

TÜRKİYE’NİN DEMİRYOLU YÜK TAŞIMACILIĞI TALEBİNİN ZAMAN SERİSİ ANALİZİ İLE TAHMİNİ

Özlem KARADAĞ ALBAYRAK¹

ÖZ

Taşıma modları içinde yatırım maliyeti yüksek olmasına rağmen kütleli taşımacılıkta navlun maliyeti oldukça düşük olan mod demiryolu taşımacılığıdır. Demiryolunda taşınacak yük miktarının tahmin edilmesi etkin planlama yapılmasını sağlar. Bu çalışma Türkiye’de demiryolu yük taşımacılığına oluşacak talep modeli 1978-2018 arasındaki yıllık zaman serisi verilerini kullanarak analiz edilmiştir. Johansen eşbütünleşme analizi ve varyans hata düzeltme modeli ile tahminin belirleyicilerinin kısa ve uzun dönem esneklikleri tahmin edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre demiryolu yük talebinin en önemli belirleyicisi navlun oranı olmuştur. Demiryolu yük talebinin navlun oranına göre uzun dönem ve kısa dönem esneklikleri - 0,181 ve -0,184 ile çok yakındır. Demiryolu yükü talebinin uzun dönemli dış ticaret hacmi esnekliği anlamlı ve pozitifdir, yani ticaret hacmi arttıkça demiryoluna oluşacak yük talebi artacaktır. Fakat demiryolu yükü talebinin uzun dönemli Gayrisafi Katma Değer ve Yakıt Fiyatı esneklikleri anlamlı ve negatiftir. Yani bu değişkenlerdeki artış demiryolu yük talebini azaltacaktır. Hata düzeltme modeline göre demiryolu yük talebindeki herhangi bir son dönem sapmasının 55%’i bir yıl içinde düzeltilmekte ve uzun dönem denge ilişkisi eski haline gelebilmektedir.

Anahtar Kavramlar: Demiryolu Yük Taşımacılığı Talebi, VECM, Johansen Eşbütünleşme

¹ Dr. Öğr. Üyesi Kafkas Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Uluslararası Ticaret ve Lojistik Bölümü, ozlemkaradagalbayrak@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-0832-0490>.

Makalenin gönderilme tarihi: Haziran 2020

Kabul tarihi: Mart 2021

FORECASTING OF TURKEY'S DEMAND FOR RAILWAY FREIGHT TRANSPORTATION WITH TIME SERIES ANALYSIS

ABSTRACT

Among the transportation modes, it is the type of railway transportation that has a very low freight cost in mass transportation, although the investment cost is high. Estimating the amount of load to be carried on the rail provides effective planning for managers. This study was analyzed using annual time series data between 1978-2018 will consist of rail freight demand in Turkey. The short and long term flexibility of the estimation was estimated with the Johansen cointegration analysis and error correction model. According to the results obtained, the most important determinant of the rail freight demand was the freight rate. According to the freight rate of the rail freight demand, the long-term and short-term elasticities are almost the same as - 0.181 and -0.184. The long-term trade volume flexibility of the demand for rail freight is meaningful and positive, meaning that the demand for the rail will increase as the trade volume increases. However, the long-term Gross Value Added and Fuel Price elasticities of the demand for the railway load are significant and negative. In other words, these variables will now reduce the demand for rail freight. According to the error correction model, 55% of any last-term deviation in the rail freight demand is corrected within a year and the long-term balance relationship can be restored..

Keywords: Rail Freight Transport Demand, VECM, Johansen Co-integration.

GİRİŞ

Ulaştırma altyapısı, yolcuların ve yüklerin hareketini kolaylaştırmada temel bir rol oynar. Ulaştırma için tercih edilecek alternatifler yani modlar demiryolu, karayolu, havayolu, denizyolu, boru hattı şeklinde gruplandırılabilir. Gerek yük gerekse yolcu taşımacılığında bu modlar arasında tercih yapılırken genellikle ekonomik ve kalite performansları dikkate alınır. Bunların yanında çevresel etkiler, ulaşım araçlarının faaliyette bulunma sıklıkları, esneklik gibi diğer kriterler de önemlidir (Kumar ve Anbanandam, 2010). Son yıllarda, modlar arası taşımacılık karayolu taşımacılığından kaynaklanan dış maliyet, tıkanıklık ve karbondioksit salınımlarını azaltmaya odaklanmıştır ve karayolundan demiryolu moduna geçiş için önlemler almaya başlanmıştır (Choi, Park ve Lee, 2019).

Yük taşımacılığı esnekliği, iyi işleyen tedarik zincirleri ve buna ek olarak bir ülke veya bölgenin ekonomisi için temel bir unsurdur (Woodburn, 2019). Ulaştırma hizmetleri işgücü piyasası, iç ve dış ticaret, yatırım ve yenilik gibi mikro ekonomik faktörler üzerinde geniş bir etkiye sahiptir (Gnap vd., 2019). Yük taşımacılığında ulaşım modu seçimini etkileyebilecek en önemli değişkenler toplam ulaşım maliyeti ve mali teşvikler gibi finansal faktörler olduğu belirlenmiştir. Bunların yanında geçiş süresi ve salınımlarda değerlendirmede kullanılan diğer kriterlerdir (Elbert ve Seikowsky, 2017,

Tsamboulas, Vrenken, ve Lekka, 2007, Baykasoğlu ve Subulan, 2016). Özellikle İntermodal demiryolu-karayolu taşımacılığı, karbondioksit salınımlarının azaltılmasını sağlar (Rossi, Pozzi, Pirovano, Cigolini ve Pero, 2020). Yük taşımacılığı modunun seçimi, lojistik şirketleri, altyapı sağlayıcıları ve bir bütün olarak toplum üzerinde önemli bir etkiye sahiptir ve yük taşımacılığının verimliliğinin bir dizi ekonomik ve çevresel faktör üzerinde büyük etkisi vardır (Baran ve Gorecka, 2019).

Demiryolu hatları yüksek yatırım maliyetleri gerektirse de aslında hem yolcu hem de yük taşımacılığında en uygun moddur. Uluslararası ticaretin yanında ulusal yük taşımacılığında da demiryolu önemli bir parçadır. Demiryolu taşımacılığı en önemli rakipleri denizyolu ve karayolu taşımacılığıdır. Demiryolu ve deniz modları konteyner taşımacılığı için rekabet edebilirler, her bir nakliye için kilometre başına navlun maliyeti demiryolu taşımacılığında eşsiz olsa da, normalde zaman maliyeti daha yüksektir (Lu, Chen, Morphet, Lu, Li, 2019). Araştırmacılar ve uygulayıcılar arasında demiryollarının sürdürülebilir kalkınma açısından daha uygun bir yük taşımacılığı modu olduğu ve gerektiğinde teşvik edilmesi gerektiği konusunda hemfikirdir (Woodburn, 2017). Yerel demiryolu ağları ile karşılaştırıldığında, uluslararası faaliyette bulunan demiryolu hatları için çeşitli belirsizlikler söz konusudur. Bunlar genel olarak farklı ülkelerdeki gümrük politikaları, ulaşım tıkanıklığı, kargo acenteleri tarafından konteyner montajı ve kalkış istasyonları seviyesi olarak gruplandırılabilir (Lu, Lang, Sun ve Li, 2020). Buna rağmen Türkiye Cumhuriyeti demiryolu taşımacılık sektörü özellikle yük taşımacılığında Avrupa ve Asya küresel ekonomilerinin taşımacılık hizmetleri içinde gelişmekte olan bir sektördür.

Demiryolu ile uzun mesafelerde ve kütleli miktarda yük, enerji açısından en verimli şekilde taşınır. Ayrıca önemli ölçüde büyük sermaye harcamaları gerektiren altyapı ve ekipman maliyetlerini ve büyük miktarlarda iş gücü kullanımını gerektiren önemli bir ekonomik faaliyettir (Crainic, Florian, Leal, 1990). Demiryolu yük talebi, demiryolu operasyonlarının önemli bir bileşenidir. Demiryolu yük taşımacılığı talepleri işgücü, enerji vb. diğer girdilere olan talep gibi doğadan elde edilmektedir (Khan M.Z. ve Khan F. N, 2020).

Demiryolu yük taşımacılığına oluşacak talebin analiz edilmesi talep planlaması ve yönetimi için gerekli belirleyicileri ortaya koymaktır. Talep tahmini demiryolu şirketi için hayati önem taşımaktadır, çünkü planlama ve demiryolu taşımacılığı operasyon planlama, pazarlama ve finans dâhil tüm fonksiyonel alanların kontrolünün planlanması talep tahmini ile bağlantılıdır (Milenkovic ve Bajovic, 2016).

Bu çalışmada Türkiye için demiryolu taşımacılığı yük talebinin belirleyicileri araştırılmıştır. Sonuçlar ülkenin yük taşımacılığındaki demiryolu modunun payını en azından 2023 hedefleri doğrultusunda etkin planlama yapılarak arttırmaya katkı sağlayacaktır. Türkiye demiryolu ile Asya'dan

Avrupa'ya kesintisiz yük sevkiyatı güzergahı üstündedir. Bakü Tiflis Kars (BTK) demiryolu hattı ile bu sevkiyat Türkiye üzerinden kesintisiz gerçekleştirilebilecektir. Bu çalışma demiryolu taşımacılığı ile ilgili karar vericilerin gelecek planlaması yaparken yararlanabileceği etkili bir kaynak olacaktır. Bu doğrultuda Türkiye için bu alanda yapılan ilk çalışma olma özelliği taşımaktadır. Demiryolu taşımacılığı lojistik faaliyetlerinde kullanılan farklı taşımacılık modları içinde hem küresel yük taşımacılığında hem de maliyet avantajı sağlama konusunda çok önemli bir alternatiftir. Bu özelliği ile demiryolu taşımacılığı ile ilgili yapılan çalışmaların da önemi artmaktadır. Türkiye demiryolu yatırımlarına hem yolcu hem de yük taşımacılığı konusunda önem vermektedir. Bu bağlamda bu çalışma ilk olma özelliği ile birlikte karar süreçlerine destek olacaktır.

Demiryolu yük taşımacılığına oluşacak talebin belirleyicileri ekonomik faktörlerin başlığı altında Gayrisafi Milli Hasıla (GSMH), Gayrisafi Katma Değer (GVA), Dış Ticaret Hacmi (T) gibi değişkenler kullanılmıştır. Bu değişkenlere ek olarak; demiryolu Hat Uzunluğu (LL) gibi teknik göstergeler ve Yakıt Fiyatları (OP) da belirleyici olarak ele alınmıştır. Esposito Cicatiello ve Ercolano (2020) demiryolu yük taşımacılığına oluşacak talebin diğer modlar içindeki payının belirleyicileri olarak demiryolu taşımacılığını teşvik eden düzenlemeler, hat uzunluğu, GSMH'daki büyüme, ticaret hacmi ve kentsel nüfus değişkenlerini incelemiştir. Zou ve Chau (2019) yakıt fiyatlarının yük talebini üzerindeki etkisini incelemişlerdir. FirzRoy ve Smith (1995) de talebin belirleyicileri olarak navlun tutarı, talep sıklığı, yakıt fiyatı (OP) ve istasyon aralığı değişkenlerini kullanmışlardır.

Bu çalışma Türkiye için demiryolu yük taşımacılığı talebini araştırması konusunda incelenen literatüre bakılırsa ilk çalışmadır. Bu çalışmanın amacı Türkiye'de yıllık demiryolu yük taşımacılığı talebinin kısa ve uzun vadeli esnekliklerini belirlemektir. Bunun için Johansen eşbütünleşme analizi ve Vektör Hata Düzeltme Modelleri (VECM) uygulanmıştır.

Çalışma iş akışında; giriş bölümünde demiryolu taşımacılığı incelenmiş, Türkiye için durum gözden geçirilmiştir ve literatür araştırması yapılmıştır. Birinci bölümde metodoloji ve veriler birlikte ele alınmaktadır. İkinci bölümde çalışmanın bulguları sunulmaktadır ve son bölümde sonuç ve tartışma ile çalışma sonlandırılmaktadır.

I. TÜRKİYE'DE DEMİRYOLU YÜK TAŞIMACILIĞI VE BAKÜ-TİFLİS-KARS DEMİRYOLU HATTI

Türkiye 2018 yılında yük taşımacılığında diğer taşımacılık modlarının içinde sadece 3.7% oranında bir paya sahip olmuştur (Ton-km). Aynı yıl içinde bu oran Rusya'da 59.3%, Avusturya'da 44.2%, Romanya ve Macaristan'da yaklaşık 40% olarak gerçekleşmiştir. Bu oranlar bu ülkelerde demiryolu taşımacılığının ne kadar önemsendiğinin de bir göstergesidir. Türkiye'de 2018

yılında dış ticaret faaliyetlerinde ağırlık bazında malların 89%'u denizyolu ile 9%'u karayolu ile taşınırken demiryolu ile sadece 1% i taşınmıştır. (Utikad,2019). Taşınan yük miktarı 1928 yılında 1, 4 milyon ton'dan 2018 yılında 31,7 milyon tona çıkmıştır. Demiryolu hat uzunluğu 1923 yılında 1378 km iken 2018 yılında 12740 km ye çıkmıştır. Türkiye'nin 2023 hedefleri içinde Demiryolunun yük taşımacılığındaki oranını 15%'e, yolcu taşımacılığındaki oranını 10%'a çıkarmak vardır (STB, 2018).

2017'de hizmete açılan BTK Türkiye'deki demiryolu yük taşımacılığının Asya Avrupa koridorundaki payını arttırmayı hedefleyen ve kesintisiz yük sevkiyatının hedeflendiği çok önemli bir projedir. Demiryolu Hattı'ndan taşınan yük iki yılda 275 bin tonu bulmuştur. Projenin tamamlanması ile birlikte ilk etapta, ilk yılda 1 milyon yolcu ve 6.5 milyon ton yük taşınacaktır. 2034 yılında ise söz konusu proje hattı üzerinde 3 milyon yolcu ve 17 milyon yük taşıma kapasitesi olacağı tahmin ediliyor (UTIKAD, 2014). Türkiye gibi diğer ülkeler de lojistik kabiliyetlerini arttırabilmek için çeşitli geliştirme faaliyetleri yapmaktadırlar. Örneğin Polonya Devlet Demiryolları ülkenin modlar arası taşımacılıktaki etkinliğini arttırabilmek için lojistik merkezleri ve aktarma terminalleri de dahil olmak üzere demiryolu düğüm altyapı tesislerinin geliştirilmesi için gayrimenkulünü geliştirmeye yönelik çalışmalar yürütmektedirler. Bu faaliyetler Polonya'da Orta ve Doğu Avrupa pazarlarına hizmet eden ve Çin ile Avrupa arasında taşınan (sadece demiryolu ile değil) artan kargo akışlarını idare edebilecek bir lojistik platformu oluşturma girişiminin bir parçasıdır (Antonowicz, Litewski ve Stopyra, 2019).

II. LİTERATÜR İNCELEMESİ

Literatürde yolcu taşımacılığı talebi, yük taşımacılığı talebine göre nispeten daha fazladır. Genel olarak yük taşımacılığı yolcu taşımacılığında olduğu gibi birçok ampirik çalışmaya konu olmuştur. Yük talebi bağlamında ampirik çalışmalar birkaç farklı şekilde sınıflandırılabilir. Bazı Avrupa ülkelerinde oluşacak yük taleplerinin tahmin edilebilmesi için kullanılabilecek o uluslara özel modeller geliştirilmiştir. Bunlara İsveç için SAMGODS modeli, Norveç için NEMO modeli, Belçika için WFTM modeli, İtalyan için ulusal model sistemi modelleri ve ayrıştırılmış mod seçim modelleri, Hollandalı için TEM ve SMILE modelleri, İngiltere'de için STEMM modelleri örnek olarak verilebilir (De Jong, Gunn, Walker, 2004). Kanada için Genel yük taşımacılığı talebi analizi yöntemlerini Kanafani (1983) üç grupta sınıflandırmıştır: girdi-çıkıtlı yaklaşımı, mekânsal etkileşim modellemesi ve mikroekonomik bakış açısı.

Genel olarak demiryolu yük talebi tahmin modelleri iki kategoriye ayrılabilir: Birincisi pazar araştırması, tarihsel analoji, Delphi metodu, personel görüşleri ve panel uzmanlaşmadan oluşan kalitatif yöntemler ve ikincisi ekonometrik veya nedensel uygulamalar ve zaman serisi tekniklerinden oluşan kantitatif yöntemlerdir (Milenkovic ve Bojovic,2016). Kantitatif yöntemler, navlun talebi ve belirleyicileri arasındaki neden-sonuç ilişkilerini araştırırlar

(Khan M.Z.ve Khan F. N, 2020). Ekonometrik modeller araştırmacıların ulaştırma davranışını etkileyen tüm faktörleri gözlemleyemeyeceği, gözlemlenen değişkenler ölçüm hataları içerebileceği ve optimize edilmiş taşıma maliyetleri fonksiyonu sadece gözlenen dışsal değişkenlere değil, aynı zamanda gözlemlenemeyen bir hata terimine de bağlı olacağına uygun modellerdir (Marcos ve Martos, 2012). Bunların dışında zaman serileri ile uygulanan yapay sinir ağıları modelleri de tahminleme için kullanılmaktadır. Bu yöntemde biyolojik nöronların işleyişinden ilham alan matematiksel modeller kullanılır.

Bu çalışmada 1978-2018 yıllarındaki yıllık verileri kullanarak demiryolu yük taşımacılık talebinin belirleyicileri açıklanmıştır. Rao (1973) 1958-1973 yıllık veriler ile eşanlı denklem sistemleri kullanarak makroekonomik aktivitelerin ve modlar arası rekabetin demiryolu taşımacılığı talebi üzerindeki etkisinin ölçülmesine yardımcı olacak tahmin sistemini oluşturmuştur. Çalışma sonucunda taşınan malın gerçek değeri ve ihracat oranı TKM' ye oluşan talebin anlamlı belirleyicileri olmuşlardır. Ramanathan (2001), Hindistan'da navlun fiyatları, kentsel nüfusun toplam nüfusa oranı, Gayrisafi Yurtiçi Hasıla (GSYİH), sanayi üretim endeksi belirleyicilerini kullanarak demiryolu yük talebini tahmin etmişlerdir ve uzun dönem sanayi üretim endeksi esnekliği 1.183 ile anlamlı çıkmıştır. Jourquin, Beuthe (2019), karayolu, iç su yolları ve demiryolu taşımacılığı için bir dizi navlun talebinin toplam taşıma maliyeti, geçiş süresi ve hızındaki değişime göre esneklikleri belirlenmiştir. Geçiş süresi esneklikleri, hesaplanan maliyet esnekliklerinden daha düşük çıkmıştır. Oum (1979), Kanada şehirlerarası yük taşımacılığı için türetilmiş bir talep modeli ile yük taşımacılığında, modlar arası geçişe izin vererek yük taşımacılığı talebini araştırmıştır ve Kanada demiryolu yük taşımacılığı talebinin kendi navlun oranlarına daha az duyarlı olduğunu, ancak esnek olmamakla birlikte bu tür bir duyarlılığın zamanla arttığı sonucuna ulaşmıştır. Wilson vd. (1988) Amerika Birleşik Devletleri'ndeki buğday sevkıyatları için demiryolu ve karayolu taşımacılığı pazarlarını araştırmışlar ve demiryolu ücretlerinin, demiryolu maliyetlerinden çok, kamyonların rekabeti temsil eden faktörlerden (vagonların bulunabilirliği, teknolojik gelişme ve yakıt fiyatları gibi) daha güçlü bir şekilde etkilendiği sonucuna ulaşmışlardır. Baran ve Gorecka (2019) demiryolu yük taşımacılığı ile Avrupa birliği ülkeleri için GSYİH ve CO₂ salınımı arasında bir korelasyon olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Miljkovic vd. (2000), Midwest Illinois'den Meksika Körfezi ihracat limanlarına ihracata bağlı tahıllar için demiryolu üzerinde büyük etkiye sahip faktörleri değerlendirmek için bir demiryolu navlun modeli oluşturmuşlardır. Bu souca göre, demiryolu ve denizyolunun güçlü ikameler olduğunu ve nakliye oranları ve ihracatla ilgili değişkenler arasında önemli bir ilişki bulunmamaktadır.

Türkiye için Çekerol ve Nalçakan (2011) Ridge regresyonla analizi ile demiryolu taşımacılık talebini analiz etmişlerdir. Kurdukları modelde demiryolu yurtiçi yük taşıma talebini belirleyen en önemli bağımsız değişken yurtiçinde karayolu ile taşınan toplam yük miktarı olmuştur. Bunun dışında diğer belirleyici

bağımsız değişkenler demiryoluna yapılan toplam yatırım miktarı, TCDD limanlarında elleçlenen toplam yük miktarı, kişi başına GSYİH, demiryolu enerji tüketim gideri, demiryolu yük taşıma giderleri olarak belirlenmiştir.

Zaman serisi verilerine dayanarak yapılan demiryolu yük taşımacılığı talep çalışmaları ve tahmin için birkaç geniş makroekonomik değişken içermektedir. Tahmin yöntemleri için Vektör Otoregresif (VAR) modelleri eşbütünleşme analizleri gibi zaman serileri analizleri kullanılmaktadır. Wijeweera, To ve Charles (2014) Avustralya'da GSYİH, FR ve dış ticaret hacminin demiryolu talebi üzerindeki etkisini incelemek için VAR modelini uygulamışlardır ve TKM en önemli iki belirleyicisi FR ve Avustralya doları cinsinden değişimi olarak belirlenmiştir ve navlun oranının (FR) demiryolu yük talebi üzerinde olumsuz bir etkisi olduğu sonucuna varmışlardır. Khan M.Z.ve Khan F. N. (2020) Pakistan için Johansen eşbütünleşme analizi ve hata düzeltme modeli ile TKM en önemli iki belirleyicisi olarak FR ve GVA'yı belirlemişlerdir ve demiryolu yük talebi için uzun dönem esnekliğini oldukça yüksek (0,84) ve anlamlı olduğunu ortaya koymuşlardır.

FitzRoy ve Smith'in (1995) çalışmalarında da yakıt fiyatı navlun oranında önemli bir değişken iken Zou ve Chau (2019) çalışmalarında genel olarak kısa ve uzun vadede gerçek yakıt fiyatları yük taşımacılığı hacimlerini etkilemediğini ifade etmişlerdir. Esposito Cicatiello ve Ercolano (2020) Avrupa Birliği ülkeleri için demiryolu yük taşımacılığına oluşacak talebin diğer modlar içindeki payını teşvik edici düzenlemelerin etkilediği ve ayrıca ticaret hacmi ve hat uzunluğunun da anlamlı birer belirleyici oldukları sonucuna ulaşmışlardır.

Literatürdeki çalışmalar incelendiğinde örneğin fiyat esnekliği için oldukça geniş bir aralıkta sonuçlara ulaşılmıştır. Bu farklılıklar, farklı modlar arasındaki rekabetin yoğunluğu, coğrafi konumlar ve zaman farkları, pazarlarda toplanma derecesi ve farklı fonksiyonel formların kullanımından kaynaklanmaktadır (Khan M.Z.ve Khan F. N, 2020). O halde bölgesel çalışmalarda talebin belirleyicileri ve bu belirleyicilerin etkilerinin farklı çıkması beklenen bir sonuç olacaktır.

III. VERİ VE YÖNTEM

Bu bölümde çalışmada kullanılan belirleyiciler yani değişkenler açıklanacaktır. Kullanılan yöntemler ile ilgili bilgi verilecektir. Bu çalışmada demiryolu modu için oluşacak yük talebi (TKM) modelinin belirleyicileri araştırılmıştır. Bunun için modelde hem ekonomik (GVA, T, FR), hem teknik (hat uzunlukları) hem de diğer belirleyiciler (yakıt fiyatları) kullanılmıştır. Çalışmada tüm bu değişkenlerin 1978-2018 döneminde yıllık verileri kullanılmıştır. Demiryolu yük talebini ton-kilometre olarak veya ton olarak ölçülebilmektedir. Bu çalışmada ton-kilometre birimli Türkiye Cumhuriyeti Devlet Demiryolları (TCDD) verileri kullanılmıştır. Kullanılan verilerin tanımlayıcı istatistikleri Tablo 1'de sunulmuştur.

Tablo 1. Verilerin Tanımlayıcı İstatistikleri

	TKM	FR	GVA	LL	OP	T
Ortalama	8976561.	1.727.744	3.29E+11	10946.10	4.181.107	1.43E+08
Medyan	8517000.	0.320644	1.83E+11	10508.00	2.883.070	72733299
Max	14481000	6.180.638	8.33E+11	12740.00	1.116.697	4.03E+08
Min	5167000.	5.10E-05	5.86E+10	10066.00	1.271.566	6887187.
St. Sapma	2052622.	2.115.845	2.76E+11	8.171.950	2.989.685	1.45E+08
Çarpıklık	0.460331	0.754163	0.683429	0.978708	1.154.480	0.759390
Basıklık	2.892.914	2.027.151	1.816.737	2.625.502	3.119.320	1.910.010
Jarque-Bera	1.467.608	5.503.363	5.583.535	6.785.032	9.131.953	5.970.235
Olasılık	0.480079	0.063820	0.061313	0.033624	0.010400	0.050534
Gözlem	41	41	41	41	41	41

Navlun Oranı, demiryolu yetkilileri tarafından yüklerin (ton-kilometre olarak ölçülen) çıkış yerinden varış yerlerine taşınması için yüklenen orandır. Türkiye’de son yıllarda istatistiklerde FR ile ilgili zaman serisi verileri bulunmaktadır, fakat tüm yılların verisi bulunmadığı için TCDD istatistiklerinde paylaşılan toplam yıllık demiryolu navlun gelirin demiryolu nakliyesi tarafından gerçekleştirilen toplam yıllık ton-kilometreye oranlanması ile elde edilmiştir. Gayrisafi Katma Değer ekonomik birimlerin belli bir dönemdeki ekonomik faaliyetleri sonucunda ürettikleri mal ve hizmetlerin (çıktı) değerinden, bu üretimde bulunabilmek için kullandıkları mal ve hizmetlerin (ara tüketim) değerinin çıkarılması sonucu elde edilen değerdir. GSMH ve sanayi üretim endeksi gibi ekonomik göstergelerden biridir, veriler Dünya Bankası verilerinden alınmıştır ve birimi şimdiki ABD \$’dır. Hat Uzunluğu, ülkelerdeki tren servisi için mevcut demiryolu güzergahı uzunluğunu ifade eder (km) ve TCDD istatistiklerinden elde edilmiştir. Yakıt Fiyatı varil başına ABD \$’dır ve BP istatistiklerinden elde edilmiştir. Dış Ticaret Hacmi yıllık ithalat ve ihracat faaliyetlerinin toplamıdır. Türkiye İstatistik Kurumu (TUIK) elde edilmiştir ve birimi ABD \$’dır. Bu değişkenleri içeren Demiryolu yük talebi modeli aşağıdaki gibidir:

$$TKM = f(FR, GVA, LL, OP, T) \quad (1)$$

Eşitlik 2.1’in tahmini için logaritmik fonksiyonu aşağıdaki gibi yazılır.

$$\ln TKM_t = \beta_0 + \beta_1 \ln FR_t + \beta_2 \ln GVA_t + \beta_3 \ln LL_t + \beta_4 \ln OP_t + \beta_5 \ln T_t + u_t \quad (2)$$

Burada u_t hata terimidir ve stokastiktir. β_i parametleri TKM uzun dönem esnekliklerini temsil ederler yani belirleyicilerin parametleridir ve analize başlamadan önce verilerinde tüm değişkenler için durağanlığa bakılmalıdır. Eğer seriler durağan değilse bu durum sahte regresyona sebep olur ve regresyon analizi sonuçları gerçek ilişkiyi vermez.

Bu çalışmada serilerin durağanlıkları Augmented Dickey-Fuller (ADF) (1979), Philips-Perron (PP) (1988) testleri ile yapılmıştır ($H_0 = \text{seri durağan değildir}$). ADF birim kök testi modelleme yöntemi aşağıdaki gibidir (Ullah ve Khan, 2020).

$$\Delta S_t = \alpha \Delta S_{t-1} + \sum_{j=1}^p \beta_j \Delta S_{t-j} + \varepsilon_t \quad (3)$$

$$\Delta S_t = \gamma_0 + \alpha \Delta S_{t-1} + \sum_{j=1}^p \beta_j \Delta S_{t-j} + \varepsilon_t \quad (4)$$

$$\Delta S_t = \gamma_0 + \gamma_1 t + \alpha \Delta S_{t-1} + \sum_{j=1}^p \beta_j \Delta S_{t-j} + \varepsilon_t \quad (5)$$

γ_0 ve γ_1 sabit terim ve trend katsayısını ifade etmektedir. ε_t hata terimidir, kalıntılar istatistiksel olarak sabit varyansa sahiptir ve bağımsızdır. Toplam işaret gecikmelerin 1 ile p arasında olduğunu ifade etmektedir.

PP birim kök testi modelleme yöntemi aşağıdaki gibidir.

$$\Delta S_t = \alpha' = \beta S_{t-1} + \varepsilon_t \quad (6)$$

Seriler aynı dereceden durağan ise eşbütünleşme testleri yapılabilir. Değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisinin bulunması uzun dönemli ilişkiyi işaret eder. Bu çalışmada değişkenlerin eşbütünleşme analizi için Johansen eşbütünleşme analizi (1988) kullanılmıştır.

Johansen'in eşbütünleşme analizinde ilk olarak tüm değişkenler ile VAR modeli tahmin edilir. Modelde uygun gecikme uzunluğu Schwarz bilgi kriteri (SIC) ve Akaike bilgi kriterine (AIC) bakılarak belirlenir. Daha sonra Johansen eşbütünleşme analizi ile kaç tane eşbütünleşme denklemi yazılabileceğine bakılır. Bu analiz, Trace (JTrace) ve MaxEigenvalue (JMax) olmak üzere iki teste dayanmaktadır ve iksinin istatistiksel değerleri eşitlik 7 ve 8'ye göre belirlenir (Ullah ve Khan, 2020).

$$J_{Trace}(K) = -T \sum_{j=K+1}^m \ln(1 - \lambda_j) \quad (7)$$

$$J_{Max}(K + 1) = -T \ln(1 - \lambda_{K+1}) \quad (8)$$

Her iki olabilirlik oranı testi eşbütünleşme ilişkisinin varlığını işaret ediyorsa demiryolu taşımacılığı talebi ile belirleyicileri arasında uzun dönemli ilişki eşitlik sağlanabilir ve (Eş 2) β_i parametleri uzun dönem esneklikleri temsil eder. Eğer uzun dönemli ilişki varsa modeldeki kısa dönem dinamiklerini belirlemek için Vektör hata düzeltme modeli kullanılır (Eş 9). Bu eşitlikte Δ birinci derece farkı ve λ hata terimi ifade eder. Hata teriminin -1 ile 0 arasında çıkması beklenir ve böylece uzun dönemli denge ilişkisinden kısa süreli sapmalar zaman geçtikçe dengeye yaklaşır. Ayrıca γ_{i0} demiryolu taşımacılığı talebinin kısa dönem esnekliklerini temsil eder.

$$\Delta \ln TKM_t = \gamma_0 + \lambda ECT_{t-1} + \sum_{i=0}^{l_1} \gamma_{1i} \Delta \ln FR_{t-i} + \sum_{i=0}^{l_1} \gamma_{1i} \Delta \ln GVA_{t-i} + \sum_{i=0}^{l_1} \gamma_{1i} \Delta \ln LL_{t-i} + \sum_{i=0}^{l_1} \gamma_{1i} \Delta \ln OP_t - i + \sum_{i=0}^{l_1} \gamma_{1i} \Delta \ln T_{t-i} + e_t \quad (9)$$

IV. BULGULAR

Johansen eşbütünleşme analizinin ön koşulu, her bir serinin zaman serisi özelliklerini kontrol etmektir yani serilerin durağanlığını test etmek gerekir. Bunun için Genişletilmiş Dickey-Fuller (ADF) ve Phillips-Perron (PP) testi sınamaları kullanılmıştır. Denklemden bulunan bağımlı değişkenin kaç dönem gecikmesinin modelde yer alacağını belirlemek için de Schwarz Bilgi Kriterinden (SC) faydalanılmıştır. Her iki testin sonuçları Tablo 2 de verilmiştir. Sonuçlara göre tüm değişkenler birinci dereceden durağandır I[1].

Değişkenlerin tümünün birinci derece durağan (I[1]) olduğu anlaşıldıktan değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişki olup olmadığı araştırılır. Demiryolu yük talebi ile diğer değişkenler arasındaki uzun dönemli ilişkinin araştırılması için Johansen eşbütünleşme analizi yapılmıştır. Tüm değişkenler içsel kabul edilerek sınırsız bir VAR modeli tahmin edilmiştir ve böylece optimal gecikme uzunlukları belirlenmiştir. Tablo 3 dört farklı kritere göre en uygun gecikme uzunluklarını vermektedir. Schwarz bilgi kriteri (SIC) hariç diğer bilgi kriterlerine göre uygun gecikme uzunluğu 2'dir. Ayrıca VAR modelinde değişkenler durağan olmalıdır. Bunun için Otoregresif kökler testi yapıldı. Şekil 1'de görüldüğü gibi ters köklerin (noktaların) tamamı birim çember içerisinde olduğundan değişkenler durağandır.

Tablo 2. Serilerin Birim Kök Testleri

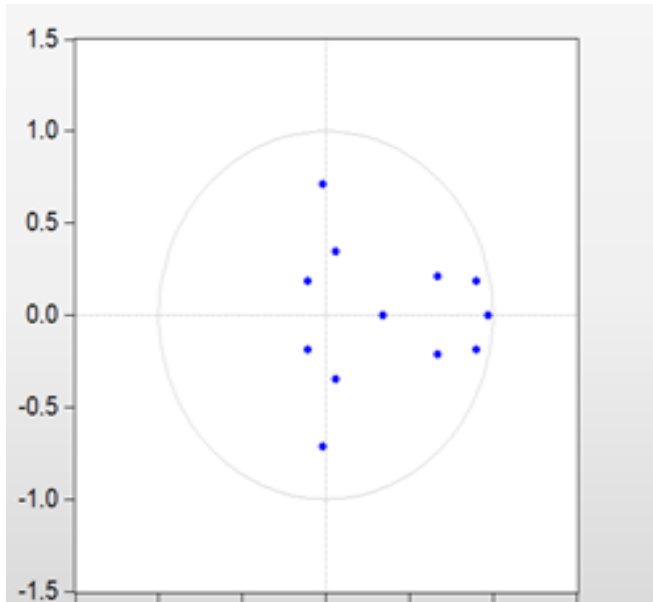
Değişkenler	ADF		Phillips-Perron(pp)		Sonuç
	Düzey	1 Fark	Düzey	1 Fark	
ln(TKM)	-0.67(0)	-7.44(1)*	-0.19	-7.92*	I[1]
ln(FR)	-1.83(1)	-2.98(0)**	-2.56	-2.89***	I[1]
ln(GVA)	-0.69(0)	-6.86(0)*	-0.69	-6.81*	I[1]
ln(LL)	1.29(0)	-4.94(0)*	1.74	-4.89*	I[1]
ln(OP)	-1.47(0)	-6.35(0)*	-1.53	-6.41*	I[1]
ln(T)	-1.62(0)	-6.33(0)*	-1.66	-6.33*	I[1]

Not: İki test içinde sabitli modeller kullanılmıştır. Her bir değişkenin doğal logaritması alınmıştır. Parantez içinde gecikme uzunlukları verilmiştir. Köşeli parantez kaçınıcı düzeyde durağan olduklarını göstermektedir. ***, **, * % 10, % 5 ve % 1 anlamlılık düzeyinde sıfır hipotezinin reddedildiğini gösterir.

Tablo 3. Uygun Gecikme Uzunluğu

Lag	LogL	LR	AIC	SC	HQ
0	341.119	NA	-14.796	-12.210	-13.876
1	2,810.173	4,028.457	-125.799	-10.7699*	-119.359
2	3,279.241	617.195	-13.154*	-97.925	-11.958*
3	3,581.206	301.965	-128.485	-79.357	-11.1

Not: * uygun gecikme uzunluğunu göstermektedir.

Şekil 1. Otoresresif Kökler Testi

Daha sonra Johansen eşbütünleşme analiz ile yazılabilecek eşbütünleşik denklem sayısı belirlenmiştir. Pantula ilkesi test sonuçlarına göre sabitli ve trendsiz model (Model 3) uygun olarak belirlenmiştir. Johansen eşbütünleşme analiz sonucuna göre (Tablo 4), iz ve maksimum özdeğer test istatistiklerine göre seriler arasında en az iki tane eşbütünleşik vektör bulunmaktadır. Yani, bu sonuçlara göre TKM ile FR, GVA, LL, OP ve T değişkenleri arasında istikrarlı bir uzun vadeli ilişkinin olduğu ortaya çıkmaktadır.

Normalleştirilmiş tek bir uzun dönemli ilişki denklemi aşağıdaki şekilde yazılabilir. Uzun vadeli ilişkiyi yorumlamak için eşbütünleşme vektörü tarafından sağlanan katsayıların işaretlerinin tersi alınmalıdır.

$$TKM = -0,18FR - 0,44GVA + 0,44LL - 0,57OP + 1,16T$$

Tablo 4. Johansen Eşbütünleşme Analiz Sonucu

H ₀ Hipotezi	Alternatif Hipotez	5% KD		P Değeri	
λ_{Trace}		Eigen D.	λ_{Trace} Değeri		
r=0	r>0	0.7416	1,373.212	957.537	0.0000*
r≤1	r>1	0.5973	8,589.751	698.189	0.0015*
r≤2	r>2	0.4650	513.352	478.561	0.0227*
r≤3	r>3	0.2937	275.677	297.971	0.0885
λ_{max}		Eigen D.	λ_{max} Değeri		
r=0	r=1	0.7416	514.237	400.776	0.0018*
r=1	r=2	0.5973	345.623	338.769	0.0414*
r=2	r=3	0.4650	237.676	275.843	0.1430
r=3	r=4	0.2937	132.155	211.316	0.4326

Not: r yazılabilecek eşbütünleşik denklem sayısını gösterir.

Eşbütünleşme Denklem: Normalleştirilmiş eşbütünleşme katsayıları

TKM	FR	GVA	LL	OP	T
1	0,181*	0.446*	-0.443	0.537*	-1.162*
	(0,019)	(0.109)	(0.474)	(0.056)	(0.128)

Not: ***, **, * % 10, % 5 ve % 1 anlamlılık düzeyinde sıfır hipotezinin reddedildiğini gösterir.

Demiryolu yükü talebinin (TKM) ilk belirleyicisi yük oranıdır (FR). Demiryolu yükü talebinin yük oranına göre uzun dönem esnekliği -0,18'dir. Yani diğer değişkenler sabitken navlun oranındaki % 1 lik artış durumunda diğer herkesin eşit olduğu demiryolu yük taşımacılığına olan talebi % 0,18 oranında azalacaktır ve ortalama navlun oranını artırarak navlun gelirlerini arttırılabilecektir. Türkiye için TKM'nin GVA'ya göre uzun dönem esnekliği -0,44 dür ve 1% anlamlılık düzeyinde anlamlıdır. Fakat ilişkinin yönü beklenilenin aksine negatiftir. Yine yakıt fiyatları ile TKM arasında uzun dönemli ters yönlü ve anlamlı bir ilişki söz konusudur. Bu sonuca göre petrol fiyatlarındaki 1 birimlik artış TKM yaklaşık 0,5 azalmasına neden olacaktır. Bu sonuç yakıt fiyatlarının navlun fiyatlarını dolaylı olarak etkileyeceğinden yani değişken maliyetleri yükselteceği için toplam navlun fiyatını da arttıracığından beklenen bir sonuçtur. Ayrıca yakıt fiyatlarının esnekliği yüksektir. Dış ticaret hacmi esnekliği oldukça yüksek çıkmıştır ve anlamlıdır. Bu sonuca göre uzun

dönemde dış ticaret hacminin artışı navlun talebini de arttıracaktır. Bu sonuçla birlikte GVA hariç diğer uzun dönemli ilişkiler ilişki yönü olarak literatürle paralellik göstermektedir.

Türkiye'de demiryolu yükü talebinin uzun vadeli esnekliklerini incelendikten sonra TKM kısa vadeli hata düzeltme modeli incelenecek ve böylece nedenselliğin kaynağı belirlenecektir. Eşbütünleşme değişkenlerinde oluşan bir sapmanın uzun dönemde dengeye gelmesi beklenir. VECM bu kısa vadeli davranışı tahmin etmek için kullanılır. VECM model sonuçları Tablo 5'de verilmiştir.

Tablo 5. Hata Düzeltme Modeli Test Sonuçları

Değişkenler	Katsayılar	Standart hata	P Değeri
ECT_{t-1}	-0,550*	0,15	0,0009
$D(\ln km(-1))$	-0,054*	0,016	0,0022
$D(\ln fr(-1))$	-0,313***	0,16	0,0691
$D(\ln fr)$	-0,184*	0,062	0,0063
$D(\ln gva)$	-0,107	0,089	0,2382
$D(\ln ll)$	1,960	1,203	0,1139
$D(\ln op)$	0,046	0,07	0,5125
$D(\ln t)$	-0,185	0,137	0,1887
C	0,058**	0,026	0,0340
Model İstatistikleri			
F-istatistik	3,409		0
Durbin-Watson	1,881		
Kalıntıların İstatistikleri			
Breusch-Godfrey LM Test	1,42		0.25
Breusch-Pagan-Godfrey Değişen varyans Test	0,61		0,81
Jarque-Bera Test	1,13		0,56

Not: VECM modelinde serilerin birinci farkları kullanılmıştır ve gecikme uzunluğu 1 alınmıştır. ***, **, * % 10, % 5 ve % 1 anlamlılık düzeyinde sıfır hipotezinin reddedildiğini gösterir.

Modeldeki kısa dönem katsayıları içinde ECT_{t-1} katsayısının işareti negatiftir ve anlamlıdır. Katsayıların dengeye geri dönme kabiliyetini gösterebilmeleri için bu katsayının işareti negatif olmalıdır. Bu katsayı (-0,55)

FR, GVA, LL, PO,T değişkenlerinden TVA'ya doğru uzun dönem nedensellik ilişkisi olduğunu gösterir. Uzun dönemli ilişkiden herhangi bir son dönem sapmanın % 55'i sonraki dönemde (bir sonraki yıl) düzeleceği ve uzun dönem dengeli ilişkisini eski haline geleceği anlamına gelir.

Vektör hata düzeltme modelinin sonuçlarının doğruluğunun incelenebilmesi için farklı testler de yapılmıştır. Genel olarak bu testlerin sonuçları Tablo 5'de görüldüğü gibi anlamlıdır. Breusch-Godfrey LM testi sonucuna göre kalıntılar yani hata terimlerinde seri korelasyon yoktur. Yine Breusch-Pagan-Godfrey testi ile kalıntılarda değişen varyans problemi olmadığı anlaşılmıştır. Jarque-Bera testi sonucuna göre de kalıntılar normal dağılmaktadır. Ayrıca, Walt testleri ile değişkenlerin kısa dönem nedensellikleri incelendiğinde; FR den TKM ye doğru kısa dönem nedensellik varken, GVA, LL, OP ve T den TKM ye doğru kısa dönem nedensellik yoktur.

TARTIŞMA VE SONUÇ

Demiryolu taşımacılık tüm taşımacılık modları içinde uzun mesafede kütleli yüklerin taşınmasında hem ekonomik hem de çevre dostu bir alternatiftir. Kara taşımacılığında demiryolu taşımacılığının en büyük rakibi karayolu taşımacılığı iken dış ticarete denizyolu taşımacılığıdır. Türkiye'nin yük taşımacılığında demiryolunun oranı diğer ülkelere nispeten oldukça düşüktür. Türkiye'nin 2023 hedefinde şu anda 3,7% olan oranı 15%' e çıkarmak vardır. Türkiye'nin jeopolitik konumu Asya ile Avrupa arasında bir lojistik koridor oluşturmak için çok uygundur. Türkiye demiryolu, denizyolu, karayolu, boru hatları, iç su yolu, havayolu gibi tüm farklı taşımacılık türleri için uygun bir coğrafyaya sahiptir. Bu çalışmada özellikle yatırım maliyetleri yüksek olsa da kurulumundan sonra oldukça büyük avantajlara sahip demiryolu modu ile taşımacılık konusuna odaklanılmıştır. Bunun sebebi ülkemizi bir uçtan diğer uca saran bir demir yolunun varlığı dolayısı ile bu ağ üzerinden yenileme çalışmaları ile daha düşük yatırım maliyetlerine katlanılarak gelişmesinin sağlanabilecek olmasıdır.

Demiryolu modu ile yapılacak taşımacılık faaliyetlerinin belirleyicilerini ortaya koymak karar vericiler için planlama yaparken önemli faktörlerdir. Bu bağlamda karar vericiler oluşabilecek yük talebinin planlaması için bu çalışmadan yararlanabilirler. Çünkü bu çalışmada demiryolu yük talebi ile belirleyicileri arasındaki ilişkileri inceleyen ilk çalışma olma özelliği taşıması açısından önemlidir.

Demiryolu yük talebi belirleyicileri navlun oranı, Gayrisafi Katma Değer, hat uzunluğu, yakıt fiyatı ve dış ticaret hacmidir. Veri seti olarak 1978-2018 dönemi yıllık zaman serisi verileri kullanılmıştır. Önce zaman serilerinin ilk adımı olan serilerin durağanlıklarına bakılmış ve tüm serilerin birinci farkta durağan yani I[1] oldukları anlaşılmıştır. Bu sonuç seriler arasında yani talep belirleyicileri arasında uzun dönemli ilişkiyi işaret etmiştir ve Johansen

eşbütünleşme analizi ile kaç tane eşbütünleşme denklemi yazılabileceği test edilmiştir. Her iki test istatistiğine göre de en az iki eşbütünleşik denklem yazılabileceği görülmüştür ve bu serilerin uzun dönemde ilişkili olduğunu ortaya koymuştur.

Elde edilen sonuçlara göre demiryolu yük talebinin (TKM) en önemli belirleyicisi navlun oranı (FR) olmuştur. Demiryolu yükü talebinin uzun dönemli ticaret hacmi esnekliği anlamlı ve pozitifdir. Yine, demiryolu yükü talebinin uzun dönemli Gayrisafi Katma Değer ve Yakıt Fiyatı esneklikleri anlamlı ve negatiftir. Uzun dönemli ilişkiden herhangi bir son dönem sapmasının % 55'i bir yıl içinde düzeltiliecektir ve uzun dönem denge ilişkisi eski haline gelecektir. Navlun oranının hem uzun hem de kısa dönemde esnekliği anlamlı çıkmıştır. Hata düzeltme modeli sonuçları diğer bazı testler ile kontrol edilmiş ve modelin geçerliliği teyit edilmiştir. Navlun oranı kısa ve uzun dönemde talebin anlamlı bir belirleyicisidir, fakat esnekliği yaklaşık 18% oranı ile düşüktür. Dış ticaret hacmi uzun dönemde önemli bir belirleyicidir. Dış ticaret faaliyetleri arttıkça talep artacaktır. Hat uzunluğu da esnekliği ticaret hacmine göre daha düşük olsa da talep miktarı ile uzun dönemde aynı yönlü ve anlamlı bir ilişkisi vardır.

Sonuçlar, demiryolu yük taşımacılık sektöründe oluşacak talepleri etkileyen belirleyiciler ile kapsamını genişleterek ayrıntılı çalışmaları teşvik edecektir. Bunun yanında özellikle çevresel katkılar yani demiryolu taşımacılığın dünyadaki salınım miktarını azalması ile ilgili çalışmalar da yapılabilir. Yük taşımacılığının yanında yolcu taşımacılığı da bu tür çalışmalara dâhil edilmelidir, çünkü ülkelerin ulaştırma sistemleri ile ekonomik göstergelere etki eden faktörlerden biri de yolcu taşımacılığıdır. Aynı değişkenlerin yolcu taşımacılığına oluşacak talebi nasıl etkilediği araştırılabilir.

KAYNAKÇA

- Antonowicz M., Litewski M. ve Stopyra R. (2019). Role Of The New Silk Road In Supply Chain Development İn Poland, *ISMC 2019 15th International Strategic Management Conference*.
<https://doi.org/10.15405/epsbs.2019.10.02.14>
- Baykasoğlu A. ve Subulan K. (2016). A Multi-Objective Sustainable Load Planning Model For İntermodal Transportation Networks With A Real-Life Application, *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 95, 207–247.
- Baran J. ve Gorecka A.K. (2019), Economic and environmental aspects of inland transport in EU countries, *Economic Research-Ekonomska Istrazivanja*, 32 (1), 1037–1059.

- Choi B., Park S-İ ve Lee K-D (2019). A System Dynamics Model Of The Modal Shift From Road To Rail: Containerization And Imposition Of Taxes, *Hindawi Journal of Advanced Transportation*, 1-9.
- Crainic, G., Florian, M. ve Leal J.-E. (1990). A Model For The Strategic Planning Of National Freight Transportation by Rail. *Transportation Science*, 24(1), 2-5.
- Çekerol, G. S. ve Nalçakan, M. (2011). Lojistik Sektörü İçerisinde Türkiye Demiryolu Yurtiçi Yük Taşıma Talebinin Ridge Regresyonla Analizi. *Marmara Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi*, 31(2), 321-344.
- De Jong G., Gunn H. ve Walker W. (2004). National and International Freight Transport Models: An Overview and Ideas for Future Development, *Transport Reviews*, 24(1),
- Dickey, D.A. ve Fuller W.A. (1979). Distribution Of The Estimators For Autoregressive Time Series With A Unit Root. *J. Am. Stat. Assoc.* 74 (366a), 427–431.
- Elbert R. ve Seikowsky L. (2017), The Influences Of Behavioral Biases, Barriers And Facilitators On The Willingness Of Forwarders' Decision Makers To Modal Shift From Unimodal Road Freight Transport To Intermodal Road–Rail Freight Transport, *Journal of Business Economics*, 87(8), 1083–1123.
- Esposito G., Cicatiello L. ve Ercolano S. (2020). Reforming Railways In The EU: An Empirical Assessment Of Liberalisation Policies In The European Rail Freight Market, *Transportation Research Part A*, 132, 606–613.
- FitzRoy, F. ve Smith, I. (1995). The Demand For Rail Transport In European Countries. *Transp. Policy*, 2 (3), 153–158.
- Gnap J., Varjan P., Durana P. ve Kostrzewski M. (2019), Research on Relationship Between Freight Transport And Transport Infrastructure In Selected European Countries, *Transport Problems*, 14(3), 63-74
- Johansen, S. (1988). Statistical Analysis of Cointegration Vectors, *J. Econ. Dyn. Control*, 12 (2–3), 231–254
- Jourquin B. ve Beuthe M (2019), Cost, Transit Time And Speed Elasticity Calculations For The European Continental Freight Transport, *Transport Policy*, 83, 1–12.
- Kanafani A. K. (1983), *Transportation Demand Analysis*, New York: McGraw-Hill
- Kumar A. ve Anbanandam R. (2020). Evaluating The Interrelationships Among Inhibitors to Intermodal Railroad Freight Transport in Emerging Economies: A Multistakeholder Perspective, *Transportation Research Part A*, 132, 559–581.

- Lu M., Chen Y., Morphet R., Lu Y., Li E. (2019). The Spatial Competition Between Containerised Rail And Sea, *Transport in Eurasia*, 5:122 | <https://doi.org/10.1057/s41599-019-0334-6>
- Lu Y., Lang M., Sun Y. ve Li S. (2020). A Fuzzy Intercontinental Road-Rail Multimodal Routing Model With Time And Train Capacity Uncertainty And Fuzzy Programming Approaches, *Digital Object Identifier*, 8, 27532-27548
- Marcos, C.B. ve Martos, L.P. (2012). Estimating The Demand For Freight Transport: The Private Versus Public Trade-Off in Andalusian Food Industry. Available at: Encuentros. Alde.Es/Anteriores/Vieea/Autores/B/36.Doc.
- Milenkovic, M. ve Bojovic, N. (2016). Railway Demand Forecasting, B. Umesh Rai (Eds.). *Handbook of research on emerging innovations in rail transportation engineering* içinde (s. 100-129). IGI Global, Hershey, 100-129.
- Miljkovic, D., Price, G.K., Hauser, R.J., Algozin, K.A. (2000). The barge and rail freight market for export-bound grain movement from midwest to Mexican Gulf: an econometric analysis. *Transp. Res. E Logist. Transp. Rev.* 36 (2), 127–137.
- Muhammad Z. K. ve Khan F. N. (2020). Estimating The Demand For Rail Freight Transport in Pakistan: A Time Series Analysis, *Journal of Rail Transport Planning & Management*, 14, 100176.
- Oum, T. H. (1978), Derived Demand for Freight Transport and Inter-Modal Competition in Canada, *Journal of Transport Economics and Policy*, 13(2), 149-168.
- Phillips, P.C.B. ve Perron, P. (1988). Testing For A Unit Root İn Time Series Regression. *Biomètrika*, 75 (2), 336-346.
- Ramanathan, R. (2001). The Long-Run Behaviour of Transport Performance in India: A Cointegration Approach. *Transp. Res. A Policy Pract.* 35 (4), 309–320.
- Rao, P.S. (1978). Forecasting The Demand For Railway Freight Services. *J. Transp. Econ. Policy*, 12(1), 7–26.
- Rossi T., Pozzi R., Pirovano G., Cigolini R. ve Pero M. (2020). A New Logistics Model For Increasing Economic Sustainability of Perishable Food Supply Chains Through Intermodal Transportation, *International Journal of Logistics Research And Applications*, <https://doi.org/10.1080/13675567.2020.1758047>
- Tsamboulas D., Vrenken H. ve Lekka A.M. (2007). Assessment of a Transport Policy Potential For Intermodal Mode Shift on A European Scale, *Transp. Res. Part a Policy Pract.*, 41,715–733.

- Ullah A., Khan D. (2020). Testing environmental Kuznets curve hypothesis in the presence of green revolution: a cointegration analysis for Pakistan, *Environ Sci Pollut Res*, 27: 11320–11336
- Wijeweera, A., To, H. ve Charles, M. (2014). An Empirical Analysis of Australian Freight Rail Demand. *Econ. Anal. Policy*, 44 (1), 21–29. <https://doi.org/10.1016/j.eap.2014.01.001>
- Wilson, William W. K. (1988). Modal competition in grain transport. *J. Transp. Econ. Policy*, 22, 319–337.
- Woodburn A. (2019). Rail Network Resilience and Operational Responsiveness During Unplanned Disruption: A Rail Freight Case Study, *Journal of Transport Geography*, 77, 59–69.
- Woodburn, A. (2017). An Analysis of Rail Freight Operational Efficiency And Mode Share in The British Port-Hinterland Container Market. *Transportation Research Part D*, 51, 190–202
- Zou G. ve Chau K. W. (2019), Long- and Short-Run Effects of Fuel Prices on Freight Transportation Volumes in Shanghai, *Sustainability*, 11, 5017.
- British Petroleum (BP), <https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy.html>. Erişim 20/04//2020.
- STB Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, On Birinci Kalkınma Planı (2019-2023), 2018.
- TCDD Türkiye Cumhuriyeti Devler Demiryolları, İstatistik Yıllığı, <http://www.tcddtasimacilik.gov.tr/sayfa/istatistikler/>. Erişim 01/05/2020.
- The World Bank, <https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.FCST.CD?locations=TR>. Erişim 20/04//2020.
- TUIK Türkiye İstatistik Kurumu, Genel istatistikler <http://www.tuik.gov.tr/UstMenu.do?metod=temelist>. Erişim 25/04//2020.
- UTIKAD Uluslararası Taşımacılık ve Lojistik Hizmet Üretenleri Derneği, <https://www.utikad.org.tr/Images/BasinBulten/090120192019basintoplantisiv4566696.pdf>, Erişim 07/06/2020.
- UTIKAD, Bir Bakışta: Bakü-Tiflis-Kars demiryolu projesi. <https://www.utikad.org.tr/Detay/Sektor-Haberleri/10325/bir-bakista:-baku-tiflis-kars-demiryolu-projesi>. Erişim 13/06/2020.