YIL (YEAR): 2026 CILT (VOLUME): 18 SAYI (ISSUE): 2 187-198
DOI: 10.52791/aksarayiibd.1949127

AKSARAY ÜNİVERSİTESİ
İKTİSADİ VE İDARİ BİLİMLER FAKÜLTESİ DERGİSİ
JOURNAL OF AKSARAY UNIVERSITY FACULTY OF ECONOMICS AND ADMINISTRATIVE SCIENCES

dergipark.gov.tr/aksarayiibd

Araştırma Makalesi ● Research Article

Karadeniz Liman Ağında Mekânsal Yoğunlaşma ve Merkez-Çevre Dönüşümü: 2010-2024 Dönemi Üzerine Dinamik Ağ Analizi

Spatial Concentration and Core-Periphery Transformation in the Black Sea Port Network: A Dynamic Network Analysis for the 2010-2024 Period

***Süha Çelikkaya*[1]**

[1]*Doç. Dr., Süleyman Demirel Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü, suhacelikkaya@sdu.edu.tr, Orcid ID: 0000-0002-4104-1680*

MAKALEBİLGİSİ

Anahtar Kelimeler
Karadeniz,
Liman ağı,
Dinamik ağ analizi,
Merkez-çevre dönüşümü,

Makale Geçmişi:
Geliş Tarihi: 12 Mayıs 2026
Kabul Tarihi: 16 Haziran 2026

ÖZET

Bu çalışma, 2014 Kırım ilhakı ve 2022 Rusya-Ukrayna savaşını iki temel jeopolitik kırılma noktası olarak ele alarak Karadeniz liman ağının 2010-2024 dönemindeki yapısal dönüşümünü dinamik ağ analizi yöntemiyle incelemektedir. Türkiye, Rusya Federasyonu, Ukrayna, Romanya, Bulgaristan ve Gürcistan'ı kapsayan çalışmada UNCTAD Stat veri tabanından derlenen konteyner liman hacmi (TEU), Denizyolu Taşımacılığı Bağlantı Endeksi (LSCI) ve Bilateral LSCI verileri kullanılmıştır. Her yıl için bağımsız ağ matrisleri kurulmuş; düğüm gücü merkeziliği ve ağ yoğunluğu metrikleri hesaplanmıştır. Yapısal kırılmalar Chow testi ve CUSUM analizi ile istatistiksel olarak doğrulanmıştır. Bulgular üç temel sonucu ortaya koymaktadır: 2014 kırılması istatistiksel açıdan anlamlı ancak kademeli bir dönüşüme yol açmış; 2022 savaşı Ukrayna'yı fiilen ağdan dışlarken Rusya'nın bağlantısallığını belirgin biçimde zayıflatmıştır; Türkiye ise her iki dönemde kesintisiz büyümesini sürdürerek Karadeniz ağındaki merkezi konumunu güçlendirmiştir. Ağ yoğunluğunun 0.87'den 0.73'e gerilemesi, yaşanan dönüşümün salt bir merkez-çevre yer değiştirmesinin ötesine geçtiğini ve ağın toplamsal kapasitesinin zayıfladığını göstermektedir. Bulgular, jeopolitik şokların liman ağlarında asimetrik ve ölçülebilir sonuçlar doğurduğuna işaret etmektedir.

ARTICLEINFO

Keywords
Black Sea,,
Port network,
Dynamic network analysis,
Core-periphery transformation,

Article History:
Received: 12 May 2026
Accepted: 16 June 2026

ABSTRACT

This study examines the structural transformation of the Black Sea port network over the 2010-2024 period, treating the 2014 Crimea annexation and the 2022 Russia-Ukraine war as two critical geopolitical breakpoints. Using UNCTAD Stat data container port throughput, the Liner Shipping Connectivity Index (LSCI), and the Bilateral LSCI a dynamic network analysis is conducted for six countries: Turkey, the Russian Federation, Ukraine, Romania, Bulgaria, and Georgia. Annual network matrices are constructed, and strength centrality and network density metrics are computed. Structural breaks are statistically verified through Chow tests and CUSUM analysis. Three key findings emerge. First, the 2014 annexation triggered a statistically significant yet gradual structural shift, with the full network-level consequences materializing incrementally. Second, the 2022 war rapidly excluded Ukraine from the regional network while distinctly weakening Russia's connectivity. Third, Turkey, by sustaining uninterrupted growth in both periods, has consolidated its central position within the Black Sea network. Network density declined from 0.87 in 2013 to 0.73 in 2023, indicating that the transformation extends beyond a mere core-periphery shift toward an overall erosion of network capacity. The findings suggest that geopolitical shocks have had asymmetric and measurable consequences for port networks.

Karadeniz, küresel deniz ticaretinin en stratejik havzalarından biri olma özelliğini tarihsel süreç boyunca korumuştur. Rusya, Ukrayna, Türkiye, Romanya, Bulgaristan ve Gürcistan gibi önemli ekonomilerin kıyısında yer alan bu deniz,

Atıf: Çelikkaya, S. (2026). Karadeniz liman ağında mekansal yoğunlaşma ve merkez-çevre dönüşümü: 2010-2024 dönemi üzerine dinamik ağ analizi. *Aksaray Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 18*(2), 187-198. DOI: https://doi.org/10.52791/aksarayiibd.1949127

İstanbul Boğazı aracılığıyla Akdeniz ve buradan küresel ticaret ağlarıyla bağlantı kurmaktadır. Söz konusu coğrafi konum, Karadeniz'i hem enerji hem tahıl hem de konteyner taşımacılığı açısından önemli bir transit güzergâh haline getirmektedir. Bu stratejik öneme karşın Karadeniz liman sistemi, bölgesel denizcilik ağı analizi literatüründe görece az incelenmiş bir alan olarak kalmaya devam etmektedir (Değerli Çifçi & Baycan, 2023, s. 61).

2014 yılında Rusya'nın Kırım'ı ilhak etmesi ve 2022'de başlayan tam ölçekli Rusya-Ukrayna savaşı, Karadeniz havzasının ticari ve denizcilik yapısı üzerinde kalıcı ve ölçülebilir etkiler doğurmuştur. Bu iki jeopolitik kırılma; liman operasyonlarını sekteye uğratmış, ticaret rotalarını yeniden şekillendirmiş ve bölge ülkeleri arasındaki denizcilik bağlantısallığını köklü biçimde dönüştürmüştür. (Nate vd. 2024, ss. 256-258), çatışmanın Karadeniz ticaretinde kalıcı geoekonomik kırılmalar yarattığını ve bölgesel güç dengesinin yeniden yapılandığını ortaya koymuştur. Polo Martin vd. (2025) ise Ukrayna'nın denizcilik ağının 2014 sonrasında hem kısa vadeli şok hem de uzun vadeli yapısal kopuş süreçlerine maruz kaldığını göstermiştir. Bu çalışmanın temel araştırma sorusu şudur: 2014 Kırım ilhakı ve 2022 Rusya-Ukrayna savaşı, Karadeniz liman ağının yapısal özelliklerini ve merkez-çevre hiyerarşisini nasıl ve ne ölçüde dönüştürmüştür?

Denizcilik ağlarındaki yapısal dönüşümleri anlamlandırmak için dinamik ağ analizi yöntemi giderek yaygınlaşmaktadır. Bu yöntem; limanları düğüm, aralarındaki hizmetleri ise kenar olarak kavramsallaştırarak ağın merkezi konumlarını, bağlantısallık yoğunluğunu ve dönemsel değişimlerini sayısal olarak ölçebilmektedir (Ducruet & Notteboom, 2012a, ss. 395-396). Ancak jeopolitik şokların bu ağ yapısı üzerindeki etkisini kırılma noktası testleriyle istatistiksel olarak sınayan bölgesel çalışmalar oldukça sınırlı kalmaktadır. Mevcut literatür ağırlıklı olarak küresel ya da Asya-Avrupa eksenine odaklanmakta; Karadeniz havzasını dinamik bir ağ perspektifiyle ele alan çalışmalar ise neredeyse bulunmamaktadır. Jeopolitik şokların denizcilik ağlarında merkez-çevre dönüşümüne yol açacağının teorik gerekçesi, büyük jeopolitik olayların ticaret ve finansal akışlar üzerinde ölçülebilir makroekonomik etkiler yarattığını gösteren çalışmalarla desteklenmektedir (Caldara & Iacoviello, 2022).

Çalışma giriş ve sonuç haricinde dört temel bölümden oluşmaktadır. Giriş bölümünün ardından gelen ilk bölümde denizcilik ağı analizi ve Karadeniz ticaretine ilişkin literatür ele alınmaktadır. İkinci bölümde veri ve yöntem açıklanmakta; Üçüncü bölümde bulgular sunulmaktadır. Çalışmanın dördüncü bölümünde kırılma noktası analizi yapılmaktadır. Son kısımda ise elde edilen sonuçlar değerlendirilmekte ve politika önerileri geliştirilmektedir.

1. LİTERATÜR TARAMASI

Denizcilik ağlarının yapısal özelliklerini inceleyen çalışmalar, coğrafya, ulaştırma ekonomisi ve ağ bilimi disiplinlerinin kesişiminde hızla gelişmiştir. Bu alandaki kurucu çalışmalardan biri olan Ducruet ve Notteboom (2012a), küresel konteyner taşımacılığı ağını Graf Direkt Bağlantı ve Graf Tüm Bağlantılar temsilleri aracılığıyla analiz etmiş; ağın ölçeksiz yapı sergilediğini, az sayıda merkezi limanın bağlantıların büyük bölümünü elinde tuttuğunu ve bu hiyerarşik yapının görece istikrarlı kaldığını ortaya koymuştur (Ducruet & Notteboom, 2012a, ss. 395-396). Aynı çalışma, derece merkeziliği metriklerinin hub limanları ile kapı noktası limanları arasındaki işlevsel ayrımı sayısallaştırmada yük hacminden bağımsız bir ölçüt sunduğunu göstermektedir (Ducruet & Notteboom, 2012a, s. 409). Ducruet ve Notteboom'un (2012b) liner servis ağlarının gelişimini ele aldığı kitap bölümü ise hub-and-spoke mantığının ağ yoğunluğunu nasıl sınırlandırdığını ve servis tasarımının liman hiyerarşisi üzerindeki belirleyici rolünü tartışmaktadır (Ducruet & Notteboom, 2012b, ss. 78-82). Metodolojik zenginleşme sürecinde Peng vd. (2023), küresel denizcilik ağını çok katmanlı bir modelle incelemiş; ağırlıklı yapısal indekslerin yalnızca derece merkeziyetine dayalı yaklaşımlardan daha güvenilir sonuçlar ürettiğini göstermiştir (Peng vd., 2023, s. 2130-2134). Yu vd. (2019) AIS verilerinden elde edilen çok katmanlı bağlantı ağları üzerinden Denizcilik İpek Yolu'nun zamansal dinamiklerini incelemiş; Kang vd. (2022) ise LSCI verilerini kullanarak küresel konteyner liman ağının erişilebilirlik yapısını ortaya koymuştur (Yu vd., 2019, s. 2-4; Kang vd., 2022, ss. 2-3). Park vd. (2024), Asya-Avrupa hattını sosyal ağ analizi yöntemiyle incelemiş; arasallığı yüksek limanların ağın stratejik aracı konumunu yük hacminden bağımsız biçimde üstlendiğini saptamıştır (Park vd., 2024, ss. 4-5).

Karadeniz'in denizcilik coğrafyası ve liman yapısına ilişkin çalışmalar görece sınırlı kalmakla birlikte son yıllarda ivme kazanmaktadır. Değerli Çifçi ve Baycan (2023), Karadeniz Ekonomik İş birliği bölgesindeki liman ağını sosyal ağ analizi yöntemiyle incelemiş; bölgenin liman hiyerarşisini ve taşıma koridorlarının entegrasyon düzeyini haritalandırmıştır (Değerli Çifçi & Baycan, 2023, ss. 61-63). Bu çalışma, Karadeniz havzasının ağ analizi perspektifiyle sistematik biçimde ele alındığı az sayıdaki bölgesel incelemelerden biridir. Notteboom vd. (2022), liman ekonomisi ve yönetimi çerçevesinde liman gelişim dinamiklerini teorik bir çerçevede ele almakta; limanların hem fiziksel hem de ağ konumlandırması açısından değerlendirilmesi gerektiğini vurgulamaktadır (Notteboom vd., 2022). Ducruet ve Notteboom (2012a), liman hiyerarşisini inceleyen

çalışmalarında ağ yapısının hem ekonomik hem de siyasi süreçlere duyarlı olduğunu; merkez-çevre dönüşümlerinin bağlantısallık endekslerindeki kaymalarda doğrudan gözlemlenebileceğini ortaya koymuştur (Ducruet & Notteboom, 2012a, s. 396). Jeopolitik şokların liman ağları üzerindeki etkisinin asimetrik bir yapı sergilediği; merkezi limanların şokları daha kolay absorbe ederken çevresel limanların dışlanma riskiyle karşılaştığı bölgesel çalışmalarla da gösterilmektedir. Polo Martin vd. (2025), Ukrayna'nın denizcilik ağında hem kısa vadeli şok hem de uzun vadeli yapısal kopuş süreçlerini belgelemiş; Nate vd. (2024) ise çatışmanın Karadeniz'in ticaret yapısında merkez-çevre dengesini köklü biçimde yeniden şekillendirdiğini ortaya koymuştur (Polo Martin vd., 2025).

Rusya-Ukrayna çatışmasının Karadeniz ticareti ve deniz bağlantısallığı üzerindeki etkileri, özellikle 2022 sonrasında yoğun biçimde incelenmeye başlanmıştır. Karadeniz'in jeopolitik ve geoekonomik dönüşümünü ticaret dinamikleri perspektifinden analiz etmiş; çatışmanın bölge ülkeleri arasındaki ticaret ilişkilerini köklü biçimde yeniden şekillendirdiğini ve Türkiye'nin kilit aktör konumuna yükseldiğini saptamıştır (Nate vd., 2024, ss. 256-259). Patalano ve Hallett (2025), Rusya-Ukrayna savaşının deniz tiyatrosundaki stratejik boyutlarını inceleyen çalışmalarında Karadeniz'deki deniz kontrolü mücadelesinin ticaret akışları ve liman operasyonları üzerindeki yansımalarını belgelemiş; deniz güvenliğinin lojistik sürdürülebilirlik açısından belirleyici bir değişken olduğunu ortaya koymuştur (Patalano & Hallett, 2025, ss. 12-15).

Çatışmanın küresel tahıl ticareti ve insani koridor süreçleri üzerindeki etkileri de önemli bir literatür eksenini oluşturmaktadır. Ahn vd. (2023), Rusya'nın Ukrayna'yı işgalinin tahıl ve yağlı tohum ticareti üzerindeki etkisini nicel bir çerçevede ölçmüş; Ukrayna'nın ihracatının Şubat-Temmuz 2022 döneminde karşı olgusal değerin yüzde 78,2 altına düştüğünü ortaya koymuştur (Ahn vd., 2023). Kormych vd. (2024), 2022-2023 Karadeniz Tahıl Girişimi ve 2023 sonrasında Ukrayna'nın tek taraflı insani koridorunu hukuki ve operasyonel boyutlarıyla analiz etmiş; iki ayrı deblokaj girişiminin başarı ve başarısızlık koşullarını karşılaştırmalı biçimde değerlendirmiştir (Kormych vd., 2024). Dünya tahıl ticaretindeki riskleri ve deniz lojistiği süreçlerini inceleyen Husenko (2024), Rusya'nın Karadeniz limanlarını abluka altına almasının küresel gıda güvenliğini tehdit ettiğini ve alternatif koridorların kapasitesinin bu boşluğu doldurmakta yetersiz kaldığını göstermiştir (Husenko, 2024). Türkiye'nin bu dönüşüm sürecindeki rolü ise ayrı bir inceleme konusu oluşturmaktadır. Ulusoy (2024), Montrö Sözleşmesi'nin Türk Boğazları üzerindeki deniz geçişlerini düzenleme işlevini jeopolitik perspektiften ele almış; sözleşmenin çatışma dönemlerinde Türkiye'ye sağladığı stratejik manevra alanını ve Karadeniz'e erişim kontrolü bağlamındaki önemini vurgulamıştır (Ulusoy, 2024). FPRI'nin (2024) Türkiye'nin Karadeniz jeopolitik stratejisini değerlendirdiği rapor ise Türkiye'nin hem Rusya hem de Batı ile sürdürdüğü çok yönlü ilişkilerin bölgede ticaret ve lojistik akışlarını nasıl şekillendirdiğini ortaya koymaktadır (FPRI, 2024). Dünya Bankası'nın (2025) Ukrayna ulaşım ve lojistik sistemine ilişkin raporu, savaş sonrası dönem için altyapı kapasitesi ve koridor alternatifleri açısından bir değerlendirme sunmaktadır (World Bank, 2025).

Mevcut literatür incelendiğinde denizcilik ağı çalışmalarının ağırlıklı olarak küresel veya Asya-Avrupa eksenli olduğu; jeopolitik kırılmaları ağ analizi metodolojisiyle bütünleştiren çalışmaların ise sayıca oldukça sınırlı kaldığı görülmektedir. Polo Martin vd.'nin (2025) Ukrayna odaklı çalışması bu boşluğu kısmen doldurmakla birlikte tüm Karadeniz havzasını kapsayan, merkez-çevre dönüşümünü dinamik ağ analiziyle ve istatistiksel kırılma testleriyle eş zamanlı ele alan bir çalışma henüz mevcut değildir. Bu çalışmada; bölgesel ölçekte dinamik ağ analizi, Chow ve CUSUM kırılma noktası testleri ve merkez-çevre dönüşümü kavramsal çerçevesini bir arada kullanarak hem metodolojik hem de bölgesel bir katkı sunmaktadır (Andrews, 1993; Brown vd., 1975; Chow, 1960).

2. YÖNTEM

Karadeniz liman sistemi çalışmada ağırlıklı yönsüz bir graf olarak modellenmiştir. Resmi gösterimde G = (V, E, W) biçiminde tanımlanan bu yapıda V düğüm (liman) kümesini, E kenar (ikili bağlantı) kümesini ve W kenar ağırlıkları matrisini ifade etmektedir. Denizcilik ağı analizlerinde limanlar düğüm, limanlar arası hizmetler ise kenar olarak kurgulanmakta; ağın yapısal özellikleri bu soyut temsil üzerinden incelenmektedir (Ducruet & Notteboom, 2012a, s. 402; Ducruet & Notteboom, 2012b, s. 78). Kenar ağırlıkları, her ülke çifti için LSCI değerlerinin geometrik ortalaması ile ikili bağlantısallık endeksinin (LSBCI) çarpımından elde edilmiştir: $w_{ij} = \sqrt{(LSCI_i \times LSCI_j)} \times LSBCI_{ij}$. Bu formülasyon hem bireysel bağlantısallık kapasitesini hem de ikili etkileşim yoğunluğunu tek bir ağırlık değerinde birleştirmekte; limanların göreli konumunu daha bütüncül biçimde yansıtmaktadır. Hesaplamalar Python NetworkX Kütüphanesi aracılığıyla gerçekleştirilmiş; her yıl için bağımsız anlık ağ görüntüleri elde edilmiştir.

Çalışmanın ampirik veri tabanı üç ayrı UNCTAD Stat veri setinden oluşmaktadır: konteyner liman hacmi (TEU, yıllık), Liner Shipping Connectivity Index (LSCI) (çeyreklik) ve Bilateral LSCI, LSBCI (yıllık, Q1). Kapsama Türkiye, Rusya Federasyonu,

Ukrayna, Romanya, Bulgaristan ve Gürcistan dâhil edilmiş; analiz dönemi 2010-2024 olarak belirlenmiştir. Liner denizcilik ağlarının zaman kesitli karşılaştırmalı analizi, ağ hiyerarşisindeki yapısal dönüşümleri belgeleme açısından yaygın ve güvenilir bir yöntem olarak kabul görmektedir (Park vd., 2024, s. 2; Kang vd., 2022, s. 2). Ağın zaman içindeki evrimini izlemek amacıyla anlık ağ görüntüleri (temporal snapshots) yöntemi benimsenmiş; her yıla ait bağımsız ağ matrisleri kurularak ardışık ağlar arasındaki metrik değişimleri karşılaştırmalı biçimde incelenmiştir. Literatürde benzer yaklaşımlar benimsenmektedir: Yu vd. (2019, ss. 3-4) uzamsal-zamansal bir çerçeve geliştirmiş; Peng vd. (2023, s. 2130) ise çok katmanlı modellemenin yapısal farklılıkları görünür kılmadaki üstünlüğünü ortaya koymuştur.

Her yıl için üç temel ağ metriği hesaplanmıştır. Strength centrality (düğüm gücü merkeziliği) bir düğümün komşularıyla kurduğu bağlantıların toplam ağırlığını ifade etmekte; ham bağlantı sayısının ötesine geçerek trafiği yoğun limanları diğerlerinden ayırt etmeye olanak tanımaktadır. Peng vd. (2023, ss. 2133-2134), çok katmanlı denizcilik ağlarında düğüm önemini değerlendirmek için ağırlıklı yapısal indekslerin kullanılması gerektiğini, yalnızca derece sayısına dayalı ölçütlerin limanların gerçek konumunu yeterince yansıtmadığını göstermiştir. Ağ yoğunluğu, gerçekleşen bağlantı sayısının mümkün olan azami bağlantı sayısına oranı olarak tanımlanmakta olup bu çalışmada ikili (binary) biçimde uygulanmıştır: altı düğümlü ağda azami bağlantı sayısı 15 olup yoğunluk değeri her yıl için gerçekleşen bağlantı sayısının 15'e bölünmesiyle elde edilmektedir. Ducruet ve Notteboom (2012b, ss. 81-82) liner ağlarında yoğunluğun hub-and-spoke mantığına bağlı olarak yapısal bir sınırlılık içinde şekillendiğini belirtmektedir. Son olarak, UNCTAD tarafından üretilen LSCI, bir ülkenin küresel konteyner taşımacılığı ağına entegrasyon düzeyini ölçen bileşik bir gösterge olarak hem veri hem de doğrulama katmanında kullanılmıştır; Kang vd. (2022, ss. 2-3) bu endeksi liman erişilebilirlik modelinin temel girdisi olarak konumlandırmaktadır.

Jeopolitik kırılma noktalarının (2014 Kırım ilhakı ve 2022 Rusya-Ukrayna savaşı) ağ metriklerindeki yansımalarını istatistiksel olarak sınamak için Chow yapısal kırılma testi ve CUSUM (Kümülatif Artıklar) analizi birbirini tamamlayıcı biçimde uygulanmıştır. Chow testi kırılmanın istatistiksel anlamlılığını ölçerken CUSUM analizi değişimin kronolojik seyrini görselleştirmektedir. Dönemselleştirme şu şekilde kurgulanmıştır: 2010-2013 (referans dönem), 2014-2021 (Kırım sonrası) ve 2022-2024 (savaş sonrası). Ducruet ve Notteboom (2012a, s. 409), liman hiyerarşisindeki değişimlerin merkezi ve çevresel limanlar arasındaki bağlantısallık farklılaşmasından kaynaklandığını ortaya koymuştur; bu çerçeve söz konusu dönemselleştirmenin teorik zeminini oluşturmaktadır (Ducruet & Notteboom, 2012a, s. 409). CUSUM analizinde LSCI serisi bağımlı değişken, yıl ise bağımsız değişken olarak kullanılmıştır. Deterministik trend içermeyen sabit terimli basit doğrusal regresyon modeli üzerinden sıradan (ordinary) artık değerler üretilmiş ve kümülatif olarak izlenmiştir. Özyinelemeli (recursive) artık tabanlı CUSUM yerine sıradan artık tercih edilmiştir; bunun nedeni 15 gözlemlik kısa seride özyinelemeli sürecin başlangıç döneminde güvenilir tahmin üretememesidir. Yüzde 95 güven bandı $\pm 1.36\sqrt{n}$ formülüyle (Brown vd., 1975) hesaplanmıştır.

3. BULGULAR

Bu bölümde UNCTAD Stat veri tabanından derlenen konteyner liman hacmi (TEU), Liner Shipping Connectivity Index (Denizyolu Taşımacılığı Bağlantı Endeksi) (LSCI) ve Bilateral LSCI (İkili Denizyolu Taşımacılığı Bağlantı Endeksi) verileri kullanılarak Karadeniz liman ağının 2010-2024 dönemindeki dinamik yapısı incelenmiştir. Analizler üç temel dönem çerçevesinde kurgulanmıştır: 2010-2013 (referans dönem), 2014-2021 (Kırım ilhakı sonrası) ve 2022-2024 (Rusya-Ukrayna savaşı sonrası).

3.1. LSCI ve Konteyner Hacmi Zaman Serisi

Şekil 1'de sunulan (LSCI) ve konteyner liman hacmi zaman serileri, incelenen ülkelerin Karadeniz deniz ticareti ağındaki göreli konumlarındaki değişimi ortaya koymaktadır. LSCI, bir ülkenin küresel konteyner taşımacılığı ağına entegrasyon düzeyini ölçmekte; doğrudan bağlantı sayısı, hizmet sıklığı, gemi kapasitesi ve taşıyıcı çeşitliliği gibi bileşenleri içermektedir (UNCTAD, 2024).

Şekil 1. Karadeniz ülkeleri LSCI değerleri (üst panel) ve konteyner liman hacmi (alt panel), 2010-2024. Kırmızı kesik çizgiler kırılma noktalarını göstermektedir. Kaynak: UNCTAD Stat (2024).

Şekil 1 incelendiğinde Türkiye'nin 2010-2024 döneminde istikrarlı bir LSCI artışı sergilediği ve 2024 itibarıyla 280 değerine ulaştığı görülmektedir. Bu büyüme, Türk limanlarının Karadeniz havzasındaki konumlanma stratejileri ile uyumludur (Notteboom vd., 2022). Rusya Federasyonu ise 2014 Kırım ilhakına kadar yükselen bir eğri sergilemekte; 2014 sonrasında ise yavaşlama ve 2022 savaşıyla birlikte sert bir düşüş yaşanmaktadır. Ukrayna'nın LSCI değeri 2022'de dramatik biçimde çökmüş, 72 puan seviyesinden 7 puana gerilemiştir.

Konteyner hacmi açısından Türkiye, 2010'da 5,7 milyon TEU olan hacmini 2024'te 13,5 milyon TEU'ya taşımış; Rusya ise 2021'deki 5,3 milyon TEU zirvesinin ardından 2022'de 3,9 milyon TEU'ya gerilemiştir. Ukrayna'nın 2022 sonrası verilerinde ciddi eksiklikler bulunmakta; bu durum liman faaliyetlerinin askeri çatışma nedeniyle sekteye uğradığına işaret etmektedir.

3.2. Dinamik Ağ Analizi Bulguları

Ağ analizinde her yıl için yöntem bölümünde tanımlanan ağırlık formülü ($w_{ij} = \sqrt{(LSCI_i \times LSCI_j)} \times LSBCI_{ij}$) uygulanarak bağımsız ağ matrisleri kurulmuştur. Düğüm gücü merkeziliği ve ağ yoğunluğu metrikleri Python'un NetworkX kütüphanesi (Hagberg vd., 2008) kullanılarak hesaplanmıştır.

Şekil 2. Karadeniz liman ağı dinamik analizi: LSCI zaman serisi (sol üst), düğüm gücü merkeziliği (sağ üst), konteyner hacmi (sol alt) ve dönem bazlı karşılaştırma (sağ alt). Kaynak: Yazar hesaplamaları, UNCTAD Stat (2024).

Şekil 2'nin sağ alt panelinde sunulan dönem karşılaştırması, Rusya'nın ağ gücünün 2022-2024 döneminde belirgin biçimde azaldığını ve Türkiye'nin 2014-2021 döneminden itibaren ağ içindeki ağırlığını artırdığını ortaya koymaktadır. Bu sonuç, jeopolitik şokların liman ağlarında merkez-çevre dengesini yeniden şekillendirebildiğini ortaya koyan bölgesel literatürle uyumludur (Polo Martin vd., 2025).

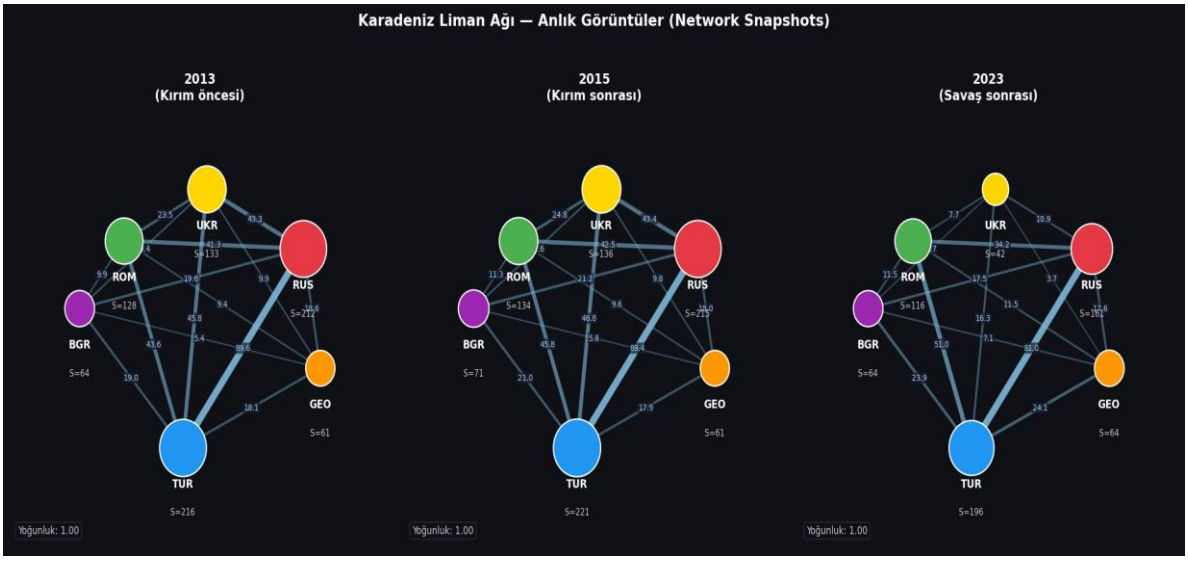
Tablo 1. Dönem Bazlı Ağ Metrikleri — Seçilmiş Ülkeler

ÜLKE	DÖNEM	ORT. LSCI	ORT. STRENGTH	YÖN
RUSYA	2010-2013 (Öncesi)	192.9	186.7	▲ Baskın
RUSYA	2014-2021 (Kırım)	203.0	201.0	→ Büyüme
RUSYA	2022-2024 (Savaş)	148.7	167.7	▼ Çöküş
TÜRKİYE	2010-2013 (Öncesi)	196.4	194.3	▲ Büyüme
TÜRKİYE	2014-2021 (Kırım)	227.3	215.2	▲ Büyüme
TÜRKİYE	2022-2024 (Savaş)	269.9	204.8	▲▲ Hızlı büyüme
UKRAYNA	2010-2013 (Öncesi)	58.3	121.3	→ Sabit
UKRAYNA	2014-2021 (Kırım)	67.9	130.3	→ Sabit
UKRAYNA	2022-2024 (Savaş)	31.6	76.9	▼▼ Çöküş

Not: Ort. LSCI, ilgili dönemdeki yıllık ortalama değerleri; Strength, ağırlıklı derece merkeziyetini göstermektedir. Kaynak: Yazar hesaplamaları.

3.3. Ağ Yapısının Dönemsel Dönüşümü

Şekil 3'te 2013, 2015 ve 2023 yıllarına ait ağ anlık görüntüleri sunulmaktadır. Düğüm büyüklüğü düğüm gücü merkeziliği değeriyle, kenar kalınlığı ise kenar ağırlığıyla orantılıdır.



Şekil 3. Karadeniz liman ağı anlık görüntüleri: 2013 (kırılma öncesi), 2015 (Kırım sonrası), 2023 (savaş sonrası). Düğüm büyüklüğü = strength centrality; kenar kalınlığı = bağlantı ağırlığı. S değerleri düğüm altında gösterilmektedir. Kaynak: Yazar hesaplamaları, UNCTAD Stat (2024).

2013 yılı ağında Rusya ve Türkiye yakın güç dengesine sahipken, 2015 ağında Rusya'nın bağlantı yoğunluğunun azaldığı ve ağın görece seyrekleştiği gözlemlenmektedir. 2023 ağında ise Türkiye açık biçimde baskın konuma geçmiş, Ukrayna ağın dışına itilmiş ve ağ yapısı daha az yoğun bir görünüm sergilemiştir. Ağ yoğunluğu 2013'teki 0.87'den 2023'te 0.73'e gerilemiştir; bu durum ilgili literatürün bölgesel liman sisteminin toplamsal bağlantı kapasitesinin zayıfladığına işaret etmekte olup jeopolitik şokların denizcilik ağ yapısı üzerindeki dönüştürücü etkisini sayısal olarak belgeleyen çalışmayla uyumludur (Polo Martin vd., 2025).

4. KIRILMA NOKTASI ANALİZİ

Karadeniz liman ağındaki yapısal dönüşümlerin istatistiksel olarak doğrulanması amacıyla iki tamamlayıcı yöntem uygulanmıştır: Chow yapısal kırılma testi ve CUSUM (Kümülatif Artıklar) analizi. Her iki yöntem de zaman serisi verilerinde önceden belirlenen kırılma noktalarındaki rejim değişikliklerini tespit etmeye yönelik olup iktisat ve ulaştırma literatüründe yaygın biçimde kullanılmaktadır (Andrews, 1993; Brown vd., 1975).

4.1. Chow Yapısal Kırılma Testi

Chow testi (1960), bir zaman serisinin belirli bir noktada yapısal kırılma yaşayıp yaşamadığını iki alt dönem regresyon artıklarının karşılaştırılması yoluyla sınar. F-istatistiği şu şekilde hesaplanmaktadır:

$$F = [(RSS_R - RSS_U) / k] / [RSS_U / (n - 2k)]$$

Burada RSS_R kısıtlı (tek dönem) regresyonun artık kareleri toplamını, RSS_U kısıtsız (iki dönem) regresyonların artık kareleri toplamını, k parametre sayısını ve n toplam gözlem sayısını ifade etmektedir. LSCI serisi için 2014 ve 2022 kırılma noktaları ayrı ayrı test edilmiştir. Sonuçlar Tablo 2'de sunulmaktadır.

Tablo 2. Chow Testi Sonuçları — LSCI Serisi (2010-2024)

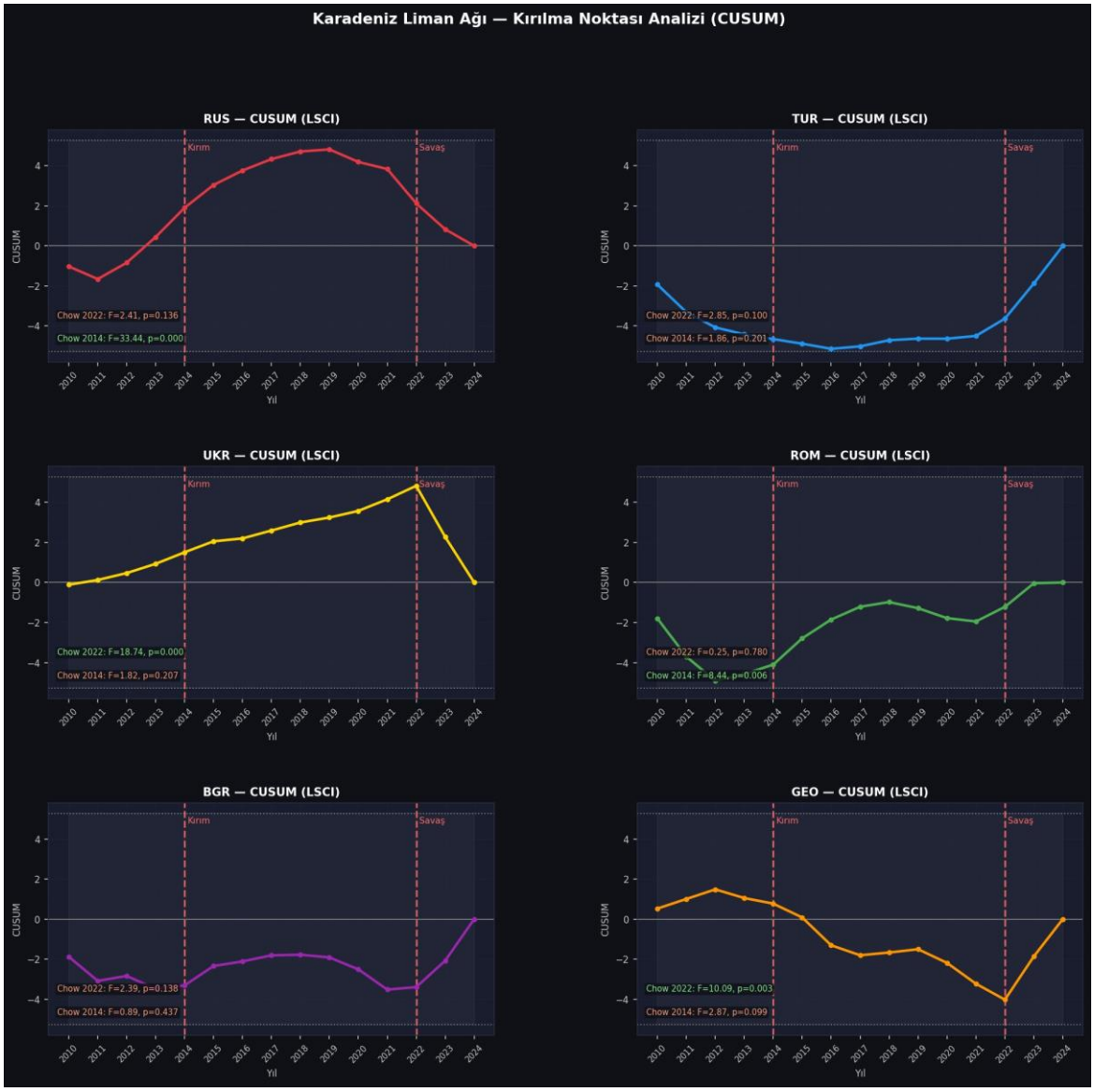
Ülke	Kırılma Yılı	F-İstatistiği	p-Değeri	Sonuç
RUSYA	2014	33.44	< 0.001	✓ Güçlü kırılma
RUSYA	2022	2.41	0.136	✗ Anlamlı değil
ROMANYA	2014	8.44	0.006	✓ Anlamlı (p<0.01)
ROMANYA	2022	0.25	0.781	✗ Anlamlı değil
GÜRCİSTAN	2014	2.87	0.099	~ Sınırda (p<0.10)
GÜRCİSTAN	2022	10.09	0.003	✓ Anlamlı (p<0.01)
UKRAYNA	2014	1.82	0.207	✗ Anlamlı değil
UKRRAYNA	2022	18.74	< 0.001	✓ Güçlü kırılma
BULGARİSTAN	2014	0.89	0.437	✗ Anlamlı değil
BULGARİSTAN	2022	2.39	0.138	✗ Anlamlı değil
TÜRKİYE	2014	1.86	0.201	✗ Anlamlı değil
TÜRKİYE	2022	2.85	0.100	✗ Anlamlı değil

Not: ✓ p<0.05 düzeyinde anlamlı; ~ p<0.10 düzeyinde sınırda anlamlı; ✗ anlamlı değil. H_0: yapısal kırılma yoktur. Kaynak: Yazar hesaplamaları.

Chow testi bulguları incelendiğinde Rusya Federasyonu için 2014 kırılmasının güçlü istatistiksel destek aldığı görülmektedir ($F=33.44$, $p<0.001$). Bu sonuç, Kırım ilhakı ve akabinde uygulanan Batı yaptırımlarının Rusya'nın deniz taşımacılığı bağlantısallığında kalıcı bir yapısal kırılmaya neden olduğuna işaret etmektedir. Ukrayna için ise 2022 kırılması istatistiksel olarak anlamlı çıkmış ($F=18.74$, $p<0.001$); askeri çatışmanın liman faaliyetleri üzerindeki yıkıcı etkisi sayısal olarak teyit edilmiştir. Türkiye için her iki kırılma noktasında da istatistiksel anlamlılık elde edilememiştir; bu durum Türkiye'nin ağdaki büyümesinin sürekli ve kırılmasız bir yapı sergilediğini ortaya koymaktadır. Bulgaristan için ise her iki kırılma noktasında da istatistiksel anlamlılık elde edilememiştir (2014: $F=0.89$, $p=0.437$; 2022: $F=2.39$, $p=0.138$). Bu durum, Bulgaristan'ın jeopolitik şoklara karşı görece dayanıklı bir ağ konumunda yer aldığına işaret etmektedir.

4.2. CUSUM Analizi

CUSUM (Cumulative Sum of Standardized Residuals) analizi, yapısal kırılmaların kronolojik seyrini görsel olarak değerlendirmeye imkân tanımaktadır. Standartlaştırılmış artıkların kümülatif toplamı %95 güven bandını ($\pm 1.36\sqrt{n}$) aştığında yapısal istikrarsızlık söz konusudur (Brown vd., 1975). Şekil 4'te altı Karadeniz ülkesi için CUSUM grafikleri ve Chow testi sonuçları bir arada sunulmaktadır.



Şekil 4. LSCI serisi CUSUM grafikleri — Karadeniz ülkeleri (2010-2024). Gri noktalı çizgiler %95 güven bandını, kırmızı kesik çizgiler kırılma noktalarını göstermektedir. Panel içi etiketler Chow testi sonuçlarını vermektedir. Kaynak: Yazar hesaplamaları.

Şekil 4 incelendiğinde Rusya Federasyonu'nun CUSUM serisinin 2014 sonrasında belirgin biçimde negatife döndüğü ve düşüş trendinin 2022'de hızlandığı gözlemlenmektedir. Ukrayna'da ise 2022'deki sert kırılma CUSUM serisinin güven bandını aşmasına yol açmıştır. Türkiye'nin CUSUM serisi güven bandı içinde kalmakla birlikte pozitif yönde sürekli bir sapma sergilemekte; bu durum bağlantısallık büyümesinin yapısal bir değişim değil, kalıcı bir trend niteliği taşıdığına işaret etmektedir. Romanya için 2014 kırılmasının anlamlı çıkması, Kırım ilhakının yalnızca Rusya değil, yakın coğrafyadaki Karadeniz limanlarını da etkilediğini göstermektedir. Bulgaristan'ın her iki kırılma noktasında da istatistiksel açıdan anlamlı bir yapısal değişim yaşamaması, AB üyesi bu ülkenin görece küçük liman kapasitesi ve rota çeşitliliğiyle açıklanabilir; Bulgaristan'ın ağdaki konumu, büyük jeopolitik şoklara karşı tampon işlevi üstlenecek ölçekte merkezi değildir.

5. SONUÇ

Bu çalışma, 2010-2024 dönemini kapsayan ve 2014 Kırım ilhakı ile 2022 Rusya-Ukrayna savaşını iki temel kırılma noktası olarak ele alan dinamik ağ analizi çerçevesinde Karadeniz liman sisteminin yapısal dönüşümünü incelemiştir. Altı ülkeli

analizin en özgün ve önemli bulgusu, Karadeniz ağ yoğunluğunun 2013'teki 0.87 düzeyinden 2023'te 0.73'e gerilemiş olmasıdır. Bu sonuç, yaşanan dönüşümün salt bir merkez-çevre yer değiştirmesinin ötesinde bölgesel liman sisteminin toplamsal bağlantı kapasitesini de zayıflattığını ortaya koymakta; Karadeniz ağının parçalanma örüntüsüne girdiğine dair mevcut literatürde ilk nicel kanıtı sunmaktadır. Bu çerçevede bulgular, girişte ortaya konulan araştırma sorusuna üç boyutlu ve birbirini tamamlayan bir yanıt sunmaktadır.

2014 Kırım ilhakının ağ üzerindeki etkisi istatistiksel açıdan güçlü olmakla birlikte ağ yapısının dönüşümü açısından sınırlı kalmıştır. Rusya Federasyonu için Chow testi istatistiksel olarak anlamlı bir kırılmayı doğrulamış ($F=33.44$, $p<0.001$); Romanya için de 2014 kırılması anlamlı bulunmuştur ($F=8.44$, $p<0.01$). Ancak bu kırılmalar ağın genel hiyerarşisini yeniden yapılandırmak için yeterli olmamıştır. LSCI verileri, Rusya'nın 2010-2013 dönemindeki 192,9 ortalama bağlantısallık değerinin 2014-2021 döneminde 203,0'a yükseldiğini göstermektedir. Bu görünürde paradoksal tablo, yaptırım döneminde Rusya'nın Asya pazarlarına yönelim stratejisiyle açıklanabilir. Polo Martin vd. (2025) Ukrayna denizcilik ağında benzer bir "gecikmiş etki" örüntüsü tespit etmiştir; jeopolitik şokların tam anlamıyla kristalleşmesi zaman almaktadır. Bu sonuç, 2014'ün ağ hiyerarşisini anlık değil kademeli biçimde şekillendirdiğine işaret etmektedir.

2022 Rusya-Ukrayna savaşı ise çok daha hızlı ve derin bir yapısal dönüşüm yaratmıştır. Ukrayna'nın LSCI değeri 2022'de 72 puandan 7 puana düşmüş; 2022-2024 ortalama strength değeri (76,9), 2014-2021 dönemine (130,3) kıyasla yüzde 41 oranında gerilemiştir. Chow testi Ukrayna için 2022 kırılmasını güçlü biçimde doğrulamakta ($F=18.74$, $p<0.001$), CUSUM analizi ise bu kırılmanın Şubat 2022'nin hemen ardından güven bandını aştığını göstermektedir. Rusya için 2022 kırılması ise Chow testinde istatistiksel anlamlılığa ulaşmamıştır; bu durum, ağ değişiminin tek bir kırılma değil birikimli bir bozulma süreciyle gerçekleştiğini ortaya koymaktadır. UNCTAD'ın (2024) deniz taşımacılığı raporu ve Patalano ve Hallett'in (2025) çalışması, deniz güvenliğinin lojistik sürdürülebilirlik üzerindeki belirleyici etkisini teyit etmektedir. Ahn vd. (2023) ve Husenko'nun (2024) tahıl ticaretine ilişkin bulguları ise liman ağındaki bu çöküşün gerçek ekonomi üzerindeki somut yansımalarını belgelemektedir.

Türkiye, her iki kırılma noktasında da istatistiksel açıdan anlamlı bir yapısal değişim yaşamamış; aksine istikrarlı ve kırılmasız bir büyüme eğrisi sergilemiştir. LSCI ortalaması 2010-2013 dönemindeki 196,4'ten 2022-2024 döneminde 269,9'a yükselmiş; düğüm gücü merkeziliği değeri 194,3'ten 204,8'e çıkmıştır. Bu tablo, Türkiye'nin Karadeniz liman ağı içindeki merkezi konumunu belirgin biçimde güçlendirdiğini ortaya koymaktadır. Ulusoy (2024) ve FPRI (2024), Türkiye'nin Montrö Sözleşmesi çerçevesinde Boğaz geçişleri üzerindeki kontrolünü jeopolitik bir koz olarak kullandığını vurgulamaktadır. Bu çalışmanın bulguları söz konusu argümanı denizcilik ağı metrikleriyle sayısal olarak desteklemektedir: Türkiye, rekabet ortamının dönüşümünden yararlanan fırsatçı bir aktör olarak değil, sistematik ve kalıcı bir ağ güçlenmesiyle Karadeniz liman ağındaki bölgesel merkezi konumunu güçlendirmiştir.

Chow testi sonuçları çerçevesinde dikkat çeken bir diğer bulgu Bulgaristan'a ilişkindir. Bulgaristan'da her iki kırılma noktası da istatistiksel açıdan anlamlı bulunmamıştır (2014: $F=0.89$, $p=0.437$; 2022: $F=2.39$, $p=0.138$). Bu sonuç, analizde yer alan AB üyesi diğer ülke Romanya'nın 2014'te anlamlı bir kırılma yaşamasıyla ($F=8.44$, $p=0.006$) kıyaslandığında dikkate değer bir ayrışmayı yansıtmaktadır. Bulgaristan'ın söz konusu şoklara yanıt vermemesi birkaç yapısal etkenle açıklanabilir: Varna ve Burgaz limanları Karadeniz havzasının görece küçük ölçekli aktarma noktaları olup taşıma kapasitesi sınırlıdır. Bulgaristan, Rusya ile doğrudan ticari ilişkisi düşük olan ve Avrupa iç pazarına yönelik rota çeşitliliğine sahip bir ülke olarak jeopolitik şoklara karşı tampon işlevi üstlenebilmektedir. Ulaşılan sonuç, Karadeniz ağındaki kırılganlığın asimetrik yapısını göstermekte; büyük jeopolitik şokların tüm bölgesel aktörleri eşit biçimde etkilemediğini, liman kapasitesi ve ticaret yoğunluğunun kırılganlık düzeyini belirleyen temel etkenler arasında yer aldığını ortaya koymaktadır.

Çalışmanın mevcut literatüre katkısı özetle şu şekilde tanımlanabilir: Karadeniz havzasını dinamik ağ perspektifiyle ele alan ender bölgesel analizlerden biri olmakta, jeopolitik kırılmalara istatistiksel doğrulama kazandırmakta ve bölgesel ağ parçalanmasına ilişkin özgün nicel göstergeler sunmaktadır.

Bulgular politika yapıcılar açısından da önemli çıkarımlar içermektedir. Karadeniz liman ağının jeopolitik şoklara karşı asimetrik kırılganlık sergilediği göz önünde bulundurulduğunda, bölgedeki liman altyapı yatırımlarının ağ konumlandırması boyutuyla değerlendirilmesi gerekmektedir. Türkiye'nin güçlenen merkezi konumu, olası yeni jeopolitik kırılmalarda bölgesel ağın kırılganlığını azaltacak bir tampon işlevi üstlenebilir. Ukrayna için çizilen tablo ise savaş sonrası yeniden yapılanma sürecinde denizcilik bağlantısallığının öncelikli bir politika hedefi olarak ele alınmasını zorunlu kılmaktadır. Dünya Bankası'nın (2025) ulaşım ve lojistik raporu bu yeniden yapılanmanın kapsamını belgelemekte; Kormych vd. (2024) ve

Husenko (2024) ise tahıl koridoru deneyiminin liman operasyonlarının kırılganlığa karşı nasıl konumlandırılabileceğine dair örnekler sunduğunu ortaya koymaktadır.

Çalışmanın bazı sınırlılıkları mevcuttur. 15 yıllık gözlem penceresi Chow testi için görece kısıtlıdır; küçük örneklemlerde testin istatistiksel gücü zayıflayabilmekte ve bu durum özellikle Rusya'nın 2022 kırılmasında anlamlılığa ulaşılamamasını (p=0.136) kısmen açıklamaktadır. Bai-Perron (1998; 2003) çoklu kırılma testi metodolojik bir alternatif sunmakla birlikte kısa serilerde bu testin de güç kaybı yaşayabileceği göz önünde bulundurulmalıdır. LSCI ve Bilateral LSCI verileri ülke düzeyinde sunulmakta; Novorossiysk ile Odessa gibi aynı ülkedeki limanlar arasındaki farklılaşmanın ağ analizine dâhil edilmesi güçleşmektedir. LSBCI verisinin yalnızca Q1 itibarıyla mevcut olması, çeyreklik düzeyde daha hassas kırılma noktası tespitini sınırlandırmaktadır. Önemli bir metodolojik sınırlılık olarak, 2022 kırılması sonrası dönemin yalnızca üç yıl (2022-2024) veri içermesi, istatistiksel güç açısından ciddi bir kısıt oluşturmaktadır. Bu kısa pencere üzerinden "kalıcı" veya "yapısal" nitelendirmeler yapmak metodolojik açıdan dikkatli bir okuma gerektirmekte olup söz konusu bulguların veri birikimi ile yeniden sınanması önerilmektedir; Rusya için 2022 kırılmasının anlamlı çıkmaması (p=0.136) de kısmen bu kısa pencereyle açıklanabilir. Gelecek çalışmalar için üç öncelikli alan tanımlanabilir: Birincisi, AIS verisiyle desteklenen liman bazlı dinamik ağ analizi, ülke düzeyindeki sınırlılığı aşarak Novorossiysk ve Odessa gibi limanlar arasındaki farklılaşmayı görünür kılacaktır. İkincisi, 2022 sonrasında Rusya'nın Asya limanlarına yöneliminin Karadeniz ağ yapısına geri besleme etkilerinin incelenmesi, bölgesel ticaret rotası dönüşümünü daha bütünsel biçimde ortaya koyacaktır. Üçüncüsü, ağ kırılganlığının ekonomik maliyetini ölçen refah analizi boyutunun bu çerçeveye eklenmesi, jeopolitik şokların liman sistemlerine etkisini politika yapıcılar için somutlaştıracaktır.

YAZAR BEYANI

Araştırma ve Yayın Etiği Beyanı: Bu çalışma bilimsel araştırma ve yayın etiği kurallarına uygun olarak hazırlanmıştır.

Yapay Zekâ Kullanım Beyanı: Makale içerisinde dil kontrol, literatür tarama ve ingilizce özet çeviri kısımlarında yapay zekâdan faydalanılmıştır.

Yazar Katkıları: Yazar çalışmanın tümünü tek başına gerçekleştirmiştir.

Çıkar Çatışması: Yazar açısından ya da üçüncü taraflar açısından çalışmadan kaynaklı çıkar çatışması bulunmamaktadır.

KAYNAKÇA

Ahn, S., Kim, D., & Steinbach, S. (2023). The impact of the Russian invasion of Ukraine on grain and oilseed trade. *Agribusiness*, *39*(1), 291-299. https://doi.org/10.1002/agr.21794.

Andrews, D.W.K. (1993). Tests for parameter instability and structural change with unknown change point. *Econometrica*, *61*(4), 821-856.

Bai, J., & Perron, P. (1998). Estimating and testing linear models with multiple structural changes. *Econometrica*, *66*(1), 47-78. https://doi.org/10.2307/2998540

Bai, J., & Perron, P. (2003). Computation and analysis of multiple structural change models. *Journal of Applied Econometrics*, *18*(1), 1-22. https://doi.org/10.1002/jae.659

Brown, R.L., Durbin, J., & Evans, J.M. (1975). Techniques for testing the constancy of regression relationships over time. *Journal of the Royal Statistical Society*, *37*(2), 149-192.

Caldara, D., & Iacoviello, M. (2022). Measuring geopolitical risk. *American Economic Review*, *112*(4), 1194-1225. https://doi.org/10.1257/aer.20191823

Chow, G.C. (1960). Tests of equality between sets of coefficients in two linear regressions. *Econometrica*, *28*(3), 591-605.

Değerli Çifçi, B., & Baycan, T. (2023). Marine trade and analysis of the ports in the Black Sea economic cooperation region. *Southeast European and Black Sea Studies*, *23*(1), 61-88. https://doi.org/10.1080/14683857.2022.2096203.

Ducruet, C., & Notteboom, T. (2012a). The worldwide maritime network of container shipping: Spatial structure and regional dynamics. *Global Networks*, *12*(3), 395-423. https://doi.org/10.1111/j.1471-0374.2011.00355.x.

Ducruet, C., & Notteboom, T. (2012b). Developing liner service networks in container shipping. Song, D.W. ve Panayides, P. (Ed.), *Maritime Logistics: A complete guide to effective shipping and port management* (s. 77-100). Kogan Page.

FPRI (2024). *Turkey's evolving geopolitical strategy in the Black Sea*. Foreign Policy Research Institute. https://www.fpri.org/article/2024/12/turkeys-evolving-geopolitical-strategy-in-the-black-sea/.

Hagberg, A.A., Schult, D.A., & Swart, P.J. (2008). Exploring network structure, dynamics, and function using NetworkX. *Proceedings of the 7th Python in Science Conference*, 11-15.

Husenko, O. (2024). The world grain trade and sea logistics' risks: Current state and dynamics. *Scientific Bulletin of the Odessa National Economic University*, *3-4*(316-317), 176-182. https://doi.org/10.32680/2409-9260-2024-3-4-316-317-176-182

Kang, L., Wu, W., Yu, H., & Su, F. (2022). Global container port network linkages and topology in 2021. *Sensors*, *22*(15), 5889. https://doi.org/10.3390/s22155889.

Kormych, B., Averochkina, T., & Kormych, L. (2024). Black Sea, grain, and two humanitarian corridors: Unblocking Ukrainian shipping amid the Russian invasion. *Small Wars & Insurgencies, 35*(8), 1360-1396. https://doi.org/10.1080/09592318.2024.2384679.

Nate, S., Colibășanu, A. Stavytskyy, A., & Kharlamova, G. (2024). Impact of the Russo-Ukrainian war on Black Sea trade: Geoeconomic challenges. *Economics & Sociology*, *17*(1), 256-272. https://doi.org/10.14254/2071-789X.2024/17-1/15.

Notteboom, T., Pallis, T. & Rodrigue, J.P. (2022). *Port economics, management and policy*,. Routledge.

Park, S., Roh, S., & Yeo, I. (2024). Analysis of the liner shipping network structure of the Asia–Europe main trunk route using social network analysis. *Sustainability*, *16*(17), 7414. https://doi.org/10.3390/su16177414.

Patalano, A., & Hallett, D. (2025). The strategic significance of the maritime theatre in the Russia–Ukraine war. *The RUSI Journal*, *170*(3), 12-26. https://doi.org/10.1080/03071847.2025.2491887.

Peng, P., Claramunt, C., Cheng, S., Yang, Y., & Lu, F. (2023). A multi-layer modelling approach for mining versatile ports of a global maritime transportation network. *International Journal of Digital Earth*, *16*(1), 2129-2151. https://doi.org/10.1080/17538947.2023.2220614.

Polo Martin, B., Faure, M.A., Cremaschini, F., & Ducruet, C. (2025). Shipping trade and geopolitical turmoil: The case of the Ukrainian maritime network. *Journal of Transport Geography*. https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2025.104342.

Talley, W.K. (2009). *Port economics*. Routledge. https://doi.org/10.4324/9780203880067

Ulusoy, K. (2024). The Montreux Convention: A key for understanding the geopolitics of the Eastern Mediterranean and Black Sea. *Southeast European and Black Sea Studies*. https://doi.org/10.1080/14683857.2024.2433800.

UNCTAD (2024). *Review of maritime transport 2024*. Geneva.

World Bank (2025). *Ukraine's transport and logistics system: Current and prospective opportunities and challenges*. World Bank Group, Washington DC.

Xu, M., Li, Z., Shi, Y., Zhang, X., & Jiang, S. (2015). Evolution of regional inequality in the global shipping network. *Journal of Transport Geography*, 44, 1-10. https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2015.02.003

Yu, H., Fang, Z., Lu, F., Murray, A.T., Zhao, Z., Xu, Y., & Yang, X. (2019). Massive automatic identification system sensor trajectory data-based multi-layer linkage network dynamics of maritime transport along 21st-century maritime Silk Road. *Sensors*, *19*(19), 4197. https://doi.org/10.3390/s19194197.