama yöntemleri hibrit bir yapıyla kullanılmıştır. Sonuçlar en önemli kriterlerin sırasıyla Firma Karar ve Tutumları, Maliyet, Operasyonel Sürdürülebilirlik; en az öneme sahip kriterlerince Yasal & Politik Yaklaşımlar ve Mesafe olduğunu göstermektedir.

Research Article

Arctic Shipping Routes From Stakeholders of Maritime Industry

Article Submitted

23 May 2022

Article Accepted

10 June 2022

Available Online

30 June 2022

Abstract

Arctic Shipping Routes came into light as a result of climate change that is continuously becoming harsher in the last century. And then, ice-covered Arctic Ocean became one of the matters of maritime transportation and international trade. Although Arctic Shipping Routes are associated with their potential of decreasing distance and fuel consumption, these routes have several dimensions such as economic, environmental, sustainability, behaviors and perspectives of companies, political, legal, and technical, etc., and the framework of those routes should clearly be identified. Even if the priority in the identification process depends on the policies of countries, the needs and requirements of both stakeholders and pioneers in maritime industry play critical role in this process. In this way, aim of the study is to reveal interactions of the dimensions related to usage of Arctic Shipping Routes from the perspectives of stakeholders. In the study, DEMATEL method and Fuzzy Cognitive Map Method have been hybridized. Results show that the most important criteria are Companies' Decisions and Behaviors, Cost, Operational Sustainability while the least important criteria are Legal & Political Approaches and Distance.

Keywords

Arctic Shipping Routes

DEMATEL

Fuzzy Cognitive Mapping

Maritime Trade

Mental Models

¹  Dokuz Eylül Üniversitesi, Denizcilik Fakültesi, İzmir, Türkiye.

* Sorumlu Yazar/Corresponding Author : Kemal AKBAYIRLI, kemal.akbayirli@gmail.com.

<http://dx.doi.org/10.52602/mtl.1120335>

1. Giriş

Küresel ekonominin temel unsuru olan dünya ticaretinin bir fonksiyonu olarak (www.transportgeography.org) taşımacılık endüstrisinin, küresel ve bölgesel gelişimin kaynaklarından biri olduğu *Campbell (2018)*, *Ng ve Tongzon (2010)*, *Tikoudis ve diğerleri (2018)*, *Pradhan ve Bağcı (2013)* gibi pek çok akademik çalışma tarafından kanıtlanmıştır. Taşımacılık en büyük maliyet kalemidir (*Tikoudis ve diğerleri, 2018: 78*) ve müşterilerin kalite algısına etki eden bir hizmettir. Hem küresel hem de ulusal bazlı rekabet arttıkça firmalar üstün kalite ve düşük maliyet hedefiyle hareket etmeye başlamış ve doğal olarak ilk ele aldıkları konu taşımacılık olmaktadır (*Wilmsmeier ve Notteboom, 2011: 215 – 217*).

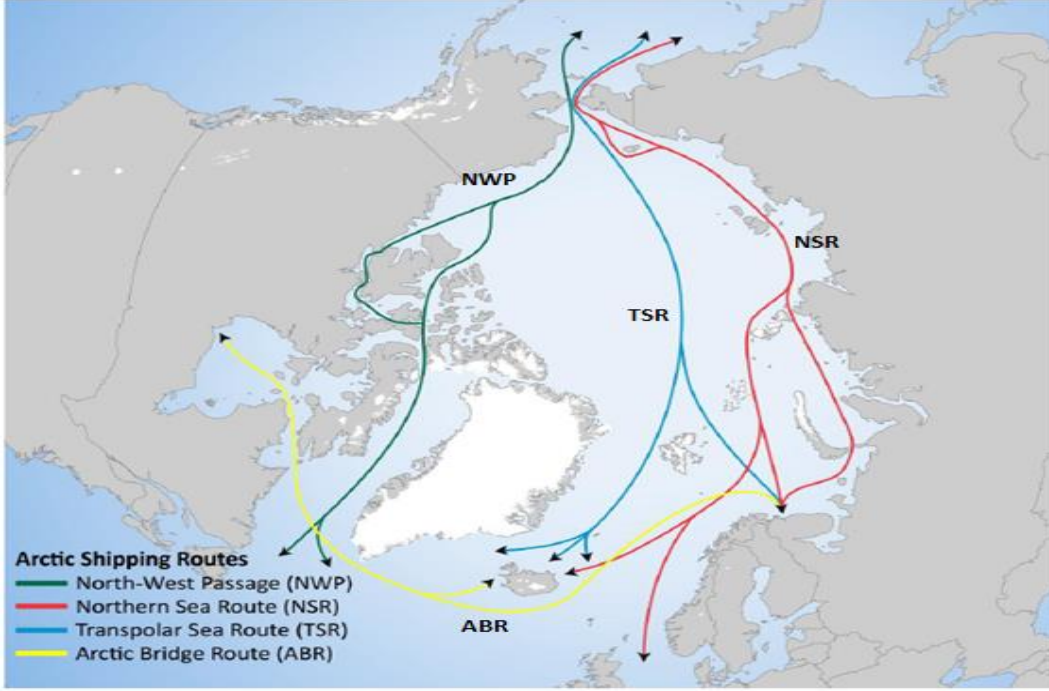
Taşımacılığa olan talep yükün genel özellikleriyle beraber evrilmiş ve firmalar arası artan rekabet firmaları yeni yollar aramaya zorlamıştır. Böylelikle farklı taşıma modlarının entegrasyonu kaçınılmaz olmuştur (*Rondinelli ve Berry, 2000: 400*). Rekabetçi ortam taşımacılık endüstrisi içerisindeki yatırımları hızlandırmış (*Janic, 2010: 481 – 483*), bu sayede hinterland ve denizyolu bağlantısalıkları gelişmiştir ve gelişmeye devam etmektedir (*Wilmsmeier ve Notteboom, 2011: 221*). Gelişen bağlantısalık bölgelerin ticaret rotaları ve ana limanlar aracılığıyla entegrasyonunu arttırmıştır. Farklı taşıma modlarının kullanımı ve gelişmeye devam eden ülkeler arası ticari ilişkiler ticaret rotalarını şekillendirmiştir (*Stopford, 2009: 348*). Böylelikle, ticaret rotaları doğal olarak yüzyıllardır büyük ekonomiler arasında şekillenmektedir (*ICS, 2011:3*). Bu nedenle günümüzde denizyolu rotaları ticari faaliyetlerde kayda değer bir öneme sahiptir (*Notteboom ve Rodrigue, 2009: 15*). Son 30-40 yıllık süreçte ticaretin yönü ve yoğunluğu değiştikçe rotalar da bu yönde şekillenmiştir. Dünya Denizcilik Konseyi tarafından küresel tedarik zincirini şekillendiren sekiz ana denizyolu rotası tanımlanmıştır. Bunların en aktifleri, Asya-Kuzey Amerika, Asya-Kuzey Avrupa, Asya-Akdeniz, Asya Orta Doğu, Kuzey Avrupa-Kuzey Amerika, Asya-Güney Doğu Amerika'dır. Bu ana rotalar, ticaret merkezlerini birbirine bağlayan çok sayıda alt rotayı bünyelerinde barındırmaktadır (*Stopford, 2009: 524 – 528*). Ticaretin küreselleşmesi ve serbestleşmesi sonrasında ürünler daha erişilir hale gelmiştir. Ayrıca, ana ve yardımcı ticaret rotalarının ikameleri artmıştır (*Notteboom ve Rodrigue, 2009: 15*). *Rodrigue (2019)*'a göre burada asıl soru bu ürünlerin çıkış noktasından varış noktasına hani rota ve mod(lar) ile ulaştırılacağıdır. Taşıma modu ve rota seçimi kavramları tam da burada ortaya çıkmaktadır. Rota seçimi konusu ilk bakışta taşıyanın sorumluluğunda gibi gözükse de günümüzde lojistik operatörleri, dış ticaret firmaları da dolaylı olarak söz sahibidir. Çünkü, kendileri doğrudan rotayı seçemiyor olsalar dahi, alyanslar ve düzenli hat taşımacılığı yapan firmalar arasındaki alyanslar ve rekabet nedeniyle bir yükün çıkış-varış noktaları arasında çeşitli alternatifler mevcuttur.

Rotalar konusunda literatürde çeşitli faktörlerin önemi ortaya koyulmuştur. Örneğin, *Wen ve diğerleri (2019)*, *Tsirimpa ve diğerleri (2019)*, *Shibasaki ve diğerleri (2017)* hızı; *Park ve diğerleri (2019)*, *Pham ve diğerleri (2018)*, *Wang ve Yeo, (2018)*, *Wang ve diğerleri (2018)* transit süreyi; *Wen ve diğerleri (2019)*, *Tischler, (2017)* güvenliği; *Moon ve diğerleri (2015)*, *Fagerholt ve diğerleri (2010)* güvenilirliği; *Wen ve diğerleri (2019)*, *Shibasaki ve diğerleri (2017)* mesafeyi; *Tsirimpa ve diğerleri (2019)*, *Park ve diğerleri (2019)* ise maliyeti ön plana çıkarmaktadır. Ancak, beklendiği üzere içlerinde en önemlisi maliyet ve maliyet minimizasyonudur. Bu uğurda çok kısa süre içerisinde konteyner gemilerinin kargo kapasiteleri 5,000 TEU'dan 24,000 TEU'lara yükselmiştir. Hatta, alternatif yeni rotaların kullanılması dahi gündemdedir. *Lum ve diğerleri (2010)*, şayet daha düşük maliyetli taşıma ihtimali varsa yeni servis ve yeni rota oluşturulmasının mümkün olduğunu belirtmektedir. Bunun somut örneği olarak Kuzey buzullarının erimesi dünyanın geneli için bir sorun iken denizcilik firmaları için fırsat olarak değerlendirilmektedir. Küresel ısınma ve sürekli eriyen buzulların kaçınılmaz sonucu olarak Uluslararası Denizcilik Örgütü Arktik Deniz Rotalarını (ADR) resmi olarak onaylayıp duyurmuştur. Böylece bu yeni rotalar son yıllarda büyük önem kazanmıştır. ADR, Süveyş Kanalı, Panama Kanalı ve Ümit Burnu rotalarına kıyasla mesafe, yakıt maliyeti ve transit sürede çok büyük tasarruf sağlarken bu rotalarda karşılaşılan sıkışıklık ve korsanlık risklerini de elimine etmektedir (*Zhao ve diğerleri, 2016: 50*).

ADR dört temel rotadan meydana gelmektedir. Bunlar, Kuzey Deniz Rotaları (KDR), Kuzeybatı Geçışı (KGB), Arktik Köprü ve Trans-polar rotadır. Bunlardan ilk ikisi ana geçişler olarak kabul edilir çünkü her iki bölgede de buzul erimeleri oldukça yoğundur ve diğer iki rotaya göre ticari taşımacılık imkanı çok daha fazladır (*Zhao ve diğerleri, 2016: 50*; *Wan ve diğerleri, 2021: 1*). KDR Şekil 1'de kırmızı çizgi ile gösterilmektedir ve Süveyş'in daha kısa mesafeli bir alternatifi olarak (ortalama %40) (*Aksenov ve diğerleri, 2017: 300*). Bering Boğazı'ndan Kuzey Doğu Avrupa'ya kadar uzanan Sibirya kıyı hattını temsil etmektedir (*Hansen ve diğerleri, 2016: 10*). Günümüzde KDR'nin rekabetçilik seviyesi, sezonsallık, belirsizlikler ve risk faktörleri nedeniyle istikrarsızdır. Öte yandan, Süveyş'in muadili olarak gözüken KDR iki ana ticaret merkezini bağlamaktadır ve Avrupa-Çin hattında genellikle giderek büyüyen mega gemiler çalışmaktadır. Bu nedenle KDR'nin daha küçük gemilerden pay alması kaçınılmazdır (*Zhao ve diğerleri, 2016: 51*). Ayrıca, KDR Rusya'nın egemenliği altındadır ve Rusya KDR konusunda seyre ilişkin bilgi, teşvik ve destekler sağlamaktadır (*Wan ve diğerleri, 2021: 1*). Yeşil renkle gösterilen, Kanada ve Alaska'nın kuzey kıyıları boyunca uzanan KGB (*Zhao ve diğerleri, 2016: 50*) Panama Kanalı'nın bir ikamesidir ve mesafeyi %20-30 civarı kısaltmaktadır (*Hansen ve diğerleri, 2016: 14 – 15*). KGB için ticari taşımacılık faaliyetleri KDR kadar olgun değildir çünkü su yolları, hava

şartları ve ülkeler arası çekişmeler şartları zorlaştırmaktadır (Wan ve diğerleri, 2021: 1). Trans-polar rota henüz hipotetiktir (Guo ve diğerleri, 2022: 2) ve Arktik Okyanusu'nun tam ortasından geçen mavi renkli en kısa dikey hat olarak düşünülür (Kuiski, 2017: 36). Arktik Köprü ise Kuzey Doğu Avrupa ile Kanada'nın endüstriyel bölgesini bağlayan rotadır (Moorman ve diğerleri, 2016: 11). Sarı renkle gösterilmiştir.

Şekil 1. Arktik rotalar.



Kaynak: The Arctic Portal web page.

Erişim Adresi: [http:// www.arcticportal.org/maps-shipping](http://www.arcticportal.org/maps-shipping)

ADR diğer rotalardaki fazla kapasiteleri çekebilse bile henüz direkt rakip konumunda değildir (Humpert ve Raspotnik, 2012:10). İlâveten, buzkıran refakati zorunlu olmasa dahi emniyetli seyir için zaruridir. Ancak, küresel ısınma bu hızda giderse iyimser senaryolarda bile KDR 2030'larda, KBG ise 2040'larda yılın 4-6 ayı aktif kullanıma açılacaktır (Boylan, 2021: 1). Yer kürenin artarak ısındığı ve çevrenin tehlikede olduğu (Trenberth, 2018: 5 – 7) ve buzulların yok olduğu (Aksenov ve diğerleri, 2017: 306) gün gibi açıktır. ADR küresel ticarete yavaş yavaş entegre olsa bile, bölgesel gelişim için devasa yatırımlar ve geniş bir zaman dilimi gerekmektedir (Humpert ve Raspotnik, 2012:10). Arktik bölgede kapıdan kapıya taşımacılığa uygun altyapı ve intermodal bağlantı bulunmadığı için (Myllylä ve diğerleri, 2016: 157 – 158) büyük ülke ve firmaların bölgeye olan alakaları yatırım faaliyetlerini katlayacaktır. Sosyal maliyet teorisinde öne sürüldüğü üzere, taşımacılık ve altyapı çalışmaları çevresel zararların başlıca kaynaklarıdır (Kapp, 1971: 197 – 206), bu yüzden bu rotaları kullanmanın ve altyapı faaliyetlerinin sosyal maliyeti oldukça fazla olabilir. Bölgedeki bu gibi aktiviteler sera gazı salınımını arttıracak gibi potansiyel deniz kazalarının da önünü açacaktır. Salınım hava kirliliğini, dolayısıyla da küresel ısınmayı daha da tetikleyecek, olası bir kazada ise buzlu su, sızıntının ve arama-kurtarma faaliyetlerinin yönetilememesine yol açacaktır (Ivanova, 2011: 1 – 2; Guy ve Lasserre, 2016: 300). Ek olarak, Arktik bölgede artan emisyon seviyesinin dünyanın herhangi bir yerindekinde araçların saldırdığı gazlardan çok daha fazla olduğu aşıkardır (Schröder ve diğerleri, 2017: 406 – 408). Bu, sadece Arktik bölge halklarının değil tüm dünyanın ortak problemidir (Peters ve diğerleri, 2011: 5305).

Bu olumsuz tabloya rağmen, şirketler ve ülkelerin kendi kar ve faydalarına öncelik verme eğilimleri olduğu için olası kötü sonuçlar beklenenden daha hızlı gerçekleşebilir. Günümüzde Arktik bölge doğal kaynaklar (Afenyo ve diğerleri, 2019: 476 – 477), ulusal politikalar, uluslararası hukuk (Hong, 2014: 280) ve taşımacılık konularında (Beveridge ve diğerleri, 2016: 411). Çin, Rusya, ABD, Japonya ve Avrupa Birliği ülkeleri gibi büyük ülkelerin odağı haline gelmiştir. Arktik seyir yeni bir olgu gibi düşünülse dahi, aslında uzun süredir küçük miktarlarda da olsa taşımacılık faaliyetleri yaz dönemlerinde gerçekleşmektedir (Guy ve Lasserre, 2016: 295; Meng ve diğerleri 2017: 16). Örneğin, Rus gemileri son yüzyılda o bölgeyi kullanmaktadır. Uluslararası anlamda geçiş yapan ilk ticari gemi ise Finlandiya bayraklı bir tankerdir (1997) (Guo ve diğerleri, 2022: 2 – 3; Meng ve diğerleri, 2017: 16 – 17; Wan ve diğerleri, 2021: 1). 2009'da iki Alman yük gemisi Kore-Rotterdam arasındaki seferini Arktik rota üzerinden tamamlamıştır. 2010-2014 yılları arasında Arktik transitler kademeli olarak artmış ve ortalama 50-70 gemiye yükselmiştir (Guo ve diğerleri, 2022: 2 – 3; Meng ve diğerleri, 2017: 16 – 17). 2013 yılında COSCO ilk defa bu rota aracılığıyla sefer düzenlemiştir ve 2018 yılı sonunda toplam transit sayısı 36'yı bulmuştur (Meng ve diğerleri, 2017: 16 – 17). Örneklerde görüldüğü üzere bir

süredir Rusya'nın kuzeyini kullanarak Asya-Avrupa arası taşımacılık gerçekleştiren COSCO firması, Çin'in ulusal taşımacılık politikaları ışığında Arktik seferleri daha da arttırmayı planlanmaktadır (Huang ve diğerleri, 2015: 64 – 67). Bununla beraber, büyük LNG firmaları petrol taşımacılığı için Rusya kıyılarını neredeyse tüm yıl kullanmaktadır (Mylllylä ve diğerleri, 2016: 158). 2018 yılı ağustos ayında ise MAERSK firması Arktik rota üzerinde bir deneme seferi yapmıştır.

Şirketler karlılığı arttırmaya ve ülkeler de yeni kaynaklar bulmaya her zaman heveslidir. Bu sayede, Kutuplara olan ilgi kademeli bir biçimde artmaktadır. Arktik rotaların mesafe, transit süre ve maliyeti önemli ölçüde düşürme gibi artıları olmasına rağmen kullanılmasının emisyon seviyesi, ekoloji, sürdürülebilirlik, küresel ısınma vb. konular bakımından eksileri bulunmaktadır. Bunların yanı sıra bölgenin politik ve hukuki koşullar ile firmaların tutumları da diğer önemli unsurlardır. Bazı büyük firmaların konuyla ilgili sosyal medya paylaşımları incelendiğinde, şu an için Mediterranean Shipping Company (MSC), CMA-CGM ve Hapag Lloyd resmi olarak bu rotaları kullanmayacaklarını beyan etmiş bulunmaktalar. Diğer tarafta ise COSCO ve Hyundai Merchant Marine (HMM)'nin Arktik rotalar üzerinde planlı tutumları mevcuttur. Firmaların kararlarına karşılık yorumlarda gösterilen olumlu ve olumsuz tepkiler bu çalışma için bir ışık yakmış buradan hareketle çalışmanın amacı denizcilik endüstrisi paydaşlarının perspektifinden Arktik rotaların kullanılmasıyla ilgili faktörlerin etkileşimini ortaya koymaktır. Konunun yeni olması nedeniyle literatürde hala büyük bir boşluk vardır. Ayrıca, bölgenin sürekli değişen yapısı ve veri kısıtı nedeniyle yapılmış çalışmalar kısıtlı kalmaktadır. Mevcut araştırmalardan Liu ve Kronbak, (2010), Xu ve diğerleri (2018), Lindstad ve diğerleri (2016) rotaların maliyet avantajını ve düşük yakıt tüketimini vurgularken; Furuichi ve Otsuka (2015), Solakivi ve diğerleri (2018) buzkıran maliyetlerini ve yetersizliğini irdelemektedir. Öte yandan, Shyu ve Ding (2016), Aksenov ve diğerleri (2017) sefere elverişlilik ve Arktik sulardaki buz durumundaki değişime odaklanırken; Beveridge ve diğerleri (2016), Xu ve diğerleri (2018) Arktik rotaların fizibilitesini Hong (2014), Tseng ve Cullinane (2018) Arktik rotaların politik şartlarını mercek altına almaktadır. Arktik rotalara ilişkin mevcut literatürde fikir madenciliğine yoğunlaşıp, paydaşların bilişsel düzeylerine eğilen çalışma bulunmaması bu çalışmayı ayrıca önemli kılmaktadır.

Çalışmada yer alan bölümler sırasıyla şu şekildedir: Bir sonraki bölümde kullanılan yöntemler ve veri toplama süreçleri aktarılırken, üçüncü bölümde araştırmanın bulguları verilmektedir. Son bölümde ise çalışma tartışma yapılarak sonlandırılmaktadır.

2. Yöntem

2.1. Veri Toplama

Analizde kullanılacak kriterler Akbaýırlı ve Tuna (2022)'den türetilmiştir. İlgili çalışmada ADR ile ilgili sosyal medya gönderilerinin altına yapılan yorumlar incelenmiş, burada yorum yapan denizcilik endüstrisi paydaşlarının yorumlarındaki temalar ortaya koyulmuştur. Bu temalar “Çevresel Etmenler, Firma Tutum ve Davranışları, Politika, Kurumsal Sosyal Sorumluluk, Sürdürülebilirlik, Farkındalık, Maliyet, Coğrafya, Mesafe ve Transit süre, Emniyet Konularıdır”. Bu temalar literatür ile kıyaslanmış, bir kısmı sabit bırakılmış, bir kısmı aynı çatı altında birleştirilmiş veya başlığı değiştirilmiştir. Buna göre çalışmada kullanılan kriterler şu şekildedir: “Çevresel Faktörler (ENV), Seyir Emniyeti (SAF), Maliyet (CST), Transit Süre (TRS), Mesafe (DIS), Firma Karar ve Tutumları (BDB), Finansal Sürdürülebilirlik (FST), Operasyonel Sürdürülebilirlik (OST), Yasal ve Politik Yaklaşımlar (LPA), Coğrafi ve Meteorolojik Kısıtlar (GMC)”. Yine aynı çalışmada temaların türetildiği yorumların sahibi olan paydaşlara sosyal medya üzerinden ulaşılarak konu hakkındaki fikirleri sorulmuştur. Toplam 67 kişi/hesap içerisinde 18 kişi/hesaptan geri dönüş sağlanmıştır (%26,86). Erişim sağlanan 67 kişinin/hesabın sektörü taşıyan, freight forwarders, yük sahibi, broker, dijital denizcilik hizmeti sağlayıcıları, depolama ve liman hizmeti sağlayıcıları, Arktik kuruluşlar ve danışmanlık kuruluşlarıdır. Çalışmaya katılım sağlayan denizcilik endüstrisi paydaşlarının dağılımı ise şu şekildedir: Taşıyan (%28), Freight Forwarders (%23), Yük Sahibi (%18), Dijital Hizmet Sağlayıcıları (%11), Danışmanlık Kuruluşları (%2) ve Arktik Kuruluşlar (%18)

2.2. DEMATEL Yöntemi

“Science and Human Affairs Program of the Battelle Memorial Institute of Geneva” tarafından 1971-1976 yılları arasında sunulan DEMATEL yöntemi (Zhou ve diğerleri, 2014: 164) karmaşık problemlerde bireylerin algı ve idrakini doğru yansıtan etkili bir araçtır (Tzeng ve Huang, 2011: 135). Grafik teorisi tabanlı bir yöntem olan DEMATEL kompleks ve ara katmanlı konuları netleştirmede kullanılır (Jeng ve Bailey, 2012: 1573; Tzeng ve Huang, 2011: 134 – 135). Yöntemin diğer çok kriterli karar verme yöntemlerine kıyasla en güçlü yönü kriter ve alt kriterlerin içsel (Yang ve Tzeng, 2011: 1418) ve dış bağımlılıklarını ortaya koyarak aralarındaki etkileşim düzeyini belirler (Tzeng ve Huang, 2011: 259 – 260; Zhou ve diğerleri 2014: 165) ve sistem dahilinde nedensellik ilişkisi kurar (Jeng ve Bailey, 2012: 1573).

Yöntem yönlü grafikler kullanarak kriterler arasındaki etkinin gücünü yansıtan nedensel şemalar oluşturur (Jeng ve Bailey, 2012: 1573; Gupta ve Işgin, 2018: 10 – 11).

DEMATEL yönteminde izlenen adımlar Wang (2012), Jeng ve Bailey (2012), Tzeng ve Huang (2011), Gupta ve Işgin (2018) ve Liu ve diğerleri (2020) tarafından şu şekilde aktarılmıştır:

İlk adımda ortalama ilişki matrisi hesaplanır. Hesaplama 0'dan 4'e kadar (0 = Etkisiz, 2 = Orta Etki, 4 = Çok Yüksek Etki) 5 farklı düzeyden oluşan skala kullanılmıştır.

Oluşturulan $n \times n$ formundaki T matrisi kriterlerin ikili kıyaslamaları ile elde edilir. Çalışmada H sayıda katılımcı ve n sayıda kriter olduğunu varsayalım. Burada T_{ij} kavramı, katılımcıların i kriterinin j kriterini ne ölçüde etkilediği konusundaki kararlarını ifade etmektedir. Eğer $i = j$ ise, köşegende yer alan değerler "0" olarak belirlenmektedir.

$$[a_{ij}]_{n \times n} = \frac{1}{H} \sum_{k=1}^H [X_{ij}^k]_{n \times n} \quad (1)$$

Katılımcılar tarafından verilen skorlar neticesinde $X^k = [X_{ij}^k]_{n \times n}$, ($1 \leq k \leq H$) sonuç matrisi elde edilir. Böylece X^1, X^2, \dots, X^H her bir H katılımcısı için sonuç matrisi üretir ve X^k 'nin her bir kriteri, X_{ij}^k (Eşitlik 1) ile gösterilen bir tamsayıdır.

İkinci adımda ilk olarak direkt ilişki matrisi hesaplanır. Ortalama bir A matrisi normalize edilir ve sonrasında direkt ilişki matrisi M elde edilir. Normalizasyon süreci aşağıda yer alan denklemler ile sağlanır:

$$M = k \times A \quad (2)$$

$$k = \min \left(\frac{1}{\max_{1 \leq i \leq n} \sum_{j=1}^n |a_{ij}|}, \frac{1}{\max_{1 \leq j \leq n} \sum_{i=1}^n |a_{ij}|} \right) \quad (3)$$

Üçüncü adımda, T toplam etki matrisine erişmek için satır ve sütunların toplamı, 4 numaralı denklemde gösterildiği üzere hesaplanır.

$$T = M + M^2 + M^3 + \dots = \sum_{i=1}^{\infty} M^i \quad (4)$$

$$T = (I - M)^{-1} \quad (5)$$

Son adıma ise eşik değer ayarlanır ve etki-yönlü grafik haritası ortaya çıkar. Etki (veya ilişki) haritası, toplam ilişki matrisinin kriterleri kullanılarak tanımlanır. Tüm kriterleri içeren bir grafik bir hayli karmaşık olacaktır. Bunun üstesinden gelip karmaşayı azaltmak ve sistemin tamamını yönetilebilir hale getirmek için eşik değer hesaplanır. Hesaplamalara göre eşik değerden yüksek olan etki dereceleri, etki-yönlü grafik haritasına dahil edilir.

DEMATEL yöntemi çeşitli araştırma alanlarında kullanılabilir. Literatürde yer alan mevcut çalışmalara bakıldığında emniyet ölçümü (Büyükoçkan ve Öztürkcan, 2010: 5836; Liou ve diğerleri, 2007: 244), inovasyon politikaları (Jeng ve Bailey, 2012: 1575; Yang ve Tzeng, 2011: 1418), sürdürülebilir gelişim (Liu ve diğerleri, 2020: 7), pazarlama stratejileri ve tüketici tutumu (Jeng ve Bailey, 2012: 1575; Liou ve diğerleri, 2007: 244), bilgi yönetimi, proje yönetimi, proje seçimi (Büyükoçkan ve Öztürkcan, 2010: 5836; Jeng ve Bailey, 2012: 1575), yeni ürün geliştirme, servis kalitesi, konum seçimi (Büyükoçkan ve Öztürkcan, 2010: 5836), endüstriyel planlama ve bölgesel çevre değerlendirmesi (Büyükoçkan ve Güler, 2016: 437) gibi çeşitli ve çok disiplinli alanlarda, bilhassa gerçek dünya problemlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır.

2.3. Bulanık Bilişsel Haritalama

Robert Axelroad (1976) tarafından geliştirilen bilişsel haritalar, sofistike belirli bir sosyal sistemle ilgili bilginin organize şekilde tanımlayan bağlantılar, yani mental modellerdir (Özşemi ve Özşemi, 2004: 44 – 45; Kosko, 1986: 65; Quiñones ve diğerleri, 2019: 7). Mental yapının tamamı, sistemin tutumunu ifade eder (Özşemi ve Özşemi, 2004: 50). Bu mental modelleme, bir olayın analizi ve karar alma konusunda bireylerin biliş ve algısını tanımlar (Nakamura ve diğerleri, 1982: 766; Özşemi ve Özşemi, 2004: 45). Bilişsel haritalar grafik teorisi temellidir (Özşemi ve Özşemi, 2004: 44). Her bir bağlantı nedensel bağlantıları temsil eder. Diğer bir ifadeyle, X'ten Y'ye pozitif bir bağlantı, X'in görüldüğü noktada Y'nin arttığı anlamını taşır (Kosko, 1986: 65).

Bart Kosko tarafından uyarlanan ve bilişsel haritaların bir türü olan Bulanık Bilişsel Haritalama (BBH), (Özşemi ve Özşemi, 2004: 45) bireylerin ve sistemlerin tutumunu açıklamaya yarayan bir alternatif olarak ortaya çıkmıştır (Salmeron, 2012: 3706). Kompleks sistemlerde ve veri sağlanamaması durumunda, bilgi temsili ve nedensellikteki belirsizliği gidermede kullanılır (Hajek ve diğerleri, 2017:6536; Quiñones ve diğerleri, 2019: 7). Bilişsel Haritalar ile BBH arasındaki en büyük fark, Bilişsel Haritalar bilginin dış çeperini kapsarken (Kosko, 1986: 66) BBH, [-1,1] matematiksel gösterimi vasıtasıyla (Özşemi ve Özşemi, 2004: 45) yapının daha iyi açıklanmasını sağlar (Kosko, 1986: 66). BBH düğüm ve kenarlardan oluşur. Her bir düğüm sistemdeki bir değişkeni temsil ederken kenarlar ise düğümler arası bağlantılardır. Bu düğüm ve kenarlar uygun bir karar ortamı inşa eder (Salmeron, 2012: 3706).

Grafik teorisine göre bilişsel haritalar bitişiklik matrislerine dönüştürülür. Bu kare matrislerin yazımında yatay eksen etkileyeni, dikey eksen etkileneni “-1 ile 1” aralığında bir ifade kullanılır (Özşemi ve Özşemi, 2004: 49). Kare formdaki bir A bitişiklik matrisi BBH düğümlerinin bağlantısallığını temsil etmektedir. Karşılıklı etkiler özdeş olmak zorunda değildir ve eğer etki veya ilişki durumu yoksa matriste ilgili alana “0” atanmalıdır (Salmeron, 2012: 3706).

BBH (1) yoğunluk, (2) alıcı, (3) verici ve (4) merkeziet parametreleri ile tanımlanabilir. Yoğunluk (D), bağlantı sayıları (W) ve kavram sayılarının (C) ilişkileri üzerinden tanımlanan bir bilişsel haritanın bağlantısallık endeksidir (Eşitlik 6). Eşitlik 7' ye göre toplam bitişiklik matrisinde yer alan konseptlerin mutlak değerlerinin kolon toplamıyken sonraki eşitliğe göre, toplam komşuluk bitişiklik yer alan konseptlerin mutlak değerlerinin satır toplamıdır (Quiñones ve diğerleri, 2019: 7; Özşemi ve Özşemi, 2004: 51).

$$D = \frac{W}{C(C-1)} \quad (6)$$

$$In - deg = \sum_{i=1}^n W_{ij} \quad (7)$$

$$Out - deg = \sum_{j=1}^n W_{ij} \quad (8)$$

Son olarak, bir değişkenin merkezieti ise, o değişkenin alıcı ve vericilerinin toplamıyla ifade edilir (Quiñones ve diğerleri, 2019: 7).

BBH yöntemi ilk başlarda psikoloji ve sosyoloji gibi toplum bilimlerinde sıklıkla kullanılıyor olmasına karşın, Kosko (1985)'in önerdiği üzere bilgi elde etme ve işleme sistemlerinin tamamında kullanılabilmektedir. (Kosko, 1986: 65). Paceztk ve diğerleri (2020) bu yöntemin, kompleks problemlerin çözümlerinin en iyilenmesinde kullanımını önerirken, Özşemi ve Özşemi (2003) Ulubat Gölü paydaşlarının göl kirliliği ve ekosistem sağlığına etkilerinin analiz edilmesinde BBH'den faydalanmıştır. Aşhdari (2018) tedarik zinciri yönetimi uygulamalarının ve performansının geliştirilebilmesi için BBH ile nedensel Bayezyen ağlarını entegre ederek tedarik zincirinin nedensel modellemesinde kullanırken, Dursun ve diğerleri (2018) tedarik zinciri yönetimi süreçlerinin kurgulanması için performans kriterleri, tedarik zinciri stratejileri, risk faktörleri ve zincir içi entegrasyon arasındaki ilişkilerin ortaya koyulmasında, Uygun ve diğerleri (2017) firmaların yeşil tedarik zinciri yönetimi açısından ele alınarak buna etki eden faktörler arası etkileşimin incelenmesinde, Tabatabaci ve diğerleri (2012) çevirim içi müşteri memnuniyetini modellemek için etken kriterlerin ortaya koyularak simüle edilmesinde, Asan ve diğerleri (2016) firmaların rekabetçiliklerini sürdürebilmeleri ve ayakta kalabilmeleri için hedef kitleleri üzerinde tüketici algısında ürünlerin nasıl konumlandığının önemli olduğunu belirterek bu konumlandırmada etkili faktörlerin dinamik bir şekilde modellenmesinde, Swan (1997) ise yönetim kararlarının bilgi, birikim ve bilişsel olgular olduğunun altını çizerek yöneticilerin teknik inovasyon kararlarının modellenmesinde Bulanık Bilişsel Haritalama yöntemini kullanmıştır.

2.4. DEMATEL ile Bulanık Bilişsel Haritalama Yöntemlerinin Entegrasyonu

Çalışmada, her çok kriterli karar verme yönteminde olabildiği gibi döngüler ve geri beslemeler ilişkisi net olarak ortaya koymada sorun teşkil ederler. Bunun önüne geçmek için Baykasoğlu ve Durmuşoğlu (2014)'ün önerdiği üzere öncelikle, kriterler arasındaki etki ve ilişkiyi en etkili biçimde açıklayan yöntemlerden birisi olan DEMATEL yöntemi ile kriterler arası ilişkiyi ifade eden bir matris elde edilmiştir. Bu tarz modellerde doğru bir yöntemin çıktılarının bir sonraki adımda diğer yöntemin içine gömülmesi sonuçların gücünü arttırmaktadır (Baykasoğlu ve Durmuşoğlu, 2014: 619). Bu bilgi ışığında çalışmada DEMATEL matrisini BBH'nin içine entegre edilmiştir. BBH aracılığıyla ise kriterler arasındaki etki ve ilişki düzeyi yönlü oklar kullanılarak modellenmiştir. Zira Başak ve diğerleri (2015)'in belirttiği üzere hem DEMATEL hem de BBH karmaşık sistemler içerisindeki nedenselliği ortaya koymada kullanılmasın karşın, bu iki yöntem birbirinin alternatifi değil, aksine birbirinin tamamlayıcısıdır. DEMATEL statik bir çerçeveden doğrudan ve dolaylı etkileri ölçerken (Başak ve diğerleri, 2015: 63) BBH DEMATEL'in bu kısmını aşarak (Mazuzo ve diğerleri, 2018) sistem içerisindeki dinamik tutumları modelleyip simüle etmektedir (Başak ve diğerleri, 2015: 63).

Çalışmanın adımları, Erkan ve diğerleri (2021)'den uyarlanarak şu şekilde izlenmiştir:

Adım 1: Akbayırlı ve Tuna (2022)'de ortaya koyulan temalar literatürle uyumlu bir şekilde ele alınarak kriterler belirlenmiştir. Kriterler belirlenirken şu temel soru göz önünde bulundurulmuştur: "Arktik rotaların kullanımıyla ilgili paydaşların zihinlerinde oluşan ve Arktik rotalar için önemli olduğu daha önceki çalışmalarda ifade edilen faktörler arasındaki etki düzeyi nedir?"

Adım 2: DEMATEL yöntemine özgü ölçek kullanılarak kriterler arası etkileşim paydaşlar tarafından yapılan ikili kıyaslamalar ile belirlenmiştir. Yöntemin temel dinamiklerine ek olarak paydaşlardan ağırlıkları belirlerken etkileşimin yönü (Pozitif veya Negatif) göz ardı edilmiştir. Çünkü mevcut kriterler birbirini aynı zamanda duruma bağlı olarak olumlu da olumsuz da etkileyebilmektedir. Neticesinde de önce direkt ilişki matrisi, ardından normalize ilişki matrisi, en sonunda da toplam ilişki matrisi elde edilmiştir. Bu matris ile kullanılarak etkileşim haritası çıkarılmıştır.

Adım 3: Toplam ilişki matrisinde eşik değerinin altında kalan değerler çıkartılıp nihai bir bitişiklik matrisi elde edilmiştir.

Adım 4: Bitişiklik matrisi kullanılarak BBH algoritması ile paydaşların bilişsel haritaları ortaya koyulmuştur.

3. Bulgular

Bu bölümde DEMATEL ve BBH yöntemlerinin sonuçları sırasıyla verilmektedir. DEMATEL yönteminin doğası gereği tek bir yorumlama şekli olmamakla beraber çalışmanın ve kullanılan kriterin yapısına göre değişiklik göstermektedir. Tablo 1 de paydaşlardan alınan yanıtların Microsoft Excel üzerinden hesaplanmasıyla elde edilen direkt ilişki matrisi gösterilmektedir. Tek başına bu matris bile Arktik rotalar konusunda paydaşların hangi faktörleri nasıl ilişkilendirdikleri görülebilmektedir. Matris Bölüm 2.2'de yer alan DEMATEL ölçeğine dayalı olarak katılımcıların ağırlıklandırılmamış ortalamalarını yansıtmaktadır. Aynı tabloda çalışmada kullanılan kriterler ve bu kriterlerin gösterimi yer almaktadır.

Tablo 1. Direkt ilişki matrisi.

Kriter		ENV	SAF	CST	TRS	DIS	BDB	FST	OST	LPA	GMC
Çevresel Faktörler	ENV	0,00	1,22	2,05	0,88	0,61	2,05	0,00	1,27	1,38	2,00
Seyir Emniyeti	SAF	2,11	0,00	1,27	2,27	0,66	2,11	0,16	1,44	0,66	1,27
Maliyet	CST	1,05	0,33	0,00	0,66	1,16	3,72	3,83	2,72	1,50	0,00
Transit Süre	TRS	0,77	0,77	3,66	0,00	0,00	3,27	2,05	3,11	0,00	0,00
Mesafe	DIS	0,50	0,77	4,00	3,55	0,00	2,88	1,61	2,61	0,44	0,83
Firma Karar ve Tutumları	BDB	3,66	2,66	3,44	3,22	1,50	0,00	2,94	2,94	1,44	0,00
Finansal Sürdürülebilirlik	FST	0,27	0,00	3,44	0,33	0,00	2,88	0,00	2,72	1,05	0,00
Operasyonel Sürdürülebilirlik	OST	2,88	2,72	2,50	2,27	0,50	3,16	2,44	0,00	0,55	1,44
Yasal ve Politik Yaklaşımlar	LPA	2,05	2,94	2,27	0,50	0,33	3,11	0,16	1,88	0,00	0,88
Coğrafi ve Meteorolojik Kısıtlar	GMC	2,94	4,00	3,66	3,66	2,00	2,94	1,44	3,11	0,83	0,00

Tablo 1’de yer alan direkt ilişki matrisi ilgili formüllerle önce normalize edilmiş, ardından da toplam ilişki matrisi elde edilmiştir (Tablo 2). Bu matris uyarınca Şekil 2’de yer alan toplam etki diyagramı hazırlanmıştır. Toplam ilişki matrisine göre eşik değer 0,2523 olarak hesaplanmıştır. Eşik değer DEMATEL süreci tamamlandıktan sonra BBH çizilmeden önce hesaba katılmış ve bitişiklik matrisi elde edilmiştir.

Tablo 2. Toplam ilişki matrisi.

	ENV	SAF	CST	TRS	DIS	BDB	FST	OST	LPA	GMC
ENV	0,104	0,139	0,221	0,134	0,069	0,225	0,103	0,175	0,106	0,113
SAF	0,182	0,088	0,195	0,185	0,069	0,227	0,108	0,181	0,077	0,087
CST	0,162	0,115	0,180	0,139	0,092	0,316	0,269	0,255	0,123	0,042
TRS	0,144	0,121	0,297	0,102	0,048	0,289	0,205	0,259	0,063	0,037
DIS	0,157	0,143	0,355	0,265	0,057	0,320	0,219	0,281	0,090	0,075
BDB	0,290	0,228	0,362	0,266	0,120	0,245	0,272	0,312	0,140	0,063
FST	0,107	0,080	0,258	0,097	0,040	0,245	0,105	0,218	0,092	0,030
OST	0,252	0,222	0,304	0,223	0,081	0,331	0,237	0,184	0,100	0,108
LPA	0,201	0,214	0,247	0,135	0,065	0,284	0,122	0,213	0,063	0,080
GMC	0,300	0,308	0,412	0,323	0,155	0,395	0,250	0,357	0,131	0,071

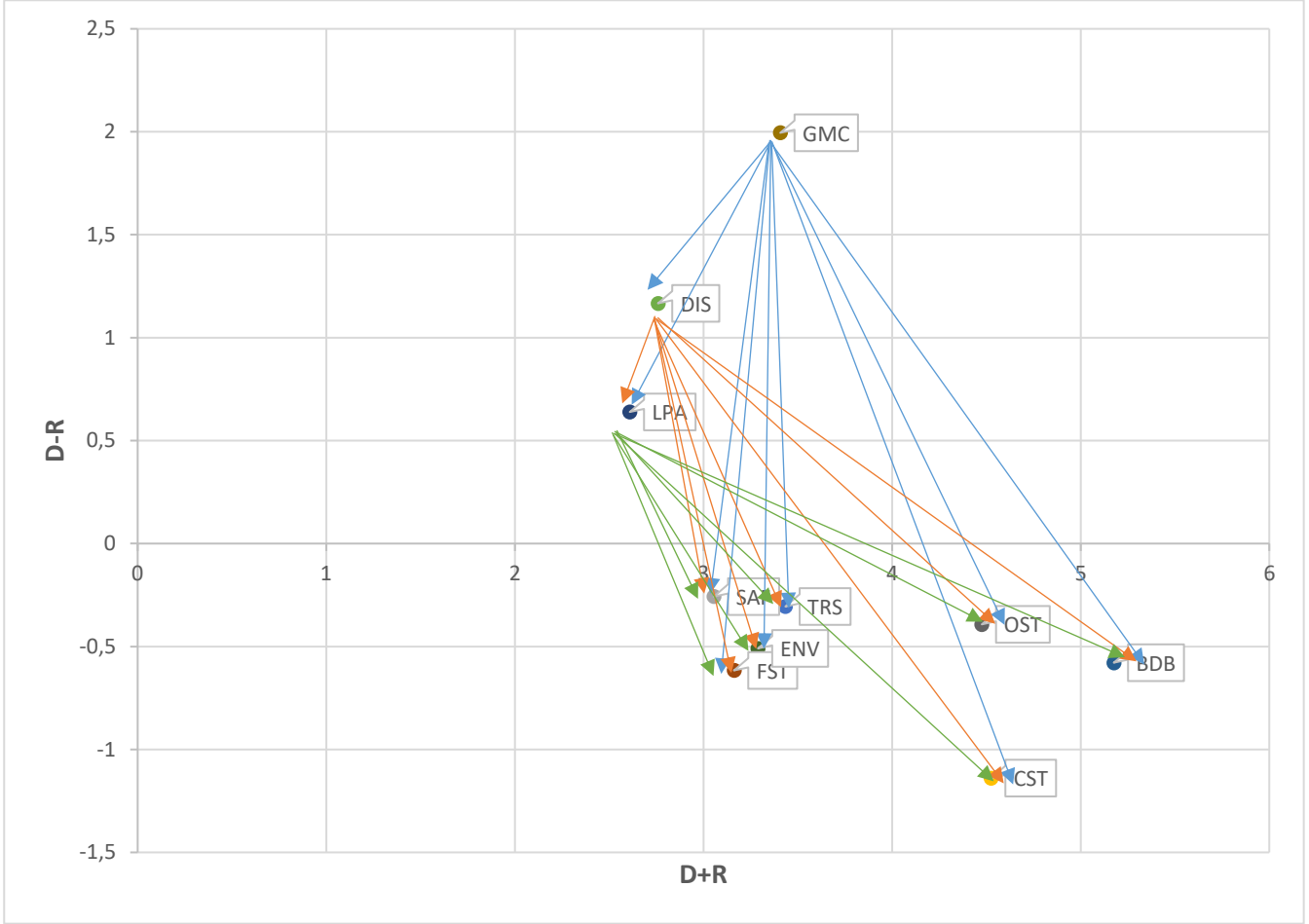
Tablo 3. Kriterlerin etki ve önem dereceleri.

	D	R	D+R	D-R	Sıralama
ENV	1,390	1,899	3,288659	-0,50934	6
SAF	1,398	1,656	3,054422	-0,25758	8
CST	1,693	2,832	4,524947	-1,13905	2
TRS	1,564	1,870	3,434144	-0,30586	4
DIS	1,963	0,796	2,758536	1,166536	9
BDB	2,298	2,877	5,17531	-0,57869	1
FST	1,273	1,889	3,16168	-0,61632	7
OST	2,042	2,434	4,475535	-0,39247	3
LPA	1,624	0,985	2,609054	0,639054	10
GMC	2,701	0,706	3,407063	1,995063	5

Tablo 3’te toplam ilişki matrisi üzerinden her bir kriter için önem ve etki derecesi hesaplanmıştır. “D+R” bir kriterin diğer kriterlere kıyasla ne kadar öneme sahip olduğunu, aralarındaki ilişkiye bakarak göstermektedir. “D-R” ise etkinin yönünü belirlemektedir. Bir diğer ifadeyle pozitif değere sahip kriterler etkileyen, negatif değere sahip kriterler ise etkilenen durumundadır. Toplam önem dereceleri baz alınarak yapılan sıralamada en önemli kriterler sırasıyla Firma Karar ve Tutumları, Maliyet, Operasyonel Sürdürülebilirliktir. En az öneme sahip kriterler, diğer kriterleri çok etkiliyor olmasına karşın Yasal ve Politik Yaklaşımlar ve Mesafedir.

Şekil 2 kriterler arasındaki etkileşimi göstermektedir. Modelde üç temel etkileyen bulunmakta olup, okların varış noktaları etkilenenleri işaret etmektedir. Buna göre En yüksek etkiye sahip kriter Coğrafi ve Meteorolojik Kısıtlardır (Mavi Ok). İkinci etkileyen Mesafe (Turuncu Ok), üçüncü ise Yasal ve Politik Yaklaşımlardır (Yeşil Ok). Şekilde ayrıca yatay eksen yardımıyla kriterlerin önem dereceleri de belirlenebilmektedir.

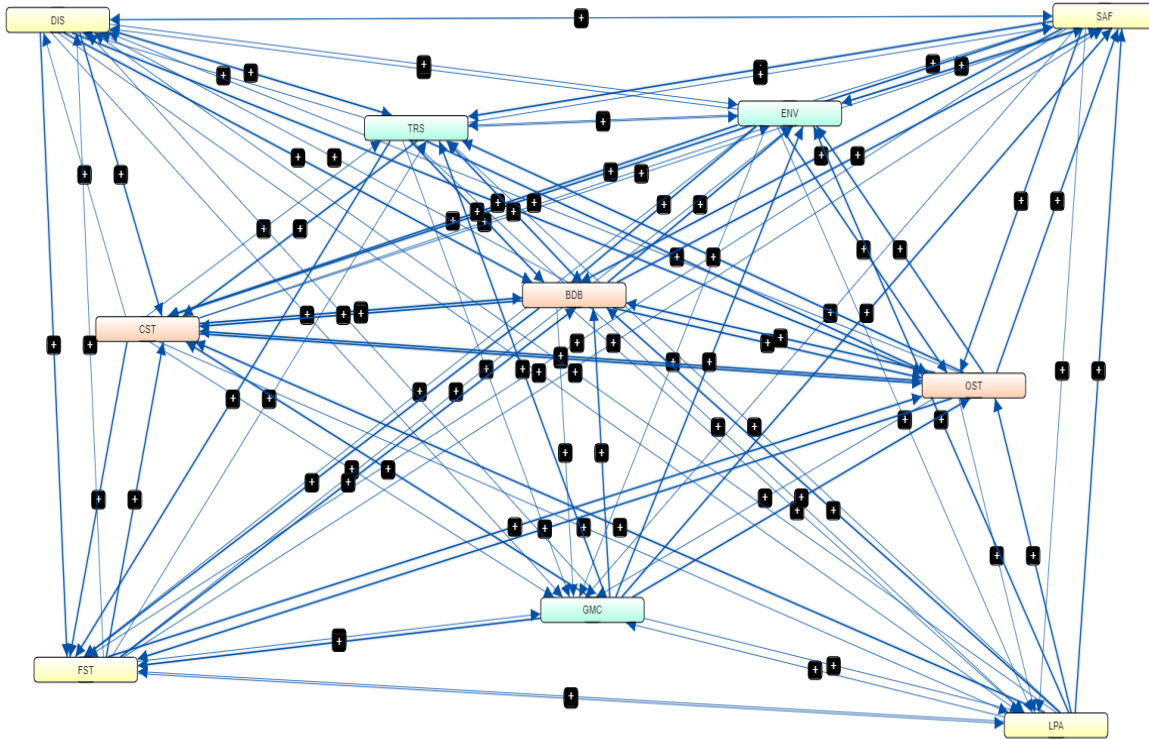
Şekil 2. Toplam etki diyagramı.



Mental Modeler programı ile ele alınan BBH sürecinin sonuçları Tablo 3 ve Şekil 3'te sunulmuştur. Arktik rotalarla ilgili paydaşların zihninde oluşan bulanık bilişsel haritalar toplam 90 karşılaştırma içeren bir modelin sonucunda elde edilmiştir (Şekil 3). Şekilde Okların kalınlıkları-incelikleri ilişkinin gücünü temsil etmektedir. Buna göre Firma Karar ve Tutumları, ADR'nin kullanımı, Arktik bölgedeki yatırımlar gibi Arktik rotalarla ilgili pek çok aksiyonda en temel kriterdir. Bu rotaların kullanımının maliyeti rotalara ilişkin pek çok karar ve hamlenin de belirleyicisi olacaktır. Maliyet diğer tüm faktörlerle uzak veya yakından ilişkili olduğu için sistem içerisinde güçlü durması olağandır. ADR özelinde özellikle Operasyonel Sürdürülebilirlik, Finansal Sürdürülebilirlik, Seyir Emniyeti, Çevresel Faktörler ile yakından ilişkili gözükmektedir. Ayrıca Transit Süre ve Mesafenin karşılıklı ilişkisi olup hem Maliyet hem de Firma Karar ve Tutumlarına etki etmektedir. Son olarak tüm kriterlerin ötesinde Arktik rotalar için başlıca belirleyici yaşsal ve politik etmenler ile coğrafi ve iklim koşullarıdır. Sistem içerisinde diğer tüm oklar nötralize edildiğinde bu iki kriterin ana dağıtıcı olduğu görülmektedir.

Tabloya göre kriterlerin merkeziliklerine bakarak BBH sisteminde hangi kriterin daha önemli olduğu çıkarımı elde edilebilmektedir. Buna göre eşik değer sisteme dahil edilmesine rağmen en önemli ilk üç kriter ile en az önemli iki kriter DEMATEL süreciyle aynıdır. Bu sonuç birbirini tamamlayan iki yöntemin kullanıldığı hibrit sistem ile elde edilen sonuçların gücünü ortaya koymaktadır.

Şekil 3. Bulanık bilişsel haritalama.



Tablo 3. Kriterlerin alıcı, verici, merkezîyet dereceleri.

Kriter		Alıcı	Verici	Merkezîyet
Çevresel Faktörler	ENV	1.790	1.290	3.080
Seyir Emniyeti	SAF	1.570	1.330	2.900
Maliyet	CST	2.660	1.520	4.180
Transit Süre	TRS	1.780	1.470	3.250
Mesafe	DIS	0.750	1.920	2.670
Firma Karar ve Tutumları	BDB	2.650	2.050	4.700
Finansal Sürdürülebilirlik	FST	1.790	1.180	2.970
Operasyonel Sürdürülebilirlik	OST	2.260	1.850	4.110
Yasal ve Politik Yaklaşımlar	LPA	0.919	1.560	2.480
Coğrafi ve Meteorolojik Kısıtlar	GMC	0.640	2.639	3.280

Tabloda verici değerler etkileyen, alıcı değerler ise etkilenenleri temsil etmektedir. BBH, DEMATEL'in aksine daha dinamik bir yapıya sahip olduğu için her kriterin birbiri üzerindeki etkisini hesaba katarak sonuç vermektedir. Kriterlerin etkileyen mi etkilenen mi olduğu alıcı-verici değerlere bakılarak belirlenmektedir. Alıcı değer vericiden büyük ise o faktöre etkilenen konumundadır. Verici değerlere bakıldığında burada da DEMATEL ile bir paralellik söz konusu olup, orada etkileyen kriter olan Coğrafi ve Meteorolojik Kısıtlar, Mesafe ve Yasal ve Politik Yaklaşımlara ek olarak Operasyonel Sürdürülebilirlik ortama değer üzerinde olup net bir etkilenen olmasının yanında aynı zamanda etkileyen pozisyonundadır. Alıcı değerlere bakıldığında ise, DEMATEL sürecinde Maliyet açık ara en çok etkilenen durumundayken diğer etkilenen kriterler için bu kadar büyük bir farklılık bulunmamaktaydı. BBH sonuçlarına göre ise, Maliyete ilaveten Firma Karar ve Tutumları, Operasyonel Sürdürülebilirlik, Finansal Sürdürülebilirlik ve Çevresel Faktörler açık bir şekilde diğer kriterlerden etkilenmektedir.

4. Sonuç ve Tartışma

Çalışmada denizcilik endüstrisi paydaşlarının, Arktik rotalarla ilgili bakış açıları ortaya konulmak istenmiştir. Çok kriterli karar verme yöntemlerinin çoğu kriterlerin önem derecesine odaklanırken, çalışmada kullanılan DEMATEL ve BBH yöntemleri karmaşık problemlerde hem ilişki hem de önceliklendirme yaparak diğer yöntemlerin eksikliğini gidermektedir. Bu iki yöntem hibrit bir yapıyla kullanılmıştır. Bilinenin aksine bu iki yöntem birbirine ikame değil, tamamlayıcıdır. Ayrıca, *Mazçzuto ve diğerleri (2018)*'in de belirttiği üzere birlikte kullanılmaları etkin sonuçlar vermesine karşın literatürde DEMATEL ve BBH yöntemlerinin hibrit yapıda kullanımı oldukça azdır. Bunlar arasından *Mazçzuto ve diğerleri (2018)* ilaç sanayindeki mevcut klinik risklere yönelik bir karar destek sistemi modellenmesinde; *Başak ve diğerleri (2015)* Türkiye enerji piyasasına yön veren önemli etmenleri keşfedip enerji hizmetleri piyasasını modellemede; *Erkan ve diğerleri (2021)* endüstri 4.0'ın olgunluk düzeylerinin saptanması amacıyla endüstri 4.0 üzerinde etkisi olan kavramların belirlenip aralarındaki etkileşimin ortaya konulmasında; *Felix ve diğerleri (2017)* ise iklim değişikliğinin neden ve sonuçlarının aralarındaki ilişkiler doğrultusunda modellenmesinde kullanılmıştır. Denizcilik, Arktik deniz rotaları ve tedarik zinciri literatüründe bu iki yöntemin entegre biçimde kullanımına örnek bulunmamakla beraber, her iki yöntem de köklü ve eskilere dayanmasına rağmen birlikte kullanımları yenidir.

ADR her geçen gün denizcilik endüstrisinin gündeminde daha fazla yer tutmasına karşın rotalar ile ilgili literatür halen kısıtlıdır ve genellikle uzman görüşü, simülasyon, iklim senaryoları ve ekolojik denge odaklıdır. Deniz taşımacılığı açısından rotayla ilgili veri akışının tam değildir. Bu nedenle araştırmalar ve araştırmalarda kullanılan yöntemler çeşitlilik kazanamamıştır. Ek olarak konuyla ilgili karar verici rolündeki kişi sayısı az ve o kişilere ulaşmak çetrefillidir. Bu kısıtlar ışığında ADR ile ilgili denizcilik disipliniinde ele alınmış geçmiş çalışmalar daha çok rotaların avantajları (*Xu ve diğerleri, 2011*), rotanın diğer rotalar ile mesafe ve transit süre üzerinden kıyaslanması (*Hansen ve diğerleri, 2016*), çeşitli senaryolar üzerinden optimizasyon yapılması (*Lasserre, 2015*), rotaların fizibilitesinin hesaplanması (*Zhang ve diğerleri, 2016*), rotaların ve rotalara bağlı hinterlandların barındırdığı operasyonel, altyapısal ve teknik kısıtlar (*Lee ve Kim, 2015*), rotaların yasal boyutunun Arktik ülkeler ve Arktik olmayan ülkeler özelinde değerlendirilmesi (*Bartensstein, 2011*) ve hem Arktik hem de Arktik olmayan ülkelerin bu rotalara ilişkin politikaları ve planları (*Huang ve diğerleri, 2015*) üzerine eğilmektedir. Paydaşların bakış açısını ve zihin haritalarını yansıtmayı hedefleyen bir çalışma bulunmamaktadır.

Çalışmanın sonuçları paydaşların zihin haritalarının ve kriterler arasında atadıkları etkileşim ADR literatürüyle aynı doğrultudadır. Örneğin, Firma Karar ve Tutumları en önemli kriter olarak belirlenmiştir. Çünkü rotayı kullanıp kullanmama kararı firmaların finansal ve operasyonel hedefleri kadar sürdürülebilirlik ve çevre politikalarına da bağlıdır. Bir diğer önemli faktör de maliyettir. Bu rotaların kullanımının maliyeti rotalara ilişkin pek çok karar ve hamlenin de belirleyicisi olmaktadır. Maliyet kriteri bu noktada doğal olarak mesafe ve transit süre ile etkileşim halindedir. Çalışmanın sonuçlarında diğer faktörleri en çok etkileyen faktör Coğrafi ve Meteorolojik Kısıtlardır. Bu husus da ADR'nin gerçekliğiyle örtüşmektedir. Çünkü rotaların kullanımı *Melia ve diğerleri (2017)*'nin belirttiği üzere denizdeki buz seviyesine, buzsuz gün sayısına, bölgede tahmini zor fırtına koşullarına bağlıdır ve bu nedenle sezonsaldır. Gelecek çalışmalarda bu rotalara ilişkin paydaş tutumları çeşitli senaryolar üzerinden sezonsallık etkisi gözetilerek karar ağacı ve yapay sinir ağları gibi yöntemlerle modellenebilir.

Bilgi Notu

Çalışma, "Route Selection Behavior of Shipping Companies – An Analysis for Arctic Shipping Routes" isimli doktora tezinden türetilmiş olup verilerin ve bölümlerin bir kısmı konu tezde de kullanılmıştır.

Kaynakça

- Afenyo, M., Jiang, C. ve Ng, A. K. Y. (2019). Climate Change and Arctic Shipping: A Method for Assessing the Impacts of Oil Spills in the Arctic. *Transportation Research Part D*, 77: 476-490. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2019.05.009>.
- Akbaşyılı, K. ve Tuna, O. (2022). How do Practitioners View Arctic Shipping Routes?: A Cognitive Appraisal Approach. (https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=4103398).
- Aksenov, Y., Popova, E. E., Yool, A., Nurser, G. A. J., Williams, T. D., Bertino, L. ve Bergh, J. (2017). On the Future Navigability of Arctic Sea Routes: High-resolution Projections of the Arctic Ocean and Sea Ice. *Marine Policy*, 75: 300-317. <https://doi.org/10.106/j.marpol.2015.12.027>.
- Asan, U., Taşkın, Ç. ve Kadaifçi, Ç. (2016). Bulanık Bilişsel Haritalar ile Dinamik Ürün Konumlandırma. *Yönetim Bilimleri Sempozyumu*.

(https://www.researchgate.net/publication/311576538_Bulanik_Bilissel_Haritalar_ile_Dinamik_Urun_Konumlandirma).

- Azhdari, B. (2018). Integrating Fuzzy Cognitive Mapping and Bayesian Network Learning for Supply Chain Causal Modeling. 7th International Conference on Operations Research and Enterprise Systems (ICORES 2018) (s. 59-70). Funchal: Science and Technology Publications. <https://doi.org/10.5220/0006556900590070>.
- Bartenstein, K. (2011). The “Arctic Exception” in the Law of the Sea Convention: A Contribution to Safer Navigation in the Northwest Passage?. *Ocean Development & International Law*, 42(1-2): 22-52. <https://doi.org/10.1080/00908320.2011.542104>.
- Başak, E., Asan, U. ve Kadaifçi, Ç. (2015). Analysis of the Energy Service Market in Turkey Using the Fuzzy DEMATEL Method. Kahraman, C., Kerre, E. E. and Bozbura, F. T. (Ed). *Uncertainty Modeling in Knowledge Engineering and Decision Making* (s. 58-63). https://doi.org/10.1142/9789814417747_0010.
- Baykaşoğlu, A. ve Durmuşoğlu, Z. D. U. (2014). A Hybrid MCDM for Private Primary School Assessment Using DEMATEL Based on ANP and Fuzzy Cognitive Map. *International Journal of Computational Intelligence Systems*, 7(4): 615-635. <https://doi.org/10.1080/18756891.2014.960220>.
- Beveridge, L., Fournier, M., Lasserre, F., Huang, L. ve Tetu, P. L. (2016). Interest of Asian Shipping Companies in Navigating the Arctic. *Polar Science*, 10: 404-414. <https://doi.org/10.1016/j.polar.2016.04.04>.
- Boylan, B. M. (2021). Increased Maritime Traffic in the Arctic: Implications for Governance of Arctic Sea Routes. *Marine Policy*, 131: 104566. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2021.104566>.
- Büyüközkan, G. ve Öztürkcan, D. (2010). An integrated approach for Six Sigma project selection. *Expert Systems with Applications*, 37(8): 5835-5847. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2010.02.022>.
- Büyüközkan, G. ve Güleriyüz, S. (2016). An Integrated DEMATEL-ANP Approach for Renewable Energy Resources Selection in Turkey. *International Journal of Production Economics*, 182: 435-448. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2016.09.015>.
- Campbell, T. C. (1963). Transportation and Regional Economic Development. *Transportation Journal*, 3(1): 7-13. <https://www.jstor.org/stable/20711886>.
- Dursun, M., Göker, N. ve Gümüş, G. (2019). Evaluation of Supply Chain Configuration Criteria Using Fuzzy Cognitive Map. *AIP Conference Proceedings* 2116, 450063. AIP Publishing. <https://doi.org/10.1063/1.5114530>.
- Erkan, E. F., Uygun, Ö., Kiraz, A. ve Canpolar, O. (2021). An Integrated Fuzzy DEMATEL and Fuzzy Cognitive Maps Approach for the assessing of the Industry 4.0 Model. *Journal of Engg. Research*, Online First Article. <https://doi.org/10.36909/jer.12303>.
- Fagerholt, K., Laporte, G. ve Norstad, I. (2010). Reducing Fuel Emissions by Optimizing Speed on Shipping Routes. *Journal of Operation Research Society*, 61: 523-529. <https://doi.org/10.1057/jors.2009.77>.
- Felix, A., Mani, R. ve Christopher, S. (2017). Fuzy Cognitive Dematel Technique for Modeling Cause and Effect of Climate Change. *International Journal of Pure and Applied Mathematics*, 117(4): 655-661.
- Furuichi, M. ve Otsuka, N. (2015). Proposing a Common Platform of Shipping Cost Analysis of the Northern Sea Route and the Suez Canal Route. *Maritime Economics & Logistics*, 17: 9-31. <https://doi.org/10.1057/mel2014.29>.
- Guo, J., Guo, S. ve Lv, J. (2022). Potential Spatial Effects of Opening Arctic Shipping Routes on the Shipping Network of Ports Between China and Europe. *Marine Policy*, 136(3): 104885. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2021.104885>.
- Gupta, S. M. ve Ilgin, M. A. (2018). *Multiple Criteria Decision Making Applications in Environmentally Conscious Manufacturing and Product Recovery*. Florida: CRC Press.
- Guy, E. ve Lasserre, F. (2016). Commercial Shipping in the Arctic: New Perspectives, Challenges and Regulations. *Polar Record*, 52(264): 294-304. <https://doi.org/10.1017/S0032247415001011>.
- Hajek, P., Pachura, P., Prochazka, O. ve Stejskal, J. Textual Analysis for Developing Fuzzy Cognitive Maps – The Case of Strategy Maps. *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*, 95(23): 6536-6545. https://dk.upce.cz/bitstream/handle/10195/70353/Hajek_JATIT.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- Hansen, C. Ø., Grønsedt, P., Graversen, C. L. ve Hendriksen, C., (2016). Arctic Shipping – Commercial Opportunities and Challenges. Copenhagen Business School & The Arctic Institute, CBS Maritime, Denmark. <https://research.cbs.dk/en/publications/arctic-shipping-commercial-opportunities-and-challenges>.
- Hong, N. (2014). Emerging Interests of Non-Arctic Countries in the Arctic: A Chinese Perspective. *The Polar Journal*, 4(2): 271-286. <https://doi.org/10.1080/2154896X.2014.954888>.
- Huang, L., Lasserre, F. ve Alexeeva, O. (2015). Is China's Interest for the Arctic Driven by Arctic Shipping Potential?. *Asian Geographer*, 32(1): 59-71. <https://doi.org/10.1080/10225706.2014.928785>.

- Humpert, M. ve Raspotnik, A. (2012). The Future of Arctic Shipping. Global Issues, The Arctic Institute. https://www.porttechnology.org/wp-content/uploads/2019/05/The_future_of_Arctic_shipping.pdf (25.12.2021).
- Ivanova, M. (2011). Oil Spill Emergency Preparedness in the Russian Arctic: A Study of the Murmansk Region. *Polar Research*, 30(1): 1-14. <https://doi.org/10.3402/polar.v30i0.7285>.
- Janic, M. (2010). Integrated Transport Systems in the European Union: An Overview of Some Recent Developments. *Transport Reviews: A Transnational Transdisciplinary Journal*, 21(4): 469-497. <https://doi.org/10.1080/01441640110042147>.
- Jeng, D. J-F. ve Bailey, T. (2012). Assessing Customer Retention Strategies in Mobile Telecommunications. *Management Decision*, 50(9): 1570-1595. <https://doi.org/10.1108/00251741211266697>.
- Kapp, K. W. (1971). *The Social Costs of Private Enterprise*. New York: Schocken Books.
- Kiiski, T. (2017). Feasibility of Commercial Cargo Shipping Along the Northern Sea Route, (Published PhD Thesis). Turun Yliopisto University of Turku, School of Economics, Department of Marketing and International Business, Turku.
- Kosko, B. (1986). Fuzzy Cognitive Maps, *Int. J. Man-Machine Studies*, 24: 65-75.
- Lasserre, F. (2011). Simulations of Shipping along Arctic Routes: Comparison, Analysis and Economic Perspectives. *Polar Record*, 51(3): 239-259. <https://doi.org/10.1017/S0032247413000958>.
- Lee, T. ve Kim, H. J. (2015). Barriers of voyaging on the Northern Sea Route: A perspective from shipping companies. *Marine Policy*, 62: 264-270. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2015.09.006>.
- Lindstad, H., Bright, R. M. ve Stromman, A. H. (2016). Economic Savings Linked to Future Arctic Shipping Trade Are at Odds with Climate Change Mitigation. *Transport Policy*, 45(22): 24-30. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2015.09.002>.
- Liou, J. J. H., Tzeng, G-H. ve Chang, H-C. (2007). Airline safety measurement using a hybrid model. *Journal of Air Transport Management*, 13(4): 243-249. <https://doi.org/10.1016/j.jairtraman.2007.04.008>.
- Liu, M. ve Kronbak, J. (2010). The Potential Economic Viability of Using the Northern Sea Route (NSR) as an Alternative Route Between Asia and Europe. *Journal of Transport Geography*, 18(3): 434-444. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2009.08.004>.
- Liu, P. C. Y., Lo, H-W. ve Liou, J. J. H. (2020). A combination of DEMATEL and BWM-based ANP methods for exploring the green building rating system in Taiwan. *Sustainability*, 12(8), 3216: 1-19. <https://doi.org/10.3390/su12083216>.
- Lun, Y.H.V., Lai, K.-H. ve Cheng, T. C. E. (2010). *Shipping and Logistics Management*. London: Springer.
- Mazzuto, G., Stylios, C. ve Bevilacqua, M. (2018). Hybrid Decision Support System based on DEMATEL and Fuzzy Cognitive Maps. *IFAC-PapersOnLine*, 51(11): 1636-1642. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2018.08.222>.
- Melia, N., Haines, K. and Hawkins, E. (2017). *Future of the Sea: Implications from Opening Arctic Sea Routes*, Foresight Government Office for Science, Crown: London.
- Meng, Q., Zhang, Y. ve Xu, M. (2017). Viability of Transarctic Shipping Routes: A Literature Review from the Navigational and Commercial Perspectives. *Maritime Policy & Management*, 44(1): 16-41. <https://doi.org/10.1080/03088839.2016.1231428>.
- Moon, D. S., Kim, D. J. ve Lee, E. K. (2015). A Study on Competitiveness of Sea Transport by Comparing International Transport Routes Between Korea and EU. *The Asian Journal of Shipping and Logistics*, 31(1): 001-020. <https://doi.org/10.1016/j.ajsl.2015.03.001>.
- Moorman, Y., Stoel, E., Heemskerk, K. ve Mermans, S. (2016). Arctic Routing: From Rotterdam to Yokohama or San Francisco via the Arctic. Rotterdam Mainport University, 02-03-2016, Rotterdam. <http://www.maritimesymposium-rotterdam.nl/uploads/Route/Alternative%20Arctic%20Routing.pdf>.
- Myllylä, Y., Kaivo-oja, J. ve Juga, J. (2016). Strong Prospective Trends in the Arctic and Future Opportunities in Logistics. *Polar Geography*, 39(3): 145-164. <https://doi.org/10.1080/1088937X.2016.1184723>.
- Nakamura, K., Iwai, S. ve Sawaragi, T. (1982). Decision Support Using Causation Knowledge Base. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics* 12(6): 765-777. <https://doi.org/10.1109/TSMC.1982.4308910>.
- Ng, A. K. Y. ve Tongzon J. L. (2010). The Transportation Sector of India's Economy: Dry Ports as Catalysts for Regional Development. *Eurasian Geography and Economics*, 51(5): 669-682. <https://doi.org/10.2747/1539-7216.51.5.669>.
- Notteboom, T. ve Rodrigue, J.P. (2009). Economic Cycles and the Organizational and Geographical Attributes of Global Value Chains: Is The Pendulum Changing Direction?, Integrating Maritime Transport in Value Chains Workshop, 10-12 June 2009, Montreal, Canada. https://www.researchgate.net/publication/228422854_Economic_Cycles_and_the_Organizational_and_Geographical_Attributes_of_Global_Value_Chains_Is_the_Pendulum_Changing_Direction.

- Özesmi, U. ve Özesmi, S. L. (2003). A Participatory Approach to Ecosystem Conservation: Fuzzy Cognitive Maps and Stakeholder Group Analysis in Ulubat Lake, Turkey. *Environmental Management*, 34(4): 518-531. <https://doi.org/10.1007/s00267-002-2841-1>.
- Özesmi, U. ve Özesmi, S. L. (2004). Ecological Models Based on People's Knowledge: A Multi-Step Fuzzy Cognitive Mapping Approach. *Ecological Modeling*, 176: 43-64. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2003.10.027>.
- Park, Y. I., Lu, W., Nam, T. H. ve Yeo, G. T. (2019). Terminal Vitalization Strategy Through Optimal Route Selection Adopting CFPR Methodology. *The Asian Journal of Shipping and Logistics*, 35(1): 041-048. <https://doi.org/10.1016/j.ajsl.2019.03.006>.
- Peters, G. P., Nilssen, T. B., Lindholt, L., Eide, M. S., Glomsrod, S., Eide, L. I. ve Fuglestedt, J. S. (2011). Future Emissions from Shipping and Petroleum Activities in the Arctic. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 11: 5305-5320. <https://doi.org/10.5194/acp-11-5305-2011>.
- Pham, T. Y., Kim, K. Y. ve Yeo, G. T. (2018). The Panama Canal Expansion and Its Impact on East – West Liner Shipping Route Selection. *Sustainability*, 10(12): 1-16. <https://doi.org/10.3390/su10124353>.
- Poczeta, K., Papageorgiou, E. I., ve Gerogiannis, V. (2020). Fuzzy Cognitive Maps Optimization for Decision Making and Prediction. *Mathematics*, 8, 2059. <https://doi.org/10.3390/math8112059>.
- Pradhan, R. P. ve Bagchi, T. P. (2013). Effect of Transportation Infrastructure on Economic Growth in India: The VECM approach. *Research in Transportation Economics*, 38: 139-148. <https://doi.org/10.1016/j.retrec.2012.05.008>.
- Quiñones, R., Caladad, J. A., Quiñones, H., Caballes, S. A., Abellana, D. P., Jabilles, E. M., Himang, C. ve Ocampo, L. (2019). Open Innovation with Fuzzy Cognitive Mapping for Modeling the Barriers of University Technology Transfer: A Philippine Scenario. *J. Open Innov. Technol. Mark. Complex.* 5(94): 1-22. <https://doi.org/10.3390/joitmc5040094>.
- Rodrigue, J. P (2019, April) ITF Roundtable on Future Maritime Trade Flows (Post). LinkedIn. <https://www.linkedin.com/pulse/itf-roundtable-future-maritime-trade-flows-jean-paul-rodrigue>.
- Rondinelli, D. ve Berry, M. (2000). Multimodal Transportation, Logistics and the Environment: Managing Interactions in a Global Economy. *European Management Journal*, 18(4): 398-410. [https://doi.org/10.1016/S0263-2373\(00\)00029-3](https://doi.org/10.1016/S0263-2373(00)00029-3).
- Salmeron, J. L. (2012). Fuzzy Cognitive Maps for Artificial Emotions Forecasting. *Appl. Soft Comput.*, 12: 3704-3710. <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2012.01.015>.
- Schröder, C., Reimer, N. ve Jochmann, P. (2017). Environmental Impact of Exhaust Emissions by Arctic Shipping. *Ambio*, 46(3): 400-409. <https://doi.org/10.1007/s13280-017-0956-0>.
- Shibasaki, R., Azuma, T., Yoshida, T., Teranishi, H. ve Abe, M. (2017). Global Route Choice and Its Modelling of Dry Bulk Carriers Based on Vessel Movement Database: Focusing on the Suez Canal. *Research in Transportation Business & Management*, 25: 51-65. <https://doi.org/10.1016/j.rtbm.2017.08.003>.
- Shyu, W-H. ve Ding, J-F. (2016). Key Factors Influencing the Building of Arctic Shipping Routes. *The Journal of Navigation*, 69: 1261-1277. <https://doi.org/10.1017/S0373463316000254>.
- Solakivi, T., Kiiski, T. ve Ojala, L. (2018). The Impact of Ice Class on the Economics of Wet and Dry Bulk Shipping in the Arctic Waters. *Maritime Policy & Management*, 45(4): 530-542. <https://doi.org/10.1080/03088839.2018.1443226>.
- Stopford, M. (2009). *Maritime Economics* 3rd Edt. New York: Routledge.
- Swan, J. (1997). Using Cognitive Mapping in Management Research: Decisions about Technical Innovation. *British Journal of Management*, 8: 183-198. <https://doi.org/10.1111/1467-8551.0050>.
- Tabatabacı, F., Akhgar, B., Nasserzadeh, S. M. R. ve Yates, S. (2012). Simulating Online Consumer Satisfaction using Fuzzy Cognitive Mapping. 9th International Conference on Information Technology – New Generations, (s. 540-547). Washington: IEEE Computer Society. <https://doi.org/10.1109/TTNG.2012.118>.
- Tikoudis, I., Sundberg, M. ve Karlström, A. (2018). The Effects of Transportation Infrastructure on Regional Economic Development: A Simulated Spatial Overlapping Generations Model with Heterogenous Skill. *Journal of Transport and Land Use*, 5(2): 77-101. <https://doi.org/10.5198/JTLU.V5I2.242>.
- Tischler, S. (2017). Finding the Right Way – A New Approach for Route Selection Procedures?. *Transportation Research Procedia*, 25: 2809-2823. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2017.05.247>.
- Trenberth, K. E. (2018). Climate Change Caused by Human Activities Is Happening and It Already Has Major Consequences. *Journal of Energy & Natural Resources Law*: 1-19. <https://doi.org/10.1080/02646811.2018.1450895>.
- Tseng, P-H. ve Cullinane, K. (2018). Key Criteria Influencing the Choice of Arctic Shipping: A Fuzzy Analytic Hierarchy Process Model. *Maritime Policy & Management*, 45(4): 422-438. <https://doi.org/10.1080/03088839.2018.1443225>.

- Tsirimpa, A., Polydoropoulou, A. ve Tsouros, I. (2019). Route Choice Preferences: Insights from Portuguese Freight Forwarders and Truck Drivers. *Transportation Planning and Technology*, 42(7): 729-738. <https://doi.org/10.1080/03081060.2019.1650438>.
- Tzeng, G-H. ve Huang, J-J. (2011). *Multiple Attribute Decision Making*. Florida: CRC Press.
- Uygun, Ö., Erkan, E. F. Ve Demir, H. İ. (2017). Bulanık Bilişsel Haritalar Kullanılarak Yeşil Tedarik Zinciri Yönetimi İçin Bir Değerlendirme Modeli. *APJES*, 5(3): 26-34. <https://doi.org/10.21541/apjes.326841>.
- Wan, Z., Nie, A., Chen, J., Ge, J., Zhang, C. ve Zhang, Q. (2021). Key Barriers to the Commercial Use of the Northern Sea Route: View from China with a Fuzzy DEMATEL Approach. *Ocean and Coastal Management*, 208: 105630. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2021.105630>.
- Wang, T-C. (2012). The Interactive Trade Decision-Making Research: An Application Case of Novel Hybrid MCDM Model. *Economic Modeling*, 29(3): 926-935. <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2012.02.001>.
- Wang, Y. ve Yeo, G. T. (2018). Intermodal Route Selection for Cargo Transportation from Korea to Central Asia by Adopting Fuzzy Delphi and Fuzzy ELECTRE I Methods. *Maritime Policy & Management*, 45(1): 3-18. <https://doi.org/10.1080/03088839.2017.1319581>.
- Wang, N., Wang, Z., Liu, X. ve Wei, D. (2018). Optimal Route Selection Based on Monte Carlo Method and Adaptive Amoeba Algorithm under Uncertain Environment. *International Journal of Parallel, Emergent and Distributed Systems*, 33(2): 157-171. <https://doi.org/10.1080/17445760.2017.1319945>.
- Wen, X., Ma, H-L., Choi, T-M. ve Sheu, J-B. (2019). Impacts of the Belt and Road Initiative on the China-Europe Trading Route Selections. *Transportation Research Part E*, 122: 581-604. <https://doi.org/10.1016/j.tre.2019.01.006>.
- Wilmsmeier, G. ve Notteboom, T. (2011). Determinants of Liner Shipping Network Configuration: A Two-Region Comparison. *GeoJournal*, 76: 213-228. <https://www.jstor.org/stable/41148451>.
- Xu, H. Yin, Z., Jia, D., Jin, F. ve Ouyang, H. (2011). The Potential Seasonal Alternative of Asia – Europe Container Service via Northern Sea Route under the Arctic Sea Ice Retreat. *Maritime Policy and Management*, 38(5): 541-560. <https://doi.org/10.1080/03088839.2011.597449>.
- Xu, H., Yang, D. ve Weng, J. (2018). Economic Feasibility of an NSR/SCR-Combined Container Service on the Asia-Europe Lane: A New Approach Dynamically Considering Sea Ice Extent. *Maritime Policy & Management*, 45(4): 514-529. <https://doi.org/10.1080/03088839.2018.1443521>.
- Yang, J. L. ve Tzeng, G-H. (2011). An Integrated MCDM Technique Combined with DEMATEL for a Novel Cluster-Weighted with ANP Method. *Expert Systems with Applications*, 38(3): 1417-1424. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2010.07.048>.
- Zhang, Y., Meng, Q. ve Ng, S. H. (2016). Shipping Efficiency Comparison between Northern Sea Route and the Conventional Asia-Europe Shipping Route via Suez Canal. *Journal of Transport Geography*, 57: 241-249. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2016.09.008>.
- Zhao, H., Hu, H. ve Lin, Y. (2016). Study on China-EU Container Shipping Network in the Context of Northern Sea Route. *Journal of Transport Geography*, 53: 50-60. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2016.01.013>.
- Zhou, J-L., Bai, Z-H. ve Sun, Z-Y. (2014). A Hybrid Approach for Safety Assessment in High-Risk Hydropower-Construction-Project Work Systems. *Safety Science*, 64: 163-172. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2013.12.008>.
- www.arcticportal.org/maps-shipping.
- www.mentalmodeler.com.