

THE IMPACT OF THE DEVELOPMENT ROAD PROJECT ON INTER-COUNTRY AND REGIONAL TRAVEL AND FREIGHT DEMANDS

ALİ PAYIDAR AKGÜNGÖR, ERSİN KORKMAZ, ERDEM DOĞAN

ABSTRACT

The Development Road Project is a strategic and comprehensive transportation project for the development of trade between Türkiye, the Middle East and Europe. In such extensive projects, it is essential to investigate the impacts of the initiative in greater depth. This study aims to assess the effects of the Development Road Project on passenger and freight demand in Türkiye. To investigate the potential impacts of the project on passenger and freight transportation, Differential Evolution Algorithm was employed to develop predictive models. The models incorporated parameters reflecting the demographic and economic conditions influencing passenger and freight demand, resulting in high accuracy predictions. The developed models were evaluated on two different scenarios and passenger and freight demands were estimated for the years up to 2050 with these scenarios. The analyses project that the Development Road Project will increase passenger demand by approximately 35% and freight demand by 30 % by 2050. The findings of this study indicate that the project not only enhances commercial activities in the region but also possesses the potential to contribute to Türkiye's economic growth and strategic importance. In addition, the effective results of artificial intelligence-based prediction models can shed light on the decisions of decision makers, and there is also the potential to develop prediction models according to many different parameters.

Keywords: Development Road Project, Türkiye, Differential Growth Algorithm, Passenger demand

Prof. Dr., Kırıkkale Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi,
İnşaat Mühendisliği Bölümü, Ulaştırma Ana Bilim Dalı
Mail: akgungor@kku.edu.tr,
ORCID: (0000-0003-0669-5715)

Doç. Dr., Kırıkkale Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi,
İnşaat Mühendisliği Bölümü, Ulaştırma Ana Bilim Dalı
Mail: ersinkorkmaz@kku.edu.tr,
ORCID: (0000-0003-3725-164X)

Doç. Dr., Kırıkkale Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi,
İnşaat Mühendisliği Bölümü, Ulaştırma Ana Bilim Dalı
Mail: edogan@kku.edu.tr,
ORCID: (0000-0001-7802-641X)

Makale Atfı Bilgisi:	Akgüngör, A. P., Korkmaz, E., Doğan, E. (2024). "Kalkınma Yolu Projesi'nin Ülkeler Arası Ve Bölgesel Yolculuk ve Yük Taleplerine Olan Etkisi". <i>Ulaştırma ve Altyapı</i> , Yıl: 1, Sayı: 1, S. (52-69)
Makale Türü:	Araştırma
Geliş Tarihi:	07.11.2024
Kabul Tarihi:	22.12.2024
Yayın Tarihi:	30.12.2024
Yayın Sezonu:	Temmuz-Aralık 2024

KALKINMA YOLU PROJESİ'NİN ÜLKELER ARASI VE BÖLGESEL YOLCULUK VE YÜK TALEPLERİNE OLAN ETKİSİ

ALİ PAYIDAR AKGÜNGÖR, ERSİN KORKMAZ, ERDEM DOĞAN

ÖZ

Kalkınma Yolu Projesi (KYP), Türkiye, Orta Doğu ve Avrupa arasındaki ticaretin geliştirilmesinde stratejik ve kapsamlı bir ulaştırma projesidir. Böylesine kapsamlı projelerde etkilerin daha derinlemesine araştırılması gerekmektedir. Bu çalışma, KYP'nin Türkiye'deki yolcu ve yük talebine etkisini değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Çalışmada, projenin yolcu ve yük taşımacılığı üzerindeki potansiyel etkilerini araştırmak amacıyla Diferansiyel Gelişim Algoritması kullanılarak tahmin modelleri geliştirilmiştir. Modellerin geliştirilmesinde yolcu ve yük talebine etkisi olan demografik ve ekonomik durumu yansıtan parametreler kullanılmış ve yüksek tahmin isabetleri yakalayan modeller geliştirilmiştir. Geliştirilen modeller, iki farklı senaryo üzerinden değerlendirilerek bu senaryolar ile 2050 yılına kadar olan yıllar için yolcu ve yük talepleri tahmin edilmiştir. Analizler, KYP'nin 2050 yılına kadar yolcu talebini yaklaşık % 35 ve yük talebini % 30 oranında artıracak olduğunu öngörmektedir. Çalışmanın sonuçları, KYP'nin yalnızca bölge ülkeleri arasındaki ticari faaliyetleri artırmakla kalmayıp aynı zamanda Türkiye'nin ekonomik büyümesine ve stratejik önemine önemli katkılar sunabileceğini göstermektedir. Ayrıca yapay zekâya dayalı tahmin modellerinin etkin sonuçları karar vericilerin kararlarına ışık tutabilecek olup birçok farklı parametreye göre tahmin modellerinin geliştirilebilme potansiyeli de bulunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Kalkınma Yolu Projesi, Türkiye, Diferansiyel Gelişim Algoritması, Yolcu Talebi

1. Giriş

Ulaştırma, ülkelerin ekonomik olarak gelişmelerinde ve sürdürülebilir bir büyümenin sağlanmasında en etkin olan faktörlerden birisidir. Mal ve hizmetlerin bir yerden başka bir yere taşınmasını sağlayan ulaşım sistemleri, üretimden tüketime kadar her aşamada ekonomik faaliyetlerin etkin bir şekilde yürütülmesini mümkün kılmaktadır. Herhangi bir ülkede ulaştırma sistemlerinin çeşitli olması, üretilen mal ve hizmetlerin daha etkin dolaşımına olanak sağlamaktadır. Böylece ticaretin gelişmesine ve ülkenin ekonomik olarak büyümesine hizmet etmektedir. İyi bir ulaşım altyapısına sahip ülkelerde küresel pazarlara daha hızlı ve daha düşük maliyetle erişmek mümkün olabilmektedir. Böylece rekabet artarken ülke içinde ihracatın büyümesine de katkı sağlanmaktadır. Özellikle küresel coğrafyada stratejik ulaşım merkezlerinin bulunduğu ülkeler, küresel ticarete daha avantajlı bir konuma sahip olabilmektedir (Saygılı, 2014).

Dünya ticaretinde ülkeler arası rekabette, ihracat ve ithalat ürünlerinin en kısa süre içerisinde başlangıç ve varış noktalarına ulaştırılmasının etkili olduğu görülmüştür. Bu nedenle stratejik öneme sahip olmayan ülkeler bile ticaret koridorları içerisinde kendilerine yer bulabilmek için gayret göstermişlerdir. İki okyanus arasındaki mesafeyi kısaltarak büyük bir zaman tasarrufu sağlayan Panama Kanalı ile Kızıl Denizi ve Akdeniz'i birbirine bağlayan Süveyş Kanalı, bu durum için güzel bir örnek teşkil etmektedir. Bu örneklerle ilave olarak Kalkınma Yolu Projesi gibi bölgesel kalkınmayı ve ticareti teşvik etmeyi amaçlayan benzer projeler dünyanın çeşitli bölgelerinde gerçekleştirilmiş veya gerçekleştirilmesi ile ilgili çalışmalar devam etmektedir. Özellikle son yıllarda Çin başta olmak üzere Güney Doğu Asya ülkelerinin ticaret hacmindeki büyüme global ölçekte Asya'dan Avrupa'ya veya tersine yapılacak ticarete yeni hızlı ve güvenli ticaret koridorlarının araştırılmasına sebebiyet vermiştir. Çin'in Kuşak ve Yol Girişimi bunun güzel bir örneğidir. Bu projenin amacı, Çin'in küresel ticaret ağını güçlendirmek ve Asya, Avrupa, Orta Doğu ve Afrika'yı birbirine bağlamak olurken karayolu, demiryolu, limanlar ve enerji altyapısı geliştirilerek ticaret ve ekonomik entegrasyonun artırılması hedeflenmektedir (Durdular, 2016; Eralp, 2018; Kurut, 2023). Hindistan, Ulusal Koridorlar Programı ile lojistik maliyetlerini düşürmek ve ticaret yollarını daha verimli hâle getirmek istemektedir (Güngör, 2023; Kaygusuz, 2023). Trans-Avrupa Ulaştırma Ağı ile Avrupa Birliği içinde karayolu, demiryolu, deniz taşımacılığı ve havayollarını birbirine bağlayan bir ağ oluşturulmakta ve bölgesel ekonomik entegrasyonla ulaşım altyapısının güçlendirilmesi sağlanmaktadır (Yaman, 2009; Çaylan ve Kişi, 2011). Kuzey-Güney Ulaştırma Koridoru ile de Hindistan, İran, Rusya ve Avrupa arasında alternatif bir ticaret koridorunun oluşturulması amaçlanmıştır. Böylece karayolu, demiryolu ve deniz taşımacılığı kombinasyonu ile daha hızlı ve ucuz bir ticaret rotası sağlanmakta ve bölgesel ticaretin hızlanması ve ekonominin kalkınması hedeflenmektedir (T.C. Ticaret Bakanlığı, 2019; Ünver, 2023). Afrika'nın Lamu Limanı ve Güney Sudan-Etiyopya Koridoru'nun amacı ise, Doğu Afrika ülkeleri arasında ekonomik iş birliği ve ticareti teşvik ederek başta limanlar olmak üzere demiryolları, karayolları ve petrol

boru hatlarının geliştirilmesi ile altyapının iyileştirilmesini sağlayarak ekonomik hareketliliği artırmayı ve sınır ötesi ticareti kolaylaştırmayı amaçlamaktadır (Koltuk, 2017).

Ülkelerin genel anlamda ekonomik merkezleri durumunda olan limanlar ise, aynı zamanda ticari anlamda da giriş çıkış noktalarını oluşturduğundan liman kentleri bu koridorlarda (Afrika'nın Lamu Limanı ve Güney Sudan-Etiyopya Koridorunda olduğu gibi) daha fazla dikkat çeken noktalar olmuştur. Ayrıca limanlara gelen ürünlerin karayolu ve demiryolu ulaşım sistemleri ile noktasal olarak daha ilerilere götürülebiliyor olması veya dağıtılması da limanların ekonomik katkısını artırmaktadır. Bu nedenle araştırılan yeni koridorlarda mevcut liman şehirlerinin geliştirilmesi veya cazibe merkezi haline getirecek yeni limanların yapılması üzerinde durulmuştur. Bu düşünce ile 22 Nisan 2024 tarihinde Türkiye, Irak, Katar ve Birleşik Arap Emirlikleri arasında Kalkınma Yolu Projesi (KYP) iş birliğine ilişkin dörtlü mutabakat zaptı imzalanmıştır. Türkiye'nin Irak ile birlikte başlattığı, Orta Doğu'dan Avrupa'ya uzanan büyük çaplı bir ticaret ve altyapı projesi olan KYP, Basra Körfezi'nden başlayan ve Türkiye üzerinden Avrupa'ya ulaşan bir ticaret koridoru oluşturmayı hedeflemektedir. Proje, Irak'ın Basra Limanı'ndan yola çıkan malların, demiryolu ve karayolu kullanılarak Türkiye'ye ve oradan Avrupa'ya hızlı ve güvenli bir şekilde taşınmasını öngörmektedir. Böylece bu proje ile ticaretin hızlanması sağlanırken sadece Ortada Doğu ülkelerinden değil aynı zamanda Güneydoğu Asya ülkelerinden de Avrupa'ya ve Avrupa'dan da bu ülkelere yük ve yolcu akışının hızlı bir şekilde yapılması sağlanacaktır. Bu durum ülkeler arasında ekonomik iş birliğinin güçlenmesini de mümkün kılacaktır. Karayolu ve demiryolu inşası ile yapılacak olan liman ve lojistik merkezleri ile bölgedeki ulaştırma altyapısı güçlendirilirken yatırım ve iş imkânları artacaktır. Ülkemiz açısından ise bu projenin en büyük katkısı, Orta Doğu'nun Avrupa'ya bağlanmasında önemli bir köprü vazifesi görecek olan bu koridor ile kuşkusuz Türkiye'nin bölgesel bir ticaret merkezi olma hedefine katkı sağlayacaktır.

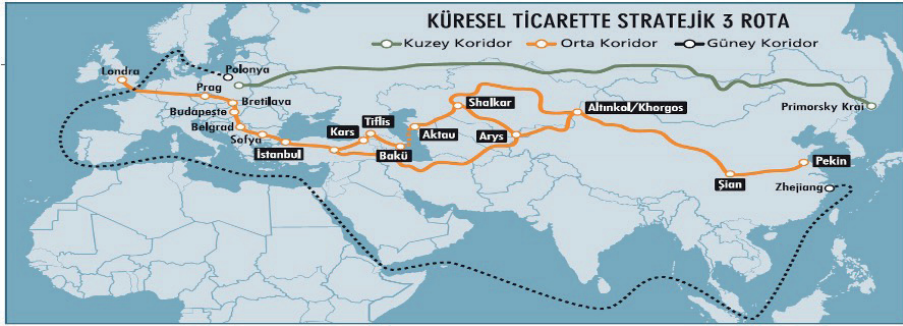
KYP, bölgesel ticaretin artmasına ve ekonomik entegrasyonun sağlanmasına olumlu katkılar sağlasa da siyasi anlaşmazlıklar ve askerî çatışmaların sıkça yaşandığı bir bölgede yürütülmesi, proje için bir risk oluşturmaktadır. Ayrıca, projenin tamamlanmasının ardından, ekonomik ve siyasi üstünlüklerini kaybedecek bölgesel güçlerin müdahalelerde bulunarak projenin başarısız olmasına sebep olabileceği de bir olasılıktır. Ancak bu tür sorunlar, siyasi ve diplomatik girişimler, güvenlik önlemleri ve uluslararası desteklerle aşılabilir. Bunun yanı sıra, KYP sadece Türkiye ve Irak için değil tüm bölge için ekonomik kalkınmaya katkı sağlayacak bir proje olduğundan, bütüncül bir yaklaşım benimsenmesi büyük önem taşımaktadır.

Bu çalışmada, KYP'nin ülkeler arası ve bölgesel yolculuk taleplerine etkisinin değerlendirilmesi hedeflenmiştir. Bu doğrultuda, ilk olarak KYP'nin kısa bir tanıtımı yapılmış ve projenin etkileri yerel ve bölgesel ölçeklerde incelenmiştir. Daha sonra, yolcu ve yük tahmin modellerinin geliştirilmesinde izlenen yöntem ile kullanılan veri setleri ayrıntılı şekilde açıklanmıştır. Bulgular bölümünde,

geliştirilen model çerçevesinde iki olası senaryo ele alınarak projenin Türkiye üzerindeki ulaştırma talebine etkisi analiz edilmiştir. Son bölümde ise, model sonuçlarına dayanarak genel bir değerlendirme yapılmış ve KYP'nin bölgesel ve küresel ölçekte dünya ticaretine olan etkileri tartışılmıştır.

2. Kalkınma Yolu Projesi'nin Teknik Değerlendirilmesi

Çin ve Güneydoğu Asya ülkelerindeki ticaret hacmindeki önemli artış, Asya ile Avrupa arasındaki ticaret koridorlarının stratejik önemini artırmıştır. Bu bağlamda, üç ana güzergâh öne çıkmaktadır: Kuzey, Orta ve Güney Koridorları. Şekil 1'de de gösterildiği gibi Kuzey Koridoru, Uzakdoğu Asya'dan başlayarak Rusya üzerinden Avrupa'ya ulaşırken Orta Koridor Güneydoğu Asya'dan başlayıp İran ve Türkiye üzerinden Avrupa'ya uzanmaktadır.



Şekil 1: Asya-Avrupa Arasındaki Ticari Koridorlar (Ekonomist, 2024)

Güney Koridoru ise, denizyolu rotası olarak Uzakdoğu Asya'dan Hint Okyanusu'nu geçip Süveyş Kanalı üzerinden Akdeniz'e, ardından Cebelitarık Boğazı'nı aşarak İngiltere ve Avrupa'ya ulaşmaktadır. Bu noktada KYP, Basra Körfezi'ndeki Al Faw Limanı'na denizyoluyla gelen ürünlerin kara ve demiryolu aracılığıyla Avrupa'ya taşınmasını sağlayarak Asya ile Avrupa arasında stratejik bir ticaret koridoru oluşturmayı hedeflemektedir (Öztürk, 2024).

KYP'nin başlangıç noktası, Basra'da inşa edilmekte olan büyük Al Faw Limanı'dır. 2025 yılında tamamlanması planlanan ve 90 rıhtım kapasitesine sahip olacak bu liman, tamamlandığında hem Orta Doğu'nun hem de dünyanın en büyük limanlarından biri olmayı hedeflemektedir. Limanın Türkiye'ye olan bağlantısı, Şekil 2'de görüldüğü üzere Diwanıyah, Necef, Kerbela, Bağdat ve Musul şehirlerinden geçen yaklaşık 1200 km uzunluğundaki bir demiryolu ve otoyol ağı ile sağlanacaktır. Bu güzergâh, Türkiye'nin Akdeniz'deki ana limanı olan Mersin Limanı'na ve İstanbul üzerinden Avrupa'ya uzanacaktır.

Irak sınırları içinde güneyden kuzeye uzanan demiryolu hattı toplamda 1179 km uzunluğundadır ve 15 yolcu ve yük istasyonundan oluşmaktadır. Standart hat genişliği 1435 mm olan bu demiryolu, yolcu trenleri için 300 km/sa tasarım

hızına sahiptir. Yük trenleri için maksimum işletim hızı 120 km/sa, yolcu trenleri için ise, 140 km/sa olarak belirlenmiştir. Ayrıca hattın minimum yatay kurb yarıçapı 7000 m ve maksimum eğimi %12,5'tir. Demiryolu projesi, 9 alt segmente ayrılmıştır ve inşaat çalışmalarının 2025 yılında başlaması, son segmentin ise 2030 yılı sonunda tamamlanması hedeflenmektedir (PEG Infrastrutture, 2024; The Government of Iraq, 2024).



Şekil 2: Kalkınma Yolu Projesi Karayolu ve Demiryolu Hattı Güzergâhı ve Türkiye Üzerinden Dağılımı (Anadolu Ajansı, 2024)

Koridordaki karayolu kesiminin uzunluğu 1133 km olup güzergâh üzerinde toplam 26 adet servis alanı bulunmaktadır. Yapılacak karayolunun tasarım hızı 130 km/sa, işletim hızı ise 110 km/sa olarak planlanmıştır. Çift yönlü inşa edilecek olan bu karayolu, her bir yönde 3,65 m genişliğinde 3 şeride ve 3 m genişliğinde bir bankete sahip olup bir yöndeki toplam platform genişliği yaklaşık 14 m olacaktır. Güzergâhta hızın korunması amacıyla yatay kurb yarıçapları büyük tutulmuş ($R_{min}=1500$ m) ve maksimum boyuna eğimler % 5 ile sınırlandırılmıştır. Tıpkı demiryolunda olduğu gibi karayolunun da 2025 yılında inşaatına başlanması ve 2029 yılının sonuna doğru tamamlanması öngörülmektedir (PEG Infrastrutture, 2024, the Government of Iraq, 2024).

KYP'nin aylık ilerleme raporuna göre, bu koridorun tamamlanmasıyla birlikte konteynır liman trafiğinin 2032 yılında 1000x10 TEU'ya, 2050 yılında ise yaklaşık 1400x10 TEU'ya ulaşacağı öngörülmektedir. Aynı rapora göre, yeni demiryolu ve karayolu ulaşım sistemlerinin tamamlanarak çok modlu bir sistem olarak birlikte kullanılması durumunda koridordaki maksimum taşıma kapasitesinin yük için 6,4 milyon TEU/yıl olacağı ayrıca 38,2 milyon ton/yıl dökme yük taşınacağı tahmin edilmektedir. Bu toplam kapasitenin büyük bir kısmını yeni demiryolu hattı taşıyacak olup demiryolu hattının maksimum kapasitesi 3,4 milyon TEU/yıl ve 24,7 milyon ton/yıl dökme yük olarak hesaplanmıştır.

Rapora göre, 2038 yılında çok modlu koridorun neredeyse doygunluğa ulaşması beklenirken 2050 yılında bu koridorun taşıma kapasitesinin 8,0 milyon TEU/yıl ve 47,5 milyon ton/yıl dökme yük ile tamamen doygun hâle geleceği öngörülmektedir (PEG Infrastrutture, 2024; the Government of Iraq, 2024). Ben-

zer bir durumun yolcu taşımacılığı için de geçerli olacağı ve özellikle demiryolu kullanılarak Türkiye üzerinden Avrupa'ya yapılan seyahatlerde bu hattın tercih edilmesinin beklendiği değerlendirilmektedir. Demiryolu kapasitesinin yıllık bazda 13 884 880 yolcu olacağı öngörülmektedir. Irak yönetimi, KYP'nin uygulanmasıyla taşımacılıktaki bu artışlara bağlı olarak kişi başına düşen Gayrisafi Millî Hasılanın (GSMH) % 20 oranında artmasını beklemektedir (The Government of Iraq, 2024).

KYP'nin Irak'a getirdiği bu hareketlilik, yalnızca o ülke ile sınırlı kalmayıp ekonomik, politik ve stratejik olarak Türkiye'ye de olumlu katkılar sağlamaktadır. Ulaştırma Bakanlığının bu projeye ilişkin açıklamalarına göre, Türkiye üzerinden Avrupa'ya uzanan demiryolu geçişi 2088 km'dir. Bu güzergâhın büyük bir kısmı hâli hazırda işletmede olan hatlardan oluşurken kalan kısmında inşaat çalışmaları devam etmektedir. Ayrıca gerekli bağlantıların tamamlanması için 130 km ilave demiryolu hattı yapılması planlanmakta ve bu kesimin ihale edilmesi öngörülmektedir. Koridorun Türkiye'deki karayolu geçişi ise 1912 km olup bu uzunluğun 1592 km'si mevcut otoyol ağları üzerinden gerçekleştirilecektir. İlave olarak "Şanlıurfa-Ovaköy" arasında 320 km uzunluğunda yeni bir otoyol yapılarak karayolu geçişinin tamamlanması hedeflenmektedir (Öztürk, 2024).

Bu projenin tamamlanması, Türkiye üzerinden Asya ile Avrupa arasındaki seyahat süresini, Şekil 1 ve 2'den de görüldüğü gibi önemli ölçüde kısaltmaktadır. Ulaştırma Bakanlığının açıklamalarına göre, Al Faw Limanı'ndan yola çıkan bir gemi Süveyş Kanalı rotası yerine Kalkınma Yolu üzerinden Avrupa'ya yöneldiğinde yaklaşık 15 günlük bir süre kazancı olacaktır. Bu kazanım, ticaretin hızlanması ve taşıma maliyetlerinin düşmesi açısından büyük önem taşıyıp bölgesel ticaretin gelişmesine de katkı sağlayacaktır. Sonuç olarak KYP sadece projeye katılan ülkeler için değil aynı zamanda bölge ülkeleri ve global ölçekte tüm ticaret yapan ülkeler için de önemli kazançlar sunacaktır.

3. Metodoloji

3.1. Diferansiyel Gelişim Algoritması

Gerçek dünyadaki optimizasyon problemlerinin çoğu matematiksel formüller geliştirilerek çözülemeyecek kadar karmaşıktır. Böyle bir problem geleneksel yöntemlerle çözülmeye çalışıldığında çözüm çok uzun sürebilir ve uzun zaman alsa da sonuçlar istenen çözümlerde bulunamayabilir. Bu durumda problem çözümü aranırken sezgisel (sezgisel) yöntemler geliştirilmiş ve en iyi sonuçlara ulaşılmaya çalışılmıştır. Bir problemi çözmek için sezgisel yöntemler, çeşitli hareketlerden en iyi çözümü belirlemek için açıklanan yöntem olarak bilinir.

Diferansiyel Gelişim Algoritması (DGA), yapay zekâ ve popülasyon tabanlı optimizasyon algoritmalarından biridir (Price vd., 2005). Bu algoritmayı ilk olarak 2005 yılında tanıtmış ve bugüne kadar farklı problemleri çözmek için çeşitli alanlarda uygulanmıştır. Bu yaklaşım mühendislik optimizasyon prob-

lemlerinde iyi performans gösteren hızlı ve basit bir tekniktir. Trafik ve ulaşım mühendisliğinde trafik sinyal kontrolü, gecikme tahmini, yol tasarımı, rotalama, tahmin modellerinin oluşturulması vb. gibi çeşitli uygulamalar DGA algoritması kullanılarak gerçekleştirilmiştir (Ceylan, 2013; Yunrui vd., 2014; Akgüngör ve Korkmaz, 2015; Korkmaz ve Akgüngör, 2016).

DGA'nın temel prensibi Genetik Algoritma'ya (GA) oldukça benzerdir. DGA'da dört temel operatör çalışır. Bunlar; başlangıç popülasyonu, mutasyon, çaprazlama ve seçimdir. DGA ile GA arasındaki temel fark mutasyon operatöründedir. DGA' da rastgele seçilen vektörlerin farkına dayanan mutasyon süreci, algoritmanın performansını iyileştirir ve başlangıç parametre değerlerini göz ardı ederek yerel minimumların bulunmasını sağlar. DGA'daki tüm operatörler, GA gibi tüm popülasyona tek tek uygulanmaz. DGA daha az kontrol parametresi gerektirir ve daha az satırla kodlanabilir. Algoritmanın bu avantajları, onu birçok türdeki problemi çözmek için daha popüler ve tercih edilen bir yaklaşım haline getirir.

Başlangıç popülasyonundaki girdi değişkenlerinin sayısı (D), popülasyon bütünlüğünü belirler ve popülasyondaki kromozom sayısı 3'ten fazla olmalıdır. Başlangıç popülasyonu, 0 ile 1 arasında rastgele dağılımla elde edilir. Başlangıç popülasyonunun matematiksel biçimi, Denklem 1 ile gösterilmiştir.

$$X_{j,i}^{(0)} = X_j^{min} + rand_j(0,1) \cdot (X_j^{max} - X_j^{min}) \quad (1)$$

Mutasyon operatörü popülasyon üyeleri arasındaki farkı kullanır ve rastgele seçilmiş üç kromozom gerektirir. Böylece mutant vektör elde edilir. Mutasyonun matematiksel biçimi Denklem 2 ile gösterilir.

$$X_i'^{(G)} = X_a^{(G)} + F(X_b^{(G)} - X_c^{(G)}) \quad i = 1 \dots Np \quad (2)$$

Mutasyonda çok sayıda strateji vardır ve bunlar DGA/x/y/z biçiminde ifade edilir. Burada x, mutant vektörleri oluşturmak için kullanılan vektörü, y, mutasyon sürecinde kullanılan fark vektörlerinin sayısını ve z, çaprazlama işleminde kullanılan çaprazlama şemasını ifade eder.

Çaprazlama işleminin amacı, hedef vektör ile mutant vektör arasında çaprazlama yapmaktır. Bu nedenle deneme vektörü elde edilir. Çaprazlamanın matematiksel biçimi, Denklem 3 ile gösterilmiştir.

$$X_i''^{(G)} = \begin{cases} X_i'^{(G)} & \text{if } rand_j(0,1) \leq C_r \text{ or } j = j_{rand} \\ X_i^{(G)} & \text{Diğer} \end{cases} \quad (3)$$

DGA'nın son adımı hedef ve deneme vektörleri arasında en iyi popülasyonu seçmektir. Bunun ifadesi Denklem 4 ile gösterilmiştir.

$$X_i^{(G+1)} = \begin{cases} X_i^{(G)} & \text{if } f(X_i^{(G)}) \leq f(X_i^{(G)}) \\ X_i^{(G)} & \text{Diğer} \end{cases}, i = 1 \dots Np \quad (4)$$

Kontrol parametrelerinin değerleri. F , Cr ve Np , Price'un önerdiği gibi optimum aralıklarda seçilmelidir. Bu, model performansı için önemli bir adımdır.

3.2. Yolcu ve Yük Talep Modelleri

KYP'nin hayata geçmesi özellikle Türkiye ile Irak arasında yük ve yolcu taşımalarının artmasına yani daha fazla yolcu ve yük talebi olmasına olanak sağlayacaktır. Bu nedenle mevcut durumdaki yük ve yolcu taleplerinin modellenmesi ve KYP'den sonra yük ve yolcu talebine etkisinin ortaya konulması amaçlanmıştır. Birçok çalışmada model geliştirilmesi için yüksek korelasyonlu, kolay ulaşılabilir ve çalışma amacıyla doğrudan ilgili parametrelerin seçilmesi ön planda tutulmaktadır (Korkmaz ve Akgüngör, 2021; Korkmaz, 2023). Bu nedenle bu çalışma kapsamında da modellerin geliştirilmesinde kullanılan parametreler ulaşım talebi ile doğrudan ilişkili ve kolay bir şekilde elde edilebilir parametrelerden seçilmiştir. Bu çalışmada 4 farklı parametre kullanılmış olup bunlar, Türkiye ve Irak arasındaki ithalat ve ihracat verileri ile Türkiye'nin GSMH ve nüfus verilerinden oluşmaktadır. KYP'nin hem karayolunu hem de demiryolunu kapsamından dolayı yolcu ve yük taşıma verileri demiryolu ve karayolu toplamına göre alınmıştır. 4 parametre için 2013 ile 2023 yılları arasındaki veriler kullanılmış olup yıllık taşınan yolcu ve yük değerleri, ithalat ve ihracat verileri Türkiye İstatistik Kurumundan (TÜİK), GSMH ve nüfus verileri ise Dünya Bankası istatistiklerinden elde edilmiştir. Çalışma kapsamında Tablo 1'de verilen 11 yıllık veri kümesi kullanılmıştır.

Tablo 1: Y-km: Yolcu-km (10⁹); Yk-km: Yük-km (10⁹); GSMH: Gayrisafi Milli Hasıla (10⁹); İth: İthalat (10⁹) Dolar\$; İhr: İhracat (10⁹) Dolar\$; N: Nüfus (10⁶) kişi.

Yıl	Y-km	Yk-km	GSMH	İth	İhr	N
2013	274.403	235.225	957.799	0.161	12.950	76.15
2014	283.474	246.484	938.935	0.283	13.154	77.18
2015	299.060	254.803	864.314	0.329	9.967	78.22
2016	308.681	264.800	869.683	0.895	8.496	79.28
2017	323.199	275.502	858.988	1.609	10.110	80.31
2018	338.301	280.983	778.972	1.631	9.437	81.41

2019	353.860	282.286	761.006	2.678	10.223	82.58
2020	297.289	288.341	720.338	8.201	9.142	83.38
2021	346.853	326.251	819.865	1.664	11.126	84.15
2022	368.158	340.063	907.118	1.419	13.750	84.98
2023	401.091	348.234	1108.022	1.498	12.759	85.33

Türkiye'deki karayolu ve demiryolu ulaştırma modlarındaki yolcu ve yük taleplerini tahmin etmek için doğrusal, üstel, kuvvet ve kuadratik olmak üzere 4 farklı formda matematiksel modeller denenmiştir. Bu modeller içerisinde en yüksek başarıyı gösteren kuadratik model ile yolcu ve yük talepleri modellenmiş ve model formu Denklem 5'de verilmiştir. Model parametreleri olarak ithalat (ith), ihracat (ihr) ve kişi başına düşen GSMH (GSMH_{kb}) kullanılmıştır.

Kuadratik Form:

$$yolcu_{tahmin} = w_1 * GSMH_{kb} + w_2 * ith + w_3 * ihr + w_4 * GSMH_{kb} * ith + w_5 * GSMH_{kb} * ihr + w_6 * ith * ihr + w_7$$

(5)

$$yük_{tahmin} = w_1 * GSMH_{kb} + w_2 * ith + w_3 * ihr + w_4 * GSMH_{kb} * ith + w_5 * GSMH_{kb} * ihr + w_6 * ith * ihr + w_7$$

Yapay zekâ yöntemlerinde Ortalama Mutlak Hata (OMH), Ortalama Mutlak Yüzde Hata (OMYH), Ortalama Karesel Hataların Karekökü (OKHK) gibi birçok performans ölçüsü bulunmaktadır. Amaç fonksiyonunda uygun bir değerlendirme ölçütünün kullanılması performans açısından önemlidir. Bu nedenle, bu çalışmanın amaç fonksiyonu, gözlenen ulaşım talebi ile tahmini ulaşım arasındaki ortalama mutlak yüzde hatanın en küçüğü olarak kullanılmıştır. Amaç fonksiyonunun matematiksel ifadesi Denklem 6 ile verilmiştir.

$$Minf(x) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^m \left| \frac{yolcu_{gözlem_i} - yolcu_{tahmin_i}}{yolcu_{gözlem_i}} \right| * 100$$

(6)

$$Minf(x) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^m \left| \frac{yük_{gözlem_i} - yük_{tahmin_i}}{yük_{gözlem_i}} \right| * 100$$

4. Bulgular

Geliştirilen yolcu ve yük modellerinin katsayıları DGA algoritması ile belirlenmiştir. Algoritmaların etkinliği kontrol parametreleri ile doğrudan ilişkilidir. Bu çalışmada algoritmanın kontrol parametreleri için Tablo 2'de gösterilen değerler kullanılmıştır. Modellerin geliştirilmesinde iterasyon sayısı olarak 2000 kullanılmıştır. Optimizasyon sonucunda elde edilen yolcu ve yük tahmin modellerine ait katsayılar Tablo 3'de verilmiştir.

Tablo 2: Diferansiyel Gelişim Algoritması Kontrol Parametreleri

Popülasyon boyutu (NP)	30
Çaprazlama oranı (CR)	0.90
Mutasyon katsayısı (F)	0.95
Toplam iterasyon sayısı	2000

Tablo 3: Yolcu ve Yük tahmin model katsayıları

Katsayılar	Yolcu	Yük
w_1	-0.098	-0.017
w_2	-241.222	-188.452
w_3	-107.254	-15.342
w_4	0.005	0.008
w_5	0.008	0.001
w_6	20.474	13.404
w_7	1527.805	478.673

Optimizasyon algoritmalarında amaç, fonksiyonunun en düşük olduğu noktayı yani en optimum çözüm noktasını bulmaktır. Tahmin doğruluğunu ortaya koymak için ölçek bağımlı ve ölçek bağımsız ölçüm yöntemleri yaygın olarak kullanılmaktadır. Ölçek bağımlı ölçüm yöntemleri olarak ortalama mutlak hata (OMH) ortalama karesel hataların karekökü (OKHK), ölçek bağımsız ölçüm yöntemleri için ise, determinasyon katsayısı (R^2) ve ortalama mutlak yüzdesel hata (OMYH) kullanılmaktadır. Bu çalışmada kullanılan ölçüm yöntemleri Denklem 7-10 ile verilmiştir.

$$R^2 = 1 - \left[\frac{\sum_{i=1}^n (yolcu_{gözlem_i} - yolcu_{tahmin_i})^2}{\sum_{i=1}^n (yolcu_{gözlem_i} - yolcu_{ortalama_i})^2} \right] \quad (7)$$

$$R^2 = 1 - \left[\frac{\sum_{i=1}^n (yük_{gözlem_i} - yük_{tahmin_i})^2}{\sum_{i=1}^n (yük_{gözlem_i} - yük_{ortalama_i})^2} \right]$$

$$OMYH = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^m \left| \frac{yolcu_{gözlem_i} - yolcu_{tahmin_i}}{yolcu_{gözlem_i}} \right| * 100 \quad (8)$$

$$OMYH = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^m \left| \frac{yük_{gözlem_i} - yük_{tahmin_i}}{yük_{gözlem_i}} \right| * 100$$

$$OKHK = \sqrt{1/m \sum_{i=1}^m (yolcu_{gözlem_i} - yolcu_{tahmin_i})^2} \quad (9)$$

$$OKHK = \sqrt{1/m \sum_{i=1}^m (yük_{gözlem_i} - yük_{tahmin_i})^2}$$

$$OMH = 1/m \sum_{i=1}^m |yolcu_{gözlem_i} - yolcu_{tahmin_i}| \quad (10)$$

$$OMH = 1/m \sum_{i=1}^m |yük_{gözlem_i} - yük_{tahmin_i}|$$

Modellerin tahmin doğruluğunu gösteren istatistik değerleri Tablo 4'te verilmiştir. İstatistiki sonuçlara göre, yolcu tahmin modeli yük tahmin modelinden daha iyi performans göstermiş ve daha yüksek istatistiksel değerlere sahip olmuştur. Kullanılan parametrelere göre yolcu tahmini yaklaşık % 0,6 yüzdesel hata ile tahmin doğruluğu gerçekleştirebilirken yük tahmininde % 2,2 yüzdesel hata ile tahmin doğruluğu gerçekleştirilmiştir. Diğer istatistiki sonuçlar da kullanılan parametrelerle yolcu ve yük taleplerini modellemenin yüksek düzeyde başarılı olduğunu ve gerçek değerlere yakın tahminler gerçekleştirilebildiğini ortaya koymaktadır.

Tablo 4: Yolcu ve Yük Modellerinin İstatistiksel Sonuçları

İstatistiksel Ölçüm	Yolcu	Yük
R2	0.992	0.883
OMYH	0.593	2.238
OKHK	3.573	12.537
OMH	1.937	6.469

Mevcut 11 yıllık veri ile ortaya konulan modeller istatistiki olarak doğrulanmış ve gerçek değerlere yakın sonuçlar elde edilebilmiştir. Böylece bu modeller kullanılarak geleceğe yönelik yolcu ve yük tahminlerinin gerçekleştirilebilmesi mümkün olacaktır. Gelecek tahmininde önemli husus modelin parametre değerlerinin projeksiyonlarının yapılması buna bağlı olarak yolcu ve yük taleplerinin belirlenmesidir. Bu doğrultu da 2 farklı senaryo oluşturulmuştur.

4.1 Senaryo I

İlk senaryo da ithalat, ihracat ve kişi başına GSMH parametrelerinin mevcut trendde artışı göz önüne alınmıştır. 2050 yılına kadar en küçük kareler yöntemi kullanılarak bu parametrelerinin projeksiyon değerleri elde edilmiştir. Senaryo I'de parametrelerin projeksiyon değerleri ve önerilen modele göre yolcu ve yük talepleri Tablo 5 ve Tablo 6 ile verilmiştir.

Tablo 5: Senaryo I Parametre Projeksiyon Değerleri

Yıl	GSMH _{kb}	İth	İhr	Yıl	GSMH _{kb}	İth	İhr
2024	9990.013	2.338	11.355	2038	11950.964	3.340	17.251
2025	10143.870	2.442	11.938	2039	11998.612	3.452	17.602
2026	10397.235	2.495	12.869	2040	12055.204	3.548	17.942
2027	10589.392	2.460	13.452	2041	12150.126	3.632	18.313
2028	10868.133	2.427	13.741	2042	12276.262	3.691	18.697
2029	11204.115	2.467	14.245	2043	12424.589	3.761	19.105
2030	11386.546	2.481	14.577	2044	12546.771	3.850	19.461
2031	11462.587	2.702	14.952	2045	12629.285	3.953	19.764
2032	11311.545	2.902	14.970	2046	12668.951	4.056	20.095
2033	11212.607	3.019	15.147	2047	12767.794	4.142	20.467
2034	11212.269	3.055	15.800	2048	12873.238	4.224	20.841
2035	11728.608	3.034	16.379	2049	12981.518	4.305	21.205
2036	11821.470	3.120	16.670	2050	13090.017	4.388	21.564
2037	11889.633	3.224	16.932				

Tablo 6: Senaryo I Yolcu ve Yük Talebi Projeksiyon Değerleri

Yıl	Y-km	Yk-km	Yıl	Y-km	Yk-km
2024	380.635	343.545	2038	814.309	664.869
2025	402.921	365.665	2039	859.371	696.151
2026	438.333	397.762	2040	903.328	726.102
2027	458.290	414.222	2041	951.720	757.809
2028	472.490	423.817	2042	1000.148	788.046
2029	504.984	446.432	2043	1056.382	822.741
2030	525.575	460.080	2044	1112.986	858.421
2031	571.197	494.728	2045	1167.052	893.602
2032	591.016	512.807	2046	1221.400	929.843
2033	610.227	529.000	2047	1282.412	968.223
2034	646.740	556.087	2048	1345.189	1007.199
2035	700.268	586.083	2049	1409.070	1046.533
2036	735.085	609.771	2050	1475.098	1087.072
2037	771.273	634.917			

Parametrelerin mevcut artış trendine göre 2050 yılında yolcu talebinin 1475 milyon-km ve yük talebinin 1.087 milyon-km olacağı öngörülmektedir. 2023 yılına göre yolcu talebinin yaklaşık 3,5 kat ve yük talebinin yaklaşık 3 kat artış göstereceği belirlenmiştir.

4.2. Senaryo II

İkinci senaryo da ise, KYP'nin etkilerinin ortaya konulması amaçlanmıştır. Bu doğrultu da projenin tamamlanma süresinden (2030 yılı) itibaren ithalat ve ihracat verilerinde kademeli artış olacağı öngörülmüş ve 2030 yılı 2050 yılları arasında % 5, % 10 ve % 15 artış sağlayacağı öngörülmüş parametrelerin projeksiyon değerleri elde edilmiştir. Senaryo II'deki parametrelerin projeksiyon değerleri ve önerilen modele göre yolcu ve yük talepleri Tablo 7 ve 8 ile verilmiştir.

Tablo 7: Senaryo II Parametre Projeksiyon Değerleri

Yıl	GSMH _{kb}	İth	İhr	Yıl	GSMH _{kb}	İth	İhr
2024	9990.013	2.338	11.355	2038	11950.964	3.675	18.976
2025	10143.870	2.442	11.938	2039	11998.612	3.797	19.362
2026	10397.235	2.495	12.869	2040	12055.204	3.902	19.736
2027	10589.392	2.460	13.452	2041	12150.126	3.995	20.145
2028	10868.133	2.427	13.741	2042	12276.262	4.060	20.567

2029	11204.115	2.467	14.245	2043	12424.589	4.138	21.015
2030	11386.546	2.605	15.305	2044	12546.771	4.428	22.380
2031	11462.587	2.837	15.699	2045	12629.285	4.546	22.728
2032	11311.545	3.047	15.719	2046	12668.951	4.664	23.109
2033	11212.607	3.170	15.905	2047	12767.794	4.763	23.537
2034	11212.269	3.207	16.590	2048	12873.238	4.857	23.967
2035	11728.608	3.186	17.198	2049	12981.518	4.950	24.386
2036	11821.470	3.276	17.504	2050	13090.017	5.046	24.799
2037	11889.633	3.546	18.625				

Tablo 8: Senaryo II Yolcu ve Yük Talebi Projeksiyon Değerleri

Yıl	Y-km	Yk-km	Yıl	Y-km	Yk-km
2024	380.635	343.545	2038	990.359	788.270
2025	402.921	365.665	2039	1047.445	827.374
2026	438.333	397.762	2040	1102.871	864.680
2027	458.290	414.222	2041	1163.481	903.935
2028	472.490	423.817	2042	1223.626	941.093
2029	504.984	446.432	2043	1293.358	983.703
2030	570.365	494.037	2044	1500.634	1119.851
2031	623.196	533.463	2045	1575.287	1167.886
2032	646.527	554.458	2046	1650.281	1217.458
2033	668.684	572.997	2047	1733.465	1269.409
2034	709.738	603.216	2048	1818.724	1322.029
2035	770.025	636.149	2049	1905.266	1375.049
2036	809.528	662.727	2050	1994.590	1429.657
2037	935.564	750.735			

KYP'nin yolcu ve yük talebine etkisinin ortaya konulduğu Senaryo II'de, 2050 yılında yolcu talebinin yaklaşık 1995 milyon-km ve yük talebinin yaklaşık 1430 milyon-km olacağı öngörülmüştür. Projenin yıllara bağlı etkisi incelendiğinde 2030 yılında yolcu talebinde Senaryo I öngörülerine göre yaklaşık % 9 ve yük talebinde yaklaşık % 7 artış sağlayacağı öngörülmüştür. Ayrıca 2050 yılına kadar projenin artırıcı etkisinin artış göstereceği ve 2050 yılında yolcu talebinde % 35 ve yük talebinde % 30 artış düzeyine ulaşacağı öngörülmektedir.

5. Sonuç

Bu çalışma, KYP'yi genel hatlarıyla tanıtmak ve Türkiye'deki yolcu ve yük talebi üzerindeki potansiyel etkisini analiz etmek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Bu amaç doğrultusunda öncelikle mevcut ve planlanan unsurlar hakkında bilgiler sunulmuş, ardından projenin hayata geçmesi sonrasında oluşacak yolcu ve yük taşımacılığı taleplerinin tahminine yönelik modeller önerilmiştir. Ayrıca bu modeller, çeşitli senaryolar kapsamında kullanılarak geleceğe yönelik projeksiyonlar sunulmuştur. Modellerin geliştirilmesinde, son dönemlerde sıkça tercih edilen yapay zekâ temelli DGA yöntemi kullanılmış ve bu modellerin yüksek doğrulukta tahminler yaptığı gözlemlenmiştir. Yapılan model projeksiyonları, 2050 yılına kadar KYP'nin yolcu talebini mevcut duruma göre yaklaşık % 35, yük talebini ise, % 30 oranında artıracığını öngörmektedir. Geliştirilen modeller, farklı olası senaryolar için karar vericiler ve analiz uzmanları tarafından kullanılabilir ve elde edilen sonuçlar doğrultusunda geleceğe yönelik stratejiler geliştirilebilir.

Sonuç olarak KYP'nin, Türkiye'nin coğrafi konumu ve Asya ile Avrupa arasındaki köprü özelliği göz önüne alındığında hem bölgesel hem de Avrupa ülkeleri için ticari iş birliği fırsatları sunacağı düşünülmektedir. Projenin Türkiye için de yolcu ve yük talebinde kayda değer bir artışa sebep olacağı ve bu durumun özellikle bağlantı bölgeleri için ekonomik kalkınma anlamında önemli faydalar sağlayacağı öngörülmektedir.

KAYNAKÇA

- Akgüngör, A.P., Korkmaz, E. (2015). "Analysis and Modelling of the Relationship between Stopped and Control Delays by Differential Evolution Algorithm" *The Open Civil Engineering Journal*, 10: 266-279, <https://doi.org/10.2174/1874149501610010266>
- Anadolu Ajansı, www.aa.com.tr, (2024)., (Erişim tarihi: 01.10.2024)
- Bi, Y., Srinivasan, D., Lu, X., Sun, Z., Zeng, W. (2014). "Type-2 fuzzy multi-intersection traffic signal control with differential evolution optimization". *Expert Systems with Applications*, 41(16), 7338-7349.
- Çaylan, D. Ö., Kişi, H. (2011). "Avrupa Birliği Ortak Ulaştırma Politikası ve Türkiye". *Dokuz Eylül Üniversitesi Denizcilik Fakültesi Dergisi*, 3(2), 79-100.
- Ceylan, H. (2013). "Optimal design of signal controlled road networks using differential evolution optimization algorithm". *Mathematical Problems in Engineering*, (1), 696374.
- Durdular, A. (2016). "Çin'in "Kuşak-Yol" Projesi ve Türkiye-Çin İlişkilerine Etkisi". *Avrasya Etüdleri*, 49(1) 77-97.
- Ekonomist, www.wkonomist.com.tr, (2024)., "Küresel Ticarete Orta Koridor Fırsatı" (<https://www.ekonomist.com.tr/makale/kuresel-ticarete-orta-koridor-firsati-48882>) (Erişim tarihi: 01.10.2024)

- Eralp, İ. (2018). "Çin'in 21. yüzyıl stratejisi: Kuşak Yol Girişimi ve Türkiye". *Türkiye Günü*, 133, 5-24.
- Güngör, G. (2023). "Hindistan-Orta Doğu-Avrupa Ekonomik Koridoru". Yorum No:2023/38 *Avrasya İnceleme Merkezi*, <https://avim.org.tr/tr/Yorum/HINDISTAN-ORTA-DOGU-AVRUPA-EKONOMIK-KORIDORU> Erişim Tarihi:10.10.2024
- Kaygusuz, B. (2023). "Hindistan'ı Avrupa'ya Bağlayacak Koridor Hakkında Bilinenler". *Independent Türkçe* Erişim tarihi: 25.11.2024
- Koltuk, D. A. (2017). "Soğuk Savaş Sonrası Yumuşak Güç Bağlamında Çin-Afrika Ekonomik İlişkileri". *BIDGE Yayınları*, 3(3), 259.
- Korkmaz, E. (2023). "Energy demand estimation in Turkey according to modes of transportation: Bezier search differential evolution and black widow optimization algorithms-based model development and application". *Neural Computing & Applications*, 35(9), 7125- 7146, <https://doi.org/10.1007/s00521-023-08245-1>
- Korkmaz, E., Akgüngör, A.P. (2016). "Delay Estimation Models for Signalized Intersections Using Differential Evolution Algorithm". *International Journal of Engineering Research*, 5(3), 16-29.
- Korkmaz, E., Akgüngör, A.P. (2021). "The forecasting of air transport passenger demands in Turkey by using novel meta-heuristic algorithms". *Concurrency and Computation: Practice and Experience*, 33(16), e6263, <https://doi.org/10.1002/cpe.6263>
- Kurut, D. (2023). "Çin'in Balkan Politikası: Kuşak-Yol Projesi'nin Bölgeye Etkileri". *Avrasya Etüdüleri*, 62, 35-65.
- Öztürk, B., (2024). "Development Road Project: Transforming Türkiye-Iraq Relations" Brief n. 61/July 2024, Osservatorio TURCHIA CeSPI. www.cespi.it (Erişim tarihi: 01.10.2024)
- Öztürk, K., (2024), "Orta Doğunun Çehresini değiştirecek Proje, Kalkınma Yolu Prjesi" <https://kemalozturk.com.tr/blog/ortadogunun-cehresini-degistirecek-proje-kalkinma-yolu-projesi/> (Erişim tarihi: 01.10.2024)
- PEG infrastrutture S.p.A. (2024) "The Development Road" Project Monthly Progress Presentation., (Erişim tarihi: 01.10.2024)
- Price, K. V., Storn, R. M., Lampinen, J. A. (2005). "The differential evolution algorithm". *Differential evolution: a practical approach to global optimization*, 37-134.
- Saygılı, M.S. (2014). "İntermodal Taşımacılığın Maliyet Avantajları: Karayolu-Denizyolu Entegrasyonu Üzerine Bir Araştırma-Cost Benefits Of Intermodal Transportation: A Research On Road And Maritime Integration". *Öneri Dergisi*, 11(41), 203-214.
- The Government of Iraq, "The Development Road Project", www.iraq-jccme.jp/pdfdownload.php (Erişim tarihi:01.10.2024)
- Türkiye Cumhuriyeti Ticaret Bakanlığı. (2019). Uluslararası Kuzey-Güney Taşımacılık Koridoru. <https://ticaret.gov.tr/blog/ulkelerden-ticari-haberler/iran/uluslararasi-kuzey-guney-tasimacilik-koridoru> Erişim Tarihi:25.11.2024

Ünver, D. (2023). International North-South Transit Corridor (INSTC). Blog No: 2023 / 37, *Avrasya İncelemeleri Merkezi*, <https://avim.org.tr/Blog/INTERNATIONAL-NORTH-SOUTH-TRANSIT-CORRIDOR-INSTC-06-07-2023> Erişim Tarihi:25.11.2024

Yaman, S. (2009). "Trans Avrupa Ulaşım Şebekelerinin (TEN-T) gelişimi kapsamında Türkiye'de yürütülen çalışmalar". *Uluslararası Ekonomik Sorunlar Dergisi*, 24-48.