

Araştırma Makalesi

Türkiye’de Taşımacılık Faaliyetlerinin Gelişimi ve Dönemsel Bir Performans Analizi

Development of Transportation Operations in Turkey and Periodic Performance Analysis

Hatice DOĞAN Doç.Dr., Giresun Üniversitesi Giresun Meslek Yüksekokulu Pazarlama ve Reklamcılık Bölümü hatice.dogan@giresun.edu.tr https://orcid.org/0000-0002-5952-5229	Ahmet Serhat ULUDAĞ Doç.Dr., Ondokuz Mayıs Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Uluslararası Ticaret ve Lojistik Bölümü serhat.uludag@omu.edu.tr https://orcid.org/0000-0002-0058-2384
--	---

Makale Geliş Tarihi	Makale Kabul Tarihi
29.07.2023	26.10.2023

Öz

Günümüzde işletmeler tedarik zincirleri temelinde rekabet eder hale gelmişlerdir. Bu durum, işletmelerin tedarik zincirlerini etkin ve verimli yönetmelerini zorunlu kılmaktadır. Birbirleriyle ahenk içerisinde çalışması gereken çok sayıda partnerden oluşan bu yapı, sürekli etkileşim halinde olan pek çok faaliyetin de eşgüdüm içerisinde ifa edilmesini gerektirmektedir. Bu faaliyetlerin en önemlilerinden biri olan taşımacılık, başta üretim ve işletme maliyetleri olmak üzere arzulan müşteri hizmet seviyesi, rekabet gücü, müşteri memnuniyeti vb. pek çok kritik konu üzerinde etkilidir. Ekonomik etkilerinin yanı sıra; taşımacılık öteden beri ticaretin, ticaret yollarının ve merkezlerinin ortaya çıkmasında, şekillenmesinde; dolayısıyla da medeniyetlerin kurulmasında ve gelişmesinde önemli bir rol oynamıştır. Bu öneme binaen bu çalışmada taşımacılık faaliyetlerinin Türkiye’deki gelişimi araştırılmış ve 2004-2021 yıllarını kapsayan bir dönem için dönemsel bir performans analizi yapılmıştır. Analizlerde çok sayıda ölçütün dikkate alınması, sonlu sayıda bir dizi ölçütü kullanarak yine sonlu sayıda bir dizi alternatifin performansını değerlendirmek için uygun çözüm algoritmaları öneren Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemlerinin tercih edilmesinin temel sebebi olmuştur. Literatürde var olan pek çok ÇKKV yönteminin olması sebebiyle, bu yöntemler arasında daha güncel olan ve henüz uygulamalara çok fazla konu olmayan yöntemler araştırılmıştır. Bu bağlamda analizlerde kullanılacak değerlendirme ölçütlerinin ağırlıklandırılması için nesnel ağırlıklandırma tekniklerinden biri olan Kriterlerin Değiştirilmesinin Etkilerine Dayalı Yöntem (MEREC), performans skorlarının tespiti için ise İdeal Çözüme Uzaklıklarına Göre Alternatiflerin Sıralanması (CRADIS) yönteminin kullanılmasına karar verilmiştir. Bu çalışmada performans analizine ek olarak, MEREC ve CRADIS yöntemlerinin birlikte kullanımı yoluyla ulaşılan bulgular üzerinde değerlendirme ölçütlerinin ağırlıklandırılmasının nasıl bir etkiye neden olacağını belirlemek amacıyla bir de duyarlılık analizi yapılmıştır. Bu kapsamda değerlendirme ölçütlerinin ağırlıkları Nesnel Kriter Ağırlıklarının Bütünleşik Belirlenmesi (IDOCRIW) yöntemiyle tekrar hesaplanmış ve bu ağırlıklar CRADIS yönteminde girdi olarak kullanılarak analizler yinelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Taşımacılık, Performans Analizi, MEREC, IDOCRIW, CRADIS

Abstract

Companies compete on the basis of their supply chains today. This makes it necessary for the companies to manage their supply chains more effectively and efficiently. This construct made up of many partners that need to work in harmony also requires coordinated performance of a wide range of operations which regularly interact with each other. Transportation which accounts for the mobility in a supply chain and which basically provides place utility is one of the most important operations in a supply chain, with its impact on numerous critical matters including desired customer service level, competitive power, customer satisfaction and in particular, production and operating costs. In addition to its economic effects, transportation has all along played a significant role in the

Önerilen Atıf /Suggested Citation

Doğan, H. & Uludağ, A.S., 2023, Türkiye’de Taşımacılık Faaliyetlerinin Gelişimi ve Dönemsel Bir Performans Analizi, *Üçüncü Sektör Sosyal Ekonomi Dergisi*, 58(4), 3017-3049.

emergence of trade, trading routes and centers, thus, in the establishment and development of civilizations. Based on its aforementioned importance, this study investigated the development of transportation operations in Türkiye and provided a periodical performance analysis for a time period covering the years 2004-2021. Taking a wide range of criteria into consideration during analyses was the main reason for the preference of Multi-Criteria Decision Making (MCDM) methods which suggest appropriate solution algorithms for evaluating performance of a finite set of alternatives by using a finite set of criteria. Since there are numerous MCDM methods in the literature, those which are more up-to-date and which have not yet commonly been subject matter of applications were searched for. In this context, it was decided to use MEthod based on the Removal Effects of Criteria (MERECE), one of the objective weighting techniques, for weighting the evaluation criteria to be used for the analyses and Compromise Ranking of Alternatives from Distance to Ideal Solution (CRADIS) for determining the performance scores. In this study, in addition to the performance analysis, a sensitivity analysis was carried out in order to determine what kind of an effect the weighting of evaluation criteria would have on the findings obtained through the combined use of MERECE and CRADIS methods. To this end, the weights of the evaluation criteria were recalculated using Integrated Determination of Objective Criteria Weights (IDOCRIW) method, the resulting weights were used as input in CRADIS method and then the analyses were repeated.

Keywords: Transportation, Performance Analysis, MERECE, IDOCRIW, CRADIS

1.Giriş

Medeniyetlerin kurulmasında, gelişmesinde, ekonomik kalkınmanın sağlanmasında her daim önemli rol oynayan; sözlük karşılığı, “insan, mal vb.nin çeşitli araçlarla bir yerden başka bir yere taşınması işi, ...” (TDK, 2023) olan taşımacılık, esas itibarıyla yer faydası sağlayan, tedarik zincirinde hareketten ve yer değiştirme işinden sorumlu olan temel faaliyettir. Taşımacılığı, Black (2008, s. 13), “insanların ve malların farklı yerler arasındaki hareketi ve bu hareket için kullanılan sistemler”; Long (2022, s. 4), “ürünlerin belirli bir sevk noktasından alınarak yine belirli bir teslim noktasına belgeli olarak götürülmesi”; Waters (2003, s. 309) ise, “malzemelerin tedarik zincirindeki noktalar arasındaki fiziksel hareketliliğinden sorumlu fonksiyon” olarak tarif etmiştir. Yapılan benzer tanımlardan yola çıkarak ticari, askeri ve insani pek çok sürecin ayrılmaz bir parçası olan taşımacılığı, “ihtiyaca konu olan eşya, yük, ara veya bitmiş mamül, malzeme ve/veya insanın arz ve talep noktaları arasında transferini çeşitli taşıma sistemlerinin kullanılması yoluyla sağlayan planlı, koordineli, etkin ve verimli şekilde yürütülmesi gereken; fiziksel hareketlilikten sorumlu bir faaliyet” olarak tanımlamak mümkündür. Bu tanımda çeşitli sistemler ifadesiyle esas itibarıyla taşımanın türü veya taşımanın hangi yolla yapılacağı ifade edilmektedir. Temelde karayolu, demiryolu, havayolu, su yolu ve boru hattı olmak üzere beş temel taşıma modu mevcuttur. Her taşıma modunun farklı özellikleri, avantaj ve dezavantajları bulunmaktadır. Taşımanın hangi taşıma modu veya sistemi kullanılarak yapılacağı başta yükün özelliğine, miktarına, hacmine ve değerine, kaynak ve hedef noktaların konumlarına ve bunlar arasındaki mesafeye (Waters, 2003, s. 310); taşımanın maliyetine, taşıma sisteminin esnekliği (Murphy ve Knemeyer, 2016, s. 212) vb. pek çok faktöre bağlıdır.

Taşımacılık, üretim süreçlerini destekleyen ve kolaylaştıran özelliğiyle ülke ekonomilerinin gelişmesine önemli katkı sağlamaktadır. Ülkelerin gelişmişlik düzeyleriyle, taşımacılık sistemleri arasında yakın ilişkiye işaret eden pek çok çalışma bulunmaktadır. Gelişmiş ülke ekonomilerinde demiryolu ve deniz yolu gibi taşıma sistemleri öne çıkarken; gelişmekte olan ülkelerde karayolu taşımacılık sistemi daha yaygın olarak kullanılmaktadır. Taşımacılık sektörünün daha organize olduğu ülkelerde ekonomik kalkınma daha hızlı gerçekleşmektedir (Şener, 1997, s. 11).

Taşımacılık faaliyetleri, ekonomik kalkınmaya önemli katkılar sağlamakla birlikte; ciddi bir maliyet kalemi olmasından dolayı ekonomik bir yükü de beraberinde getirmektedir. Taşımacılık faaliyetlerinin enerji piyasasındaki fiyat değişimlerine karşı hassasiyeti, enerji piyasasında yaşanan ya da yaşanabilecek olumsuz gelişmelerin taşıma maliyetlerini menfi yönde etkilenmesine neden olmaktadır. Enerji talebini kendi kaynaklarıyla karşılama imkânı olmayan, özellikle petrol ihtiyacını karşılama noktasında dışa bağımlı olan ülkelerde yüksek akaryakıt fiyatlarından dolayı ortaya çıkan yüksek taşıma maliyetleri, doğrudan doğruya üretim maliyetlerini arttırmaktadır. Artan üretim maliyetleri, ürünlerin daha yüksek fiyatlarla pazara arzına; bu ise, alım gücünün düşmesine ve en nihayetinde ekonomilerde bozulmalara neden olmaktadır. Bu nedenle, taşımacılık faaliyetlerinin doğru planlanması, taşımacılık faaliyetlerinin etkin ve verimli şekilde yerine getirilmesi için gerekli alt yapı yatırımlarının yapılması, hızlı, güvenli, düşük maliyetlerle taşımacılık için taşıma sistemleri arasında entegrasyonun sağlanması, kombine, çok modlu ve karma taşımacılığın yaygınlaştırılması gerekmektedir (Çelik, 2019, s. 2-3).

Taşımacılık faaliyetleri ekonomik maliyetlerinin yanı sıra dışsal bazı maliyetlerin de ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Önemli bir enerji ve sera gazı üreticisi olarak taşımacılık faaliyetleri, çevreye zarar veren faaliyetler olarak kabul edilmektedir (Kumar ve Anbanandam, 2022, s. 43). Zira, 2000 yılında Dünyadaki toplam yakıt yanmasından kaynaklanan CO₂ salınımının yaklaşık %22'si sadece taşımacılık faaliyetlerinden kaynaklanırken; bu oran 2021 yılında yaklaşık %20 olarak gerçekleşmiştir (The World Bank, 2023a). Bu açıdan ele alındığında taşımacılık faaliyetlerinin odak noktasına sürdürülebilirlik anlayışını ve çevresel hassasiyeti yerleştirmek giderek daha da önem arz eden bir husus haline gelmektedir.

Taşımacılık faaliyetleri veya hizmetleri, ticari hizmetlerin ithalatı ve ihracatı içerisinde önemli bir paya sahiptir. 2000 yılında taşımacılık hizmetleri, Dünyadaki ticari hizmet ithalatının yaklaşık %29'una karşılık gelirken; bu oran 2021 yılında yaklaşık %27 olarak gerçekleşmiştir. Yine 2000 yılında taşımacılık hizmetleri, Dünyadaki ticari hizmet ihracatının yaklaşık %22'sine oluştururken; bu oran 2021 yılında %24 olarak gerçekleşmiştir (The World Bank, 2023b). Türkiye'de ise taşımacılık hizmetlerinin uluslararası hizmet ticareti içerisindeki payı dünya ortalamasının biraz daha üzerindedir. Türkiye'de 2021 yılında uluslararası ticari hizmet ihracatı 34.777 milyon ABD Doları iken; ithalatı ise, 27.943 milyon ABD Doları olarak gerçekleşmiştir. Uluslararası ticari hizmet ihracatı içerisinde taşımacılık hizmetleri 24.420 milyon ABD Doları ile yaklaşık %70'lik bir paya sahipken; uluslararası ticari hizmet ithalatı içerisinde taşımacılık hizmetleri 2021 yılında 10.923 milyon ABD Doları ile yaklaşık %40'lık bir paya sahiptir (TÜİK, 2023a). Bu veriler, Türkiye'nin uluslararası hizmet ticareti için taşımacılık hizmetlerinin önemine işaret etmektedir.

Bu öneme binaen bu çalışmada taşımacılık hizmetlerinin Türkiye'deki gelişimine yönelik dönemsel bir analizin yapılması amaçlanmıştır. Özellikle 2000'li yılların başlarından itibaren Türkiye'de taşımacılık sektörüne yönelik yatırım faaliyetlerinin daha planlı ve koordineli bir hal alması, analiz dönemi olarak 2000'li yılların başlarından günümüze kadarki dönemin dikkate alınmasında etkili olmuştur. Bununla birlikte 2000-2023 arasındaki bazı yıllara ait verilerin eksik olması nedeniyle analiz dönemi 2004-2021 yıllarıyla sınırlandırılmıştır. Çalışmada taşımacılık sektörünün bir bütün olarak performansını analiz ederken bütünü oluşturan parçalardan; karayolu, demiryolu, denizyolu, havayolu ve boru hattı taşımacılık sistemlerinden hareket edilmiştir. Taşımacılık sektörünün ve taşıma sistemlerinin performansını analiz eden çalışmalara ilişkin yapılan literatür araştırması, söz konusu çalışmalarda kullanılan performans ölçütlerinin belirlenmesini sağlamıştır. Bu çalışmalarda performans analizi için ağırlıklı olarak sistemlerin alt yapı olanaklarının, araç sayılarının ve kapasitelerinin, taşıma sistemleri vasıtasıyla yapılan yük ve yolcu taşımalarının kullanılması nedeniyle, bu çalışmada da performans analizi için literatüre uygun olarak 16 ölçüt dikkate alınmıştır.

Analizde çok sayıda ölçütün olması ve karşılaştırılması gereken sonlu sayıda karar biriminin bulunması, çalışmaya konu olan performans analizi için çok kriterli karar verme (ÇKKV) yöntemlerinin tercih edilmesinde etkili olmuştur. Bu bağlamda çalışmada Türkiye'deki taşımacılık sektörünün performansının değerlendirilmesi için literatürdeki diğer ÇKKV yöntemlerine göre oldukça yeni sayılabilecek bir yöntem olan CRADIS'in kullanılmasına karar verilmiştir. CRADIS yöntemi gereği ihtiyaç duyulan ölçüt ağırlıkları için ise objektif ağırlıklandırma teknikleri arasında yer alan ve yine görece diğer ağırlıklandırma tekniklerine göre oldukça yeni bir yöntem olan MEREC kullanılmıştır. Çalışmada ayrıca MEREC ve CRADIS yöntemlerinin birlikte kullanımı yoluyla ulaşılan sonuçlara yönelik bir duyarlılık analizi de yapılmıştır. Duyarlılık analizi kapsamında ENTROPI, CILOS, IDOCRIW yöntemleriyle hesaplanan ve eşit ağırlıklandırma yapılarak elde edilen ölçüt ağırlıkları, CRADIS yönteminde ayrı ayrı girdi olarak kullanılmıştır. Bu yolla, MEREC ve CRADIS yöntemlerinin birlikte kullanımıyla ulaşılan sonuçlar üzerinde ağırlıklandırma işlemlerinin olası etkilerinin gözlenmesi de amaçlanmıştır.

Bu amaçlar doğrultusunda çalışmanın izleyen kısımlarında ilk olarak taşımacılık faaliyetlerinin ve sistemlerinin gelişimine, geçmişten günümüze Türkiye coğrafyasında taşımacılık faaliyetlerinin ve sistemlerinin nereden nereye geldiğine; sonrasında, ÇKKV yöntemleri kullanılarak taşımacılık sektörünün ve/veya sistemlerinin performansını ölçmek için yapılmış çalışmalara; ardından, kullanılan yöntemlere ilişkin teorik açıklamalara, ilişkin performans analizine ve ulaşılan bulgulara; takiben duyarlılık analizine ve son olarak sonuç ve önerilere yer verilmiştir.

2. Taşımacılık Sistemlerinin ve Faaliyetlerinin Gelişimi

Taşımacılık, medeniyetlerin, toplumların kurulmasında ve gelişmesinde, üretimin, ticaretin ve turizmin desteklemesinde ve kolaylaştırmasında, istihdamın ve ekonomik kalkınmanın sağlanmasında her daim önemli bir rol oynamıştır. Antik çağlarda ulaşım ve taşımacılık, toplumların gelişiminde ve devletlerin şekillenmesinde önemli rol oynamıştır. İlk şehirlerin ticari yolların kesişim noktasında ve/veya nehirlerin, limanların birleşim noktalarında kurulmuş olması, ulaştırma ve taşımacılığın oynadığı önemli role işaret etmektedir. Mısır, Çin, Yunanistan ve Roma İmparatorluğu, nehir ve deniz ulaşım yolları geliştirerek; İngiltere, İspanya, Japonya, Fransa, Almanya ve ABD okyanuslara erişerek ekonomik açıdan güçlü devletler haline gelmişlerdir. Bu bağlamda ulaşım ve taşımacılığın, malların ve insanların hareketliliğini sağlayarak ticaretin temelini oluşturduğu; ticaretin ise, medeniyetlerin, şehirlerin ortaya çıkmasında, şekillenmesinde ve gelişmesinde önemli rol oynadığı ifade edilebilir (Dinu, 2018, s. 183).

Tarihte taşımacılık faaliyetleri, ilk olarak insanların ve hayvanların kullanımıyla oluşan doğal yollar ve patikalar vasıtasıyla yapılmıştır. Her ne kadar günümüzdeki uygulamaları ile karşılaştırılması mümkün olmasa da, bu yolların ilk örneklerine özellikle Mezopotamya coğrafyasında; günümüzdekine benzer yol uygulamalarına ise, M.Ö. 300'lü yıllarda Romalılarda rastlanılmaktadır (Orhan, 2022, s. 3-4). Bilinen ilk Roma yolu, 259 km uzunluğunda Via Appia yoludur. Romalıların inşa ettiği yollar Avrupa'da uzun yıllar kullanılmıştır (Şahin, 2013, s. 3-10). 18. yy. sonlarına doğru Fransız Tresaguet tarafından ve sonrasında ise İngiliz Telford ve MacAdam tarafından geliştirilen yol yapım tekniklerinin kullanılmasıyla modern anlamdaki yollar yaygınlaşmıştır (Orhan, 2022, s. 3-4).

Asur ve Babiller tarafından Mezopotamya ve Suriye'de oluşturulan yolların ilk düzenli yollar olduğu ve bu yolların Anadolu'ya kadar uzandığı bilinmektedir. Urartu Krallığı'na ait olduğu düşünülen, Elazığ ve Bingöl'ü birleştiren, Fırat nehrinin doğusunda kalan yol; Pers İmparatorluğu'nun Anadolu'yu fethetmek için yaptığı ve o tarihe kadarki en güvenli yol olduğu düşünülen ve aynı zamanda arabalarla seyahate imkân veren "Kral Yolu" Anadolu topraklarındaki önemli yollardan bazılarıdır. Çay Yolu, Baharat Yolu ve İpek Yolu ise Asya'daki önemli yollardan bazılarıdır. Çay Yolu, Pekin ve Moskova arasında 1775'ten 1903 yılına kadar faaliyet göstermiş; Transsibirya demiryolunun yapılmasıyla iptal edilmiştir. Baharat yolu ise, Kızıldeniz'de gemiciliğin gelişmesiyle birlikte önemini yitirmiştir (Şahin, 2013, s. 3-10).

Karayolları öteden beri önemli bir taşıma modu olmakla birlikte; küreselleşmeyle birlikte değişen ticari yapı, yeni pazarların ortaya çıkması, tedarik, üretim ve pazar yerleri arasındaki mesafelerin artması, teknolojinin gelişimi vb. pek çok faktör farklı taşıma sistemlerinin ortaya çıkmasını ve gelişmesini sağlamıştır. Örneğin buhar makinesinin icadıyla demir-çelik sanayisi gelişme göstermiş; buna mukabil, demiryolu taşımacılık sistemi ortaya çıkmış ve gelişmiştir. Bu durum, teknolojik alandaki gelişmelerin taşımacılık faaliyetleri üzerindeki etkisine örnek teşkil etmektedir. 1801 yılında Richard Trevithick, buhar makineleri ile çalışan lokomotiflerin demiryolunda kullanılabilmesi için denemelerde bulunmuş, ancak hem rayların lokomotifleri taşıyamaması hem de lokomotiflerin yapımında kullanılan malzemelerin dayanıksız olması nedeniyle istenilen başarıyı elde edememiştir. Arıdan Stephenson daha dayanıklı raylar ve lokomotifler yapmayı başarmış ve Darlington maden ocağı ile Stocton limanını demiryolu ile birbirine bağlamayı başarmıştır. Liverpool-Manchester demiryolu hattı 1830 yılında tamamlanmış ve kullanıma açılmıştır. İlerleyen yıllarda pek çok ülkede demiryolu hatları inşa edilmeye başlanmıştır. Fransa'da 1832 yılında St. Etenine ve Lyon; Almanya'da 1835 yılında Nürnberg ve Furth; Belçika'da Brüksel ve Malines arasında demiryolu hatları inşa edilmiştir. Demiryolu hatlarının inşası ve kullanımı noktasında İngiltere, diğer ülkelerle karşılaştırıldığında oldukça hızlı bir gelişme göstermiştir. Keza, İngiltere'de 1952 yılında ülkenin tamamına demiryolu hatları döşenmiştir. Dünyada demiryolu yapımı giderek yaygınlaşmış, 1850 yılında 38.600 km, 1860 yılında 108.000 km, 1870 yılında 209.000 km, 1880 yılında 372.500 km, 1890 yılında 612.200 km, 1905 yılında 860.000 km ve 1913 yılında 1.110.000 km toplam hat uzunluğuna ulaşmıştır (Yetim, 2021, s. 5-6).

Karayolu ve demiryolu taşımacılık modlarıyla karşılaştırıldığında görece daha yeni bir taşıma modu olmasına rağmen havayolu taşımacılığı, teknolojinin de etkisiyle en hızlı gelişme gösteren taşımacılık sistemidir. Öteden beri insanoğlu uçuş hayallerini gerçekleştirebilmek amacıyla sayısız denemeler yapmıştır. Tarih bu uğurda yapılan başarısız denemelerle doludur. François Pilatre de Rozier ve Marquis d'Arlandes 1783 yılında sıcak hava balonunu geliştirerek ve ilk insanlı tırmanışı gerçekleştirmişlerdir.

1784 yılında Jean-Pierre Blanchard geliştirdiği hidrojen balonuyla 12.500 fit (3800 m) yüksekliğe çıkmayı başarmıştır. George Cayley, kuş uçuşlarını gözlemlemiş, çeşitli deneyler ve matematiksel hesaplamalar yaparak kaldırma ve sürüklenme problemlerini araştırmıştır. Farklı açılarda ve hızlarda değişik kanatlar oluşturarak kaldırma kuvvetini test etmek amacıyla “dönen kol” olarak bilinen bir cihaz kullanmıştır. Cayley, 1799 yılında uçan bir makinenin görünüşünü çizmiş, yapmış olduğu çizimde kanadın itme aracı değil kaldırma kuvvetine yardımcı olan bir cihaz olduğunu belirtmiştir. İlerleyen zamanlarda pek çok uçuş denemeleri yapılmış ama istenilen başarı elde edilememiştir. 1903 yılında Orville Wright dünyanın ilk motorlu uçağını yapmış, denemeler sonucunda 852 fit (260 m) yükseklikte 59 saniye uçuş gerçekleştirmiştir. 1905 yılında Wright ve kardeşi yarım saatten fazla süren uçuşlar gerçekleştirmişlerdir. Böylelikle, bugün kullanılan uçuş sistemlerinin temeli atılmıştır. 1914 yılına gelindiğinde Almanlar tarafından Zeppelin isimli uçaklar tasarlanmış ve geliştirilmiştir (Grant, 2017, s.10-13). I. ve II. Dünya Savaşlarında yaygın olarak kullanılan uçakların yolcu ve yük taşımacılığında kullanımının başlamasıyla birlikte havayolu taşımacılık sektörü hızlı bir gelişme ivmesi yakalamıştır (Bakırcı, 2012, s. 342).

Demiryolu ve havayolu taşımacılık sistemlerinin ortaya çıkması ve kullanımının yaygınlaşması, karayolu taşımacılık sistemiyle karşılaştırıldığında daha yakın bir geçmişe uzanmaktadır. Karayolu taşımacılık sistemi kadar eski olan bir diğer taşıma sistemi ise denizyoludur. Dünya yüzeyinin yaklaşık % 71’inin deniz ve okyanuslarla kaplı olması, uluslararası ticarete denizyolu taşımacılığının her daim öne çıkmasının başlıca sebebidir. Ekonomik, sosyal, kültürel, tarihi pek çok konuyla ilintili olan deniz ve denizcilik geçmişten günümüze devletler arası ilişkileri etkilemiş ve biçimlendirmiştir. Tarihte bilinen ilk deniz ticaret hattı Hindistan ve Mezopotamya arasında kurulmuştur. M.Ö. 2700’lü yıllarda Lübnan’da kurulan Tyre Şehri, uzun bir süre denizcilikte önemli bir merkez olmuştur. M.Ö. 10.yy’a gelindiğinde sedir kalaslardan yapılmış, dört kişilik gemiler vasıtasıyla Akdeniz’de deniz ticareti yapılmıştır. Roma ve Bizans İmparatorluğu dönemlerinde farklı denizyolu ticaret merkezleri oluşturulmuştur. Avrupa şehirlerinin ekonomik açıdan gelişmeye başlamasıyla birlikte Avrupa’da Venedik-Cenova ve Hansa Birliği isminde iki önemli denizcilik merkezi ortaya çıkmıştır. 13. yy’da Bizans İmparatorluğu’nun gerileme dönemine girmiş olmasıyla birlikte deniz ticaretinde de batıdan doğuya doğru bir yönelim başlamıştır (Stopford, 2009, s. 7-12).

Karayolu, demiryolu, havayolu ve denizyolu taşımacılığı haricinde taşımacılık sektörünün önemli bileşenlerinden bir diğeri ise boru hattı taşımacılığıdır. Günümüz dünyasında gerek ekonomik sistemlerin gerek enerji sistemlerinin ayrılmaz bir parçası olan boru hatları, özellikle 18. ve 19.yy’da teknolojik alanda meydana gelen bazı ilerlemelerin sonucu olarak gelişmiştir. Özellikle çelik boruların ve sonrasında yüksek basınçlı dirençli boruların imal edilmeye başlanması ve kaynak teknolojisindeki ilerlemeler boru hattı taşımacılığının gelişmesinde rol oynamıştır. Üretim ve teknoloji alanlarında yaşanan bu gelişmelerin yanı sıra, otomotiv sektörünün gelişmesiyle birlikte artan petrol talebi de boru hattı taşımacılığının gelişmesindeki bir diğer itici güç olmuştur. Günümüzde ağırlıklı olarak petrol ve doğalgazın nakledilmesi amacıyla kullanılan boru hatlarının ilk uygulamalarına, antik çağlardaki uygarlıklarda rastlanılmaktadır. Çin’de içi boş bambular kullanılarak nakledilen su, Romalılar ve Persler tarafından su kemerleri kullanılarak taşınmıştır. Hatta Çinliler M.Ö. 400’lü yıllarda başkent Pekin’i aydınlatmak amacıyla doğalgaz iletiminde bambu çubuklarını kullanmışlardır. Petrol endüstrisinin gelişmesiyle birlikte 19.yy’dan itibaren boru hatları petrolün taşınması amacıyla kullanılmaya başlanmıştır. 1865 yılında 152 mm çapındaki ilk petrol boru hattının inşa edilmesinden sonra boru hattı taşımacılığının gelişimi ivme kazanmıştır (Britannica, 2023). 1980’lerde dünyada petrol boru hatlarının toplam uzunluğu 311 km iken 2021 yılında bu rakam yaklaşık 159.113 km’ye (GEM, 2023a); yine, 1980’lerde yaklaşık 2,4 km olan doğalgaz boru hattı toplam uzunluğu 2022 yılında yaklaşık 82.059 km’ye yükselmiştir (GEM, 2023b).

Buraya kadarki kısımda genel olarak taşımacılık faaliyetlerine ve taşıma sistemlerinin gelişimine değinilmeye çalışılmıştır. Hatırlanacağı üzere, bu çalışmanın amacı, temel taşıma sistemlerini dikkate alarak 2004-2021 yılları arasında Türkiye’de taşımacılık sektörünün gelişimini incelemektir. Bu bağlamda, Türkiye’de geçmişten günümüze taşıma sistemlerinin gelişimine ve mevcut durumuna çalışmanın takip eden kısmında genel hatlarıyla yer verilmiştir.

3. Geçmişten Günümüze Türkiye’de ve Türkiye Coğrafyasında Taşımacılık

Taşımacılık hizmetlerinden bahsedilince akla ilk olarak karayolu taşımacılığının gelmesi, dünyanın her tarafında en fazla kullanılan taşıma sistemi olmasından ileri gelmektedir. Kapıdan kapıya teslimata imkân vermesi, geniş coğrafyalara erişmeyi mümkün kılması, demiryolu ve denizyolu taşıma sistemlerine göre daha hızlı teslimat süresi karayolu taşımacılığını ön plana çıkarmaktadır (Long, 2022, s. 131).

Günümüz Türkiye’inde karayolu taşımacılığının geldiği noktayı anlayabilmek için Osmanlı dönemine kadar gitmek gerekmektedir. Osmanlı İmparatorluğu’nun kuruluşundan İstanbul’un fethi ve imparatorluğun başkenti olduğu döneme kadar Osmanlı’da büyük ölçüde Selçuklulardan kalan yollar kullanılmış, İstanbul’un başkent olmasıyla birlikte İstanbul merkezli bir karayolu ağı oluşturulmuştur. Osmanlı’nın bu dönemlerinde karayolu ağının oluşturulmasında devletten ziyade hayrat kurumları olarak adlandırılan özel teşebbüslerin çabaları ön plana çıkmaktadır. Bu dönemdeki yolların temel karakteristiği, limanları Anadolu içlerine bağlayan yapıda inşa edilmiş olmalarıdır. Osmanlı dönemi yolları; Anadolu sağ, orta ve sol güzergâh yolları, Rumeli sağ, orta ve sol güzergâh yolları şeklinde ayrılmıştır. Her kol, bir ana stratejik yoldan ve bu bölgelerdeki şehirleri, kasabaları birbirlerine bağlayan tali yollardan oluşmaktadır. Osmanlı’da ağırlıklı olarak askeri amaçlar doğrultusunda ordu eliyle yapılan karayolları, 19.yy’da demiryollarının ön plana çıkmasıyla birlikte önemini giderek kaybetmiştir. Tanzimat’ın ilanına kadarki dönemde karayolu ağının tesisine yönelik ciddi gelişmeler yaşanmamış, devletin son dönemlerinde karayollarının önemi fark edilmiş ve karayolu ağının geliştirilmesine yönelik adımlar atılmıştır. Tanzimat’ın ilanıyla birlikte ulaştırma bir devlet politikası olarak benimsenmiştir. Tanzimat’ın ilanından sonraki yıllarda motorlu araçların kullanımının yaygınlaşmasıyla birlikte karayollarında değişim başlamıştır (As, 2013, s. 29-46). Bu kapsamda, ilk olarak 1848 yılında Karadeniz ile Arabistan bağlantısını sağlayan Trabzon-Bağdat arasından şose yol yapılması kararlaştırılmış; ancak, hazinenin yol yapımı için yeterli parasının olmaması nedeniyle ertelenmiştir. Islahat Fermanı’nın ilanından sonra “Turuk ve meabir hakkında nizamname” isimli bir tüzük yayınlanmış ve bu tüzüğün ilk maddesine göre Osmanlı İmparatorluğu’nda yollar dört sınıfa ayrılmıştır. Birinci sınıf yollar vilayetler, iskeleler ve demiryollarını; ikinci sınıf yollar, vilayetler ile sancakları; üçüncü sınıf yollar, kazaları birbirine bağlayan yollar iken; dördüncü sınıf yollar ise üçüncü sınıf yolların aynısı olan ancak arabaların geçiş yapamadığı yollardır. Bu yolların genişlikleri, kenar boşlukları, bakımları ve onarımları gibi konular da tüzükte ayrıntılı bir şekilde belirtilmiştir (Çadırcı, 1991, s. 154-155). Motorlu araçların geçişine imkân sağlayan yollar 1850’li yıllarda inşa edilmeye başlanmış; 1865’te 34,5 km’lik Bursa-Gemlik, 34 km’lik Bursa-Mudanya ve 1872’de 314 km’lik Trabzon-Erzurum Yolu tamamlanmıştır. Osmanlı’nın son dönemlerinde ağırlık verilen yol yapım, bakım ve onarım çalışmaları savaşlar, isyanlar, ekonomik sıkıntılar, teknik yetersizlikler gibi nedenlerden dolayı sekteye uğramış ve Osmanlı İmparatorluğu’ndan Cumhuriyet Türkiye’sine 13.885 km’si tamir olunması gereken, 4.450 km’si düzeltilmiş toprak yol olmak üzere toplam 18.335 km’lik yol miras kalmıştır (As, 2013, s. 29-46). Cumhuriyetin ilanından sonra yolların yapımına yönelik alt yapı çalışmaları hızlanmış ve bu kapsamda 1929 yılında Nafia Vekaleti (Bayındırlık Bakanlığı) içerisinde yer alan Şose ve Köprü Reisliği yol çalışmalarında sorumlu kurum olarak belirlenmiştir. 1948 yılında ABD kaynaklı alınan Marshall yardımıyla karayolu yapımında ciddi gelişmeler yaşanmış, 1950 yılında Karayolları Genel Müdürlüğü kurulmuş ve on yıllık bir süre içerisinde 60.000 km yol yapılmıştır. Ardından İstanbul Çevre Yolu ve İstanbul-İzmit Ekspres Yolu, 1973 yılında Boğaziçi Köprüsü şimdiki adıyla 15 Temmuz Şehitler Köprüsü inşa edilmiştir. 1980 yıllarına gelindiğinde otoyol yapımına hız verilmiş; Gebze-İzmit, Tarsus-Pozantı, Kapıkule-Edirne otoyolları inşa edilmiştir. 1988 yılında ikinci büyük köprü olan Fatih Sultan Mehmet Köprüsü kullanıma açılmıştır. İlerleyen yıllarda karayollarına yönelik yatırımlar hız kesmeden devam etmiş, 2010 yılında karayollarının inşasında “Yap-İşlet-Devret” sistemi devreye alınmış ve bu modelle 2019 yılında İstanbul-İzmir, 2020 yılında Menemen-Aliağa-Çandırılı, Ankara-Niğde Otoyolu yapılmış ve hizmete açılmıştır. 2021 yılında Tohma (Şehit Gaffari Güneş) Köprüsü, Hasankeyf-2 Köprüsü, Yenikent-Temelli Yolu, Zarova Köprüsü; 2022 yılında 1915 Çanakkale Köprüsü ve Malkara-Çanakkale Otoyolu yapımı tamamlanmıştır (Çetin, Barış ve Saroğlu, 2011, s. 124; KGM, 2023). Türkiye İstatistik Kurumu verileri de Türkiye’de karayolu taşımacılık sistemindeki bu gelişmeleri desteklemektedir. Türkiye’de 2021 yılında karayolu uzunluğu 257.345 km olarak kayıtlara geçmiştir.

2003 yılında karayolu ağı içinde devlet, il yolları ve otoyolların toplam uzunluğu 63.244 km'dir. 2021 yılında köy yolları dahil 257.345 km olan karayolu uzunluğu içinde devlet ve il yollarının, otoyolların toplam uzunluğu ise 68.526 km'ye yükselmiştir. 2021 yılına gelindiğinde bölünmüş yolların ve otoyolların toplam karayolu ağı içindeki payının 2003 yılına göre artış gösterdiği anlaşılmaktadır. 2003 yılında karayolu uzunluğunun %0,41'ine karşılık gelen otoyollarının payı, 2021 yılına gelindiğinde %1,37'lere, 2003'te karayolu ağındaki payı %1,68 olan bölünmüş yolların payı ise, 2021 yılına gelindiğinde %10,48'lere yükselmiştir. Bu veriler, karayollarının niteliğinin 2003-2021 döneminde geliştiğini de ortaya koymaktadır. 2003 yılında Türkiye'deki otoyolların toplam uzunluğu 1.753 km iken; 2021 yılında otoyolların toplam uzunluğu 3.532 km'ye yükselmiştir. Otoyolların karayolu taşımacılığı açısından önemi dikkate alındığında otoyolların uzunluğunun artması karayolu taşımacılık sektörü açısından olumlu sonuçlar doğurmuştur. Zira, 2003 yılında karayollarında gerçekleşen yolcu taşınması 164.311 milyon yolcu/km iken; bu rakam 2021 yılında 336.168 milyon yolcu/km'ye yükselmiştir. Karayollarında taşınan yolcu sayısındaki artışa benzer şekilde yük taşımacılığında da 2003-2021 döneminde ciddi bir artış meydana gelmiştir. 2003 yılında karayollarında toplam yük taşımacılığı 152.163 milyon ton/km iken; bu rakam 2021 yılına gelindiğinde 311.818 milyon ton/km'ye yükselmiştir. Karayollarındaki taşıt seyri ise 2003 yılında 52.349 milyon taşıt/km iken; bu rakam 2021 yılında 142.479 milyon taşıt/km'ye yükselmiştir (TÜİK, 2023b).

Karayolu taşımacılığı gibi temel taşıma sistemlerinden biri olan demiryolu taşımacılığı, Osmanlı döneminden 2000'li yılların başlarına kadarki dönemde uygulanan yanlış ulaştırma ve taşımacılık politikaları nedeniyle arzu edilen gelişmeyi gösterememiştir. Bununla birlikte demiryolu taşımacılığı 2000'li yıllardan itibaren yatırımlardan aldığı payın artması ve planlı çalışmalarla birlikte son 20 yılda hızlı bir gelişme trendi göstermiştir.

Daha önce de ifade edildiği üzere, Osmanlı İmparatorluğu'nda karayollarına verilen önem, 19.yy'da demiryollarının ön plana çıkmasıyla birlikte azalmıştır. Bu dönemde demiryolları, tarımsal ürünlerin iç ve dış pazarlara ulaştırılması, devletin isyan veya savaş çıkan coğrafyalara erişebilmesi için önemli bir unsur olarak görülmüştür. Bununla birlikte ilk yatırım maliyetlerinin yüksek olması ve inşa sürecinde uzman işgücü varlığını gerektirmesi; ekonomik açıdan zaten zor durumda olan ve yetişmiş işgücüne sahip olmayan Osmanlı İmparatorluğu'nun kendi imkânlarıyla demiryollarını inşa etmesine mâni olmuştur. Bu nedendir ki, Osmanlı İmparatorluğu'nda demiryolları yabancı devletlere verilen imtiyazlar karşılığında, yabancılar eliyle inşa edilmiştir. Fakat bu durum, Osmanlı İmparatorluğu'nun çıkarlarından ziyade imtiyaz verilen şirketlerin mensup oldukları devletlerin çıkarları doğrultusunda inşa edilen, birbirinden kopuk, düşük standartlı demiryolu hatlarının ortaya çıkmasına neden olmuştur (As, 2013, s. 47-49).

Osmanlı İmparatorluğu döneminde 1830'lu yıllarda demiryollarına yönelik projeler hazırlanmakla birlikte; ilk demiryolu hattı verilen imtiyazlar karşılığında 1856 yılında bir İngiliz şirket tarafından İzmir-Aydın arasında inşa edilmiştir. 1863-1866 yılları arasında bir başka İngiliz şirketi İzmir-Kasaba (Turgutlu)-Manisa hattının belirli bölümlerini tamamlamıştır. Avusturyalı bir firma tarafından yapımına 1871 yılında başlanılan Şark Demiryolu 1888 yılında tamamlamıştır. 1871 yılında İstanbul ile Bağdat arasında demiryolu yapımı başlamış; ardından, Bursa-Mudanya, Ilica-Palamutluk, Erzurum-Sarıkamış-Kars demiryolları kullanıma açılmıştır. Görüldüğü üzere, Osmanlı döneminde demiryolları yabancı şirketler eliyle inşa edilmiş ve yönetilmiştir (Çelik, 2019, s. 501). Osmanlı İmparatorluğu'nun o dönemlerde sürekli savaş halinde olması ve ekonomik olarak yeterli gücünün olmaması nedeniyle demiryolu yapımına gerekli önem verilememiştir (Tamçelik, 2000, s. 485-486). Osmanlı İmparatorluğu'ndan Cumhuriyet Türkiye'sine intikal eden 4.138 km'lik toplam demiryolu hattının 3.783 km'si yabancı şirketler eliyle inşa edilmiştir. Geri kalan 355 km'lik hat ise Rusya'dan geri alınan topraklardan dolayı demiryolu hattına dahil olmuştur (Saatçioğlu, 2006, s. 121).

1880'li yıllardan 2003 yılına kadarki zaman zarfında Türkiye'de demiryolu taşımacılığının gelişimi açısından dikkat çekici gelişmeler yaşanmıştır. 1880-1923 yılları arasında İzmir-Aydın, İzmir-Manisa, Rumeli ve Anadolu Bağdat hatlarının inşasına devam edilmesi, 1889'da Anadolu-Osmanlı A.Ş.'nin kurulması; 1890'da Sirkeci Garı'nın hizmet girmesi; 1890'da Manisa, Karağaç, Saruhanlı, Mihailli, Süleymanlı, Harta, Kırkağaç, Boğazkahve, Soma güzergahının açılması, 1892'de Bursa-Mudanya hattının açılması; 1892'de ilk trenin İstanbul'dan Ankara'ya gelmesi; 1892'de ilk Ankara Garı'nın yapılması; 1894'te Eskişehir Cer Atölyesi'nin açılması; 1900'de Hicaz Demiryolu'nun inşası için

talimat verilmesi; 1902’de Osmanlı İmparatorluğu ile Anadolu Demiryolu Şirketi arasında Bağdat Demiryolu’nun inşası için imtiyaz anlaşmasının imzalanması; 1903 yılında Bağdat Demiryolu’nun inşasına başlanması; 1908 yılında Haydarpaşa Garı’nın açılması; 1915 yılında Ayran Tüneli’nin açılması; 1916’da Trabzon-Maça arasında sahra hattının yapılması; 1918’de Ankara-Yahşihan demiryolu hattının yapılması; 1920’de Yahşihan’da demiryolu taburunun kurulması; 1920’de Eskişehir’de Anadolu Demiryolları Genel Müdürlüğü’nün kurulması; 1921’de Anadolu Demiryolları Genel Müdürlüğü’nün Ankara’ya, oradan da Konya’ya taşınması Türkiye’deki demiryolu taşımacılığının gelişimi serüvenindeki önemli gelişmeler olarak dikkat çekmektedir. 1923-1940 yılları arasında Türkiye’deki demiryolu taşımacılığına ilişkin önemli gelişmeler arasında ise; 1924 yılında Ilıca-İskele-Palamut dekovil hattının açılması; 1926 yılında Samsun-Çarşamba arasında 39,5 km’lik demiryolu hattının açılması; 1926 yılında Gazi İstasyonu’nun açılması; 1927 yılında Devlet Demiryolları Limanları İdare-i Umumiyesi’nin kurulması; 1929’da Ankara Banliyösü’nin hizmete girmesi; 1931 yılında Devlet Demiryolları Limanları İdare-i Umumiyesi adının Devlet Demiryolları ve Limanları Umum Müdürlüğü olarak değişmesi; 1935 yılında Atatürk’ün seyahatleri için Almanya’dan Beyaz Tren’in satın alınması; 1937 yılında Ankara Garı ve Gazinosu’nun açılması; 1939 yılında Sivas Demiryolu Fabrikası’nın kurulması; 1939 yılında Sivas Demiryolu Atölyesi’nin açılması Türkiye’deki demiryolu taşımacılığının gelişimi açısından dikkat çekici gelişmelerdir. 1940-1960 yılları arasında Türkiye’deki demiryolu taşımacılığına ilişkin önemli gelişmeler arasında 1944 yılında Amasya Çeltik Maden İşletmesi’nin Devlet Demiryolları’na bağlanması; 1944 yılında Ankara Demiryol Fabrikası’nın faaliyete başlaması; 1945 yılında Zonguldak-Kozlu hattının açılması; 1951 yılında Adapazarı Demiryolu fabrikasının açılması; 1948 yılında Cenup hattının millileştirilmesi; 1953 yılında Devlet Demiryolları ve Limanları İşletme Umum Müdürlüğü’nün Türkiye Cumhuriyeti Devlet Demiryolları (TCDD) ismini alması; 1953 yılında Karadeniz Ereğli-Armutçuk demiryolu hattının açılması; 1955 yılında ilk elektrikli hat olarak Sirkeci-Halkalı hattının açılması; 1959 yılında Sirkeci-Haydarpaşa arasında ilk feribot taşımacılığının yapılması yer almaktadır. 1960-2003 yılları arasında Türkiye’deki demiryolu taşımacılığına ilişkin önemli gelişmeler arasında ise; 1961 yılında ilk Türk buharlı lokomotifin üretilmesi; 1968 yılında Eskişehir Demiryolu Fabrikası’nda yerli lokomotif üretimine başlanması; 1969 yılında Haydarpaşa-Gebze elektrikli banliyösünün işletmeye açılması; 1971 yılında Ankara-Kayaş arasında çift hattın işletmeye açılması; 1972 yılında Sincan-Kayaş arasında elektrikli tren işletmeciliğinin başlaması; 1977’de İzmir’de banliyö tren işletmeciliğinin başlaması; 1978 yılında Türkiye-Suriye-İrak demiryolu hattının açılması; 1989 yılında Anadolu Demiryolu A.Ş.’nin millileştirilen hisse senetlerinin son kuponlarının Merkez Bankası tarafından ödenmesi; 1992 yılında Çankırı Makas Fabrikası’nın açılması; 1993 yılında Ankara-İstanbul hattında yük ve yolcu taşımacılığında elektrikli lokomotiflerin kullanılmaya başlanması; 1998 yılında İskenderun-Divriği arasında elektrifikasyon tesislerin hizmete açılması Türkiye’deki demiryolu taşımacılığındaki önemli gelişmeler olarak dikkat çekmektedir (TCDD, 2023).

2003-2021 yılları arasında Türkiye’de demiryollarına yönelik 36,9 Milyar ABD Doları yatırım yapılmıştır. Yapılan bu yatırımlarla 2003-2021 yılları arasında üretime 83,4 Milyar ABD Doları, GSYİH’ya 38,5 Milyar ABD Doları, ihracata 7,6 Milyar ABD Doları, vergiye 1,8 Milyar ABD Doları ve istihdama yıllık ortalama 88.900 kişi katkı sağlanmıştır. Ayrıca 2003-2021 yılları arasında demiryollarına yapılan yatırımlar sayesinde 2021 yılında 1,5 Milyar ABD Doları tasarruf sağlanmıştır. Türkiye’de 2003 yılında toplam demiryolu hat uzunluğu 8.697 km’si konvansiyonel hat olmak üzere 10.959 km iken; 2021 yılına gelindiğinde bu rakam 9.158 km’si konvansiyonel olmak üzere 13.022 km’ye yükselmiştir. 2003 yılında Türkiye’de hızlı tren hattı bulunmazken 2021 yılına gelindiğinde hızlı tren hat uzunluğu 1.432 km olarak kayıtlara geçmiştir. Demiryollarında taşınan yolcu sayısı 2003 yılında 76.993.000 iken bu rakam 2021 yılında 191.600.000’ye; taşınan yük miktarı 2003 yılında 15.941.000 ton iken bu rakam 2021 yılında 38.157.000 tona yükselmiştir. 2003 yılında demiryollarındaki yüksek hızlı tren, dizel lokomotif, elektrikli lokomotif, elektrikli dizi, dizelli dizi, yolcu ve yük vagonu sayısı toplamı yaklaşık 18.000’ler civarındayken bu rakam 2021 yılında 22.877’ye yükselmiştir (TUİK, 2023b).

Dünyada olduğu gibi Türkiye’de de diğer taşıma modlarıyla karşılaştırıldığında en geç ama en hızlı gelişme gösteren taşımacılık modu havayoludur. Türkiye’de havacılık ilgili ilk çalışmalar, 1912 yılında bugünkü Atatürk Havalimanı yakınlarında küçük bir tesisin kurulmasıyla başlamıştır (Korul ve Küçükönel, 2003, s. 25). Burada kurulan iki hangar ve küçük bir meydan Türkiye’de havacılığın gelişimi

için atılan ilk adımlardır (SHGM, 2023a). 1925 yılında “Türk Tayyare Cemiyeti” bugünkü adıyla Türk Hava Kurumu ile Türk Sivil Havacılığının temelleri atılmıştır. Yine aynı yıl Vecihi Hürkuş tarafından ilk Türk uçağı “Vecihi K-IV” üretilmiş ve ilk uçuşu gerçekleştirilmiştir. 1925 yılında uçak imalatı yapan Alman bir firmayla anlaşmış ve Kayseri’de modern bir uçak firması kurulmuştur. İlk Türk Sivil Havacılık Okulu ise 1932 yılında Vecihi Hürkuş tarafından “Vecihi Sivil Tayyare Mektebi” ismiyle İstanbul’da açılmıştır. 1933 yılında Milli Savunma Bakanlığı’na bağlı olan “Havayolları Devlet İşletme İdaresi” Türkiye’de taşımacılık faaliyetleri ve sivil hava yollarının geliştirilmesi için görevlendirilmiştir. Türkiye’de ilk sivil hava taşımacılığı faaliyetleri ise, 1933 yılında 5 uçaklı küçük bir filo ile “Türk Hava Postaları” ismiyle başlamıştır. 1945 yılında “Uluslararası Sivil Havacılık Anlaşması-Şikago” Sözleşmesine taraf olan Türkiye, Uluslararası Sivil Havacılık Teşkilatı-ICAO kurucu üyesi olmuştur. 1947 yılında “Devlet Hava Yolları” şimdiki adıyla “Türk Hava Yolları” aracılığıyla Atina’ya ilk dış hatlar uçuşu gerçekleştirilmiş, 1954 yılında Ulaştırma Bakanlığı altında “Sivil Havacılık Dairesi Başkanlığı” kurulmuştur. Türkiye, 1955 yılında kurulan Avrupa Sivil Havacılık Konferansı-ECAC’nin, 1956 yılında Avrupa Sivil Havacılık Konferansı-ECAC’ın kurucu üyesi, 1989 yılında ise Avrupa Seyrüsefer Emniyeti Teşkilatı-EU-ROCONTROL’e üye olmuştur. 1983 yılında Türk Sivil Havacılık kanunu onaylanmış ve yürürlüğü girmiştir. 2005 yılında ise, Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü, çıkarılan kanunla finansal bakımdan özerk hale gelerek bugünkü yönetim yapısını almıştır. 2018 yılında çıkarılan Cumhurbaşkanlığı Kararnamesiyle de Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü’nün teşkilat, görev, yetki ve sorumlulukları ile alakalı düzenlemeler yapılmıştır (SHGM, 2023b).

Ulaştırma Bakanlığı’nca yayınlanan istatistiklere göre 2003-2022 yılları arasında Türkiye’de havayollarına 50,6 milyar TL yatırım yapılmıştır. İlgili dönemde karayollarına yapılan yatırımlar azalırken, havayollarına ve demiryollarına yapılan yatırımlar artış göstermiştir. Bu yatırımların sonucunda 2023 yılı itibarıyla Türkiye’de aktif havalimanı sayısı 59’a yükselmiş ve Türkiye, 2021 yılında dünya havayolu yolcu taşımacılığı sıralamasında 6.sırada yer almıştır (UAB, 2023a). Türkiye’de havayolu sektörünün gelişimi, ilgili istatistiklerden de rahatlıkla anlaşılmaktadır. Zira, Türkiye İstatistik Kurumu verilerine göre Türkiye’de; 2002’de 138 olan uçak sayısı 2021’de 558’e; 2002’de 25.114 olan koltuk kapasitesi 2021’de 104.464’e; 2002’de 880.133 ton olan taşınan yük miktarı 2021’de 3.432.517 tona; 2002’de 376.041 olan uçak trafiği sayısı 2021’de 1.204.618; 2002’de 33.755.452 olan taşınan yolcu sayısı 2021’de 128.155.762 kişiye ulaşmıştır (TUİK, 2023b).

Taşımacılık faaliyetleri ve sektörü içerisinde önemli bir paya sahip olan denizyolu taşımacılığı, günümüzde dış ticarete en çok kullanılan taşımacılık sistemidir. Karayoluyolu taşımacılığı gibi oldukça eski bir geçmişe sahip denizyolu taşımacılığı, üç tarafı denizlerle çevrili Türkiye coğrafyası için her daim önemli bir rol oynamıştır. Çok geçmiş tarihlerle gitmek mümkün olmakla birlikte, bu çalışmanın esas konusu dışına çok fazla taşmamak için Türkiye açısından denizyolu taşımacılığını gelişimini, Osmanlı Devleti döneminden itibaren genel hatlarıyla incelemek daha uygun olacaktır.

Osmanlı İmparatorluğu denizcilik tarihi, 1324-1390 yılları arasında kapsayan Derya Beyleri Dönemi; 1390-1867 yıllarını kapsayan Kaptan-ı Derya/Kaptan Paşalar Dönemi ve 1867-1922 dönemini kapsayan Bahriye Nazırlığı Dönemi şeklinde bölümlendirilmektedir. Kanuni Sultan Süleyman döneminde Barbaros Hayreddin Paşa’yla birlikte altın çağını yaşayan Osmanlı İmparatorluğu denizcilik faaliyetleri, Kanuni Sultan Süleyman’dan sonra gelen padişahların denizciliğe ve denizcilikle ilgili konulara yeterince ilgi göstermemeleri nedeniyle gerilemiştir (Özdemir, 2015, s. 429). Sanayi devrimiyle birlikte buhar gücüyle çalışan gemiler inşa edilmeye başlanmıştır. Bu tarihlerde Osmanlı İmparatorluğu çoğunlukla yabancı gemilere sahip olmakla birlikte; yerli gemi yapımı noktasında da harekete geçmiştir (DZKK, 2023). Türkiye Denizcilik İşletmeleri’nin temeli 1870 yılında “Fevaid-i Osmaniye” ismiyle kurulmuş ve ilk faaliyetine ise, Kadıköy-Adalar arasında yolcu taşımacılığıyla başlamıştır. Yıllar içerisinde farklı isimler alan bu kurumun ismi, 1878 yılında “İdare-i Mahsusa” olarak değiştirilmiştir (Aydemir ve Kurtulgan, 2021, s. 638; TDİ, 2023). Osmanlı İmparatorluğu’nda 1867 yılında Bahriye Nazırlığı kurulmuş ve 1922 yılına kadar faaliyetlerine devam etmiştir (DZKK, 2023). Cumhuriyetin ilan edilmesinin ardından 1926 yılında Kabotaj Kanunu’nun kabulüyle denizyolu taşımacılığını geliştirme çabaları hız kazanmış ve Karadeniz-Akdeniz limanlarıyla denizyolu taşımacılığı yapılmıştır (Çelik, 2019, s. 7). Ulaştırma Bakanlığı’nca yayınlanan istatistiklere göre 2003-2022 yılları arasında Türkiye’de denizyollarına 19,9 milyar TL yatırım yapılmıştır. Bu yatırımların sonucu olarak Türkiye’de 2003’te 2,49 Milyon TEU olan konteyner taşımacılığı 2021’de 12,59 Milyon TEU’ya; 2003’te 190 Milyon TEU

olan limanlarımızda elleçlenen yük miktarı 2021’de 526 Milyon TEU’ya; 2004’te 5,8 Milyon Ton olan limanlarımızda elleçlenen yük miktarı 2021’de 78 Milyon Tona; 2004’te 178 Milyon ton olan dış ticaret taşıması 2021’de 386 Milyon tona yükselmiştir (TUİK, 2023b).

Bir diğer taşımacılık modu olan boru hattı taşımacılığı Türkiye açısından oldukça yakın bir geçmişe dayanmaktadır. Türkiye’de ilk boru hatlarının inşası ve hizmete girmesi 1970’lerin başlarına denk gelmektedir. Her ne kadar yaklaşık 50 yıllık bir geçmişe sahip olsa da boru hattı taşımacılığının önemi, Türkiye’nin enerjide dışa bağımlı olması nedeniyle, her geçen gün artmaktadır. Öyle ki, Türkiye açısından boru hattı taşımacılığının stratejik bir mesele olduğu ifade edilebilir. Türkiye İstatistik Kurumu verilerine göre 2021 yılında Türkiye’deki petrol boru hatlarının uzunluğu 3.060 km’dir ve 2021 yılında toplam 36.826.000 ton ham petrol taşınmıştır. Türkiye’deki doğalgaz boru hatlarının toplam uzunluğu ise, yine aynı yıl verilerine göre, 17.487 km olup; taşınan doğalgaz miktarı 61.862 Milyon Scm’dir (TUİK, 2023b).

Buraya kadarki kısımda taşıma sistemlerinin Türkiye açısından gelişimi genel hatlarıyla değerlendirilmeye çalışılmıştır. Takip eden kısımda ise, literatür araştırması başlığı altında taşımacılık faaliyetlerine ve sistemlerine yönelik olarak çok kriterli karar verme yöntemleri kullanılarak yapılan performans analizi odaklı çalışmalara ilişkin bilgilere yer verilmiştir.

4.Literatür Araştırması

Çalışmanın bu bölümü, temel birkaç soruya cevap arayışının bir tezahürüdür. Zira, bu soruların cevapları, çalışmayla gerçekleştirilen performans analizine dayanak teşkil etmektedir. Bu bağlamda cevap aranan sorular: (1) Literatürde taşımacılık sektörünü bir bütün olarak ele alan performans analizi odaklı çalışmalar var mıdır? (2) Taşımacılık sektörüne yönelik yapılan performans analizlerinde hangi yöntemler kullanılmıştır? (3) Taşımacılık sektörüne yönelik yapılan performans analizlerinde hangi değerlendirme ölçütleri dikkate alınmıştır? (4) Taşımacılık sektörüne yönelik yapılan performans analizlerinde çok kriterli karar verme tekniklerinden yararlanılmış mıdır? Yararlanılmışsa, hangi yöntemler kullanılmıştır? Bu sorulara cevap verebilmek adına çeşitli veri tabanları kullanılarak geniş bir literatür araştırması yapılmıştır. Fakat, literatürde tüm taşıma modları dikkate alınarak taşımacılık sektörünün performansını değerlendirmek için yapılan herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu nedenle, bu çalışmanın literatüre olumlu katkı yapacağı beklenmektedir. Tüm taşımacılık sistemlerini dikkate alarak taşımacılık sektörünün genel performansını değerlendirmeye çalışan herhangi bir çalışma olmaması nedeniyle literatür araştırmasına, ÇKKV yöntemlerinin taşımacılık faaliyetleriyle ilgili hangi konularda kullanıldığını belirlemek için yeni bir literatür araştırması yapılmıştır. Bu araştırmanın sonuçları, ÇKKV yöntemlerinin araç seçimi, rota seçimi, lojistik hizmet sağlayıcı ve freight forwarder seçimi, ayrı ayrı taşıma sistemlerinin performanslarının değerlendirilmesi gibi konularda kullanıldığını göstermiştir.

Bu bağlamda Gökdalay ve Evren (2009), Bulanık TOPSIS ve Bulanık Basit Ağırlıklı Toplam yöntemlerini kullandıkları çalışmalarında ilk olarak İstanbul Atatürk, İzmir Adnan Menderes, Bodrum, Dalaman ve Antalya havalimanlarının performanslarını; ardından ise, İstanbul Atatürk, Atina Venizelos, Viyana ve Münih havalimanlarının performanslarını ölçmüşler ve karşılaştırmışlardır. Bir başka çalışmada Tsai, Chou ve Leu (2011), Tayvan’daki beş havayolu taşıma şirketinin web sitelerinin etkinliklerini değerlendirmek amacıyla entegre bir model önermişler ve bu model için DEMATEL, ANP ve VIKOR yöntemlerini bir arada kullanmışlardır. Perelman ve Serebrisky (2012) tarafından yapılan çalışmada ise, Latin Amerika’daki havalimanlarının 2000-2007 yılları içerisindeki etkinliğinin ölçülmesi amacıyla Malmquist-Toplam Faktör Verimliliği Endeksi yöntemleri kullanılmıştır. Çalışmada personel sayısı, terminal sayısı ve pist sayısı girdi değişkenleri; yolcu sayısı, kargo miktarı ve uçak sayısı çıktı değişkenleri olarak dikkate alınmıştır. Elde edilen bulgular, özel sektör tarafından işletilen havalimanlarının daha yüksek verimliliğe ve büyüme oranlarına sahip olduğunu göstermiştir. Lin, Chen, Xie ve Pan (2015), 1971-2011 yılları içerisinde Çin’deki taşıma sistemlerinin enerji verimliliğini değerlendirmek amacıyla VZA yöntemini kullanmışlardır. Bu çalışmada demiryolu, karayolu, havayolu ve su taşımacılığındaki enerji tüketim verileri girdi değişkenleri; yolcu sayısı (kilometre) ve yük miktarı (ton-kilometre) ise çıktı değişkenleri olarak kullanılmıştır. Altın, Karaatlı ve Budak (2017), ENTROPI, COPRAS, GİA ve VZA yöntemlerini kullandıkları çalışmalarında Avrupa’daki en büyük yirmi havalimanının 2010-2015 yılları arasındaki performanslarını değerlendirmişlerdir. Analizlerde yolcu

sayısı, terminal sayısı, otopark kapasitesi, pist sayısı, havalimanının şehir merkezine uzaklığı, çıkış kapı sayısı ve uçak stant sayısı olmak üzere yedi ölçüt dikkate alınmıştır. Havalimanları gibi havayolu taşımacılık sektörünün temel bileşenlerinden biri olan havayolu işletmelerine yönelik yapılan bir çalışmada ise Ghorabae, Amiri, Zavadskas, Turskis ve Antucheviciene (2017), beş havayolu şirketinin performanslarını 28 ölçüt kullanarak değerlendirmişlerdir. Çalışmada ilk olarak PERT analizi ile ölçütlerin ağırlıkları belirlenmiş, ardından TOPSIS, COPRAS, WASPAS ve EDAS yöntemleri ile havayolu şirketlerinin performansları ölçülmüştür. Kiracı ve Bakır (2019) ise, çalışmalarında 2005-2012 yılları içerisinde yaşanan finansal krizlerin ardından on üç havayolu işletmesinin performansını değerlendirmek amacıyla CRITIC ve EDAS yöntemlerini birlikte kullanmışlardır. Elde edilen bulgular, havayolu işletmelerinin finansal krizlerden etkilendiklerini ve bu etkinin kriz sonrası yıllarda da devam ettiğini göstermiştir. Altinkurt ve Merdivenci (2020) ise, çalışmalarından SKYRAX'a üye olan on bir havayolu işletmesinin iş amaçlı seyahat eden yolculara yönelik sunmuş oldukları hizmetin kalitesini değerlendirmek ve karşılaştırmak amacıyla AHP ve EDAS yöntemlerini kullanmışlardır. Elde edilen bulgular; uçak içi konforun hizmet kalitesi üzerinde etkili olan en önemli ölçüt olduğunu ve Ana Air işletmesinin ise en iyi performansı gösteren havayolu işletmesi olduğunu göstermiştir. Havayolu taşımacılık sektörüne yönelik bir diğer çalışmada Kumar, Aswin ve Gupta (2020), yeşil ve sürdürülebilir havalimanlarının önemini vurgulamışlar ve yeşil havalimanlarının performansını ölçmek amacıyla BWM ve VIKOR yöntemlerini kullanmışlardır. Çalışmada hava ve gürültü kontrolü, yeşil bina ve altyapı, atık yönetimi ve geri dönüşüm uygulamaları, çevresel izleme ve kontrol, yeşil operasyon ve ulaşım, çalışanların eğitimi, yeşil politikalar ve düzenlemeler olmak üzere yedi ana ölçüt ve kırk üç alt ölçüt dikkate alınmıştır. Bu ölçütler arasından yeşil politikalar ve düzenlemelerin en önemli ölçüt olduğu tespit edilmiştir. Uludağ (2020), Türkiye'deki on sekiz havalimanının 2014-2018 yılları içerisindeki verimliliğini girdi ve çıktı tatmin düzeylerini dikkate almadan ağırlık kısıtlı EATWOS ve girdi odaklı VZA yöntemlerini kullanarak ölçmüştür. Çalışmada toplam maliyet, pist sayısı, toplam terminal alanı ve personel sayısı girdi; yolcu sayısı ve kargo trafiği ise çıktı olarak kullanılmıştır. Çalışmayla geleneksel verimlilik yöntemleriyle EATWOS yöntemi karşılaştırılmıştır. Özbek ve Ghouchi (2021), Avrupa'daki beş havayolu şirketinin 2009-2018 yıllarındaki finansal performanslarını değerlendirmek amacıyla ENTROPI, WASPAS ve EDAS yöntemlerini kullanmışlardır. Havayolu şirketlerinin finansal performanslarını değerlendirmek için on iki adet ölçüt belirlenmiş; elde edilen bulgulara göre en iyi performansı gösteren işletmenin Ryanair olduğu sonucuna varılmıştır. Özdağoğlu, Keleş ve Işıldak (2021), yaptıkları çalışmada Türkiye'deki elli iki havalimanının performanslarını 2019 yılına ait verilerini dikkate alarak Bulanık DEMATEL ve MABAC yöntemleriyle ölçmüşlerdir. Analizlerde değerlendirme ölçütü olarak toplam uçak sayısı, toplam yolcu sayısı, ticari uçak sayısı ve yük miktarı kullanılmıştır. Elde edilen bulgulara göre yolcu sayısı en önemli ölçüt olarak belirlenirken; İstanbul'da yer alan havalimanlarının ilk sıralarda yer aldığı tespit edilmiştir. Keleş (2022), Türk Hava Yolları'nın 2016-2020 yılları içerisindeki performansını ölçmek amacıyla CRITIC ve MABAC yöntemlerini kullanmıştır. Çalışmada net dönem kâr/zarar, uçak sayısı, doluluk oranı, çalışan sayısı, taşınan yolcu sayısı ve arz edilen koltuk kilometre olmak üzere altı ölçüt dikkate alınmıştır. Elde edilen bulgulara göre uçak sayısı en önemli ölçüt olarak belirlenirken; THY'nin en yüksek performansı 2019 yılında sergilendiği sonucuna ulaşılmıştır.

Havayolu gibi temel taşımacılık sistemlerinden biri olan demiryolu taşımacılığını konu alan çalışmalardan birinde Candan (2019), seçilmiş OECD üyesi ülkelerin demiryolu yük taşımacılığındaki etkinliklerini firma sayısı, hat uzunluğu (km), taşıma miktarı (ton), bakım giderleri (€) ve altyapı yatırımları ölçütlerini dikkate alarak Bulanık AHP ve VIKOR yöntemleriyle ölçmüştür. Analizler performans üzerinde en etkili ölçütün taşıma miktarı olduğunu gösterirken; en iyi performansı gösteren ülkenin ise Polonya olduğunu ortaya koymuştur. Demiryolu taşımacılık sistemini konu alan bir başka çalışmada Sharma, Roy, Kar, Prentkovskis (2018), Hindistan'daki kırk demiryolu istasyonunun performansını ölçmek amacıyla dokuz ölçüt (temizlik, taşıyıcılık, gıda, ulaştırma, konaklama, raylı transit, gezi, güvenlik ve proaktiflik) kullanmışlardır. Kullanılan ölçütlerin önem dereceleri AHP yöntemiyle belirlenirken; demiryolu istasyonlarının performanslarının ölçülmesi için ise MABAC yönteminden yararlanılmıştır. Analizlerle proaktiflik en önemli ölçüt olarak belirlenirken, DMO'nun ise en iyi performansı gösteren demiryolu istasyonu olduğu tespit edilmiştir. Kara ve Yalçın (2023) ise, Avrupa ülkelerinin 2020 yılındaki demiryolu taşımacılığı performanslarını CRITIC ve ROV yöntemleriyle ölçmüşlerdir. Çalışmada hat uzunluğu, elektrikli demiryolu hatları, elektrikli olmayan

demiryolu hatları, hat uzunluğu, lokomotifler, vagonlar, demiryolu işletmeleri, yük trenleri tren hareketleri, yolcu trenleri tren hareketleri, demiryolu kaza mağdurları, demiryolu kazaları, tehlikeli malların taşınmasına içeren kazalar, taşınan yolcular, taşınan mallar, taşınan tehlikeli mallar ve taşınan konteynerlerin hacmi olmak üzere on altı ölçüt kullanılmıştır.

En eski taşıma sistemi olan karayolu taşımacılığına yönelik olarak yaptıkları çalışmalarında Wang, Le, Chang ve Dang (2022), OECD ülkeleri açısından mevcut koşullar altında karayolu taşımacılığının sürdürülebilirliğini değerlendirmişlerdir. Bu kapsamda çalışmalarında sistem etkinliği, ekonomik, sosyal ve çevresel olmak üzere dört ana ölçüt altında toplanan; karayolu uzunluğu, araç sayısı, yük ciro hacmi, yolcu ciro hacmi, sermaye yatırımı, altyapı bakımı, GSYH, çalışan sayısı, yol kazaları, yakıt tüketim miktarı, CO₂ ve hava kirliliği emisyonları alt ölçütlerini dikkate almışlardır. Ölçüt ağırlıkları ENTROPI yöntemiyle hesaplanmış, ülke performansları ise CoCoSo yöntemiyle değerlendirilmiştir. Karayolu taşımacılık sistemine yönelik olarak yapılan bir başka çalışmada Senir ve Büyükkökçü (2023), seçilmiş OECD üyesi ülkelerin karayolu taşımacılığındaki sürdürülebilir performanslarını ölçmek amacıyla ENTROPI ve WASPAS yöntemlerini kullanmışlardır. Analizlerde ekonomik, sosyal ve çevre ana ölçütleri altında toplanan; sermaye yatırımı, altyapı bakımı, GSYİH, çalışan sayısı, yol kazaları, yakıt tüketimi, CO₂ emisyonları ve hava kirliliği alt ölçütleri dikkate alınmıştır. Elde edilen bulgular performans üzerinde en önemli ölçütün CO₂ emisyonları, yakıt tüketimi ve yol kazaları ölçütleri; en yüksek performansı sergileyen ülkelerin ise sırasıyla İzlanda, Türkiye ve Litvanya olduğunu göstermiştir.

Bugün dünya ticaretinin ayrılmaz bir parçası haline gelen denizyolu taşımacılığına yönelik yapılan çalışmalardan birinde Görçün (2021), çalışmasında Karadeniz konteyner limanlarının performanslarını ölçmek amacıyla ENTROPI-OCRA ve ENTROPI-EATWIOS yöntemlerinin bir arada kullanıldığı iki model önermiştir. Analizlerde personel sayısı, rıhtım uzunluğu, derinlik, ekipman sayısı, toplam depolama alanı, gemi uzunluğu, toplam liman alanı, gelen gemi sayısı ve elleçleme kapasitesi girdi; gelen gemi sayısı, yıllık gelir, elleçlenen toplam TEU ve elleçlenen konteyner sayısı ise çıktı değişkenleri olarak dikkate alınmıştır. Elde edilen bulgular, her iki modelin sonuçlarının birbirine çok yakın olduğunu göstermiştir. Stankovic, Marjanovic, Papathanasiou ve Drezgic (2021) ise çalışmalarında, Yunanistan, Hırvatistan, İtalya, Fransa, İspanya, Malta ve Türkiye’de bulunan otuz yedi liman bölgesinde 2014-2018 yılları içerisinde sürdürülebilirliğin sağlanabilmesi için bir endeks oluşturmayı amaçlamışlardır. Analizlerde ekonomik, sosyal ve çevresel ana ölçütleri altında toplanan on sekiz alt ölçüt kullanılmış olup; bu ölçütlerin ağırlıkları ENTROPI yöntemiyle hesaplanmıştır. Analizlere konu olan limanların değerlendirilmesi için ise PROMETHEE yönteminden yararlanılmıştır. Elde edilen bulgular, kişi başına düşen GSYİH’nın diğer ölçütlerden daha önemli olduğunu; en yüksek puana sahip liman bölgelerinin ise İtalya’da bulunduğunu göstermiştir. Gök Kısa, Çelik ve Peker (2022) ise çalışmalarında, Mersin, Samsun, Bandırma, İskenderun ve Derince limanlarının performanslarını ENTROPI, ARAS ve TOPSIS yöntemleriyle ölçmüşlerdir. Analizlerde kuru yük miktarı, sıvı yük miktarı, genel kargo miktarı, elleçlenen konteyner miktarı, RO-RO kapasitesi, toplam liman alanı, toplam rıhtım uzunluğu ve rıhtım derinliği ölçüt olarak dikkate alınmıştır. Bulgular, elleçlenen konteyner miktarının diğer ölçütlere göre daha önemli; en iyi performansı gösteren limanın ise Mersin limanı olduğunu göstermiştir.

Diğer taşıma sistemlerine göre nispeten daha az çalışmaya konu olan boru hattı taşımacılığına yönelik yapmış oldukları çalışmada Cengiz Toklu ve Doğan (2022), petrol taşımacılığında en uygun taşıma modunu belirlemek için bulanık AHP ve ağırlıklı bulanık aksiyomatik tasarım yöntemini kullanmışlardır. Analizlerde taşıma maliyeti, kaza riski, ulaştırma hızı, kapasite, esneklik, hizmet alanı ve hasar maliyeti değerlendirme ölçütleri dikkate alınmıştır. Elde edilen bulgular, petrol ürünlerinin taşınmasında en uygun taşıma sisteminin denizyolu olduğunu göstermiştir.

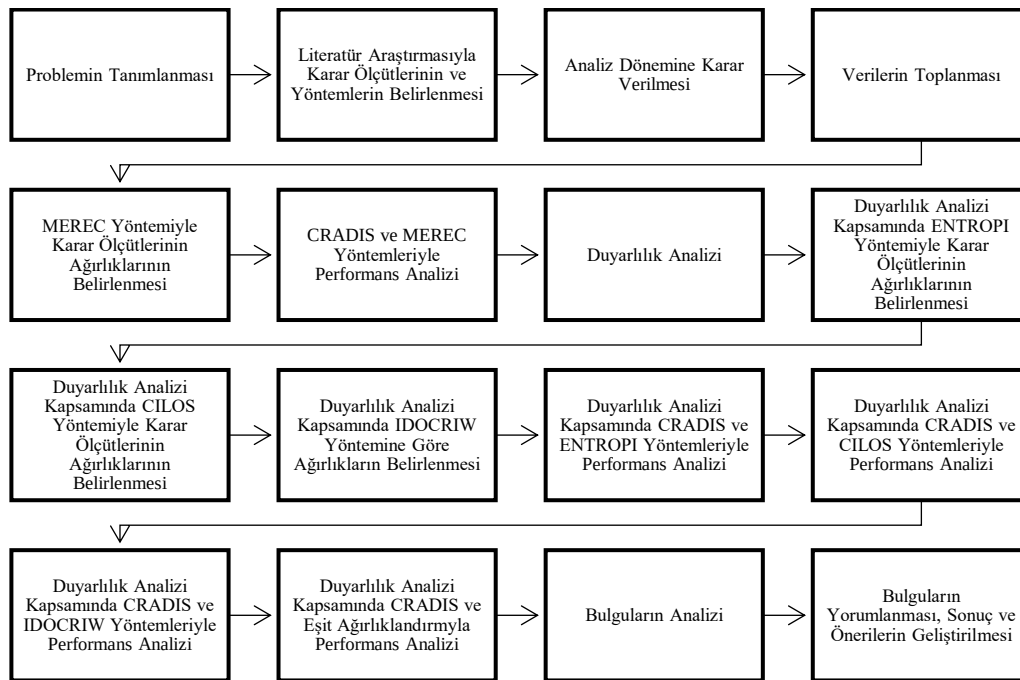
Lojistik ve taşımacılık sektörlerinin performansını ölçmeye yönelik olarak yapılan çalışmalardan birinde Görçün (2019), Orta Asya Türk Cumhuriyetlerinin lojistik ve taşımacılık performanslarını ENTROPI ve EATWOS yöntemlerini kullanarak ölçmüştür. Analizlerde işgücü, karayolu ağı, karayolu filosu, demiryolu ağı, demiryolu filosu, vagon sayısı, gemi sayısı, lojistik terminal, lojistik yatırımlar ve ithalat girdi; GSMH, milli gelir, ihracat, taşınan yük miktarı, yıllık elleçlenen yük miktarı (TEU ve Ton) ve yıllık büyüme oranı ise çıktı olarak dikkate alınmıştır. Aydın ve Atak (2020), İstanbul-Hollanda arasında yük taşımacılığında maliyet, zaman, güvenilirlik ve haftalık sefer frekansı ölçütlerini dikkate alarak

demiryolu, karayolu, denizyolu ve havayolu taşıma modlarının arasında en uygun taşıma modunu seçmek için PFN ve EDAS yöntemlerini kullanmışlardır. Analizler sonucunda denizyolu taşımacılığının belirlenen amaç için en uygun taşıma modu olduğu tespit edilmiştir. Petrovic, Jovanovic, Petrovic, Nikolic ve Pavlovic (2022), Sırbistan'ın 2021 yılı yük taşımacılık sistemlerinin operasyonel performansını değerlendirmek amacıyla AHP yöntemini kullanmışlardır. Yük taşımacılığında demiryolu, karayolu, denizyolu ve havayolu taşıma modları değerlendirilmiştir. Çalışmada taşıma kapasitesi, çalışan sayısı, tüketilen yakıt miktarı, taşınan mal miktarı ve gidilen yol miktarı değerlendirme ölçütleri olarak kullanılmıştır. Ulaşılan bulgulara göre en iyi performansı gösteren taşıma modu demiryolu olarak tespit edilmiştir.

5.Yöntem, Kullanılan Veriler, Analizler ve Bulgular

Çalışmanın bu kısmında Türkiye'deki taşımacılık sektörünün 2004-2021 yılları arasındaki performansını değerlendirmek için yararlanılan MEREC, CRADIS yöntemlerine ve duyarlılık analizinde kullanılan IDOCRIW yöntemine ilişkin açıklamalara yer verilmiştir. Analizlerde literatürden hareketle belirlenen 16 ölçüt kullanılmıştır. Bu ölçütlerin ağırlıklarının belirlenebilmesi için literatürdeki diğer objektif ağırlıklandırma tekniklerine nazaran daha yeni bir teknik olan MEREC kullanılmış; bu yolla hesaplanan ölçüt ağırlıkları, yine literatürdeki ÇKKV yöntemleriyle karşılaştırıldığında oldukça yeni sayılabilecek ve henüz çok yaygın kullanıma sahip olmayan CRADIS yöntemine aktararak analiz dönemi boyunca taşımacılık sektörünün performansı ölçülmüştür. Çalışmada ayrıca MEREC ve CRADIS yöntemleriyle ulaşılan sonuçlara yönelik bir duyarlılık analizi de yapılmıştır. Ulaşılan sonuçlar üzerinde ölçüt ağırlıklarının etkisini gözlemleyebilmek için MEREC gibi objektif ağırlıklandırma tekniklerinden biri olan IDOCRIW yöntemi kullanılmıştır. IDOCRIW yöntemi, ölçüt ağırlıklarının ilk olarak ENTROPI sonrasında CILOS yöntemleri kullanılarak hesaplanmasını, bu yöntemlerle hesaplanan ağırlıkların bütünleştirilmesini gerektirmektedir. Duyarlılık analizi kapsamında MEREC ve CRADIS yöntemlerinin birlikte kullanımı yoluyla ulaşılan sonuçlar, “ENTROPI ve CRADIS”, “CILOS ve CRADIS”, “IDOCRIW ve CRADIS” yöntemlerinin birlikte kullanımıyla ulaşılan sonuçlarla karşılaştırılmıştır. Ayrıca ağırlıklandırma işleminin etkisini daha net görebilmek için ölçütler bir kez de eşit öneme sahip olacak şekilde ağırlıklandırılarak CRADIS yönteminde kullanılmıştır. Çalışmada nasıl bir yol izlendiğinin daha net anlaşılabilmesi için aşağıda Grafik 1’de bir akış diyagramı vasıtasıyla süreç görselleştirilmiştir.

Grafik 1: Çalışmada İzlenen Yol



Daha önce de ifade edildiği üzere bu çalışmada kullanılan yöntemler, diğer ÇKKV yöntemlerine nazaran yeni olmaları ve henüz uygulamalarda fazlaca kullanılmamaları nedeniyle tercih edilmişlerdir. Bu yöntemlere ilişkin açıklamalara takip eden kısımda yer verilmiştir.

5.1.MEREC Yöntemi

İngilizcesi **ME**thod Based on the **RE**moval **E**ffects of **C**riteria olan ve MEREC şeklinde kısaltılan yöntem 2021 yılında Keshavarz-Ghorabae vd. tarafından geliştirilmiştir. Yöntem, sonlu sayıda değerlendirme ölçütü barındıran bir karar verme probleminde değerlendirme ölçütlerin ağırlıklarının objektif olarak belirlenebilmesi için önerilmiştir. Yöntemde ölçüt ağırlıkları, her bir ölçütün alternatiflerin performansları üzerindeki kaldırma etkisi dikkate alınarak hesaplanmaktadır. Diğer bir ifadeyle, bir ölçütün ağırlığı hesaplanırken o ölçüt devre dışı bırakılarak toplam ölçüt ağırlığındaki meydana gelecek değişiklik incelenmektedir. Bu yolla karşılaştırılan alternatiflerin performansları üzerinde yüksek etkiye sahip olan ölçütlere daha yüksek ağırlıklar atamaktadır. Bu bakımdan MEREC yöntemi, literatürde yaygın olarak kullanılan ENTROPI, CRITIC, SD ve CILOS gibi yöntemlerden farklılaşmaktadır. MEREC yönteminin aşamaları aşağıda adım adım gösterilmiştir (Keshavarz-Ghorabae, Amiri, Zavadskas, Turskis, ve Antucheviciene, 2021, s. 7-9).

1.Adım: n tane alternatiften, m adet ölçütten oluşan; i ile alternatiflerin j ile ölçütlerin temsil edildiği; x_{ij} 'nin j 'inci ölçüte göre i 'inci alternatifin değerini gösterdiği bir karar probleminde ilk adım olarak Eşitlik (1)'de X ile gösterilen karar matrisi oluşturulur.

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1m} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2m} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{n1} & x_{n2} & \dots & x_{nm} \end{bmatrix} \quad i = 1, 2, \dots, n \text{ ve } j = 1, 2, \dots, m \quad (1)$$

Burada dikkate edilmesi gereken husus, X karar matrisinin elemanlarının pozitif olma zorunluluğudur; yani, $x_{ij} > 0$ olmalıdır. X karar matrisinde negatif olan değerler varsa bu değerler, uygun yöntemler kullanılarak pozitif değerlere dönüştürülmelidir.

2.Adım: Pek çok ÇKKV yönteminde olduğu gibi MEREC yönteminin ikinci adımında da normalizasyon işlemleri gerçekleştirilir. Bu çerçevede Eşitlik (2) kullanılarak normalize edilmiş değerler (n_{ij}^x) hesaplanır. Eşitlik (2)'de F fayda yönlü ölçütleri, M ise maliyet yönlü ölçütleri göstermektedir.

$$n_{ij}^x = \begin{cases} \frac{\min_k x_{kj}}{x_{ij}}, & j \in F \\ \frac{x_{ij}}{\max_k x_{kj}}, & j \in M \end{cases} \quad (2)$$

3.Adım: Bu aşamada Eşitlik (3) kullanılarak alternatiflerin genel performans değerleri; yani, S_i değerleri hesaplanır. Alternatiflerin genel performans değerlerinin hesaplanabilmesi için eşit ölçüt ağırlıklarına sahip logaritmik ölçütten yararlanılmaktadır.

$$S_i = \ln \left(1 + \left(\frac{1}{m} \sum_j |\ln(n_{ij}^x)| \right) \right) \quad (3)$$

4.Adım: Alternatiflerin genel performans değerleri hesaplandıktan sonra her bir ölçütün değerinin çıkarılmasıyla alternatiflerin performans değerlerindeki değişimi ifade eden S'_{ij} değerleri hesaplanır. Bu adımda bir önceki adımda olduğu gibi logaritmik ölçüt kullanılmaktadır. Bu adım ile bir önceki adım arasındaki temel fark, alternatiflerin performanslarının her bir ölçütün ayrı ayrı çıkarılmasına dayalı olarak hesaplanmasıdır. S'_{ij} değerlerinin hesaplanması için Eşitlik (4) kullanılmaktadır.

$$S'_{ij} = \ln \left(1 + \left(\frac{1}{m} \sum_{k, k \neq j} |\ln(n_{ik}^x)| \right) \right) \quad (4)$$

5.Adım: Bu aşamada Eşitlik (5)'te E_j ile gösterilen mutlak sapmaların toplamı değerleri hesaplanır. Bu eşitlikteki E_j , aynı zamanda j 'inci ölçütün çıkarılma etkisini göstermektedir.

$$E_j = \sum_i |S'_{ij} - S_i| \quad (5)$$

6.Adım: Yöntemin son aşamasında Eşitlik (6)'da w_j ile gösterilen ölçüt ağırlıkları hesaplanır.

$$w_j = \frac{E_j}{\sum_k E_k} \quad (6)$$

5.2. IDOCRIW Yöntemi

İngilizcesi The Integrated Determination of Objective **CR**iteria **W**eights olan, Türkçeye Nesnel Kriter Ağırlıklarının Bütünleşik Belirlenmesi şeklinde çevrilebilecek ve IDOCRIW olarak bilinen yöntem 2016 yılında Zavadskas ve Podvezko tarafından geliştirilmiştir. Yöntem, ENTROPI ve CILOS yöntemleriyle elde edilen ölçüt ağırlıklarını harmanlamaktadır. ENTROPI yöntemiyle belirlenmiş olan bir ölçütün ağırlığı, diğer ölçüt ağırlıklarından büyük olduğunda etki kaybı da büyük olmaktadır. Diğer taraftan CILOS yöntemiyle elde edilen söz konusu ölçütün ağırlığı ise, daha küçük olmaktadır. Zavadskas ve Podvezko IDOCRIW yöntemiyle ENTROPI ve CILOS yöntemleriyle hesaplanan ölçüt ağırlıklarının birleştirilmesi suretiyle ENTROPI ve CILOS yöntemlerinin eksik yönlerinin giderelebileceğini ifade etmişlerdir. IDOCRIW yönteminde ilk olarak ENTROPI; ardından CILOS yöntemiyle ölçüt ağırlıkları belirlenmektedir. Son olarak ise bu iki yöntemde elde edilen ağırlıklar birleştirilerek nihai ağırlıklar hesaplanmaktadır. Bu bağlamda aşağıda gösterilen aşamalardan ilk dördü ENTROPI yönteminin temel aşamaları iken; sonraki altı aşama CILOS yönteminin temel aşamalarıdır. On birinci ve son aşamada ise, ENTROPI ve CILOS yöntemleriyle hesaplanan ağırlıklar dikkate alınarak IDOCRIW yöntemine göre nihai ağırlıklar belirlenir. IDOCRIW yönteminin aşamaları aşağıda adım adım gösterilmiştir (Wang ve Lee, 2009: 8982; Cereska, Podvezko ve Zavadskas, 2016: 63-64; Podvezko, Kildiene ve Zavadskas, 2017: 499-501).

1.Aşama: Bu ilk aşamada, i ile alternatiflerin, j ile ölçütlerin temsil edildiği ve y_{ij} 'nin i 'inci alternatifin j 'inci ölçüte göre değerini gösterdiği bir karar probleminde Eşitlik (7)'de Y ile gösterilen karar matrisi oluşturulur.

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{m1} & x_{m2} & \dots & x_{mn} \end{bmatrix}, \quad i = 1, 2, \dots, m \text{ ve } j = 1, 2, \dots, n \quad (7)$$

2.Aşama: Karar matrisinin oluşturulmasını takiben Eşitlik (8)'deki formül kullanılarak Eşitlik (7)'de gösterilen karar matrisindeki her bir değer normalize edilerek normalize edilmiş değerler; yani, p_{ij} değerleri hesaplanır ve Eşitlik (9)'da P ile gösterilen normalize karar matrisi tesis edilir.

$$p_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^m x_{ij}}, \quad i = 1, 2, \dots, m \text{ ve } j = 1, 2, \dots, n \quad (8)$$

$$P = \begin{bmatrix} p_{11} & p_{12} & \dots & p_{1n} \\ p_{21} & p_{22} & \dots & p_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ p_{m1} & p_{m2} & \dots & p_{mn} \end{bmatrix}, \quad i = 1, 2, \dots, m \text{ ve } j = 1, 2, \dots, n \quad (9)$$

3.Aşama: Normalize karar matrisi tesis edildikten sonra Eşitlik (10) kullanılarak her bir ölçüt için entropi değerleri; yani, e_j değerleri hesaplanır. Burada $0 \leq e_j \leq 1$ 'dir.

$$e_j = -\frac{1}{\ln(m)} \sum_{i=1}^n p_{ij} \cdot \ln(p_{ij}), \quad i = 1, 2, \dots, m \text{ ve } j = 1, 2, \dots, n \quad (10)$$

4.Aşama: Entropi değerlerinin hesaplanmasından sonra Eşitlik (11) yardımıyla her bir ölçütün ağırlığı (v_j) hesaplanır. Burada ölçüt ağırlıkları toplamının 1'e eşit; yani, $\sum_{j=1}^n v_j = 1$ olması gerektiğine dikkat edilmelidir.

$$v_j = \frac{1 - e_j}{\sum_{j=1}^n (1 - e_j)}, \quad j = 1, 2, \dots, m \text{ ve } j = 1, 2, \dots, n \quad (11)$$

5.Aşama: i ile alternatiflerin, j ile ölçütlerin temsil edildiği; s adet maliyet, $n-s$ adet fayda yönlü ölçütün olduğu ve r_{ij} 'nin i 'inci alternatifin j 'inci ölçüte göre değerini gösterdiği bir karar probleminde daha önce Eşitlik (7)'de gösterilmiş olan karar matrisi dikkate alınarak ilk olarak Eşitlik (12) yardımıyla maliyet yönlü ölçütler fayda yönlü ölçütlere dönüştürülür. Fayda yönlü ölçütler için ise herhangi bir işlem yapılmaz. Ardından dönüşüme uğramış ve uğramamış tüm değerlerden oluşan ve Eşitlik (13)'te R ile gösterilen dönüştürülmüş matris tesis edilir.

$$r_{ij} = \begin{cases} \frac{\min_i x_{ij}}{x_{ij}}, & i = 1, 2, \dots, m \text{ ve } j = 1, 2, \dots, s \\ x_{ij}, & i = 1, 2, \dots, m \text{ ve } j = s + 1, s + 2, \dots, n \end{cases} \quad (12)$$

$$R = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{m1} & r_{m2} & \dots & r_{mn} \end{bmatrix} \quad i = 1, 2, \dots, m \text{ ve } j = 1, 2, \dots, s + 1, s + 2, \dots, n \quad (13)$$

6.Aşama: Dönüştürülmüş matris oluşturulduktan sonra Eşitlik (14) kullanılarak normalizasyon işlemleri gerçekleştirilir. Eşitlik (14)'teki z_{ij} , j 'inci ölçüte göre i 'inci alternatifin normalize edilmiş değerini ifade etmektedir. Normalize edilmiş değerler hesaplandıktan sonra Eşitlik (15)'te Z ile gösterilen normalize karar matrisi tesis edilir.

$$z_{ij} = \frac{r_{ij}}{\sum_{i=1}^m r_{ij}}, \quad i = 1, 2, \dots, n \text{ ve } j = 1, 2, \dots, m \quad (14)$$

$$Z = \begin{bmatrix} z_{11} & z_{12} & \dots & z_{1n} \\ z_{21} & z_{22} & \dots & z_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ z_{m1} & z_{m2} & \dots & z_{mn} \end{bmatrix} \quad i = 1, 2, \dots, m \text{ ve } j = 1, 2, \dots, n \quad (15)$$

7.Aşama: Normalizasyon işleminin ardından kare matris oluşturulur. Kare matrisin oluşturulabilmesi için öncelikle Eşitlik (16) kullanılarak her bir ölçüt için en büyük değer belirlenir.

$$z_j = \max_i z_{ij} = z_{k_j j} \quad (16)$$

Burada k_j , j . sütundaki en büyük değer bulunduğ satırı göstermektedir. Normalize edilmiş karar matrisinde (Z) her bir sütun için en büyük değerleri gösteren k_j satırları belirlenir. $A = \|a_{ij}\|$ kare matris, $a_{ii} = z_i$ ve $a_{ij} = z_{k_j j}$ olmak üzere kare matrisinin köşegenlerinde en büyük değerler yer almaktadır. A matrisinin i 'inci satırı, Z matrisinin k_i satırını oluşturmaktadır. Burada A matrisinin ve Z matrisinin bazı satırlarının aynı olma ihtimali vardır.

8.Aşama: Kare matrisi oluşturulduktan sonra Eşitlik (17) kullanılarak göreceli kayıp matrisi P 'nin elemanları hesaplanır.

$$p_{ij} = \frac{a_{ii} - a_{ij}}{a_{ii}} \quad (17)$$

Burada a_{ii} , kare matrisi A 'nın köşegen elemanlarını göstermektedir. P matrisinin köşegen elemanları p_{ii} değerleri sıfır ($p_{ii} = 0$) olacaktır.

9.Aşama: Eşitlik (18) kullanılarak sistem matrisi (F) oluşturulur.

$$F = \begin{bmatrix} -\sum_{i=1}^n p_{i1} & p_{12} & \dots & p_{1n} \\ p_{21} & -\sum_{i=1}^n p_{i2} & \dots & p_{2n} \\ \vdots & \dots & \ddots & \vdots \\ p_{n1} & p_{n2} & \dots & -\sum_{i=1}^n p_{in} \end{bmatrix} \quad (18)$$

F matrisinin köşegen elemanları, P matrisinin ilgili sütununun toplamalarının -1 ile çarpılmasıyla elde edilmektedir. Diğer elemanlar ise P matrisinin aynı elemanlarından oluşmaktadır.

10.Aşama: Son aşamada Eşitlik (19) yardımıyla doğrusal denklem sistemi çözülerek ölçütlerin ağırlık değerleri (q_j) hesaplanır. Burada q^T vektörünün çözüm değerleri ölçüt ağırlıkları q_j değerlerini vermektedir.

$$Fq^T = 0 \quad (19)$$

11.Aşama: Son aşamada, ENTROPI yönteminin ölçüt ağırlıkları (v_j) ve CILOS yönteminin ölçüt ağırlıkları (q_j), Eşitlik (20) yardımıyla harmonize edilerek IDOCRIW yöntemine göre ölçüt ağırlıkları; yani, ω_j değerleri hesaplanır.

$$\omega_j = \frac{v_j \cdot q_j}{\sum_{j=1}^d v_j \cdot q_j}, \quad i = 1, 2, \dots, m \text{ ve } j = 1, 2, \dots, n \quad (20)$$

5.3. CRADIS Yöntemi

İngilizcesi “Compromise Ranking of Alternatives from Distance to Ideal Solution” olan, Türkçeye “İdeal Çözüme Uzaklığa Göre Alternatiflerin Uzlaşık Sıralaması” şeklinde çevrilebilecek ve CRADIS şeklinde kısaltılan bu yöntem, alternatiflerin ideal ve ideal olmayan çözümden sapmalarını belirlemek

için Puska, Stevic ve Pamucar (2022) tarafından geliştirilen bir ÇKKV tekniğidir. ARAS, MARCOS ve TOPSIS yöntemlerinin bir kombinasyonu olan CRADIS söz konusu yöntemlerin avantajlı yönlerini ortaya çıkarmak için geliştirilmiştir. CRADIS yönteminin temelinde ideal ve ideal olmayan çözümlerden uzaklıklarına göre uzlaşık çözümün elde edilmesi yaklaşımı yatmaktadır. Yöntemin temel aşamaları aşağıda gösterilmiştir (Puska ve ark., 2022, s. 11204-11205; Aytekin, 2022, s. 409-411):

1.Adım: g tane alternatiften, h adet ölçütten oluşan; i ile alternatiflerin j ile ölçütlerin temsil edildiği; w adet maliyet, $h-w$ adet fayda özelliğine sahip ölçütün olduğu; t_{ij} 'nin j 'inci ölçüte göre i 'inci alternatifin değerini gösterdiği bir karar probleminde CRADIS yöntemi kapsamında birinci aşamada Eşitlik (21) ile gösterilen T karar matrisi oluşturulur.

$$T = \begin{bmatrix} t_{11} & t_{12} & \dots & t_{1h} \\ t_{21} & t_{22} & \dots & t_{2h} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ t_{g1} & t_{g2} & \dots & t_{gh} \end{bmatrix} \quad i = 1, 2, \dots, g \text{ ve } j = 1, 2, \dots, w, w+1, \dots, h \quad (21)$$

2.Adım: T karar matrisi tesis edildikten sonra bu aşamada, fayda yönlü ölçütler için Eşitlik (22), maliyet yönlü ölçütler için Eşitlik (24) yardımıyla normalize edilmiş değerler; yani, $\bar{t}_{ij}$ değerleri hesaplanır. Eşitlik (22)'deki $\max t_j$, alternatiflerin j 'inci ölçütten aldığı değerler arasından en büyüğü iken; Eşitlik (23)'teki $\min t_j$, alternatiflerin j 'inci ölçütten aldığı değerler arasından en küçüğüdür. Bu işlemlerin ardından Eşitlik (24)'te $\bar{T}$ ile gösterilen normalize edilmiş karar matrisi oluşturulur.

$$\bar{t}_{ij} = \frac{t_{ij}}{\max t_j}, \quad i = 1, 2, \dots, g \text{ ve } j = w+1, w+2, \dots, h \quad (22)$$

$$\bar{t}_{ij} = \frac{\min t_j}{t_{ij}}, \quad i = 1, 2, \dots, g \text{ ve } j = 1, 2, \dots, w \quad (23)$$

$$\bar{T} = [\bar{t}_{ij}], \quad i = 1, 2, \dots, g \text{ ve } j = 1, 2, \dots, w, w+1, \dots, h \quad (24)$$

3.Adım: Normalize karar matrisi tesis edildikten sonra Eşitlik (25) kullanılarak ağırlıklandırılmış normalize değerler; yani, $\bar{\bar{t}}_{ij}$ değerleri hesaplanır. Eşitlik (25)'teki $\bar{v}_j$, j 'inci ölçütlerin ağırlığını göstermekte olup; $\sum_{j=1}^w \bar{v}_j = 1$ 'dir. Ağırlıklı normalize edilmiş değerler hesaplandıktan sonra Eşitlik (26)'da $\bar{\bar{T}}$ ile gösterilen ağırlıklı normalize karar matrisi oluşturulur.

$$\bar{\bar{t}}_{ij} = \bar{t}_{ij} \cdot \bar{v}_j, \quad i = 1, 2, \dots, g \text{ ve } j = 1, 2, \dots, w, w+1, \dots, h \quad (25)$$

$$\bar{\bar{T}} = [\bar{\bar{t}}_{ij}], \quad i = 1, 2, \dots, g \text{ ve } j = 1, 2, \dots, w, w+1, \dots, h \quad (26)$$

4.Adım: Bu aşamada ağırlıklı normalize karar matrisi dikkate alınarak her bir ölçüt için ideal (t_j^*) ve anti-ideal çözüm (t_j^{**}) vektörleri belirlenir. İdeal çözümler değerleri için Eşitlik (27), anti-ideal çözüm değerleri için Eşitlik (28) kullanılır.

$$t_j^* = \max \bar{\bar{t}}_{ij} \quad (27)$$

$$t_j^{**} = \min \bar{\bar{t}}_{ij} \quad (28)$$

5.Adım: İdeal çözümden sapmalar (d^+) ve anti-ideal çözümden (d^-); sırasıyla, Eşitlik (29) ve Eşitlik (30) yardımıyla hesaplanır.

$$d^+ = t_i - v_{ij} \quad (29)$$

$$d^- = v_{ij} - t_{ai} \quad (30)$$

6.Adım: Alternatiflerin ideal çözümden sapma dereceleri (s_i^+) Eşitlik (31) ve anti-ideal çözümlerden sapma dereceleri (s_i^-) Eşitlik (32) yardımıyla hesaplanır.

$$s_i^+ = \sum_{j=1}^h d^+ \quad (31)$$

$$s_i^- = \sum_{j=1}^h d^- \quad (32)$$

7.Adım: Alternatiflerin sapma dereceleri dikkate alınarak Eşitlik (33) ile s_o^+ ve Eşitlik (34) ile s_o^- olmak üzere iki optimal alternatif belirlenir.

$$s_o^+ = \min_i s_i^+ \quad (33)$$

$$s_o^- = \max_i s_i^- \quad (34)$$

8.Adım: Her bir alternatif için optimal alternatiften sapmalar kullanılarak fayda fonksiyonu Eşitlik (35) ve Eşitlik (36) yardımıyla hesaplanır.

$$K_i^+ = \frac{s_o^+}{s_i^+} \quad (35)$$

$$K_i^- = \frac{s_i^-}{s_o^-} \quad (36)$$

Burada s_o^+ , ideal çözümden en küçük mesafeye sahip optimal alternatifi göstermektedir. s_o^- ise anti-ideal çözümden en büyük mesafeye sahip optimal alternatifi göstermektedir.

9.Adım: Son adımda fayda fonksiyonundan hareketle her bir alternatif için Eşitlik (37)'de Q_i ile gösterilen fayda değeri hesaplanır. Burada en yüksek Q_i değerine sahip alternatif en iyi alternatif olarak belirlenir.

$$Q_i = \frac{K_i^+ + K_i^-}{2} \quad (37)$$

5.4.Kullanılan Veriler ve Verilerin Toplanması

Bu çalışmada Türkiye'deki taşımacılık sektörünün 2004-2021 yılları arasındaki performansını değerlendirmek için toplam 16 ölçüt kullanılmıştır. Kullanılan ölçütler taşımacılık sektörünün ve taşıma sistemlerinin performanslarının değerlendirilmesi amacıyla yapılmış çalışmalardan hareketle belirlenmiştir. Söz konusu karar ölçütleri sırasıyla; “C₁: Toplam Yük Miktarı (Ton)” ; “C₂: Toplam Yolcu Sayısı (yolcu)” ; “C₃: Taşınan Ham Petrol Miktarı (ton-kilometre) (Bin)” ; “C₄: Petrol Boru Hattı Uzunluğu (km)” ; “C₅: Doğalgaz Boru Hattı Uzunluğu (km)” ; “C₆: Taşınan Doğalgaz Miktarı (milyon scm)” ; “C₇: Demiryolları Hat Uzunluğu (km)” ; “C₈: Demiryollarında Taşınan Yolcu Sayısı (Bin)” ; “C₉: Demiryollarında Taşınan Yük Miktarı (Bin ton)” ; “C₁₀: Karayolları Toplam Uzunluğu (km)” ; “C₁₁: Karayollarında Toplam Taşıt Seyri (taşıt-km) (milyon)” ; “C₁₂: Karayollarında Taşınan Toplam Yolcu Sayısı (yolcu-km) (milyon)” ; “C₁₃: Karayollarında Taşınan Toplam Yük Miktarı (ton-km) (milyon)” ; “C₁₄: Havayollarında Taşınan Toplam Yolcu Sayısı (yolcu)” ; “C₁₅: Havayollarında Taşınan Toplam Yük Miktarı (ton)” ve “C₁₆: Havayollarında Toplam Uçak Trafiki (birim)” şeklindedir. Çalışmada bu karar ölçütleri kullanılarak 2004-2021 yılları arasında Türkiye'deki taşımacılık sektörünün performansı ölçülmüştür. Bir diğer ifadeyle, çalışmada 16 karar ölçütüne karşılık 18 karar birimi mevcuttur. Her bir karar ölçütünün ilgili yıllardaki değerlerine Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) aracılığıyla ulaşılmıştır. Tüm veriler ikincil veri niteliğinde olduğundan çalışma kapsamında herhangi bir etik kurul kararına da gerek bulunmamaktadır. MEREC, IDOCRIW ve CRADIS yöntemlerinde analizlerin başlangıç noktası olan karar matrisi; yani, karar birimlerinin yıl yıl karar ölçütlerinden almış olduğu değerler Tablo 1’de gösterilmiştir. Bu ölçütlerin tamamı, fayda yönlü olarak kabul edilmiş ve analizler bu doğrultuda gerçekleştirilmiştir.

Tablo 1: Analizlerde Kullanılan Veriler (Başlangıç Karar Matrisi)

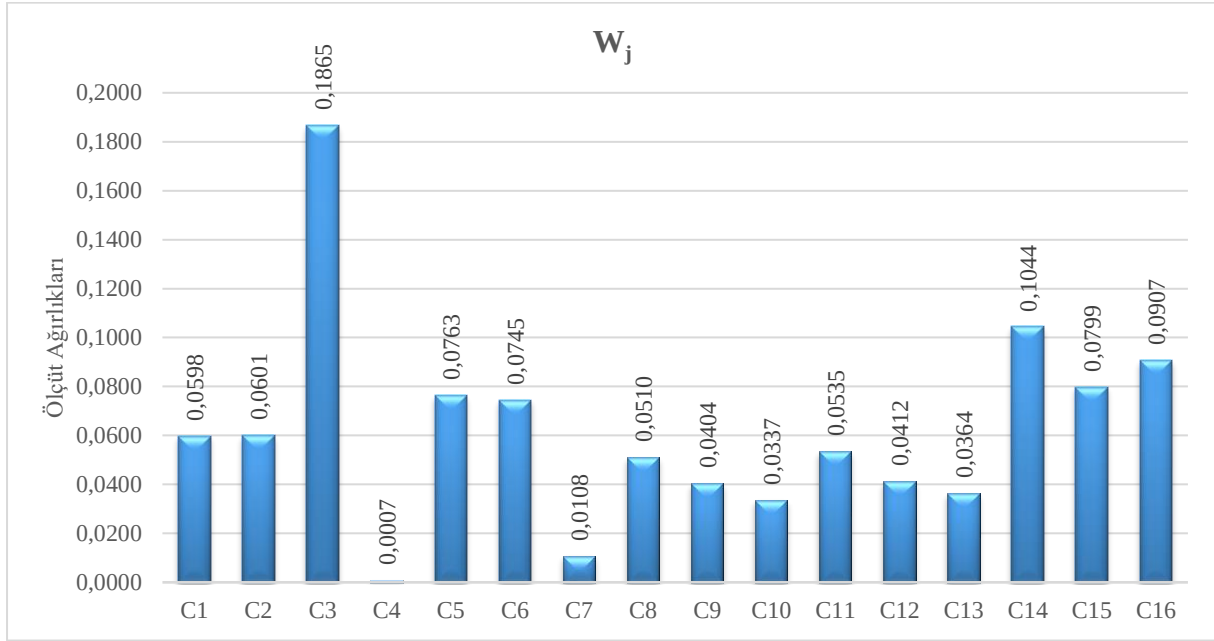
Yıllar	Denizyolu Taşımacılığına İlişkin Ölçütler		Boru Hattı Taşımacılığına İlişkin Ölçütler				Demiryolu Taşımacılığına İlişkin Ölçütler				Karayolu Taşımacılığına İlişkin Ölçütler				Havayolu Taşımacılığına İlişkin Ölçütler			
	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇	C ₈	C ₉	C ₁₀	C ₁₁	C ₁₂	C ₁₃	C ₁₄	C ₁₅	C ₁₆		
2004	213.105.438	113.461.358	12.330.252	3.065	6.323	22.164	8.697	76.756	17.989	349.215	57.767	174.312	156.853	45.034.589	1.123.108	448.721		
2005	213.025.594	123.418.793	6.215.264	3.065	8.041	27.027	8.697	76.306	19.195	349.238	61.129	182.152	166.831	55.545.473	1.249.555	551.672		
2006	248.124.427	136.364.868	6.043.959	3.065	8.579	30.430	8.697	77.414	20.185	349.304	64.577	187.593	177.399	61.684.203	1.346.989	630.669		
2007	291.573.631	151.193.329	13.706.185	3.065	10.151	36.141	8.697	81.260	21.404	350.708	69.609	209.115	181.330	70.352.867	1.546.025	688.568		
2008	314.604.651	153.251.011	36.393.506	3.065	11.483	38.068	8.699	79.187	23.491	351.958	69.771	206.098	181.935	79.438.289	1.644.014	741.765		
2009	309.436.706	160.678.564	45.105.602	3.065	11.685	36.976	9.080	80.092	21.813	362.660	72.432	212.464	176.455	85.508.508	1.726.345	788.469		
2010	348.635.867	156.891.201	39.578.155	3.038	11.906	39.091	9.594	84.173	24.355	367.263	80.124	226.913	190.365	102.800.392	2.021.076	919.411		
2011	363.346.723	159.158.193	44.703.586	3.038	12.528	45.365	9.642	121.190	25.421	370.276	85.495	242.265	203.072	117.620.469	2.249.474	1.042.369		
2012	387.426.232	161.175.302	37.432.588	3.038	12.603	47.102	9.642	120.646	25.666	385.748	93.989	258.874	216.123	130.351.620	2.249.133	1.093.047		
2013	384.930.758	166.686.050	26.755.798	3.053	12.605	46.830	9.718	107.646	26.597	388.783	99.431	268.178	224.048	149.430.421	2.595.316	1.223.795		
2014	383.120.619	162.840.302	17.106.089	3.053	12.874	50.554	10.087	153.600	28.747	236.794	102.988	276.073	234.492	165.720.234	2.893.000	1.345.954		
2015	416.036.695	165.612.066	52.514.452	3.053	13.276	50.149	10.131	182.759	25.878	238.899	113.274	290.734	244.329	181.074.531	3.072.831	1.456.673		
2016	430.201.162	148.728.429	52.683.128	3.053	13.756	48.410	10.131	176.631	25.886	242.590	119.671	300.852	253.139	173.743.537	3.076.914	1.452.995		
2017	471.173.896	137.502.176	52.095.254	3.053	14.666	55.975	10.207	182.790	28.469	247.514	127.997	314.734	262.739	193.045.343	3.481.211	1.500.457		
2018	460.153.560	139.770.103	38.650.450	3.060	15.860	51.138	10.315	185.010	31.673	247.553	131.625	329.363	266.502	210.498.164	3.855.231	1.544.169		
2019	484.168.412	150.613.112	54.379.194	3.060	16.784	47.320	10.378	246.013	33.536	250.731	135.485	339.601	267.579	208.373.696	4.090.168	1.556.417		
2020	496.642.652	85.868.062	53.990.131	3.060	17.055	50.626	10.378	148.314	34.552	256.328	126.053	288.992	272.913	81.616.140	2.490.521	853.750		
2021	526.306.784	97.090.825	52.623.527	3.060	17.487	61.862	10.546	191.600	38.157	257.345	142.479	336.188	311.818	128.155.762	3.432.517	1.204.618		

Kaynak: www.tuik.gov.tr

5.5.Bulgular

Çalışmanın bu kısmında analizlerle ulaşılan bulgulara yer verilmiştir. Analizlerin sayıca fazla olması ve matrislerin oldukça yer kaplaması nedeniyle sadece ulaşılan sonuçlara grafikler yoluyla yer verilmiştir. Analizlere karar ölçütlerinin ağırlıklarının MEREC yöntemi kullanılarak belirlenmesiyle başlanmıştır. Bu kapsamda daha önce Tablo 1’de gösterilen başlangıç karar matrisinden yola çıkarak sırasıyla Eşitlik (1), (2), (3), (4), (5) ve (6) yardımıyla karar ölçütlerinin ağırlıkları hesaplanmıştır. MEREC yöntemiyle hesaplanan ağırlıklar Grafik 2’de gösterilmiştir.

Grafik 2: MEREC Yöntemine Göre Karar Ölçütlerinin Ağırlıkları



Grafik 2’den anlaşılabacağı üzere MEREC yöntemine göre tüm karar ölçütleri arasında %18,6 ile “C₃: Taşınan Ham Petrol Miktarı (ton-kilometre) (Bin)” ölçütü en yüksek ağırlığa sahip ölçüt olarak belirlenmiştir. Onu sırasıyla; “C₁₄: Havayollarında Taşınan Toplam Yolcu Sayısı (yolcu)”;

“C₁₆: Havayollarında Toplam Uçak Trafiği (birim)”;

“C₁₅: Havayollarında Taşınan Toplam Yük Miktarı (ton)”;

“C₅: Doğalgaz Boru Hattı Uzunluğu (km)”;

“C₆: Taşınan Doğalgaz Miktarı (milyon scm)”;

“C₂: Toplam Yolcu Sayısı (yolcu)”;

“C₁: Toplam Yük Miktarı (Ton)”;

“C₁₁: Karayollarında Toplam Taşıt Seyri (taşıt-km) (milyon)”;

“C₈: Demiryollarında Taşınan Yolcu Sayısı (Bin)”;

“C₁₂: Karayollarında Taşınan Toplam Yolcu Sayısı (yolcu-km) (milyon)”;

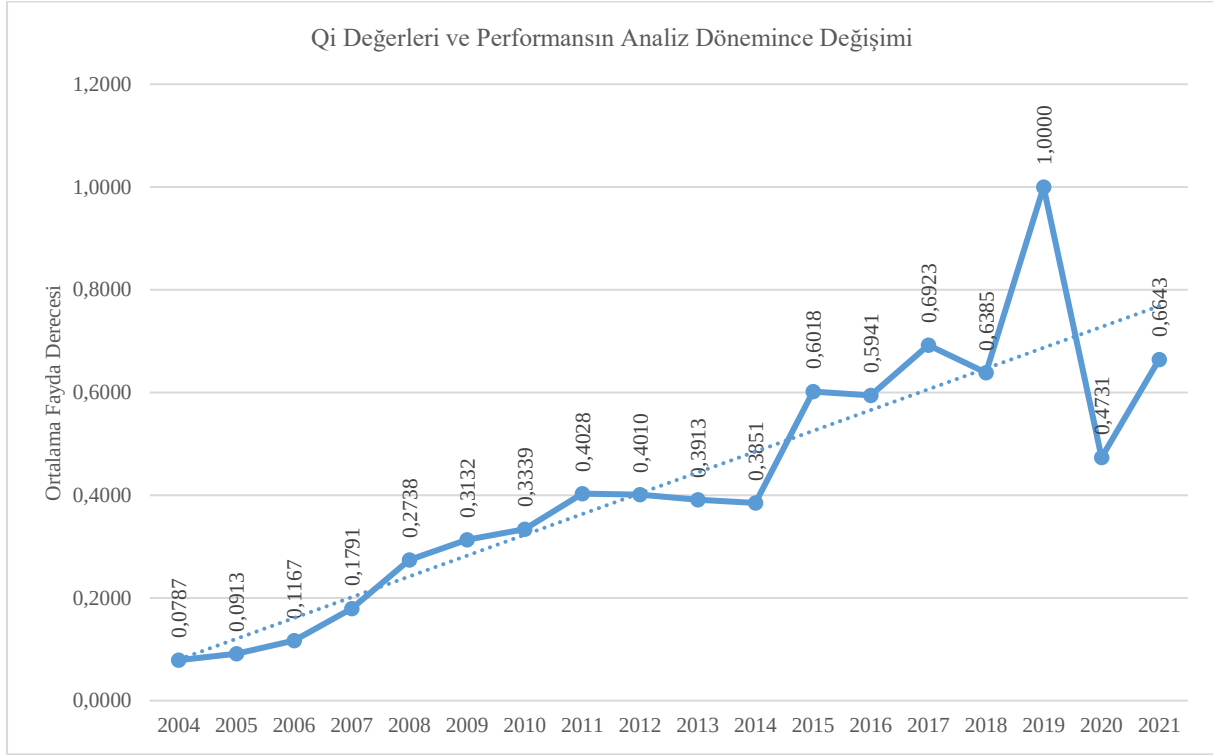
“C₉: Demiryollarında Taşınan Yük Miktarı (Bin ton)”;

“C₁₃: Karayollarında Taşınan Toplam Yük Miktarı (ton-km) (milyon)”;

“C₁₀: Karayolları Toplam Uzunluğu (km)”;

“C₇: Demiryolları Hat Uzunluğu (km)” ve “C₄: Petrol Boru Hattı Uzunluğu (km)” karar ölçütleri takip etmektedir.

MEREC yöntemiyle karar ölçütlerinin ağırlıkları hesaplandıktan sonra CRADIS yöntemi kullanılarak taşımacılık faaliyetlerinin 2004-2021 yılları arasındaki performansı sırasıyla; Eşitlik (21), (22), (23), (24), (25), (26), (27), (28), (29), (30), (31), (32), (33), (34), (35), (36) ve (37) kullanılarak ölçülmüştür. MEREC yöntemiyle hesaplanan ağırlıklar CRADIS yönteminde Eşitlik (21), (22), (23), (24) ve (25)’te kullanılmıştır. MEREC ve CRADIS yöntemlerinin birlikte kullanılması yoluyla hesaplanan 2004-2021 yılları performans skorları ve performansın yıllar itibarıyla seyri Grafik 3’te gösterilmiştir.

Grafik 3: MEREC ve CRADIS Yöntemlerinin Birlikte Kullanımıyla Elde Edilen Performans Skorları ve Performansın Seyri

Grafik 3'ten de anlaşılacağı üzere analiz döneminin başlangıcı olan 2004 yılından analiz döneminin sonu olan 2021 yılına kadar Türkiye'de taşımacılık faaliyetlerinin performansı artış eğilimi göstermiştir. Bu süre zarfında özellikle 2019 yılındaki artış ve Covid-19 salgını nedeniyle 2020 yılında meydana gelen radikal düşüş dikkat çekicidir. Bu bulgular, Türkiye'de taşımacılık faaliyetlerinin geliştirilmesine yönelik yapılan yatırımların olumlu sonuçlar verdiğini gösterdiği gibi; taşımacılık faaliyetlerinin küresel çapta yaşanan olumsuz gelişmelere karşı hassasiyetini de ortaya koymaktadır.

6. Duyarlılık Analizi

Çalışmanın bu kısmında CRADIS ve MEREC yöntemlerinin birlikte kullanımı yoluyla ulaşılan bulguların, karar ölçütlerinin ağırlıklandırılması sürecinden nasıl etkilendiğinin tespit edilebilmesi amacıyla gerçekleştirilen bir duyarlılık analizine yer verilmiştir. Bu bağlamda, MEREC yöntemi gibi nesnel ağırlıklandırma tekniklerinden biri olan IDOCRIW yöntemiyle ağırlıkların belirlenmesi, buradan elde edilen ağırlıkların CRADIS yönteminde kullanılması amaçlanmıştır. IDOCRIW yöntemi, nesnel ağırlıklandırma teknikleri olan ENTROPI ve CILOS yöntemlerinin ağırlıklarını bütünleştiren ve nihai bir ölçüt ağırlığının belirlenmesine imkân veren bir yöntemdir. Bu nedenle IDOCRIW yöntemi kullanılarak gerçekleştirilen bir ağırlıklandırma çalışması kapsamında ENTROPI ve CILOS yöntemlerine göre ayrı ayrı ağırlıklar belirlenmeli, ardından bu ağırlıklar IDOCRIW yöntemiyle harmanlanmalıdır. Bu nedenle IDOCRIW yöntemiyle karar ölçütlerinin ağırlıklarının belirlenmesi sürecinde ENTROPI, CILOS ve IDOCRIW yöntemleriyle ulaşılan farklı ağırlıklar hesaplanmıştır. Esasen bu durum, duyarlılık analizinin daha da genişlemesine, ağırlık belirleme sürecinin etkilerini daha net görebilmeye de imkân vermiştir. Duyarlılık analizi kapsamında aşağıda maddeler halinde gösterilen analizler yapılmıştır:

- ENTROPI yöntemiyle karar ölçütleri ağırlıklandırılmış, buradan elde edilen ağırlıklar CRADIS yönteminde kullanılarak analiz dönemi için taşımacılık faaliyetlerinin performansı ölçülmüştür.
- CILOS yöntemiyle karar ölçütleri ağırlıklandırılmış, buradan elde edilen ağırlıklar CRADIS yönteminde kullanılarak analiz dönemi için taşımacılık faaliyetlerinin performansı ölçülmüştür.
- ENTROPI ve CILOS yöntemleriyle hesaplanan ölçüt ağırlıkları IDOCRIW yöntemiyle harmanlanmış ve nihai ağırlığa ulaşılmıştır. Bu yolla hesaplanan ağırlıklar CRADIS yönteminde kullanılarak analiz dönemi için taşımacılık faaliyetlerinin performansı ölçülmüştür.

- Son olarak karar ölçütleri eşit olacak şekilde ağırlıklandırılmış ve bu ağırlıklar CRADIS yönteminde kullanılarak analiz dönemi için taşımacılık faaliyetlerinin performansı bir kez de bu yolla ölçülmüştür.

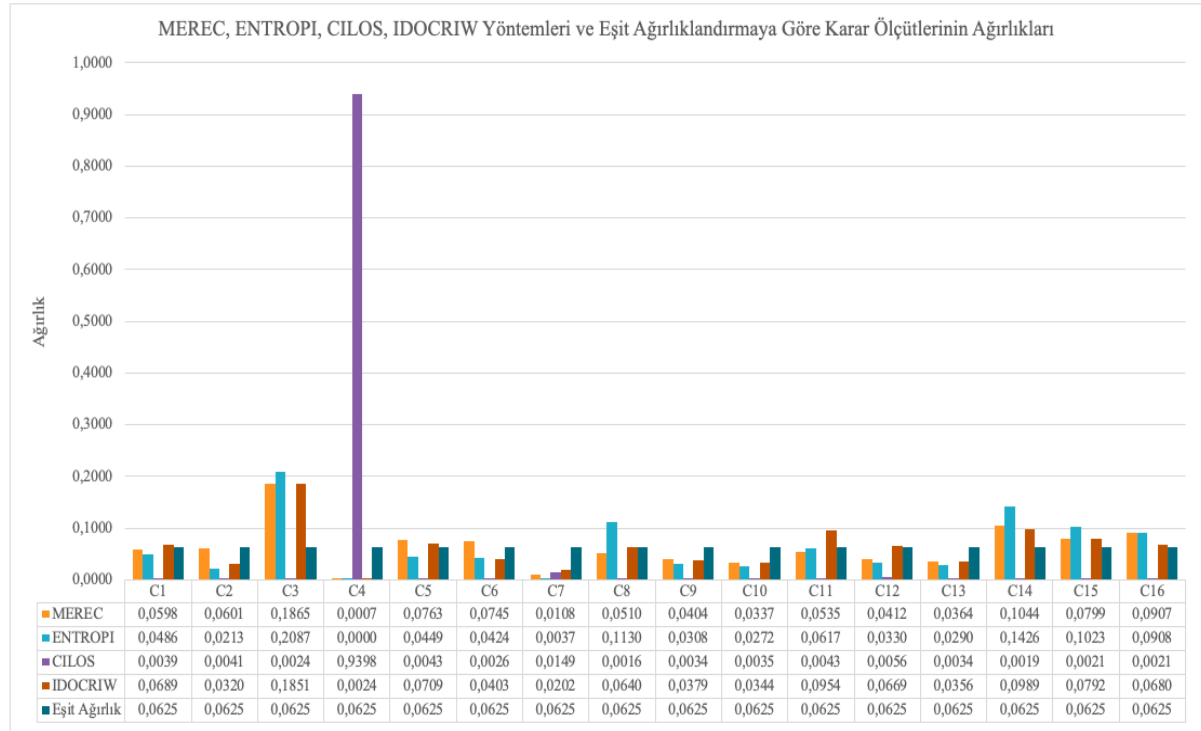
Grafik 4'te seçilen ağırlıklandırma yöntemleriyle ulaşılan ölçüt ağırlıkları karşılaştırma yapılabilmesi için bir arada gösterilmiştir. Ayrıca ölçüt ağırlıklandırma işlemi için kullanılan MEREC, ENTROPI, CILOS ve IDOCRIW yöntemleriyle elde edilen ağırlıklar arasındaki korelasyona spearman's sıra korelasyonu kullanılarak analiz edilmiş ve ulaşılan bulgular Tablo 2'de gösterilmiştir.

Tablo 2: Spearman's Sıra Korelasyonu Sonuçları

	MEREC	ENTROPI	CILOS	IDOCRIW
MEREC	1,0000	0,7500	-0,6010	0,8030
ENTROPI	0,7500	1,0000	-0,0663	0,8560
CILOS	-0,6010	-0,0663	1,0000	-0,4630
IDOCRIW	0,8030	0,8560	-0,4630	1,0000

Spearman's sıra korelasyonu ile ulaşılan bulgular, MEREC ile ENTROPI ve IDOCRIW yöntemleriyle hesaplanan ağırlıklar arasında pozitif güçlü ilişki olduğunu göstermektedir. Ayrıca, MEREC ile IDOCRIW yöntemleri kullanılarak hesaplanan ağırlıklar arasındaki ilişkinin, MEREC ile ENTROPI yöntemleri kullanılarak hesaplanan ağırlıklar arasındaki ilişkiden daha güçlü olduğu anlaşılmaktadır.

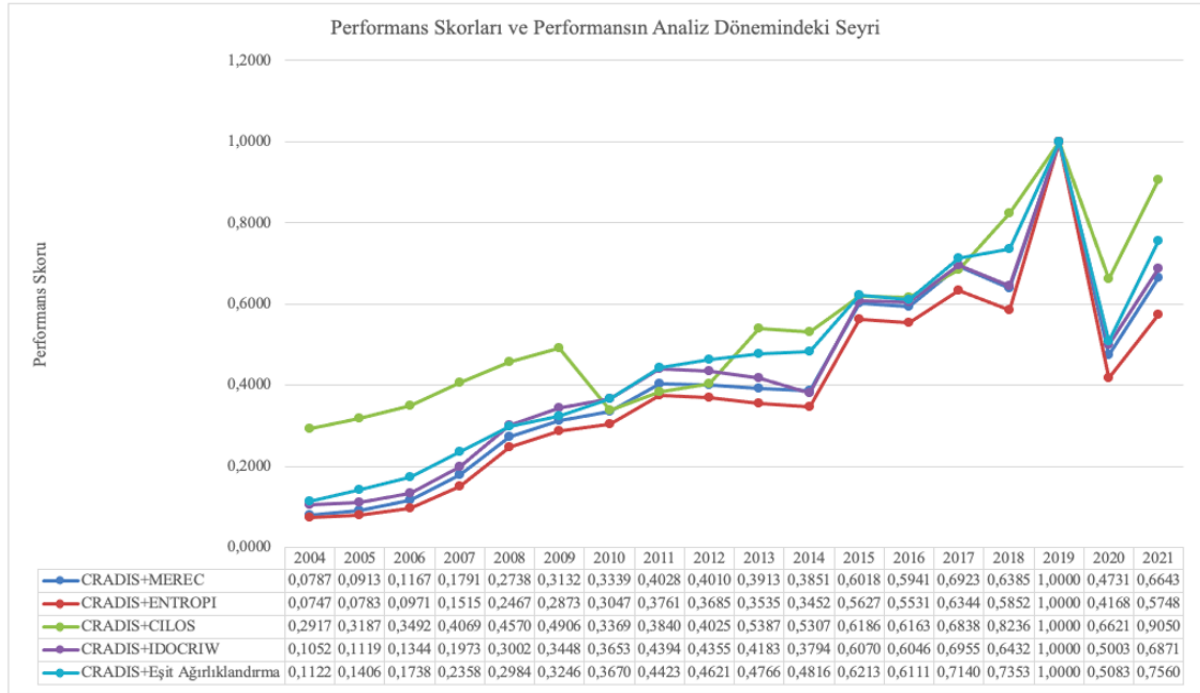
Grafik 4'te yansıtılan bulgular da spearman's sıra korelasyonun sonuçlarını destekler niteliktedir. Grafik 4'ten de anlaşılabileceği üzere, özellikle MEREC, ENTROPI ve IDOCRIW yöntemleriyle elde edilen ölçüt ağırlıkları genel olarak aynı yönde hareket etmekte ve ölçüt ağırlıkları arasındaki fark küçük oranlarda değişmektedir. Gerek MEREC gerek IDOCRIW yöntemlerine göre tüm ölçüt arasında en önemli ölçüt “C₃: Taşınan Ham Petrol Miktarı (ton-kilometre) (Bin)” ölçütü iken; diğer ölçütlerle karşılaştırıldığında görece önem ağırlığı en düşük olan ise, “C₄: Petrol Boru Hattı Uzunluğu (km)” ölçütüdür. Yine spearman's sıra korelasyonun sonuçlarına ve Grafik 4'e göre, CILOS yönteminin MEREC, ENTROPI ve IDOCRIW yöntemleriyle negatif yönlü bir ilişki içerisinde olduğu anlaşılmaktadır. Bu durum, ENTROPI yönteminin karar ölçütlerinin sahip olduğu kullanılabilir bilgiden, CILOS yönteminin ise karar ölçütleri arasındaki zıtlıklardan hareketle ölçüt ağırlıklarını belirlemesinden kaynaklanmaktadır. IDOCRIW ise, bu iki yöntemle elde edilen ağırlıkları uyumlaştıran bir yöntem olmasından dolayı her iki yönteminde dezavantajlarını tolere eden bir yöntem olarak ön plana çıkmaktadır. IDOCRIW yöntemiyle elde edilen ölçüt ağırlıklarıyla MEREC yöntemiyle elde edilen ağırlıklarının benzeşmesi de performans analizinde MEREC yönteminin kullanımının doğru bir tercih olduğuna işaret etmesi bakımından önemlidir.

Grafik 4: ENTROPI, CILOS, IDOCRIW Yöntemleri ve Eşit Ağırlıklandırmaya Göre Ölçütlerin Ağırlıkları

Duyarlılık analizi kapsamında karar ölçütlerinin ağırlıkları ENTROPI, CILOS ve IDOCRIW yöntemleriyle belirlendikten sonra, bu yöntemlerin her bir ayrı ayrı CRADIS yöntemiyle birlikte kullanılarak analiz dönemi boyunca taşımacılık faaliyetlerinin performansı ölçülmüştür. Buna ek olarak karar ölçütleri bir kez de eşit olacak şekilde ağırlıklandırılmış ve CRADIS yöntemiyle performans analizi tekrarlanmıştır. Elde edilen bulgular, karşılaştırmanın yapılabilmesi için Grafik 5'te bir arada sunulmuştur.

Grafik 5'ten anlaşılabileceği üzere; CILOS ve CRADIS yöntemlerinin birlikte kullanımı hariç, MEREC ve CRADIS, ENTROPI ve CRADIS, IDOCRIW ve CRADIS, Eşit Ağırlıklandırma ve CRADIS yöntemlerinin bir arada kullanımı yoluyla elde edilen performans skorları ve analiz döneminde taşımacılık faaliyetlerinin performansının seyri genel olarak aynı yönde gerçekleşmiştir. Genel olarak taşımacılık faaliyetlerinin performansı, 2004 yılından 2021 yılına kadarki zaman zarfında yükselmiştir. Performansın en yüksek olduğu yıl, analizlerin hepsinde geçerli olmak üzere, 2019 yılı olup; Covid-19 salgınının etkisiyle 2020 yılında radikal bir düşüş yaşanmıştır. CILOS yönteminin çözüm mantığından kaynaklı olarak CILOS ve CRADIS yöntemlerinin birlikte kullanımı yoluyla ulaşılan bulgular diğerlerinden bir nebze farklılaşmaktadır. Fakat, IDOCRIW yöntemi CILOS ve ENTROPI yöntemlerini bütünleştiren bir yöntem olduğundan CILOS ve ENTROPI yöntemlerinin dezavantajlarını tolere edebilmektedir. MEREC ve CRADIS yöntemlerinin bir arada kullanımı yoluyla elde edilen performans skorlarının ve performansın seyrinin, IDOCRIW ve CRADIS yöntemlerinin birlikte kullanımı yoluyla elde edilen performans skorlarına ve performansın seyrine benzer olması da, IDOCRIW yönteminin bu tolere edici yapısına bağlıdır.

Grafik 5. Analizlerle Ulaşılan Bulguların Karşılaştırılması



Performans ve duyarlık analiz kapsamında yapılan analizlerle elde edilen sıralamaların birbirleriyle olan ilişkilerin gücü spearman's sıra korelasyon ile analiz edilmiş ve sonuçlar Tablo 3'te gösterilmiştir. Performans analizi için kullanılan MEREC ve CRADIS yöntemleriyle elde edilen sıralamanın, IDOCRIW ve CRADIS yöntemleriyle elde edilen sıralamayla çok güçlü pozitif ilişkisi olduğu anlaşılmaktadır. Yine MEREC ve CRADIS yöntemleriyle elde edilen sıralamanın diğer tüm sıralamalarla güçlü ve pozitif yönlü ilişkisi olduğu anlaşılmaktadır. Bununla birlikte MEREC ve CRADIS yöntemleriyle elde edilen sıralamayla IDOCRIW ve CRADIS yöntemleriyle elde edilen sıralama arasındaki ilişkinin gücü diğer sıralamalara nazaran daha düşük çıkmıştır.

Tablo 3: Performans Analizine İlişkin Spearman's Sıra Korelasyonu Sonuçları

	CRADIS ve MEREC	CRADIS ve ENTROPI	CRADIS ve CILOS	CRADIS ve IDOCRI W	CRADIS ve Eşit Ağırlıklandırma
CRADIS ve MEREC	1,000	0,998	0,88	1	0,973
CRADIS ve ENTROPI	0,998	1,000	0,878	0,998	0,971
CRADIS ve CILOS	0,88	0,878	1,000	0,88	0,928
CRADIS ve IDOCRIW	1	0,998	0,88	1,000	0,973
CRADIS ve Eşit Ağırlıklandırma	0,973	0,971	0,928	0,973	1,000

MEREC ve CRADIS yöntemlerinin birlikte kullanımıyla elde edilen sıralamanın, IDOCRIW ve CRADIS yöntemlerinin birlikte kullanımı yoluyla elde edilen sıralamayla çok güçlü pozitif bir ilişkide olması, MEREC ve CRADIS yöntemlerinin birlikte kullanımı yoluyla gerçekleştirilen performans analizi sonuçlarının güvenilirliği açısından önemlidir.

7.Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada ekonomik kalkınma ve refah için önemli konulardan biri olan taşımacılık faaliyetleri konu edilmiştir. Dış ticareti desteklemesi ve kolaylaştırması, dış ticaretin adeta bel kemiğini oluşturması taşımacılık faaliyetlerini kritik bir konu haline getirmektedir. Taşımacılık faaliyetlerinin temel amacı ihtiyaç duyulan hammadde, yarı mamul, mamul, parça ya da malzemelerin ihtiyaç duyan tarafa en kısa sürede, en az maliyetle, güvenli bir şekilde taşınması yoluyla yer faydası sağlamaktır. Taşımada hız, düşük maliyet, güvenilirlik, tutarlılık ve konsolidasyon taşımacılık faaliyetlerinin temel ilkeleri olarak bilinmektedir. Bu ilkeleri yerine getirirken taşımacılık faaliyetleriyle arzu edilen amaç ve hedeflere ulaşılabilmesi, taşımacılık faaliyetlerinin ve sistemlerinin bir bütün olarak ele alınmasını, taşımacılık faaliyetlerinin etkin ve verimli bir şekilde yerine getirilmesini bir zorunluluk haline getirmektedir. Taşımacılık faaliyetlerine yönelik yapılacak sağlıklı bir planlama ise, herşeyden evvel, taşımacılık faaliyetlerinin performansının sürekli olarak takip edilmesini, ölçülmesini, performansta düşüşe neden olan faktörlerin belirlenmesini ve bunlara yönelik önleyici tedbirlerin alınmasını gerektirmektedir. Bu gereklilikten yola çıkarak, bu çalışmada Türkiye’deki taşımacılık faaliyetlerinin 2004-2021 yılları arasındaki performansını ölçmek amaçlanmıştır. Çalışmada spesifik bir taşıma sistemi üzerine odaklanmak yerine taşımacılık faaliyetleri bir bütün olarak ele alınmıştır. Bu amaç doğrultusunda literatürden hareketle taşıma sistemlerini temsil eden 16 karar ölçütü belirlenmiş, MEREC ve CRADIS yöntemleri bir arada kullanılarak 2004-2021 yılları için taşımacılık faaliyetlerinin performansı ölçülmüştür.

Elde edilen bulgular, Türkiye’de taşımacılık faaliyetlerinin performansının 2004’ten 2021 yılına doğru genel olarak bir yükseliş içerisinde olduğunu göstermiştir. Taşımacılık faaliyetlerinin performansının en yüksek olduğu yıl ise, 2019’dur. 2019 yılına kadar artan performans, Covid-19 salgınının etkisiyle 2020 yılında radikal bir şekilde düşmüştür. Covid-19 salgınının tüm dünyada üretim faaliyetlerini olumsuz yönde etkilemesi, taşımacılık faaliyetlerini menfi etkilemiştir. Taşımacılık faaliyetlerine yönelik talebin yapısı dikkate alınacak olursa bu düşüş şaşırtıcı değildir. Elde edilen bulgulara göre taşımacılık faaliyetlerinin performansı 2021 yılında tekrar yükselişe geçmiş olmasına rağmen halen 2019 yılı seviyesine ulaşamamıştır.

MEREC yöntemiyle elde edilen bulgular, taşımacılık faaliyetleri üzerinde etkili olan en önemli ölçütün “C₃: Taşınan Ham Petrol Miktarı (ton-kilometre) (Bin)” olduğunu ortaya koymuştur. Onu sırasıyla; “C₁₄: Havayollarında Taşınan Toplam Yolcu Sayısı (yolcu)”; “C₁₆: Havayollarında Toplam Uçak Trafiği (birim)”; “C₁₅: Havayollarında Taşınan Toplam Yük Miktarı (ton)”; “C₅: Doğalgaz Boru Hattı Uzunluğu (km)”; “C₆: Taşınan Doğalgaz Miktarı (milyon scm)”; “C₂: Denizyollarında Taşınan Toplam Yolcu Sayısı (yolcu)”; “C₁: Denizyollarında Taşınan Toplam Yük Miktarı (Ton)”; “C₁₁: Karayollarında Toplam Taşıt Seyri (taşıt-km) (milyon)”; “C₈: Demiryollarında Taşınan Yolcu Sayısı (Bin)”; “C₁₂: Karayollarında Taşınan Toplam Yolcu Sayısı (yolcu-km) (milyon)”; “C₉: Demiryollarında Taşınan Yük Miktarı (Bin ton)”; “C₁₃: Karayollarında Taşınan Toplam Yük Miktarı (ton-km) (milyon)”; “C₁₀: Karayolları Toplam Uzunluğu (km)”; “C₇: Demiryolları Hat Uzunluğu (km)” ve “C₄: Petrol Boru Hattı Uzunluğu (km)” karar ölçütleri takip etmektedir. Bu bulgular, Türkiye’nin uluslararası enerji stratejisinin bir parçası olan; “petrol ve doğalgaz kaynaklarının çeşitlendirilmesi, petrol ve doğalgaz tedarikinde güzergah olma, enerjide bölgesinde bir ticaret üssü haline gelebilme” hedefleri yolunda attığı adımların olumlu sonuçlar verdiğine de işaret etmektedir. MEREC yöntemiyle ulaşılan bulgular, “Havayollarında Taşınan Toplam Yolcu Sayısı”; “Havayollarında Toplam Uçak Trafiği” ve “Havayollarında Taşınan Toplam Yük Miktarı” ölçütlerinin de taşımacılık faaliyetleri üzerinde önemli etkiye sahip olduğunu göstermiştir. Buradan Türkiye’de taşımacılık faaliyetlerinin performansının 2004 yılından 2021 yılına doğru sürekli artış göstermesinde, son 20 yılda havayolu taşımacılık sektörüne yönelik yapılan yatırımların önemli rol oynadığı sonucuna varılabilir. Bu bağlamda havalimanı sayısının arttırılmasının ve bu yolla daha geniş coğrafyalara ulaşılmasının, ilave pistlerin inşası yoluyla bazı havalimanlarında kapasite artışına gidilmesinin taşımacılık faaliyetlerinin gelişimine olumlu katkı yapacağı ifade edilebilir. Elde edilen bulgular, denizyollarında taşınan yolcu sayısının ve yük miktarının

da taşımacılık faaliyetlerinin performansı açısından önemli ölçütler arasında olduğunu göstermektedir. Dünya ticaretinde denizyolu taşımacılığının payı göz önüne alındığında bu denizyolu taşımacılığının taşımacılık faaliyetleri açısından ne denli önemli olduğu anlaşılabılır. Üç tarafı denizlerle çevrili olan Türkiye’de limanların özellikle hizmet kalitesinin iyileştirilmesi, yüksek tonajlı gemilerin yanaşmasına imkân verecek rıhtımların inşası, yük bazında uzmanlaşmış limanların tasarlanması limanların rekabetçi yapısını olumlu etkileyerek denizyolu taşımacılığının gelişmesine olumlu katkı yapacaktır.

T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı verilerine göre 2003-2022 yılları arasında Türkiye’de karayollarına 995,9; havayollarına 150,6; denizyollarına 19,9 ve demiryollarına yönelik 346,6 Milyar TL yatırım yapılmıştır. Bu yatırımlar sayesinde GSYH’ya 548,5 Milyar ABD Doları, ihracata 99 Milyar ABD Doları, üretime 1.138,9 Milyar ABD Doları, vergide 27,9 Milyar ABD Doları katkı sağlanırken, yıllık ortalama 995.100 kişinin de istihdam edilmesi sağlanmıştır. Ayrıca yapılan bu yatırımlar sayesinde 2021 yılında 28 Milyar ABD Doları tasarruf edilmiştir. 2003-2022 yılları arasında yapılan bu yatırımlar neticesinde Türkiye’de 2022 yılı itibariyle otoyol ağı 3.633 km’ye; otoyol dahil bölünmüş yol ağı 28.816 km’ye; karayolu tünel sayısı 469’a; karayolu tünel uzunluğu 663 km’ye; karayolu köprü ve viyadük sayısı 9.639’a; karayolu köprü ve viyadük uzunluğu 736 km’ye; demiryolu ağı 13.128 km’ye; demiryolu elektrikli hat uzunluğu 6.165 km’ye; demiryolu hızlı hat uzunluğu 1.460 km’ye; aktif havalimanı sayısı 57’ye; havayolu terminal kapasitesi 334,7 milyona; hava ulaştırma anlaşması bulunan ülke sayısı 173’e; toplam yurt dışı uçuş noktası sayısı 342’ye; toplam havayolu yolcu sayısı 128,56 milyona; Türk sahipli deniz ticaret filosunun kapasitesi 33,6 milyon DWT’ye; limanlarımızı ziyaret eden kruvaziyer yolcu sayısı 919.000 yolcuya; limanlarımızda elleçlenen konteyner miktarı 9,36 milyon TEU’ya; denizyolu dış ticaret taşıması 296,5 milyon tona; Ro-Ro hatlarında taşınan tır, treyler, çekici ve yük vagonu sayısı 532.898’e yükselmiştir (UAB, 2023). Ayrıca, boru hattı taşımacılığı kapsamında Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı tarafından, 2021 yılında 2,41 ABD Doları tutarında yurtiçi ve yurtdışı yatırım yapılmıştır (TPAO, 2023). Tüm bu veriler, analizle ulaşılan sonuçları da destekler niteliktedir. Zira, analizlerle elde edilen bulgular Türkiye’de taşımacılık faaliyetlerinin performansının 2004’ten 2021’e sürekli arttığını göstermektedir. Taşımacılık sektörüne yönelik devam eden projeler dikkate alındığında Türkiye’de taşımacılık faaliyetlerinin gelişmeye devam edeceği tahmin edilebilir.

Türkiye bulunduğu coğrafi konum ve yapı itibariyle bütün taşıma sistemlerinin kullanımı için oldukça elverişli bir ülkedir. Bununla birlikte, bu elverişli yapının avantaja çevrilebilmesi için taşıma sistemleri arasındaki ulusal ve uluslararası bağlantı noktalarının, alt yapı eksikliklerinin ve sorunlarının giderilmesi gerekmektedir. Taşıma sistemlerinin birlikte kullanılabildiği, birbirini destekleyen alt yapılarının oluşturulduğu liman ve terminallerin inşa edilmesi gerekmektedir. Taşıma sistemlerinin birlikte kullanılması, taşımanın daha kısa sürede, daha az maliyetle ve daha güvenli yapılmasını sağlayacaktır. Zaman kavramı taşımacılık faaliyetleri için hayati önem taşıdığından taşıma sistemlerinin birlikte kullanılması oldukça önem arz etmektedir. Bütün bunlar taşımacılık faaliyetlerinde verimliliğin artmasını sağlayacaktır.

Bu çalışmayla ulaşılan bulgular yorumlanırken çalışmanın sınırlılıklarının dikkate alınması gerektiği unutulmamalıdır. Zira çalışmada taşımacılık sektörünün performansı değerlendirilirken taşıma sistemlerinin temel alt yapı unsurları ve bu sistemler vasıtasıyla taşınan yolcu sayısı ve yük miktarı dikkate alınmıştır. Taşımacılık faaliyetlerini etkileyen diğer lojistik faaliyetler dikkate alınmamıştır. Buna ek olarak çalışmanın belirli bir dönemi kapsadığı, farklı bir dönem seçilmesi ya da analiz döneminin uzatılması durumunda sonuçların değişebileceği unutulmamalıdır. Bir diğer husus, analizler için seçilen yöntemlere ilişkindir. Aynı veri seti kullanılarak farklı yöntemlerle yapılacak analizlerde farklı bulguların ortaya çıkması muhtemeldir. Bu durum seçilen yöntemlerin çözüm süreçlerinin farklılaşmasından kaynaklanmaktadır. Gerek ağırlıklandırma gerek sıralama amaçlı farklı bir çok yöntem bulunmaktadır ve hangi yöntemin en uygun yöntem olduğunu söylemek mümkün değildir. Bu nedenle bu çalışmada literatürde görece daha yeni yöntemlerin kullanılması tercih edilmiştir. Spesifik taşıma sistemlerinin performansını değerlendirmeye yönelik çalışmalar olmasına rağmen; taşımacılık faaliyetlerini bir bütün olarak ele alan bir çalışmaya rastlanmamış olmasından dolayı çalışmanın literatüre zenginlik katacağı umut edilmektedir.

Kaynakça

- Altın, F. G., Karaatlı, M. ve Budak, İ. (2017), Avrupa'nın En Büyük 20 Havalimanının Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ve Veri Zarflama Analizi ile Değerlendirilmesi, *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 22(4), 1049-1064.
- Altinkurt, T. ve Merdivenci, F. (2020). AHP Tabanlı Edas Yöntemleriyle Havaolu İşletmelerinde Hizmet Kalitesinin Değerlendirilmesi, *Aksaray Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 12(4), 49-58.
- As, E. (2013). *Cumhuriyet Dönemi Ulaşım Politikaları (1923-1960)*. Ankara: Atatürk Kültür, Dil ve Tarih Yüksek Kurumu Atatürk Araştırma Merkezi Yayınları.
- Aydemir, S. S. ve Kurtulgan, K. (2021). Osmanlı'dan Cumhuriyet'e Deniz Yolları Taşımacılığı ve Nakliyatı (1923-1932), *Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 21(2), 637-649. <https://dx.doi.org/10.17240/aibuefd.2021.21.62826-919884>.
- Aydın, U. ve Atak, Ü. (2020). Yük Taşımacılığı için Bulanık EDAS Yöntemi ile Taşıma Modu Seçimi, *Akıllı Ulaşım Sistemleri ve Uygulamaları Dergisi*, 3(1), 24-33.
- Aytekin, A. (2022). *Çok Kriterli Karar Analizi*. Ankara: Nobel Bilimsel Eserler.
- Bakırcı, M. (2012). Ulaşım Coğrafyası Açısından Türkiye'de Havaolu Ulaşımının Tarihsel Gelişimi ve Mevcut Yapısı, *Marmara Coğrafya Dergisi*, 25, 340-377. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/marucog/issue/472/3869>.
- Black, W. R. (2008). Handbook of Transport Geography and Spatial Systems. D. A. Hensher, K. J. Button, K. E. Haynes & P. R. Stopher (Eds.), *Recent Developments in us Transport Geography*, (pp. 13-26). UK, Emerald Group Publishing.
- Britannica (2023). Pipeline Technology. (2023, 12 Temmuz). Britannica içinde. Erişim adresi: <https://www.britannica.com/technology/pipeline-technology#ref64238>.
- Candan, G. (2019). Bütünleşik Bulanık AHP-VIKOR Yaklaşımıyla Demiryolu Yük Taşımacılığı Etkinliklerinin Değerlendirilmesi, *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 19(2), 331-346.
- Cengiz Toklu, M. ve Doğan, B. (2022). Tehlikeli Madde Taşımacılığı için Ağırlıklı Bulanık Aksiyomatik Tasarım Yöntemi ile Nakliye Seçimi, *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 28(4), 577-587. Doi: 10.5505/pajes.2021.27547.
- Cereska, A., Podvezko, V. & Zavadskas, E. K. (2016). Operating Characteristics Analysis of Rotor Systems Using MCDM Methods, *Studies in Informatics and Control*, 25(1), 59-68. Erişim adresi: <http://www.sic.ici.ro>.
- Çadırcı, M. (1991). Tanzimat Döneminde Karayolu Yapımı, *Tarih Araştırmaları Dergisi*, 15(26), 153-167. Doi: 10.1501/Tarar_0000000051.
- Çelik, Ç. A. (2019). *Karayoluyla Yolcu Taşıma*. Ankara: Seçkin Yayıncılık, 2.Baskı.
- Çetin, B., Barış, S. ve Saroğlu, S. (2011). Türkiye'de Karayollarının Gelişimine Tarihsel Bir Bakış, *Çankırı Karatekin Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 1(1), 123-150.
- Dinu, A-M. (2018). The Importance of Transportation to Tourism Development. *Academic Journal of Economic Studies*, 4 (4), 183-187.
- DZKK. (2023). T.C. Milli Savunma Bakanlığı Deniz Kuvvetleri Komutanlığı. Deniz Kuvvetleri Komutanlığı Tarihçesi içinde. Erişim adresi: <https://www.dzkk.tsk.tr/ArsivAskeriTarih/icerik/deniz-kuvvetleri-komutanligi-tarihcesi>. (Erişim tarihi: 2023, 12 Temmuz)
- GEM. (2023a). Global Energy Monitor. (2023, 12 Temmuz). Summary Tables içinde. Erişim adresi: <https://globalenergymonitor.org/projects/global-oil-infrastructure-tracker/summary-tables/>
- GEM. (2023b). Global Energy Monitor. (2023, 12 Temmuz). Summary Tables içinde. Erişim adresi: <https://globalenergymonitor.org/projects/europe-gas-tracker/summary-tables/>

- Ghorabae, M. K., Amiri, M., Zavadskas, E. K., Turskis, Z. & Antucheviciene, J. (2017). A New Hybrid Simulation- Based Assignment Approach for Evaluating Airlines with Multiple Service Quality Criteria, *Journal of Transport Management*, 63, 45-60. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jairtraman.2017.05.008>.
- Gök Kısa, A. C., Çelik, P. & Peker, İ. (2022). Performance Evaluation of Privatized Ports by Entropy Based TOPSIS and ARAS Approach, *Benchmarking: An International Journal*, 29(1), 118-135. DOI 10.1108/BIJ-10-2020-0554
- Gökdalay, M. H. ve Evren, G. (2009). Havaalanlarının Performans analizinde Bulanık Çok Ölçütlü Karar Verme Yaklaşımı, *İtÜdergisi/d*, 8(6), 157-168.
- Görçün, Ö. F. (2019). Orta Asya Türk Cumhuriyetlerinin Lojistik ve Taşımacılık Performansları ve Verimliliklerinin Analizi için Hibrid Bir Çok Kriterli Karar Verme Modeli, *Manas Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 8(3), 2775-2798.
- Görçün, Ö. F. (2021). Efficiency Analysis of Black Sea Container Seaports: Application of an Integrated MCDM Approach, *Maritime Policy & Management*, 48(5), 672-699. <https://doi.org/10.1080/03088839.2020.1783467>.
- Grant, R. G. (2017). *Flight, The Complete History of Aviation*. New York: DK Publishing.
- Kara, K. ve Yalçın, G. C. (2023). Assessing Railway Transportation Performance of European Countries with CRITIC and ROV Techniques, *Demiryolu Mühendisliği*, 17, 93-106. Doi: 10.47072/demiryolu.1175529.
- Keleş, M. K. (2022). CRITIC Temelli MABAC Yöntemi ile Türk Hava Yollarının Yıllara Göre Performansının Değerlendirilmesi, *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Uygulamalı Bilimler Dergisi*, 6(1), 53-67. Doi: 10.31200/makuubd.1070559.
- Keshavarz-Ghorabae, M., Amiri, M., Zavadskas, E. K., Turskis, Z. & Antucheviciene, J. (2021). Determination of Objective Weights Using a New Method Based on the Removal Effects of Criteria (MEREC), *Symmetry*, 13(525), 1-20. <https://doi.org/10.3390/sym13040525>.
- KGM. (2023). Karayolları Genel Müdürlüğü. (2023, 12 Temmuz). KGM, Karayolları Genel Müdürlüğü Kurumsal Tarihçe içinde. Erişim adresi: <https://www.kgm.gov.tr/sayfalar/kgm/sitetr/kurumsal/tarihce.aspx>
- Kıracı, K. ve Bakır, M. (2019). Critic Temelli Edas Yöntemi ile Havayolu İşletmelerinde Performans Ölçümü Uygulaması, *Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 35, 157-174. Doi: 10.30794/pausbed.421992
- Korul, V. ve Küçükönel, H. (2003). Türk Sivil Havacılık Sisteminin Yapısal Analizi, *Ege Akademik Bakış*, 3(1), 24-38. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/eab/issue/39834/472278>.
- Kumar, A. ve Anbanandam, R. (2022). Assessment of environmental and social sustainability performance of the freight transportation industry: An index-based approach. *Transport Policy*, 124, 43-60.
- Kumar, A., Aswin, A. & Gupta, H. (2020). Evaluating Green Performance of the Airports Using Hybrid BWM and VIKOR Methodology, *Tourism Management*, 76, 1-16. <https://doi.org/10.1016/j.tourman.2019.06.016>.
- Lin, W., Chen, B., Xie, L. & Pan, H. (2015). Estimating Energy Consumption of Transport Modes in China Using DEA, *Sustainability*, 7, 4225-4239. Doi:10.3390/su7044225.
- Long, D. (2022). *International Logistics, Global Supply Chain Management: Uluslararası Lojistik, Küresel tedarik Zinciri Yönetimi* (M. Tanyaş ve M. Düzgün, Çev.). Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.
- Murphy, P.R. ve Knemeyer, A.M. (2016). *Contemporary Logitics* (F. Yercan ve Ş. Demiroğlu, Çev.). Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık Eğitim Danışmanlık Tic.Lti.
- Orhan, M. (2022). *Yol Bilgisi: Karayolu-Demiryolu*. Ankara: Gazi Kitabevi, 2.Baskı.

- Özbek, A. & Ghouchi, M. (2021). Finansal Oranları Kullanarak Havayolu Şirketlerinin Performans Değerlendirmesi, *Uluslararası Mühendislik Araştırma ve Geliştirme Dergisi*, 13(2), 583-599. Doi: 10.29137/umagd.871702.
- Özdağoğlu, A., Keleş, A. K. ve Işıldak, B. (2021). Havalimanlarının Bulanık DEMATEL ve MABAC Yöntemleri ile Sıralanması, *Ömer Halisdemir Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 14(1), 46-67. Doi: 10.25287:ohuibf.697259.
- Özdemir, Ü. (2015). Tarihte Türk Denizcilik Faaliyetleri ve Günümüz Limanlarının Gelişim Sürecine Olan Etkisinin İncelenmesi, *Ordu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi*, 5(12), 421-441. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/odusobiad/issue/27574/290180>.
- Perelman, S. & Serebrisky, T. (2012). Measuring the Technical Efficiency of Airport in Latin America, *Utilities Policy*, 22, 1-7. Doi:10.1016/j.jup.2012.02.001.
- Petrovic, N., Jovanovic, V., Petrovic, M., Nikolic, B. & Pavlovic, J. (2022). Evaluating the Operation Performance of the Serbian Transport Freight System by Using Multiple Criteria Decision-Making Technique, *Engineering Today*, 1(4), 33-40. Doi: 10.5937/engtoday2204033P.
- Podvezko, V., Kildiene, S. & Zavadskas, E. K. (2017). Assessing the Performance of the Construction Sectors in the Baltic States and Poland, *PANOECONOMICUS*, 64(4), 493-512. Doi: <https://doi.org/10.2298/PAN150518004P>.
- Puska, A., Stevic, Z. & Pamucar, D. (2022). Evaluation and Selection of Healthcare Waste Incinerators Using Extended Sustainability Criteria and Multi-Criteria Analysis Methods, *Environment, Development and Sustainability*, 24, 11195-11225. <https://doi.org/10.1007/s10668-021-01902-2>.
- Saatçioğlu, C. (2006). Ulaştırma Sistemleri ve Politikaları Türkiye – Avrupa Birliği Uygulamaları. Ankara: Gazi Kitabevi.
- Senir, G. ve Büyükkelik, A. (2023). Karayolu Taşımacılığında Sürdürülebilirlik Performansının Ölçülmesi: Karşılaştırmalı Bir Analiz, *BMIJ*, 11(1), 10-30. <https://doi.org/10.15295/bmij.v11i1.2147>.
- Sharma, H. K., Roy, J., Kar, S. & Prentkovskis, O. (2018). Multi Criteria Evaluation Framework for Prioritizing Indian Railway Stations Using Modified Rough AHP-MABAC, *Transport and Telecommunication*, 19(2), 113-127. Doi: 10.2478/tj-2018-0010.
- SHGM. (2023a). Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü. SHGM Tarihçe içinde. Erişim adresi: <https://web.shgm.gov.tr/tr/kurumsal/1--tarihce>. (Erişim tarihi: 2023 15 Şubat).
- SHGM. (2023b) Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü Stratejik Planı 2019-2023 https://web.shgm.gov.tr/documents/sivilhavacilik/files/pdf/kurumsal/strateji/2019-2023_SHGM_Stratejik_Plan.pdf E.T. (Erişim tarihi: 2023 15 Şubat)
- Stankovic, J., Marjanovic, I., Papathanasiou, J. & Drezgic, S. (2021). Social, Economic and Environmental Sustainability of Port Regions: MCDM Approach in Composite Index Creation, *J. Mar. Sci. Eng.*, 9(74), 1-17. <https://doi.org/10.3390/jmse9010074>.
- Stopford, M. (2009). *Maritime Economics*. New York: Taylor & Francis or Routledge's.
- Şahin, İ. F. (2013). *Türkiye'de Karayolu Ulaşımı ve Geçitler*. Ankara: Pegem Akademi, 1. Baskı.
- Şener, O. (1997). Taşımacılık Hizmetleri. *Öneri*, Adnan Tezel Anısına Özel Sayı, 11-16. <https://doi.org/10.14783/maruoneri.682299>
- Tamçelik, S. (2000). Osmanlı Dönemi Demiryollarının Tarihi Gelişimi İçerisinde Siyasi, İktisadi ve Sosyal Etkikeri, *Erdem*, 12(35), 483-535. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/erdem/issue/44364/548596>.
- TCDD. (2023). Türkiye Cumhuriyeti Devlet Demiryolları. TCDD Demiryolu Medeniyeti içinde. Erişim adresi: <https://static.tcdd.gov.tr/webfiles/userfiles/files/basin/medeniyet.pdf>. (Erişim tarihi: 2023, 12 Temmuz).

- TDİ. (2023). Türkiye Denizcilik İşletmeleri A.Ş. TDİ Kurumsal içinde. Erişim adresi: <https://www.tdi.gov.tr/tarihce>. (Erişim tarihi: 2013, 12 Temmuz).
- TDK. (2023). Türk Dil Kurumu Sözlükleri. Erişim adresi: <https://sozluk.gov.tr/>.
- The World Bank. (2023a). Data Bank World Development Indicators içinde. Erişim adresi: <https://data.worldbank.org/indicator/EN.CO2.TRAN.ZS?view=chart>. (Erişim tarihi: 2023, 12 Temmuz).
- The World Bank. (2023b). Data Bank World Development Indicators içinde. Erişim adresi: <https://data.worldbank.org/indicator/TM.VAL.TRAN.ZS.WT?view=chart>. (Erişim tarihi: 2023, 12 Temmuz).
- TPAO. (2023). Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı. 2021 Petrol ve Doğalgaz Sektör Raporu. Erişim adresi: <https://www.tpao.gov.tr/file/2206/2021-petrol-ve-dogal-gaz-sektor-raporu-861629db02eb5624.pdf> (Erişim tarihi: 2023, 12 Temmuz).
- Tsai, W. H., Chou, W. C. & Leu, J. D. (2011). An Effectiveness Evaluation Model for the Web-Based Marketing of the Airline Industry, *Expert Systems with Applications*, 38, 15499-15516. Doi:10.1016/j.eswa.2011.06.009.
- TÜİK. (2023a). Türkiye İstatistik Kurumu. TÜİK İstatistik Veri Portalı içinde. Erişim adresi: <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=dis-ticaret-104&dil=1>. (Erişim tarihi: 2013, 12 Temmuz)
- TÜİK. (2023b). Türkiye İstatistik Kurumu. TÜİK İstatistik Veri Portalı içinde. Erişim adresi: <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=ulasirma-ve-haberlesme-112&dil=1>. (Erişim tarihi: 2013, 12 Temmuz)
- Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı. (2023, 12 Temmuz). TPAO 2021 Petrol ve Doğal Gaz Sektör Raporu. Erişim adresi: <https://www.tpao.gov.tr/file/2206/2021-petrol-ve-dogal-gaz-sektor-raporu-861629db02eb5624.pdf>.
- UAB. (2023). T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı. Ulaşan ve Erişen Türkiye 2002-2022 içinde. Erişim adresi: <https://www.uab.gov.tr/uploads/pages/bakanlik-yayinlari/ulasan-erisen-turkiye-171122.pdf>. (Erişim tarihi: 2023, 12 Temmuz).
- Uludağ, A. S. (2020). Measuring the Productivity of Selected Airports in Turkey, *Transportation Research Part E*, 141, 1-31. <https://doi.org/10.1016/j.tre.2020.102020>.
- 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, (1033), 1-19. <https://doi.org/10.3390/sym14051033>.
- Wang, T. C. & Lee, H. D. (2009). Developing a Fuzzy TOPSIS Approach Based on Subjective Weights and Objective Weights, *Expert Systems with Application*, 36, 8980-8985. Doi:10.1016/j.eswa.2008.11.035.
- Waters, D. (2003). *Logistics, An Introduction to Supply Chain Management*. New York: Palgrave Macmillan.
- Yetim, H. (2021). *Türkiye Demiryolu Taşımacılığı*. Konya: Necmettin Erbakan Üniversitesi Yayınları, 1. Baskı.

Research Article**Türkiye’de Taşımacılık Faaliyetlerinin Gelişimi ve Dönemsel Bir Performans Analizi***Development of Transportation Operations in Turkey and Periodic Performance Analysis*

Hatice DOĞAN Doç.Dr., Giresun Üniversitesi Giresun Meslek Yüksekokulu Pazarlama ve Reklamcılık Bölümü hatice.dogan@giresun.edu.tr https://orcid.org/0000-0002-5952-5229	Ahmet Serhat ULUDAĞ Doç.Dr., Ondokuz Mayıs Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Uluslararası Ticaret ve Lojistik Bölümü serhat.uludag@omu.edu.tr https://orcid.org/0000-0002-0058-2384
---	--

Extensive Summary

Companies compete on the basis of their supply chains today. This makes it necessary for the companies to manage their supply chains more effectively and efficiently. This construct made up of many partners that need to work in harmony also requires coordinated performance of a wide range of operations which regularly interact with each other. Transportation which accounts for the mobility in a supply chain and which basically provides place utility is one of the most important operations in a supply chain, with its impact on numerous critical matters including desired customer service level, competitive power, customer satisfaction and in particular, production and operating costs. In addition to its economic effects, transportation has all along played a significant role in the emergence of trade, trading routes and centers, thus, in the establishment and development of civilizations.

Based on its aforementioned importance, this study investigated the development of transportation operations in Türkiye and provided a periodical performance analysis for a time period covering the years 2004-2021. When performing the said analysis, it was decided to use a total of 16 evaluation criteria derived from the literature which are; “C₁: Total Amount of Load (Tons) Transported by Sea”; “C₂: Total Number of Passengers (passengers) Transported by Rail”; C₃: Amount of Crude Oil Transported (tons-kilometers) (Thousand)”; “C₄: Length of Oil Pipeline (km)”; C₅: Length of Natural Gas Pipeline (km)”; “C₆: Volume of Natural Gas Transported (million scm)”; “C₇: Length of Railway Lines (km)”; “C₈: Number of Passengers Transported by Rail (Thousand)”; “C₉: Load Amount Transported by Rail (Thousand tons)”; “C₁₀: Total Length of Highways (km)”; “C₁₁: Total Vehicle Navigation on the Highways (vehicle-km) (million)”; “C₁₂: Total Number of Passengers Transported by Road (passengers-km) (million)”; “C₁₃: Total Amount of Load Transported by Road (tons-km) (million)”; “C₁₄: Total Number of Passengers (passengers) Transported by Air”; “C₁₅: Total Amount of Load (tons) Transported by Air” and “C₁₆: Overall Aircraft Traffic (unit) on Airways”. Taking a wide range of criteria into consideration during analyses was the main reason for the preference of Multi-Criteria Decision Making (MCDM) methods which suggest appropriate solution algorithms for evaluating performance of a finite set of alternatives by using a finite set of criteria. Since there are numerous MCDM methods in the literature, those which are more up-to-date and which have not yet commonly been subject matter of applications were searched for. In this context, it was decided to use MEREC, one of the objective weighting techniques, for weighting the evaluation criteria to be used for the analyses and CRADIS for determining the performance scores. According to the findings from MEREC; among all the evaluation criteria, “C₃: Amount of Crude Oil Transported (tons-kilometers) (Thousand)” was found to be the criterion with the highest weight. It was followed respectively by “C₁₄: Total Number of Passengers (passengers) Transported by Air”; “C₁₆: Total Aircraft Traffic (unit) on Airways”; “C₁₅: Total Amount of Load (tons) Transported by Air”; “C₅: Length of Natural Gas Pipeline (km)”; “C₆: Volume of Natural Gas Transported (million scm)”; “C₂: Total Number of Passengers (passengers)”; “C₁: Total Amount of Load (Tons)”; “C₁₁: Total Vehicle Navigation on the Highways (vehicle-km) (million)”; “C₈: Number of Passengers Transported by Rail (Thousand)”; “C₁₂: Total

Number of Passengers Transported by Road (passengers-km) (million)”; “C₉: Amount of Load Transported by Rail (Thousand tons)”; “C₁₃: Total Amount of Load Transported by Road (tons-km) (million)”; “C₁₀: Total Length of Highways (km)”; “C₇: Length of Railway Lines (km)” and “C₄: Length of Oil Pipeline (km)”. After determining the weights of the evaluation criteria by using MEREC, the weights in question were used as input in CRADIS method to measure the performance of transportation operations between the years 2004-2021. According to the findings from CRADIS; the performance of transportation operations in Türkiye showed an upward trend during the period from 2004, the beginning of the analysis period, until 2021, the end of analysis period. For this time period, especially the increase in 2019 and the sharp decline in 2020 due to Covid-19 outbreak draw attention. These findings do not only indicate that the investments made for improvement of transportation operations in Türkiye resulted positive but they also point at the sensitivity of transportation operations to the negative developments experienced across the globe.

In this study, in addition to the performance analysis, a sensitivity analysis was carried out in order to determine what kind of an effect the weighting of evaluation criteria would have on the findings obtained through the combined use of MEREC and CRADIS methods. To this end, the weights of the evaluation criteria were recalculated using IDOCRIW method, the resulting weights were used as input in CRADIS method and then the analyses were repeated. IDOCRIW requires calculation of the criteria weights using ENTROPI firstly and then CILOS, and unification of the weights calculated using these methods. Within the framework of sensitivity analysis, results obtained from the combined use of MEREC and CRADIS methods were compared to those obtained from the combined use of ENTROPI and CRADIS, CILOS and CRADIS, and IDOCRIW and CRADIS methods. Moreover, in order to observe the effect of weighting more clearly, the criteria were further weighted so as to have equal importance and then used as input in CRADIS method. According to the findings from the sensitivity analysis; the criteria weights measured via MEREC, ENTROPI and IDOCRIW methods typically moved in the same direction and the difference between the criteria weights varied slightly. According to both MEREC and IDOCRIW methods, the most important criterion among all the criteria was “C₃: Amount of Crude Oil Transported (tons-kilometers) (Thousand)” while “C₄: Length of Oil Pipeline (km)” was the criterion with the relatively lowest importance weight compared to other criteria. The harmony between the criteria weights measured via IDOCRIW method and those measured via MEREC is also important as it points out that the use of MEREC for performance analysis was a correct choice. In addition, the very high positive relationship between the ranking obtained via the combined use of MEREC and CRADIS methods and the ranking obtained via the combined use of IDOCRIW and CRADIS methods indicates the reliability of the results of performance analysis conducted through the combined use of MEREC and CRADIS methods.

The findings obtained using MEREC within the framework of the study also showed that the criteria “Total Number of Passengers Transported by Air”, “Overall Aircraft Traffic on Airways” and “Total Amount of Load Transported by Air” had significant effect on transportation operations. Accordingly, it can be concluded that the investments made in air transportation industry in Türkiye in the last 20 years played an important role in the performance of transportation operations. In this context, it can be asserted that increasing the number of airports and thereby reaching out to a wider geographical area, increasing capacity at certain airports by means of constructing additional runways will contribute positively to the improvement of transportation operations. The findings also indicate that the number of passengers and the amount of load transported by sea are among the important criteria for the performance of transportation operations. Considering the share of sea transport in the global trade will help understand better the importance of sea transport for transportation operations. In particular, improvement of service quality of the ports in Türkiye surrounded on three sides by the sea, construction of docks to allow landing of high tonnage ships, design of ports specialized on the basis of load will positively affect the competitive structure of ports and make positive contributions to the improvement of sea transportation. Furthermore, the findings of the study also support the statistics published. Thus, findings obtained through the analyses showed that the performance of transportation operations in Türkiye tended to rise in general from 2004 towards 2021. 2019 was the year when transportation operations reached their highest performance. The performance which had been increasing until 2019 drastically declined in 2020 due to the effect of Covid-19 outbreak. The negative effect of Covid-19 on manufacturing operations all over the world affected transportation operations negatively. Given the

composition of demand for transportation operations, this decline was not surprising. According to the findings, the performance of transportation operations started to rise again in 2021, however, it still did not achieve the level of 2019.

It should be noted when interpreting the findings of this study that the limitations of the study should be taken into consideration. Thus, basic infrastructure elements of transportation systems and the number of passengers and the amount of load transported by means of these systems were taken into consideration when evaluating performance of transportation industry in the study. Other logistics operations that affect transportation operations were ruled out. In addition, it should be noted that the study covered a specific period and that selection of a different period or extension of analysis period could lead to different results. Another point is about the methods selected for analyses. It is likely that analyses conducted using the same data set but different methods result in different findings. This results from the fact that selected methods have different solution processes. There are numerous methods intended for both weighting and ranking and it is not possible to state which method is the most suitable one. Therefore, it was preferred in this study to use methods that are relatively new in the literature. Although there are studies in the literature aimed at evaluating performance of specific transportation systems, no study was encountered in the literature that handled transportation operations as a whole, and therefore, the study will hopefully enrich the literature in this regard.