

LOJİSTİK PERFORMANS BİLEŞENLERİ ARASINDAKİ İLİŞKİLERİN YAPAY SİNİR AĞLARI İLE KESTİRİMİ

ESTIMATION OF RELATIONS BETWEEN LOGISTICS PERFORMANCE COMPONENTS BY ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS

Furkan Fahri ALTINTAŞ

Dr, Jandarma Genel Komutanlığı, furkanfahrialtintas@yahoo.com, ORCID: 0000-0002-0161-5862

ÖZET

Ülkeler, lojistik performans girdi bileşenlerinin lojistik çıktı bileşenlerini sağlama derecelerini tespit ederek ülkeler hangi lojistik girdi bileşeninin çıktı bileşenlerini sağlamasına yönelik faaliyetler gerçekleştirilmesi gerektiğini ortaya çıkarabileceklerdir. Bu durum ise ülkelerin küresel ekonomiye ve küresel ticaret üzerinde katkıları anlamlaşmasını sağlayabilmektedir. Bu kapsamda araştırmada 2018, 2016, 2014, 2012 ve 2010 Lojistik Performans Endeksi (LPI) raporlarında ülkelerin LPI bileşenlerine ait değerler üzerinden lojistik performans girdi bileşenleri ile lojistik performans çıktı bileşenleri arasındaki ilişki yapısı Yapay Sinir Ağları ile öngörülmüştür. Bulgulara göre girdi bileşenlerinin etkisel yapıya katkı tahmin değerleri altyapı, gümrükler ve lojistik kalite ve yetkinlik, çıktı bileşenlerinin etkilenme yapısına katkı tahmin değerleri ise zamanlama, uluslararası sevkiyatlar ve takip ve izleme olarak sıralanmıştır. Bulgular sonucunda, analizde yer alan bağımsız değişkenlerin, bağımlı değişkenleri kestirim güçlerinin oldukça yüksek olduğu tespit edilmiştir. Son olarak bağımsız değişkenlerin önemlilik ve normalize önemlilik tahmin önemlilik değerleri altyapı, lojistik kalite ve yetkinlik ve gümrükler olarak sıralanmıştır. Araştırmada gümrükler ve lojistik kalite ve yetkinlik lojistik girdi bileşenlerinin, lojistik çıktı bileşenlerini etkileme yapısına katkı tahmin değerlerinin altyapı bileşenine kıyasla az olduğu gözlenmiştir. Dolayısıyla ülkelerin hem kendi lojistik performanslarını artırmak, hem de küresel ekonomi ve ticarete katkılarının daha fazla olması için ülkelerin özellikle lojistik kalite ve yetkinlik ve gümrükler bileşenlerinin lojistik performans çıktı bileşenlerini sağlayacağı faaliyetler yapması gerektiği sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Lojistik Performans, Lojistik Performans Endeksi, Yapay Sinir Ağları.

ABSTRACT

Countries will be able to determine the degree of logistics performance input components to provide the logistics output components, and countries will be able to reveal which logistics input components should be carried out to provide output components. This situation enables countries to make sense of their contributions to the global economy and global trade. In this context, the relationship structure between logistics performance input components and logistics performance output components over the values of Logistic Performance Index (LPI) components of the countries in 2018, 2016, 2014, 2012 and 2010 LPI reports has been predicted with Artificial Neural Networks. According to the findings, the predictive values of contribution to the affective structure of the input components were listed as infrastructure, customs and service quality, and the predictive values of contribution to the influence structure of the output components as timeliness, international shipments and tracking and trace. As a result of the findings, it was found that the independent variables included in the analysis have quite high predictive power for dependent variables. Finally, the significance and normalized significance estimation significance values of the independent variables are listed as infrastructure, service quality and customs. In the study, it was observed that the contribution predictions of customs and service quality logistic input components to the structure of affecting the logistic output components were less than the infrastructure component. Therefore, it has been concluded that countries should carry out activities that will provide logistics performance output components of service quality and customs components in order to increase their own logistics performance and to contribute more to the global economy and trade.

Key Words: Logistics Performance, Logistics Performance Index, Artificial Neural Networks.

1. GİRİŞ

Lojistik kavramının kökeni Fransızca olan “logisticue” kelimesinden türetilmiştir. Lojistik kavramının temel kullanımı, orduların barış ve savaş döneminde gereksinimlerinin karşılanmasına yönelik olarak bir tedarik sistem düzenine dayanmaktadır. Özellikle 1970 yılından sonra hizmet ve üretim sektörünün

yoğunlaşması ile lojistik kavramı işletme fonksiyonlarından biri haline almıştır (Pfohl, 2018). Lojistik konusunda alanyazında pek çok tanım bulunmaktadır. Söz konusu bu tanımların ortak özelliği, lojistiğin bir ürünün arz noktasından talep noktasına kadar olan sevkiyat ya da fiziksel olarak dağıtım sürecini oluşturan sistemsel bir tedarik yöntemi olarak belirtilmesidir (Özdemir ve Gökmen, 2014). Lojistik performans ise; lojistik hizmetlerin ve sanayinin gelişen, değişen ve çeşitlenen taleplerini yerine getirme yeteneği ve lojistik faaliyetler ile katma değer kazanımı sağlama faaliyeti olarak belirtilmektedir (Bayraktutan ve Özbilgin, 2015: 98).

Büyük organizasyonlar olarak nitelendirilen ülkelerin etkin, etkili ve verimli lojistik faaliyetler ile sağladıkları lojistik performans, ülkelerin kendi ekonomileri üzerinde onarıcı bir işlevselliği bulunmaktadır (Li, 2005: 8; Horenshteyn, 2009: 11). Buna bağlı olarak ülkeler lojistik performanslarını sürekli olarak takip etmektedirler. Çünkü ülkeler, lojistik performansları konusunda farkındalık kazanarak yine lojistik konularında eksikliklerini gidermek ve üstünlüklerinin gelişiminin sürdürülebilirliğini sağlamak amacıyla lojistik ile ilgili olarak stratejiler, politikalar ve faaliyetler gerçekleştirirler. Ülkeler ayrıca birbirlerinin lojistik performanslarını da takip etmektedirler. Bu kapsamda ülkeler, lojistik konusunda eksikliklerini telafi etmek için diğer ülkeler ile işbirlikleri ve ortaklıklar sağlayabilmektedirler. Dolayısıyla ülkeler, kendi lojistik performanslarını ölçen endekslere, metriklere veya ölçütlere gereksinim duymaktadırlar (Marti vd., 201: 94; Yapraklı ve Ünalın, 2017: 594).

Ülkelerin lojistik performans farkındalığının oluşturulmasının önemi kapsamında uluslararası alanda ülkelerin lojistik performanslarını ölçen çeşitli endeksler ve ölçütler oluşturulmuştur. Bunlar Lojistik Performance Endeksi (Logistic Performance Index – LPI), Yeni Gelişen Pazarlar Lojistik Endeksi (Agility Emerging Markets Logistics Index – AEMLI), Baltık Kuru Yük Endeksi (Baltic Dry Index – BDI), Küresel Lojistik Rehber (Global Logistic Guide – GLG) ve Düzenli Hat Taşımacılığı Bağlanabilirlik Endeksi (The Linear Shipping Connectivity Index – LSCI) olarak belirtilebilir (Bayraktutan ve Özbilgin, 2015: 101-107).

Ülkelerin lojistik performanslarının ölçülmesinde en çok dikkate alınan ve akademik araştırmalarda en çok faydalanılan ölçüt LPI'dir (Forte vd., 2012). LPI, Dünya Bankası (The World Bank) tarafından oluşturulmuş olup, ülkelerin LPI değerleri ilk olarak 2007 yılında ölçülmüştür. Devamında ülkelerin lojistik performanslarının karşılaştırmalı olarak olanak sağlayan LPI, 2010, 2012, 2014, 2016 ve son olarak 2018 yılında rapor halinde ülkelerin lojistik performanslarını açıklamıştır (Arvis vd., 2018). Bunun yanında LPI üç girdi ve üç çıktı olmak üzere toplam 6 bileşenden oluşmaktadır. LPI bileşenlerinin girdi ve çıktı olarak tasnif edilmesi sonucu söz konusu bileşenler arasındaki ilişkiye dayanan bir model oluşmuştur (Arvis vd., 2018). Buna ilişkin olarak LPI girdi ve çıktı bileşenlerinden oluşan model Şekil 1'de gösterilmiştir.



Şekil 1. LPI Girdi ve Çıktı Bileşenleri

Kaynak: Arvis vd., 2016: 6'dan uyarlanmıştır.

Ülkelerin LPI değerleri 1 ile 5 değeri arasındadır. Bileşenlerin aritmetik ortalamaları ile girdi ve çıktı lojistik performans, girdi ve çıktı lojistik performans değerlerinin aritmetik ortalamaları ile ülkelerin LPI değerleri ölçülmektedir (Duran ve Türkoğlu, 2019). Ülkeler aldıkları LPI değerine göre toplam 4 gruba ayrılmıştır. Söz konusu LPI değerlerine göre ülke gruplarının nitelendirilmesi Tablo 1'de açıklanmıştır.

Tablo 1. LPI Ülke Grupları

Gruplar	LPI Değeri	Nitelendirme
1. grup	$0 \leq LPI \leq 2,24$	Lojistik dostu olmayan ülkeler
2. grup	$2,25 \leq LPI \leq 2,99$	Kısmi performans sergileyen ülkeler
3. grup	$3 \leq LPI \leq 3,49$	İstikrarlı performans sergileyen ülkeler
4. grup	$3,50 \leq LPI \leq 5$	Lojistik dostu olan ülkeler

Kaynak: Arvis vd., 2014; Rezai vd., 2018

Ülkelerin girdi lojistik performans bileşenleri ile çıktı lojistik performans bileşenleri arasındaki ilişkiye göre lojistik faaliyetlerini sürdürerek lojistik performanslarını artırabilmektedirler. Çünkü ülkeler, lojistik performans girdi bileşenlerinin lojistik performans çıktı bileşenlerini etkilemesinde girdi bileşenlerinin etkisel yapıya katkı değerlerini tespit ederek söz konusu etkisel yapıya katkısı az olan bileşen veya bileşenlerinin lojistik çıktı bileşenlerini sağlayacak faaliyetler yapabilmektedirler. Böylelikle ülkeler lojistik performanslarını artırarak lojistik performans etkinliğini, etkililiğini ve verimliliğini sağlayabilmektedirler. Bu durum, ülkelerin gereksiz lojistik maliyetlerin oluşmasını önleyerek ülkelerin lojistik konusunda daha çok yatırım yapmasına ve lojistik konularında uzmanlaşmasına sebep olabilmektedir. Bütün bu domino etkisi sonunda ülkeler doğrudan küresel ekonomiye ve ticarete katkılarını artırabilmektedirler. Dolayısıyla ülkelerin bileşenler arasındaki ilişki yapısının kestirimini yapılması ve yapılacak kestirime göre mevcut ve sonraki dönemler için lojistik performanslarını artırmalarına yönelik faaliyetler gerçekleştirilmesi önem arz etmektedir. Bu çerçevede araştırmada 2018, 2016, 2014, 2012 ve 2010 yıllarına ait LPI raporlarında belirtilen ülkelerin LPI bileşenlerine ait değerler üzerinden Yapay Sinir Ağları (YSA) ile LPI girdi ve çıktı performans bileşenleri arasındaki ilişki kestirimsel olarak ölçülmüştür. Araştırmanın literatür kısmında lojistik performans ve YSA ile ilgili olarak araştırmalar belirtilmiştir. Yöntem kısmında ise araştırmanın amaçları ve veri seti belirtilmiş olup YSA ile ilgili olarak açıklamalarda bulunulmuştur. Sonuç kısmında ise bulgular kapsamında hesaplanan değerlere istinaden çıkarımlar sağlanmıştır.

2. LİTERATÜR

Araştırmanın literatürü iki açıdan değerlendirilmiştir. Bunlardan birincisinde lojistik performans ile ilgili olan araştırmalar belirtilmiştir. İkincisinde ise YSA ile ilgili olarak çalışmalar açıklanmıştır.

Popa vd., (2010), 2007 ve 2010 yılları için Romanya ve diğer ülkelerin LPI bileşenlerine ait değerler üzerinden Romanya'nın lojistik performansını diğer ülkeler ile kıyaslamışlardır. Araştırma sonucuna göre, Romanya Avrupa Birliği'ne üye olduktan sonra söz konusu ülkenin üç yıllık dönemde lojistik performansında düşüş olduğu gözlemlenmiştir. Romanya'nın üç yıllık dönemde lojistik performansın düşük olmasının sebebinin Romanya'da lojistik konusunda altyapı eksikliğinden kaynaklandığı belirtilmiştir. Schamzuzoha vd., (2013), dünya üzerinde lojistik faaliyetleri çoğaldıkça sevkiyat zincirlerinin takibinin ve izlenmesinin öneminin arttığını ifade etmişlerdir. Bu kapsamda araştırmacılar, lojistik faaliyetlerin izlenmesinin ve takibinin etkin, etkili ve verimli olarak ölçümünün yapılabilmesi için bir yöntem önermişlerdir. Araştırmacılar oluşturdukları yöntemin lojistik faaliyetlerin takibinde ve izlenmesinde teknoloji araçları kullanılmadan özellikle imalat şirketleri için bir yol haritası niteliğini taşıdığını ifade etmişlerdir. Şipoş ve Bizoi (2015), 2012 yılı için 24 Avrupa ülkesinin özet inovasyon ve LPI'ya ait bileşen değerleri üzerinden inovasyonun lojistik performansa olan etkisini araştırmışlardır. Bulgulara göre, inovasyonun lojistik performansı anlamlı, pozitif yönde ve yüksek seviyede sağladığı sonucuna ulaşılmıştır. Chakroborty ve Mukherjee (2016), 2007, 2010, 2012 ve 2014 yıllarına ait LPI raporlarında Dünya Ticaret Örgütü'ne üye olan ülkelerin ilgili verileri üzerinden lojistik performansın ihracata ve ithalata olan etkilerini incelemişlerdir. Araştırmada, lojistik performansın ihracat ve ithalat üzerinde anlamlı ve pozitif yönde etkisi olduğu gözlenmiştir. Ristovska vd., (2017), Makedonya'da 80 farklı şirketin lojistik yöneticilerin alguları üzerinden lojistik performansın sağlanmasındaki en önemli kriterleri belirlemişlerdir. Araştırmada Makedonya'da lojistik performansın artmasında en belirleyici kriterlerin lojistik iş verimliliği, müşteri memnuniyeti ve rekabet gücünün sağlanması olarak belirlenmiştir. Şimşek ve Yiğit (2017), 2010-2016 dönemi için 9 Orta ve Doğu Avrupa ülkesinin LPI ve ekonomik büyüme ile ilgili veriler üzerinden lojistik performansın ekonomik büyümeye olan etkisini panel veri analizi ile incelemişlerdir. Araştırmada, lojistik performansın ekonomik büyümeyi pozitif yönde ve anlamlı olarak sağladığı sonucuna ulaşılmıştır. Ulutaş ve Karaköy (2019), G20 grubu ülkelerin 2018 yılı LPI raporunda LPI'yı oluşturan bileşenlere ait veriler üzerinden söz konusu ülkelerin lojistik performanslarını standart sapma (SD) tabanlı WASPAS yöntemi ile

ölçmüşlerdir. Araştırmada, G20 grubu ülkelerin lojistik performanslarının belirlenmesinde en önemli kriterin gümrükleme olduğu tespit edilmiştir. Bunun yanında araştırmada, SD tabanlı WASPAS yöntemine göre lojistik performansı en fazla olan G20 ülkelerinin Almanya, Japonya, Birleşik Krallık, ABD ve Fransa olarak sıralanmıştır.

Gardner vd., (1996), 147 diyabet hastasının göz retinasının özelliklerine ait değerler üzerinden sinir ağlarının fundus görüntülerinde diyabetik özellikleri tespit edilip edilemeyeceğini belirlemek için YSA yöntemini kullanmışlardır. YSA kapsamında elde edilen sonuçlar ile göz doktorlarının söz konusu 147 hastaya verdikleri kararlar arasında kıyaslama sağlanmıştır. Araştırma sonucunda YSA kapsamında elde edilen sonuçlar ile göz doktorlarının kararlarının %80 uyumlu olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuca göre YSA ile diyabet hastalarının göz problemleri konusunda iyi kestirim sağlanabileceği değerlendirilmiştir. Ghazvini vd., (2020), nanosivilerin ısı iletkenliğinin sıvıların ısı transfer kapasitesinin yükselmesinde önemli bir rol oynadığını belirtmişlerdir. Bu kapsamda araştırmacılar, nanosivilerin ısı iletkenliklerinin artış tahminini sağlamalarında YSA yönteminden yararlanmışlardır. Araştırmada tahmin için oluşturulan modelin ortalama mutlak yüzde hatası ile ortalama kare hatalarının az çıkması ve determinant katsayısının 1 değerine çok yakın seviyede olduğunun tespit edilmesiyle YSA ile nanosivilerin ısı iletkenliğindeki artışın sağlıklı bir şekilde tahmin edilebileceğini belirtmişlerdir. Kim vd., (2020), 121 kristal üzerinden ince ayar gerektiren malzemelerin üretilmesinde zeolitlerin kullanım miktarının tahminini YSA ile öngörmüşlerdir. Araştırma sonucuna göre kristal üzerinde malzeme üretimi için 4kJ/mol metal kullanıldığında, kristal üzerinde ince ayar gerektiren malzemelerin üretimini sağlanabileceği belirlenmiştir. Mienye vd., (2020), kalp hastalığını tetikleyen hususların tespitinin etkili bir şekilde tahmininin sağlanması için iki aşamalı bir yöntem önermişlerdir. Birinci aşamada YSA kapsamında eğitim verilerinin en iyi temsilinin sağlanmasında seyrek otomatik kodlayıcı oluşturulmuştur. İkinci aşamada ise birinci aşamada öğrenilen kayıtlara dayanılarak kalp hastalığını tetikleyen hususların kestiriminde YSA yöntemini kullanmışlardır. Araştırmada, önerilen yöntem YSA sınıflama performansını iyileştirdiği ve yöntemin kestirim tahminlerinin iyi seviyede olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Özhan (2020), Dünya Bankası'nın raporlarında bulunan 55 yıl süreli Türkiye'ye ait sera gazı emisyon miktarlarına ait değerler üzerinden YSA ve üstel düzleştirme yöntemleri ile Türkiye'nin 2021 yılı için sera gazı emisyon miktarını tahmin etmişlerdir. Araştırma sonucuna göre, YSA'nın üstel düzleştirme yönteminden daha iyi tahmin yapılabileceğini ve buna bağlı olarak Türkiye'nin YSA modeline göre 2021 yılı için 366. 472 milyon ton sera gazı emisyon oluşturacağını öngörülmüştür. Tamang vd., (2020), Hindistan, ABD, Fransa ve İngiltere ülkelerinin COVID-19 ile ilgili verileri üzerinden söz konusu ülkelerin gelecekteki COVID 19 pandemi esnasında veya sonrasında ölüm sayılarını YSA ile tahmin etmişlerdir. Araştırma sonucuna göre, 10 ay içinde COVID-19 ölümlerinin Hindistan'da 1600 ile 4000, ABD'de 100.000 ile 135.000, Fransa'da 40.000 ile 45.000 ve İngiltere'de 35.000 ile 47.000 arasında olacağı öngörülmüştür. Taşyürek ve Mete (2020), Kayseri Büyükşehir Belediyesinde 800 adet otobüs hattının GPS verileri kullanılarak seçilen duraklardan hangi otobüslerin ne zaman geçeceklerini birleşik YSA ve lineer regresyon ile tahmin etmişlerdir. Araştırma sonucuna göre, birleşik YSA yaklaşımının lineer regresyon yaklaşımına göre daha doğru sonuçlar verdiği tespit edilmiştir.

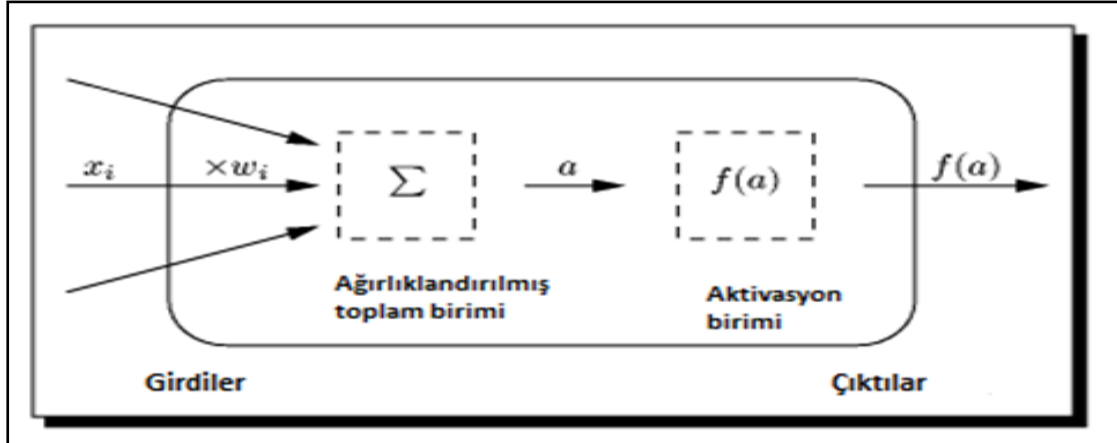
Literatür incelediğinde lojistik performans ve YSA ile ilgili olarak pek çok araştırmaya rastlamak mümkündür. Fakat literatür değerlendirildiğinde, LPI girdi ve çıktı bileşenleri arasındaki ilişkinin kestirimine yönelik bir araştırmaya rastlanılmamıştır. Dolayısıyla lojistik girdi ve çıktı performans bileşenleri arasındaki ilişkilerin tahminin yapılmasının önemi kapsamında lojistik performans bileşenleri arasındaki ilişkilerin daha iyi öngörülmesi ve tespit edilmesine yönelik birçok araştırma yapılması gereksinimi olduğu düşünülmüştür.

3. Yöntem

3.1. YSA

YSA, insan beyninin en temel işlevlerinden biri olan öğrenmenin fonksiyonun sağlayan bir bilgisayar sistemidir. YSA'da öğrenme, ağlarda birbirlerine bağlı süreç elemanlarını oluşturan yapay sinir hücreleri ile sağlanır (Öztemel, 2012). YSA yapısında girdi katmanları, ara katmanlar ve çıktı katmanları bulunmaktadır. Bu yapıda her ağın birden fazla girdisi ve çıktısı bulunmaktadır. Çıktı üniteleri (Ç) bütün girdi ünitelerine bağlanmakta olup, her bir bağlantının kendisine özgü ağırlığı bulunmaktadır. Söz konusu bu ağlarda süreç elemanlarının değerlerinin 0 değerinden farklı olmasını sağlayan eşik değer bulunmaktadır. Eşik değeri YSA yapısında her zaman 1 değerini almaktadır (Küçükkocaoğlu, 1997: 12; Budak ve Erpolat, 2012: 24-25; Yakut vd., 2014: 142). YSA modellerinde tek katmanlı yapılarda ağırlıklandırılmış giriş değerleri eşik

değerleri ile toplanarak ve aktivasyon fonksiyonundan geçerek çıktıya veya sonuca ulaşılır (Tektaş ve Karataş, 2004; Adıyaman, 2007: 22). Bu durumun şekilsel olarak gösterimi şekil 2’de gösterilmiştir.



Şekil 2. Tek Katmanlı YSA Modeli

Kaynak: Hristev, 1998: 4’den akt. Yakut vd., 2014: 142

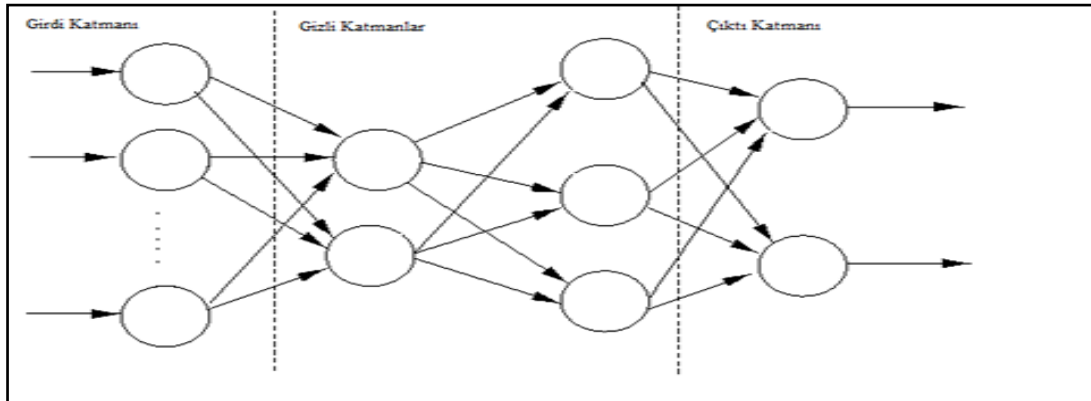
Şekil 2’de belirtilen tek katmanlı YSA modelinin matematiksel olarak açıklaması eşitlik 1’de belirtilmiştir.

$$f(a) = \left(\sum_{i=1}^m w_i x_i + \theta \right) \quad (1)$$

Eşitlik 1’de w_i , i ’inci girdi değerinin ağırlığını, θ eşik değerini, x_i girdileri ve $f(a)$ çıktı değerini temsil etmektedir (Yakut vd., 2014: 142; Bilgiç vd., 2016: 10). YSA’da toplam fonksiyondan elde edilen değer doğrusal veya doğrusal olmayan türevlenebilir bir fonksiyon ile işlem elemanının çıktı değerleri eşitlik 2’de belirtildiği şekilde ölçülür (Yüksel ve Akkoç, 2013: 43).

$$Y = f(\text{Net}) = f\left(\sum_{i=1}^m w_i x_i + \theta\right) \quad (2)$$

YSA’da çok çeşitli ağ yapıları bulunmaktadır. Bunlardan en yaygın olarak kullanılanı çok katmanlı ileri beslemeli yapay sinir ağları (ÇKİBYSA) olarak bilinen tekniktir. ÇKİBYSA’da nöronlar katmanlar şeklinde organize edilmiştir. Yine ÇKİBYSA’da girdi katmanı çözülmesi istenilen probleme ilişkin bilgilerin YSA’ya alınmasını sağlamaktadır. Bilginin dışarıya iletildiği katman ise çıktı katmanıdır. Girdi ve çıktı katmanı arasında yer alan katmana gizli katman adı verilir (Kaynar vd., 2011: 466-467). Söz konusu ÇKİBYSA’nın yapısı Şekil 3’de gösterilmiştir.



Şekil 3. ÇKİBYSA Modeli

Kaynak: Budak ve Erpolat, 2012: 9

YSA'da en fazla yararlanan öğrenme yöntemi danışmalı öğrenmedir. Danışmalı öğrenmede beklenen çıktı oluşturulur ve beklenen çıktı ile ağı oluşturduğu çıktı kıyaslanır. İki çıktı arasındaki fark hata olarak açıklanır. Genellikle tesadüfi olarak oluşturulan ağırlıkların ağ tarafından hata en küçük değere ulaşana kadar iterasyonu sağlanır (Ataseven, 2013: 104). Buna göre oluşturulan hata fonksiyonu eşitlik 3'de sunulmuştur (Kaynar vd, 2011: 468).

$$E = \frac{1}{2} \sum_{k=1}^m (y_k - t_k)^2 \quad (3)$$

Eşitlik 3'de y_k ağı oluşturduğu çıktıyı, t_k ise gerçek çıktı değerini açıklamaktadır. Hatayı en az yapmak için bağlantı ağırlıkları ile ilgili olarak düzenleme yapılır. Böylelikle ağı gerçek çıktı değerine göre en yakın çıktı değerlerinin türetilmesi amaçlanmaktadır. YSA'da ayrıca çeşitli aktivasyon fonksiyonları kullanılmaktadır. Söz konusu aktivasyonlardan Sigmoid eşitlik 4, hiperbolik tanjant ise eşitlik 5'de gösterilmiştir (Kaynar vd., 2011: 468).

$$f(x) = \frac{1}{1 + e^{-x}} \quad (4)$$

$$f(x) = \frac{e^x - e^{-x}}{e^x + e^{-x}} \quad (5)$$

3.2. Araştırmanın Amacı, Verilerin Analizi ve Veri Seti

Araştırmanın üç amacı bulunmaktadır. Araştırmanın birinci amacı, lojistik performans girdi bileşenlerinin lojistik performans çıktı bileşenlerini etkilemesinde lojistik girdi performans bileşenlerinin etkisel yapıya katkı değerleri ile lojistik performans çıktı bileşenlerinin etkilenme yapısına katkı değerlerini kestirimsel olarak YSA ile ölçmektir. Araştırmanın ikinci amacı, YSA ile lojistik performans girdi bileşenleri ve lojistik performans çıktı bileşenleri arasındaki ilişki yapısının tahmin edilebileceğini ya da edilemeyeceğini tespit etmektir. Araştırmanın son amacı ise lojistik performans girdi bileşenlerinin lojistik performans çıktı bileşenlerini etkilemesinde lojistik performans girdi bileşenlerinin önemlilik değerlerini öngörüselle olarak belirlemektir. Araştırmanın veri setini 2018, 2016, 2014, 2012 ve 2010 LPI raporlarında LPI bileşenlerine ait değerler oluşturmaktadır. Araştırmada kolaylık sağlanması açısından LPI bileşenlerinin kısaltmaları Tablo 2'de gösterilmiştir.

Tablo 2. LPI Girdi ve Çıktı Bileşenlerinin Kısaltmaları

Lojistik Girdi Bileşenleri	Kısaltmalar	Lojistik Çıktı Bileşenleri	Kısaltmalar
Gümrükler	G1	Zamanlama	Ç1
Altyapı	G2	Uluslararası Sevkiyatlar	Ç2
Lojistik Kalite ve Yetkinlik	G3	Takip ve İzleme	Ç3

4. BULGULAR

YSA yönteminde ilk olarak verilerin ne kadarının eğitim ve ne kadarının ise test olarak atandığına ilişkin bilgiler sağlanmıştır. Bu kapsamda YSA ilişkin olarak veri seti ile ilgili olan süreç özet bileşenlerine ait değerler Tablo 3'de açıklanmıştır.

Tablo 3. YSA Süreç Özeti Değerleri

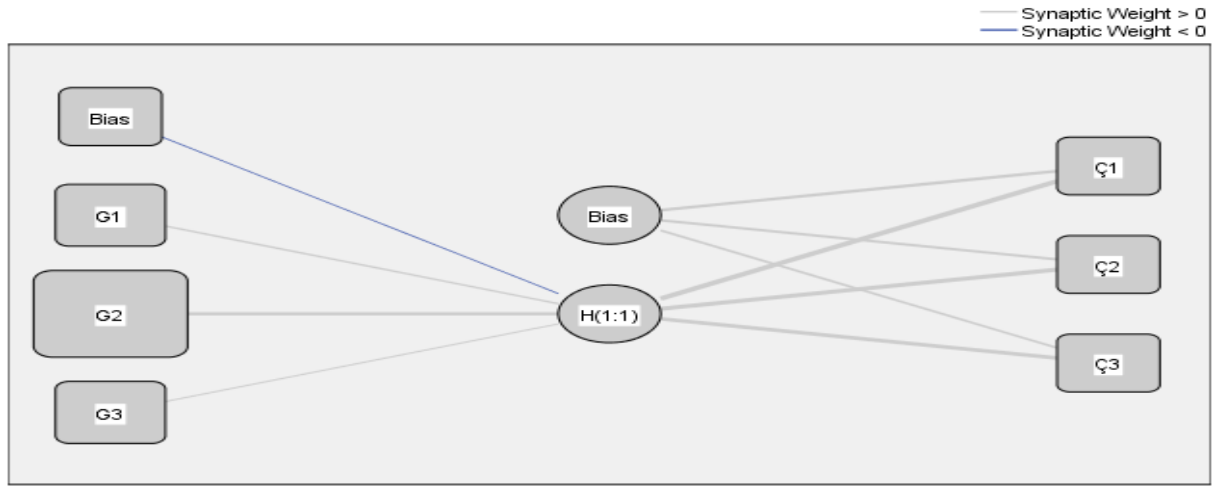
Örneklem ve Geçerlilik	Değerler	Yüzdeler
Örneklem	Eğitim	639
	Test	151
Geçerlilik	790	100,0%
Toplam	790	-----

YSA kapsamında ağ bilgisi ile modelde belirtilen girdi, gizli ve çıktı katmanları ile ilgili olarak bilgileri içermektedir. Ağ bilgisi ile ilgili değerler modelin oluşumunda gerekli koşulları sağlama niceliklerini belirtmektedir. Buna ilişkin olarak oluşturulan modelin ağ bilgi değerleri Tablo 4'de açıklanmıştır.

Tablo 4. Modelin Ağ Bilgisi Değerleri

Girdi Katmanı	Kovaryanslar	1	G1
		2	G2
		3	G3
	Bileşen Sayısı		3
Gizli Katman (lar)	Kovaryanslar için ölçek yöntemi		Standartlaştırılmış
	Gizil katman sayısı		1
	Fonksiyon Yapısı		Hyperbolic tanjant
Çıktı Katmanı	Bağımlı Değişkenler	1	Ç1
		2	Ç2
		3	Ç3
	Bileşen Sayısı		3
	Bağımlı Değişkenler için ölçek yöntemi		Standartlaştırılmış
	Fonksiyon Yapısı		Belirleyici
	Hata Fonksiyonu		Kareler Toplamı

Tablo 3 ve Tablo 4’de yer alan değerler doğrultusunda model mimarisi Şekil 4’de gösterilmiştir.



Hidden layer activation function: Hyperbolic tangent

Output layer activation function: Identity

Şekil 4. Model Mimarisi

Şekil 4’de gösterilen model mimarisine göre bağımsız değişkenler ile bağımlı değişkenler arasında sadece bir gizil katman oluşmuştur. Ayrıca bağımsız değişken kapsamında bias haricinde tüm sinaptik ağırlıkların pozitif yönlü olduğu tespit edilmiştir. Şekil 4’e göre G2 bağımsız değişkenin kutucuğunun büyük ve gizil katmana olan bağının kalın olması sebebiyle G2 bileşeninin kestirim gücüne olan katkılarının göreceli olarak büyüklüğünün daha fazla olduğu değerlendirilebilir. Başka bir ifade ile bağımsız değişkenlerin kestirim gücüne olan katkılarının göreceli olarak büyüklüğü, bağımsız değişkenlerin bağımlı değişkenlerine olan ilişkisinde etkisel yapıya olan öngörüsül olarak katkı değerini göstermektedir. Ayrıca bağımlı değişkenler olan Ç1, Ç2 ve Ç3 bileşenlerinin kutucuklarının ve sinaptik ağırlıklarının (ilişki) kalınlıklarının hemen hemen aynı olması, söz konusu bağımlı değişkenlerin öngörüsül etkilenme yapısına olan katkı değerleri arasında belirgin farklılıkların olmadığını göstermektedir. Buna göre, Şekil 2’de belirtilen model mimarisinin nicel olarak gösterimi Tablo 5’de model özeti ve Tablo 6’da parametre tahminleri ile açıklanmıştır.

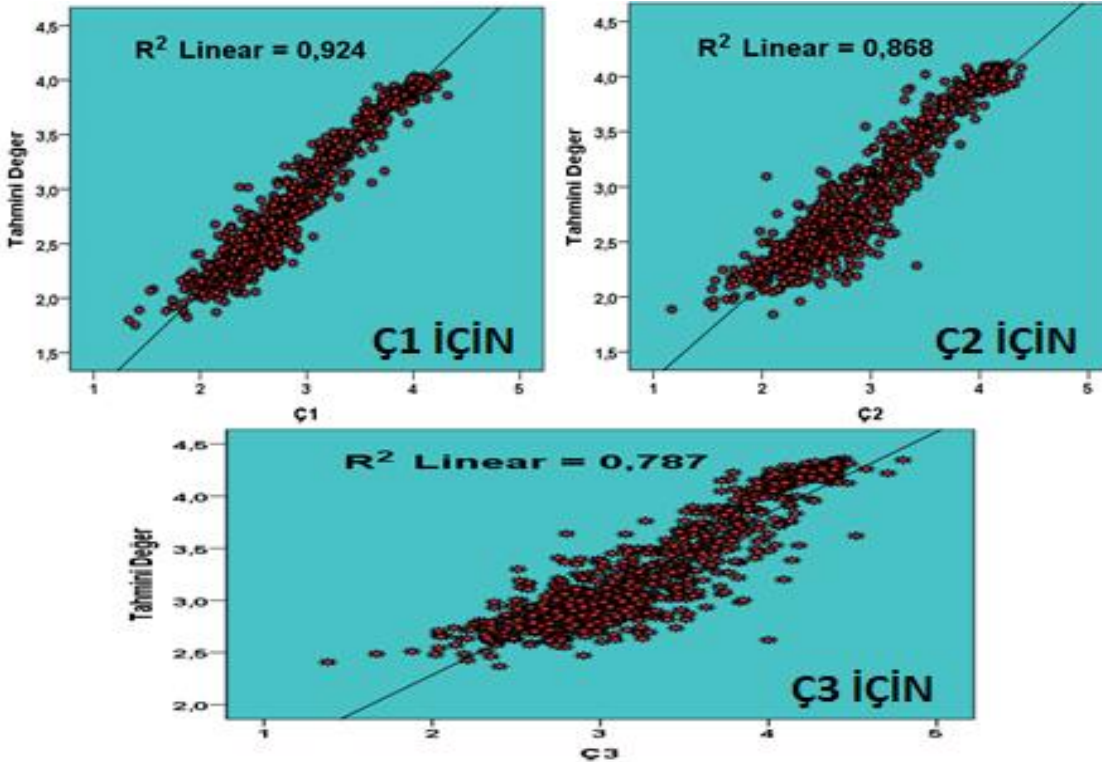
Tablo 5. Model Mimarisine Ait Özet Değerler

Eğitim	Kareler Toplamı Hatası		133,570
	Ortalama Genel Görelî Hata		,140
	Ölçek Bağımlılıkları İçin Görelî Hata	Ç1	,079
		Ç2	,134
Ç3		,206	
Test	Kareler Toplamı Hatası		29,336
	Ortalama Genel Görelî Hata		,144
	Ölçek Bağımlılıkları İçin Görelî Hata	Ç1	,060
		Ç2	,123
Ç3		,246	

Tablo 6. Model Mimarisine Ait Parametre Tahmin Değerleri

Katmanlar ve Bileşenler		Gizil Katman 1		Çıktı Katmanı	
		H(1:1)	Ç1	Ç2	Ç3
Girdi Katmanı	(Bias)	-,106			
	G1	,140			
	G2	,270			
	G3	,127			
Gizil Katman 1	(Bias)		,227	,216	,204
	H(1:1)		2,189	2,100	1,990

Tablo 6'ya göre girdi bileşenlerinin etkisel yapıya katkı tahmin değerleri G2 (0,270), G1 (0,140) ve G3 (0,127) olarak sıralanmıştır. Yine Tablo 6'ya göre çıktı bileşenlerinin etkilenme yapısına katkı tahmin değerleri ise Ç1 (2,189), Ç2 (2,100) ve Ç3 (1,990) olarak sıralanmıştır. Çıktı bileşenlerinin etkilenme yapısına katkı tahmin değerleri arasında belirgin farklılıklar bulunmamaktadır. Buna karşın, girdi bileşenlerinin etkisel yapıya katkı tahmin değerleri açısından ise G1 ve G3 arasında belirgin farklılıklar bulunmazken, etkisel yapının çok olması kapsamında G2 bileşeninin diğer girdi bileşenler ile etkisel yapıya katkı tahmin değerleri arasında belirgin farklılıkları bulunmaktadır. Dolayısıyla model mimarisine ait parametre tahmin değerleri Şekil 4 ile tutarlılık göstermiştir.



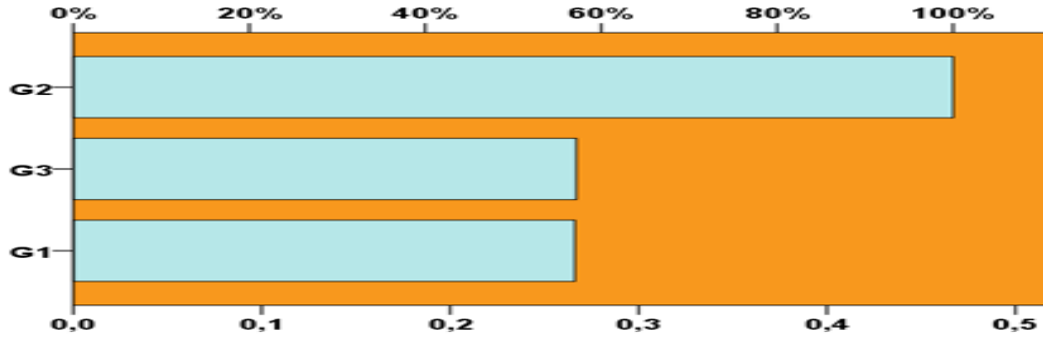
Şekil 5. Yapay Sinir Ağı Modelinde Bağımlı Değişkenler için Saçılma Diyagramı

Şekil 5’de modele ilişkin olarak bağımlı değişkenlerin saçılma diyagramları gösterilmiştir. Şekil 5 incelendiğinde, modelde belirtilen ilişki yapısı içinde bağımlı değişkenlerin R^2 değerleri Ç1 bileşeni için 0,924, Ç2 bileşeni için 0,868 ve son olarak Ç3 bileşeni için ise 0,787 olarak ölçülmüştür. Başka bir ifade ile modeldeki bağımsız değişkenler olan G1, G2 ve G3 bileşenleri, Ç1 bağımlı değişkenin toplam değişkenliğinin %92,4’ünü, Ç2 bağımlı değişkenin toplam değişkenliğinin %86,8’ini ve Ç3 bağımlı değişkenin toplam değişkenliğinin %78,7’sini açıkladığı belirtilebilir. Ayrıca Şekil 5 incelendiğinde, bağımlı değişkenin saçılmalarının doğru etrafında yoğunlaşma dereceleri sırasıyla Ç1, Ç2 ve Ç3 olarak sıralandığı gözlenmiştir. Bütün bu değerlere göre, analizde yer alan bağımsız değişkenlerin, bağımlı değişkenleri kestirim gücü oldukça yüksek olduğu değerlendirilebilir. Bu sonuç ise lojistik performans girdi bileşenleri ile lojistik performans çıktı bileşenleri arasındaki ilişkinin sağlıklı bir şekilde tahminin yapılabileceğini göstermektedir.

YSA kapsamında ayrıca bağımsız değişkenlerin bağımlı değişkenleri kestirimsel olarak etkilemesinde, bağımsız değişkenlerin önemlilik değerleri de tespit edilebilmektedir. Bu kapsamda modele ilişkin olarak bağımsız değişkenlerin önemlilik değerleri, normalleştirilmiş önemlilik değerleri Tablo 7 ve önemlilik değerlerinin grafiksel gösterimi ise Şekil 4’de gösterilmiştir.

Tablo 7. Bağımsız Değişkenlerin Önemlilik ve Normalize Önemlilik Değerleri

Bağımsız Değişkenler	Önemlilik Değerleri	Normalize Önemlilik Değerleri
G1	,266	57,0%
G2	,467	100,0%
G3	,267	57,2%



Şekil 6. Bağımsız Değişkenlerin Önemlilik ve Normalize Önemlilik Değerleri Diyagramı

Tablo 7 ve Şekil 6 bütünsel olarak değerlendirildiğinde, bağımsız değişkenlerin önemlilik ve normalize tahmin önemlilik değerleri G2 (ÖD: 0,467, NÖD: %100), G3 (ÖD: 0,267, NÖD: %57,2) ve G1 (ÖD: 0,266, NÖD: %57) olarak sıralanmıştır. Bu değerlere göre girdi bileşenlerinin önemlilik ve normalize önemlilik değerleri açısından G1 ve G3 girdi bileşenleri arasında belirgin farklılıklar bulunmamaktadır. Fakat G2 girdi bileşeninin ise G1 ve G3 bileşenleri arasında belirgin farklılıklar mevcuttur.

5. SONUÇ VE TARTIŞMA

Ülkeler, lojistik girdi ve çıktı bileşenlerinin ayrı olarak analiz etmesiyle lojistik performanslarının etkinliğini, etkililiğini ve verimliliğini artırabilmektedirler. Dolayısıyla ülkelerin lojistik girdi bileşeninin veya bileşenlerinin, çıktı bileşeninin veya bileşenlerinin sağlanmasına katkı sağlama ve önemlilik değerlerinin kestirimsel olarak belirlenmesi, ülkelerin lojistik performanslarını artırmaları için mevcut ve sonraki lojistik politikalarının belirlenmesinde büyük rol oynamaktadır. Dolayısıyla ülkeler oluşturdukları lojistik politikaları ile lojistik konularında maliyetlerini düşürerek ve buna bağlı olarak lojistik konularında daha fazla yatırım sağlayarak ve lojistik performanslarını geliştirerek sonuç odaklı lojistik konularına daha çok yoğunlaşabilirler. Bu durum ise ülkelerin lojistik performanslarını ivmesinin artmasına sebep olabilmektedir. Böylelikle ülkeler, ekonomik büyümelerini, kalkınmalarını ve gelişimlerini artırabilirler ve uluslararası ticaret ile ekonomiye katkılarını sağlayabilirler. Bu çerçevede araştırmada, ülkelerin 2018, 2016, 2014, 2012 ve 2010 yılları için LPI bileşenlerine ait değerler üzerinden lojistik girdi bileşenlerinin lojistik çıktı bileşenleri üzerindeki etkisel tahmini yapı YSA ile analiz edilmiştir.

Bulgulara çerçevesinde ilk olarak YSA kapsamında modele ilişkin olarak YSA süreç özet değerleri tespit edilmiştir. Buna göre veri setinin %80,9'u eğitim, geri kalan %19,1'i test olarak atanmıştır. İkinci olarak modelin ağ bilgisine ilişkin değerler tespit edilmiştir. Lojistik girdi ve çıktı katmanlarının ölçek yöntemi standartlaştırılmıştır. Bunun yanında, gizil katmanın fonksiyon yapısı Hiperbolik tanjant, gizli katmanın fonksiyon yapısı belirleyici, ve son olarak çıktı katmanının hata fonksiyonu kareler toplamı olarak modelin belirlenmesi ile 1 gizil katman meydana gelmiştir. Üçüncü olarak model mimarisine ilişkin olarak özel değerler belirlenmiştir. Sonuçlara göre, eğitim kısmı kareler toplamı hata değeri, test kısmındaki kareler toplamı hata değerinden fazla olduğu tespit edilmiştir. YSA kapsamında dördüncü olarak model mimarisine ait parametre tahminleri ile lojistik girdi ve çıktı ilişkisi içinde lojistik girdi bileşenlerinin etkisel yapıya, lojistik çıktı bileşenlerinin ise etkilenme yapısına olan tahmini katkı değerleri ölçülmüştür. Bulgulara göre, lojistik girdi bileşenlerinin etkisel yapıya olan tahmini katkı değerleri G2, G1 ve G3, lojistik çıktı bileşenlerinin etkilenme yapısına olan tahmini katkı değerleri ise Ç1, Ç2 ve Ç3 olarak sıralanmıştır. Bunun yanında, lojistik girdi bileşenlerinin etkisel yapıya katkı sağlaması açısından G1 ve G3 bileşenleri arasında belirgin farklılıklar olmadığı, buna karşın G2 bileşeninin etkisel yapıya katkı sağlaması açısından ise diğer lojistik girdi bileşenleri arasında belirgin farklılıklar olduğu gözlenmiştir. Ayrıca, lojistik çıktı bileşenleri arasında etkilenme yapısı açısından belirgin farklılıklar olmadığı bulgusuna ulaşılmıştır. YSA'da dördüncü olarak lojistik girdi bileşenlerinin ilişki yapısı içinde saçılma diyagramları belirlenmiştir. Buna göre, ilişki yapısı içinde R² değerinin yüksek olması kapsamında lojistik girdi bileşenlerinin lojistik çıktı bileşenlerine olan kestirim gücünün oldukça fazla olduğu gözlenmiştir. YSA çerçevesinde son olarak lojistik girdi bileşenlerinin önemlilik ile normalize önemlilik değerleri G2, G3 ve G1 olarak sıralanmıştır. Ayrıca önemlilik ve normalize önemlilik değerleri arasında G1 ve G3 bileşenlerinin birbirleri arasında belirgin farklılıklar bulunmazken, G2 bileşeninin diğer girdi bileşenleri arasında belirgin farklılıklar olduğu tespit edilmiştir.

Literatür incelendiğinde, bu araştırma LPI bileşenlerinin kullanılması açısından Popa vd.,'nin (2010), Şipoş ve Bizoi'nin (2015), Chakroborty ve Mukherjee'nin (2016), Şimşek ve Yiğit'in (2017) ve Ulutaş ve Karaköy'ün (2018) araştırmaları ile benzer özellikleri bulunmaktadır. YSA kullanım alanında literatürde genellikle kestirim ve tahmin değerlerinin bulunması açısından ise bu çalışmanın yöntemsel olarak amaçları, YSA literatüründe belirtilen tüm araştırmaların yöntemsel amaçları ile uyumlu olduğu gözlenmiştir.

Öneriler kapsamında ülkeler ilk olarak etkisel yapıya katkı değerleri ile önemlilik değerleri az olan G1 ve G3 lojistik girdi bileşenlerinin lojistik çıktı bileşenlerini oluşturacak, sağlayacak ve geliştirecek faaliyetler oluşturmalıdırlar. Buna göre ülkeler gümrükler kapsamında gümrük işlemlerinde ve süreçlerinde, lojistik kalite ile yetkinliklerinde lojistik çıktı bileşenlerini (zamanlama, uluslararası sevkiyat, takip ve izleme) geliştirecek stratejiler politikalar ve uygulamalar ile sonuç odaklı lojistik performans yaklaşımı oluşturabileceklerdir. Böylelikle ülkeler, kendilerinin lojistik performanslarını artırıp küresel ekonomiye katkı sağlayabileceklerdir. Yöntem olarak ise gelecek çalışmalar için ülkelerin lojistik girdi bileşenlerinin çıktı bileşenlerini etkilemesine yönelik olarak YSA dışında, ilişki ve etki katsayıları, yapısal eşitlik modellemesi ve kanonik korelasyon gibi yöntemlerinden yararlanılarak elde edilen sonuçlar kıyaslanabilir. Ayrıca lojistik bileşenlerinin girdiler ve çıktılar olarak tasnif edilmesi ile ülkelerin lojistik etkinlik, etkililik ve verimlilik değerleri ölçülebilir. Bunların dışında, LPI bileşen sayısı artırılabilir ya da her ülkeye özgü lojistik girdi ve çıktı bileşenleri oluşturularak lojistik girdileri ve çıktıları arasındaki ilişkiler incelenebilir.

KAYNAKÇA

- Arvis, J. F., Ojala, L., Wiederer, C., Shepherd, B., Raj, A., Dairabayeva, K., et al. (2018). *Connecting to Compete 2018 Trade Logistics in the Global Economy The Logistics Performance Index and Its Indicators*. Washington: The International Bank for Reconstruction and Development/The World Bank.
- Arvis, J. F., Saslavsky, D., Ojala, L., Shepherd, B., Busch, C., & Raj, A. (2014). *Connecting to Compete 2014 Trade Logistics in the Global Economy The Logistics Performance Index and Its Indicators*. Washington: The International Bank for Reconstruction and Development/The World Bank.
- Arvis, J. F., Saslavsky, D., Ojala, L., Shepherd, B., Busch, C., Raj, A., et al. (2016). *Connecting to Compete 2016 Trade Logistics in the Global Economy The Logistics Performance Index and Its Indicators*. Washington: The International Bank for Reconstruction and Development/The World Bank.

- Ataseven, B. (2013). Yapay Sinir Ağları ile Öngörü Modellemesi. *Öneri*, 10(39), 101-115.
- Bayraktutan, Y., & Özbilgin, M. (2015). Lojistik Maliyetler ve Lojistik Performans Ölçütleri. *Maliye Araştırmaları Dergisi*, 1(2), 95-112.
- Bilgiç, H. H., Yağlı, H., Koç, A., & Yapıcı, A. (2016). Deneysel Bir Organik Rankine Çevriminde Yapay Sinir Ağları (YSA) Yardımıyla Güç Tahmini. *SUJEST*, 4(1), 7-17.
- Budak, H., & Erpolat, S. (2012). Kredi Riski Tahmininde Yapay Sinir Ağları ve Lojistik Regresyon Analizi Karşılaştırılması. *AJIT-e: Online Academic Journal of Information Technology*, 3(9), 24-30.
- Chakraborty, D., & Mukherjee, S. (2016). How Trade Facilitation Measures influence Export Orientation? Empirical Estimates with Logistics Performance Index Data. *Journal of Economics Library*, 3(4), 554-569.
- Forte, E., D'Ambra, L., & Siviero, L. (2012). Un Indicatore Composito di Valutazione dei Potenziali di Sviluppo Logistico-Economico del Territorio: L'Indicatore Acit. *Associazione Italiana di Scienze Regionali XXXIII Conferenza Scientifica Annuale*, Roma. 1-24.
- Gardner, G. G., Keating, D., Williamson, T. H., & Elliott, A. T. (1996). Automatic Detection of Diabetic Retinopathy Using an Artificial Neural Network: A Screening Tool. *British Journal of Ophthalmology*, 80, 940-944.
- Ghazvini, M., Maddah, H., Peymanfar, R., Ahmadi, M. H., & Kumar, R. (2020). Experimental Evaluation and Artificial Neural Network Modeling of Thermal Conductivity of Water Based Nanofluid Containing Magnetic Copper Nanoparticles. *Physica A*, 551, 1-16.
- Horenshteyn, V. (2009). Chancen und Risiken des Russischen Logistikmarktes aus der Sicht Deutschen Logistikunternehmen. *Hochschule Mittweida (FH) University of Applied Sciences Fachbereich Wirtschaftswissenschaften, Diplomarbeit*. Leipzig.
- Kaynar, O., Taştan, S., & Demirkoparan, F. (2011). Yapay Sinir Ağları ile Doğalgaz Tüketim Tahmini. *Atatürk Ü. İİBF Dergisi*(10. Ekonometri ve İstatistik Sempozyumu Özel Sayısı), 463-474.
- Kim, B., Lee, S., & Kim, J. (2020). Inverse Design of Porous Materials Using Artificial Neural Networks. *Science Advances*, 6, 1-7.
- Küçükkocaoğlu, G., Keskin Benli, Y., & Küçüksözen, C. (1997). Finansal Bilgi Manipülasyonunun Tespitinde Yapay Sinir Ağı Modelinin Kullanımı. *İMKB Dergisi*, 9(36), 1-30.
- Li, W. (2005). Research on the Performance Evaluation of Logistics Activities. *China-USA Business Review*, 4(4), 53-55., 4(4), 53-55.
- Marti, L., Puertas, R., & Garcia, L. (2014). The importance of the Logistics Performance Index in international trade. *Applied Economics*, 46(24), 2982-2992.
- Mienye, I. D., Sun, Y., & Wang, Z. (2020). Improved Sparse Autoencoder Based Artificial Neural Network Approach for Prediction of Heart Disease. *Informatics in Medicine Unlocked*, 18, 1-5.
- Özdemir, F. S., & Karahan Gökmen, M. (2016). Lojistiğin Evrimi ve Türkiye'deki Ön Lisans ve Lisans Programları Yönünden Lojistik Öğretimi. *Niğde Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 9(3), 115-135.
- Özhan, E. (2020). Yapay Sinir Ağları ve Üstel Düzleştirme Yöntemi ile Türkiye'deki CO2 Emisyonunun Zaman Serisi ile Tahmini. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*(19), 282-289.
- Öztemel, E. (2012). *Yapay Sinir Ağları*. İstanbul: Papatya Yayıncılık.
- Pfohl, H. C. (2018). *Logistiksysteme Betriebswirtschaftliche Grundlagen*. Berlin: Springer-Verlag GmbH.
- Popa, I., Paraschiv, D. M., & Voicu-Dorobanţu, R. (2010). A Dynamic Cluster Analysis of the Logistics Performance Index. A Romanian Case Study. *Revista Economică*, 5(52), 177-181.
- Rezaei, J., Roekel, W., & Tavasszy, L. (2018). Measuring the Relative Importance of the Logistics Performance Index indicators Using Best Worst Method. *Transport Policy*(68), 158-169.

- Ristovska, N., Kozuharov, S., & Petkovski, V. (2017). The Impact of Logistics Management Practices on Company's Performance. *International Journal of Academic Research in Accounting, Finance and Management Sciences*, 7(1), 245–252.
- Shamsuzzoha, A., Ehlers, M., Addo-Tenkorang, R., Nguyen, D., & Helo, P. T. (2013). Performance Evaluation of Tracking and Tracing for Logistics Operations. *Int. J. Shipping and Transport Logistics*, 5(1), 31-54.
- Şimşek, T., & Yiğit, E. (2019). Lojistik Performans ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki: Orta-Doğu Avrupa Ülkeleri ve Türkiye Örneği. *Journal of International Management, Educational and Economics Perspectives*, 7(2), 169–177.
- Şipoş, G. L., & Bizoi, C. G. (2015). Innovation and Logistic Performance: Cause and Effects. *Revista Economica*, 67(3), 112-127.
- Tamang, S. K., Singh, P. D., & Datta, B. (2020). Forecasting of Covid-19 Cases Based on Prediction Using Artificial Neural Network Curve Fitting Technique. *Global Journal of Environmental Science and Management*, 6(4), 1-13.
- Taşyürek, M., & Çelik, M. (2020). Akıllı Durak Sistemindeki Araç Seyahat Sürelerinin Birleşik Yapay Sinir Ağları Kullanarak Tahmini. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*(Özel Sayı), 72-79.
- Ulutaş, A., & Karaköy, Ç. (2019). G-20 Ülkelerinin Lojistik Performans Endeksinin Çok Kriterli Karar Verme Modeli ile Ölçümü. *Sivas Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 20(2), 1-14.
- Yakut, E., Elmas, B., & Yavuz, S. (2014). Yapay Sinir Ağları ve Destek Vektör Makineleri Yöntemleriyle Borsa Endeksi Tahmini. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 19(1), 139-157.
- Yapraklı, T. Ş., & Ünalın, M. (2017). Küresel Lojistik Performansı Endeksi ve Türkiye'nin Son 10 Yıllık Lojistik Performansının Analizi. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 31(3), 589-606.
- Yüksel, R., & Akkoç, S. (2016). Altın Fiyatlarının Yapay Sinir Ağları ile Tahmini ve Bir Uygulama. *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, 17(1), 39-50.