



ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME TEKNİKLERİ İLE LOJİSTİK PERFORMANSIN DEĞERLENDİRİLMESİ*

EVALUATION OF LOGISTIC PERFORMANCE WITH MULTI CRITERIA DECISION MAKING TECHNIQUES

Büşra YALÇIN¹

Berk AYVAZ²

Sorumlu Yazar / Corresponding Author
byalcin.9534@gmail.com

Geliş Tarihi / Received
07.04.2020

Kabul Tarihi / Accepted
22.05.2020

Öz

Günümüz dünyasında giderek artan rekabet ortamında ülkeler, daha az maliyet ile daha verimli ve getirisi yüksek işler yapabilmek için, maliyet kalemleri içerisinde önemli bir yeri olan lojistik sektörüne odaklanmışlardır. Başarılı olmak ve ekonomik kazanç sağlamak amacıyla; lojistik maliyetlerini azaltacak ve bu alanda etkin rol oynamalarını sağlayacak çalışmalar yapmaya başlamışlardır. Lojistik sektörüne verilen önemin bu denli artması ile birlikte; ülkelerin bu alandaki performans seviyelerinin net bir biçimde görülebilmesi ihtiyacı doğmuştur ve lojistik performans ölçümü gerekli hale gelmiştir. Bu kapsamda birçok indeks geliştirilerek ölçümler yapılmıştır. Bu ölçümlerden bir tanesi Dünya Bankası'nın yapmış olduğu Lojistik Performans İndeksi (LPI)'dir. Yapılan bu makale çalışmasında lojistik performans konusuna odaklanılmıştır. Lojistik performans ölçümü için çok kriterli karar verme yöntemleri (ÇKKV) kullanılmıştır. Bu problem için bulanık yöntemlerin bütünlük olarak kullanılması tercih edilmiştir. "Bulanık AHP" (BAHP) ve "Bulanık TOPSIS" yöntemleri bütünlük şekilde kullanılarak, belirlenen ülkeler lojistik performanslarına göre sıralanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Bulanık AHP yöntemi, bulanık TOPSIS yöntemi, çok kriterli karar verme yöntemleri, lojistik performans indeksi.

Abstract

In today's increasingly competitive environment, countries have focused on the logistics sector, which has an important place in cost items, in order to be able to do more efficient and high-return jobs with less cost. In order to be successful and gain economic profit; they started to work on reducing logistics costs and enabling them to play an active role in this field. As the importance attached to the logistics sector increases; countries' need to see their performances clearly in this area has emerged. For this reason, logistic performance measurement has become necessary. In this context, many indices were developed and measurements were made. One of these measurements is the Logistics Performance Index (LPI) made by the World Bank. This article focuses on logistics performance and Multi-criteria decision making methods (MCDM) were used for logistics performance measurement. In this problem, it is preferred to use fuzzy methods in an integrated way. The "Fuzzy AHP" (FAHP) and "Fuzzy TOPSIS" methods are used in an integrated way and the determined countries are ranked according to their logistics performance.

Keywords: Fuzzy AHP method, fuzzy TOPSIS method, logistics performance index, multi criteria decision making method.

*Bu çalışma, İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nde yapılan "LOJİSTİK PERFORMANS İNDEKSİNİN BELİRLENMESİNDE YENİ BİR MODEL ÖNERİSİ" başlıklı yüksek lisans tezinden hazırlanmıştır.

¹İstanbul Ticaret Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Küçükyalı, İstanbul, Türkiye.
byalcin.9534@gmail.com, Orcid.org/0000-0001-8588-2556.

²İstanbul Ticaret Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Küçükyalı, İstanbul, Türkiye.
bayvaz@ticaret.edu.tr, Orcid.org/0000-0002-8098-3611.

1. GİRİŞ

Giderek gelişen dünyada ticaretin uluslararası seviyeye ulaşması ile birlikte lojistik, ülkeler için önemli bir konuma gelmiştir. Artan bu önemi ile birlikte, lojistik birçok alanda karşımıza çıkmaya başlamıştır. Birçok sektör ile bağlantılı hale gelen lojistiğe günümüzde bir bilim dalı olarak bakılmaktadır. Lojistik, ülkelerin ekonomik gelişme düzeylerinin belirlenmesine katkıda bulunmaktadır. Bu kapsamda lojistik maliyetler ile ekonomik büyüme arasında doğru bir orantı olduğu söylenebilir. Lojistiğin sektörel olarak gelişmesi ve maliyetlerinin azalması ekonomiyi daha canlı bir hale getirirken, maliyetlerin artması ise ekonomik gelişmeleri zora sokacaktır.

Globalleşmenin artması ile birlikte ülkelerin bu durumdan etkilendiği görülmektedir. Fakat bu kavram, her ülke için aynı etkiyi oluşturmamaktadır. Ülkelerin sürekli değişen ve gelişen dünyada lojistik anlamında, durumlarını ortaya çıkaran çalışmalar yapılmaktadır. Bu çalışmalardan bir tanesi Dünya Bankası'nın lojistik hizmet sağlayıcılar ve akademisyenler ile birlikte yürüttüğü LPI çalışmasıdır. Yapılan LPI çalışmasının sonuçları, her 2 yılda bir düzenli olarak Dünya Bankası tarafından yayınlanmaktadır. LPI çalışmasında ülkeleri değerlendirmek amacı ile belirlenen 6 adet kriter bulunmaktadır. Bu kriterler; Gümrük Yönetimi, Altyapı, Uluslararası Taşımacılık, Lojistik Hizmet Kalitesi ve Yeterliliği, İzleme & Takip ve Zamanında Teslimat 'tır.

Bu çalışmada, günümüz dünyasında önemli bir kavram haline gelen "Lojistik Performans" kavramına odaklanılmıştır. Türkiye'nin ve komşu ülkelerin lojistik alanında birbirlerine oranla hangi düzeyde olduğunu kavrayabilmek amaçlanmıştır. Bu kapsamda; Türkiye'nin komşusu olarak seçilen ülkelerin, öncelikle 2018 LPI raporunda sıralamaya dâhil edilmiş olan ülkeler olmasına dikkat edilmiştir. Bu şartı sağlayan komşu ülkeler için, bugüne kadar yayınlanmış tüm LPI raporlarındaki (2007-2018) sıralamalarının aritmetik ortalamaları alınmıştır. Bulunan aritmetik ortalama değerlerine göre küçükten büyüğe sıralama yapılmış ve ilk 4 ülke seçilmiştir. Bu kapsamda toplam 5 ülkenin Dünya Bankası'nın belirlediği 6 kritere göre lojistik performanslarının hesaplanması hedeflenmiştir. Yöntem olarak ise, son zamanlarda performans ölçümlerinde sıklıkla kullanılan ÇKKV tekniklerinden olan ve uzman görüşlerinin daha net ifade edilmesine olanak sağlayan dilsel ifadeleri içeren, BAHP ve Bulanık TOPSIS yöntemleri tercih edilmiştir. Kriterlerin ağırlıklarının hesaplanması amacıyla literatürde daha çok tercih edilen BAHP yöntemi, bu çalışmada da benzer amaçla kullanılmış olup; ağırlıkları belirlenen kriterlere göre, alternatiflerin sıralanması için ise genellikle sıralama yapmak amacı ile kullanılan, Bulanık TOPSIS yöntemi tercih edilmiştir.

Yapılan bu çalışma ile birlikte; kullanılan yöntemler, çalışmada ele alınan ülkeler ve lojistik performansın değerlendirilmesi açısından literatüre katkı sağlanması hedeflenmiştir. Geçerliliği bilimsel olarak kabul edilmiş olan BAHP ve Bulanık TOPSIS yöntemlerinin, çalışmada birlikte analiz edilmesi ve bu yöntemlerin lojistik performans alanında kullanılması ile literatüre katkı sağlanacağı düşünülmektedir. Bu çalışma ile söz konusu yöntemlerin uygulama sonucu görülmüş olup; lojistik performansı temel alacak bundan sonraki çalışmalara, kullanılan yöntemler bakımından ışık tutabileceği düşünülmektedir.

Giriş bölümünü takiben, ikinci bölümde lojistik performans indeksi ve lojistik performans ölçümü ile ilgili literatür gözden geçirilmiştir. Üçüncü bölümde BAHP ve Bulanık TOPSIS yöntemlerinden bahsedilmiştir ve dördüncü bölümde problemin çözüm aşamaları ele alınmıştır. Sonuç bölümünde ise uygulama sonucunda elde edilen çalışmanın sonuçları değerlendirilmiştir.

2. LİTERATÜR TARAMASI

Uluslararası seviyede lojistik performans; bir ülkenin lojistik faaliyetlerinin gelişmişlik düzeyi olarak tanımlanabilir. Buna bağlı olarak uluslararası lojistik performansın ülkenin ekonomik gelişmişliğinin bir göstergesi olduğu söylenebilir (Rençber, 2018).

Bu bölümde lojistik performans indeksi ve lojistik performans ölçümü üzerine yapılan çalışmalar incelenmiştir. Bu çalışmalarda uygulanan çözüm yöntemleri analiz edilmiştir. Dünya Bankası'nın öncülük ettiği LPI çalışması, literatürde önemli bir yere sahip olduğundan ayrı bir başlık altında incelenmiştir.

2.1.Dünya Bankası LPI Çalışması

Lojistik performans ölçümü ile ilgili yapılan en kapsamlı çalışma LPI çalışmasıdır. Bu çalışma ile birlikte; ülkelerin lojistik performanslarını ölçmek ve birbirleri ile kıyaslanmasını sağlamak amacıyla, ilki 2007 yılında yapılan bir çalışma başlatılmıştır. 2007 yılında yapılan ilk çalışma 150 ülke üzerinde yapılmış olup; 2010 ve 2012 yıllarında 155 ülke çalışmaya dâhil edilmiştir (Bayat ve Özdemir, 2016). Çalışmaya 2016 ve 2018 yıllarında ise 160 ülke dâhil edilmiştir.

Çalışma lojistik sektöründe uzman olan kişilerin görüşlerini dikkate almaktadır. Yapılan çalışma iki başlık altında toplanmaktadır. Bir tanesi uluslararası alanda ülkelerin, belirlenen 6 kriter ile lojistik performanslarını ölçmeyi temel almaktadır. Diğer çalışma ise ulusal alanda ülkelerin yerel performanslarını, belirlenen 4 faktöre göre ölçmeyi temel almaktadır (Bayat ve Özdemir, 2016).

Dünya Bankası LPI çalışmasının ilk aşamasında, verilerin elde edilmesi için anket yönteminin kullanılmakta olduğu görülmüştür. Anketin diğer aşamasında ise ülkelerin kendi lojistik sektörlerine dair sayısal bilgiler istenmektedir. Elde edilen anket verileri sonucuna göre Temel Bileşenler Analizi yapılmaktadır. Sonrasında belirlenen 6 kriter için ortalamalar alınarak ülkelerin LPI değerleri bulunmaktadır (Rençber, 2018).

Arvis vd. (2007) Dünya Bankası işbirliği ile LPI raporunu hazırlamışlardır. Yaptıkları çalışma, özellikle gelişmekte olan ülkeler için küresel ticaretin ve küreselleşmenin fırsatlarını ortaya çıkarma konusunda kritik öneme sahiptir (Arvis vd., 2007).

Arvis vd., (2010) hazırladıkları LPI raporunda, 2007 yılında olduğu gibi, reforma ve gelişmeye önem veren, yüksek gelirli ülkelerin lojistik performanslarının üst sıralarda yer aldığını göstermişlerdir (Arvis vd, 2010).

Arvis vd. (2018) 160 ülke ile hazırladıkları LPI raporunda, yüksek gelirli ülkelerin lojistik performansına göre ilk 10 sıra içerisinde yer aldığını, son 10 sıradaki ülkelerin ise düşük ve orta gelirli ülkeler olduğunu göstermiştir (Arvis vd., 2018).

2.2.Literatürdeki Diğer Lojistik Performans Temelli Çalışmalar

Green vd. (2008) ulusal 142 fabrikanın işletme yöneticilerinden elde edilen verilerle, Yapısal Eşitlik Modelleme yöntemini kullanarak tedarik zinciri yönetimi stratejisini temel alan, lojistik performans modelini teorik olarak değerlendirmişlerdir (Green vd., 2008).

Felipe ve Kumar (2010) çalışmalarında çift yönlü ticaret akışı ve ticaretin kolaylaştırılması arasındaki ilişkiyi incelemek için Yer Çekimi Model'ini kullanmışlardır. Orta Asya ülkeleri için

Dünya Bankası'nın LPI çalışması ve ticaretin kolaylaştırılması ile ortaya çıkan iyileşmelerden kaynaklanan ticari kazanımları da tahminlemiştir (Felipe ve Kumar, 2010).

Lau (2011) endüstriler ve ülkeler arasındaki performansın daha iyi karşılaştırılması için Yeşil Performans İndeksinin (GLPI) geliştirilmesini ve kullanılmasını tartışmıştır. İndeks gelişim sürecini göstermek ve önerilen indeksi kullanarak iki ülke arasındaki Yeşil Lojistik (GL) uygulamalarının performanslarını karşılaştırmak için Çin ve Japonya'daki ev elektronik cihaz endüstrisinden toplanan anket verilerini kullanmıştır. Anket verilerinin analizi için "İki Örneklem t- Testi" ve "Tek Yönlü Varyans Analizi" (ANOVA) yöntemini, GLPI anket verilerinin ağırlıklarının belirlenmesi için ise "Temel Bileşen Analizi" yöntemini kullanmıştır (Lau, 2011).

Güner ve Coşkun (2012) ekonomik ve sosyal faktörlerin ülkelerin lojistik performanslarına olan etkisini değerlendirmek için 26 OECD ülkesi için ekonomik ve sosyal göstergeler arasındaki bağlantıyı incelemek adına Korelasyon Analizi yapmışlardır (Güner ve Coşkun, 2012).

Bayraktutan vd. (2012) çalışmalarında Türkiye'deki illerin lojistik performanslarını ölçmek üzere bir indeks oluşturmuştur. Çalışma sonucunda, öncelikli olarak ele alınan Kocaeli ili yüksek indeks değeri ile öne çıkmıştır. Çalışmalarında ilk olarak lojistik sektörünün bölgedeki etkisini ölçmek amacı ile Yığınlaşma Katsayısı belirlemiş ve sonrasında illere göre ölçüm yapabilmek için bir indeks geliştirmişlerdir (Bayraktutan vd., 2012).

Perçin ve Çakır (2013) ÇKKV teknikleri ile "Fortune Türkiye Dergisi"nin açıkladığı ilk 500 firma listesinde yer alan 10 lojistik firmasının performans ölçümünü gerçekleştirmişlerdir. Lojistik performans ölçümü için belirlenen kriterlerin ağırlıklarını, CRITIC (Criteria Importance Through Intercriteria Correlation) yöntemi ile hesaplayıp sonraki aşamada SAW (Simple Additive Weighting), TOPSIS ve VIKOR (VlseKriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje) yöntemleri ile firmalar için performans sıralaması yapmışlardır. Tüm bu aşamalardan sonra veri birleştirme tekniklerinden Borda Sayım (Borda Count) yöntemi ile bütünleşik tek bir sıralama elde etmişlerdir (Perçin ve Çakır, 2013).

Jhavar vd. (2014) kalifiye iş gücünün geliştirilmesinin lojistik performans indeksi üzerindeki etkisini incelemiştir. Bir Hint lojistik hizmet sağlayıcısı üzerinde vaka çalışması yapmışlardır. Sistem dinamiği modelleme prensiplerine göre, nedensel bir döngü diyagramı ve stok akış diyagramı geliştirmişlerdir. Simülasyon sonucu lojistik performans indeksinde önemli bir iyileşme görülmüştür (Jhavar vd., 2014).

Somogyi ve Bokor (2014) 29 Avrupa ülkesinin lojistik verimliliğini yeni bir DEA- PC (Data Envelopment Analysis - Pairwise Comparison) ile test etmişlerdir. Bu test sonucunda ortaya çıkan sonuçları orijinal DEA yöntemi ile elde edilen sonuçlarla karşılaştırmışlardır. Sonuçları ayrıca ülkelerin lojistik yeterliliklerine ilişkin önemli bir uluslararası çalışma olan LPI'nin lojistik kalitesi ve yeterlilik indeksi ışığında da değerlendirmişlerdir (Somogyi ve Bokor, 2014).

Baki ve Gergin (2015) Türkiye'deki bölgeleri lojistik performanslarına göre değerlendirmişlerdir. Bu amaçla seçilen kriterlerin ağırlıklandırılması için AHP yöntemini ve sonrasında bölgelerin lojistik performanslarına göre sıralaması için ise TOPSIS yöntemini kullanmışlardır (Baki ve Gergin, 2015).

Yu ve Hsiao (2015) ülkelerin LPI etkinliğini değerlendirmek için alternatif bir yaklaşım sunmuşlardır. Ülkeleri LPI değerlerine göre sıralamak için DEA- AR (Data Envelopment Analysis- Assurance Region) modelini önermişlerdir. Regresyon modelini kullanarak performans indekslerinin ağırlıklarına alt ve üst sınırlar koyarak, önerilen LPI hesaplama

modelinin sıralaması ile Dünya Bankası'nın LPI sıralamasını karşılaştırmayı amaçlamışlardır (Yui ve Hsiao, 2015).

Özceylan vd. (2016) çalışmalarında Türkiye'deki illerin lojistik performanslarını ölçümlemişlerdir. Bu performans ölçümü için üç aşamalı bir yaklaşım geliştirmişlerdir. Çalışmaları için 16 coğrafik ve ekonomik bölgeyi belirlemişlerdir. Çalışmalarının ilk aşamasında lojistik performans değerlendirme kriterlerini bir grup lojistik uzmanı ve akademisyen ile belirlemişlerdir. İkinci adımda illere lojistik puanların verilmesi için Coğrafi Bilgi Sistemi'ni (GIS) kullanmışlardır. Sonraki adımda ise belirlenen performans kriterlerini ÇKKV teknikleri ile ağırlıklandırarak çözümlenmişlerdir. Değerlendirme kriterlerinin ağırlıklandırılması için AHP ve ANP yöntemlerini, sıralama yapmak için ise TOPSIS yöntemini kullanmışlardır (Özceylan vd., 2016).

Çakır (2016) Lojistik performans ölçümü için bir metodoloji önermiştir. Önerilen hibrit metodoloji CRITIC, SAW ve Peter's Fuzzy Regression metodlarının bir kombinasyonunu içermektedir. Çalışmasında 2014 yılı Dünya Bankası LPI verilerini kullanarak OECD ülkelerinin lojistik performansını ölçmüştür (Çakır, 2016).

Bayır ve Yılmaz (2017) ise Dünya Bankası'nın yayınladığı 2016 LPI verileri kapsamında 20 Avrupa ülkesinin lojistik performanslarını ölçmek için ÇKKV tekniklerinden AHP ve VIKOR yöntemlerini birlikte kullanarak, iki yılda bir yayınlanan Dünya Bankası LPI sıralamasından farklı olarak, ilk defa Avrupa ülkelerinin kriter ağırlıklarını dikkate alınarak sıralama yapmışlardır. Çalışmada AHP ile mevcut kriterleri ağırlıklandırarak, VIKOR yöntemi ile ülkeleri sıralamaya tabii tutmuşlardır (Bayır ve Yılmaz, 2017).

Gani (2017) yaptığı çalışma ile 60 ülke için lojistik performansın uluslararası ticaretteki etkisini deneysel olarak incelemiştir. Dünya Bankası'nın yayınladığı 2007, 2010, 2012 ve 2014 yılı LPI verileri ile ülkenin dış ticareti arasındaki ilişki Panel Veri Analizi yöntemi ile değerlendirmiştir (Gani, 2017).

Wong ve Tang (2017) ülkelerin LPI'larını daha fazla yükseltmeleri adına, lojistik performansın belirleyicilerini ortaya çıkarmayı hedeflemişlerdir. 2007- 2014 yılları arasında seçilen 93 ülkenin verileri ile oluşturulan Statik Panel Veri Yaklaşımı'nı kullanmışlardır. Çalışma sonucunda LPI ölçümünü en fazla etkileyen kriteri tespit ederek, ülkelerin LPI sıralamasında üst sıralarda yer alabilmeleri için dikkat edilmesi gereken noktaları belirtmişlerdir (Wong ve Tang, 2017).

Ayaydın vd. (2017) çalışmalarında Gri İlişkisel Analiz (GİA) yöntemini kullanarak; verimlilik, büyüklük ve karlılık oranları yardımı ile 2011 yılı FORTUNE Türkiye Dergisi'nde yayınlanan ve ilk 500 firma listesinde yer alan 10 lojistik firmasının performans ölçümünü gerçekleştirmişlerdir. Çalışma sonucunda firmaları finansal performanslarına göre sıralamışlardır (Ayaydın vd., 2017).

Rezaei vd. (2018) ÇKKV tekniklerinden biri olan En İyi En Kötü Metodu (Best Worst Method-BWM) ile Dünya Bankası'nın belirlediği altı LPI kriterinin ağırlıklandırmalarını yapmışlardır. Farklı ülkelerden 107 uzman ile yapılan anket çalışması ile eşit ağırlıklandırma yöntemini kullanan mevcut LPI çalışmasından farklı bir sonuç bulmuşlardır. Uyguladıkları ağırlıklandırma yöntemi sonucuna göre lojistik performansın en önemli bileşeni altyapı bileşeni iken, en az ağırlığa sahip kriter, izleme ve takip edilebilirlik olmuştur (Rezaei vd., 2018).

Rençber (2018) ülkelerin lojistik performanslarına göre ne kadar doğru sıralandırıldığını ve LPI ölçümünde hangi indeksin daha etkili olduğunu bulmak amacı ile ülkeleri lojistik performanslarına göre Basamak Korelasyon Analizi, (BKSA), Kohonen (LVQ) ve Bulanık

Tabanlı ANFIS Sinir Ağı Modeli ile sıralamaya tabii tutmuştur. Bu yöntemlerin sıralama performansları karşılaştırılmıştır (Rençber, 2018).

Korucuk vd. (2018) seyahat acentelerinde lojistik performansın değerlendirilmesi üzerinde bir çalışma yapmışlardır. Çalışma için Giresun ilini baz almışlardır. Lojistik performans kriterlerinin ağırlıklandırılması için DEMATEL yöntemini, en ideal seyahat acentesinin seçimi için ise GİA yöntemini kullanarak firmaları sıralandırmışlardır (Korucuk vd., 2018).

Ulutaş (2018) lojistik firmalarının performans analizi çalışmasını yapmıştır. Çalışmasında lojistik performans ölçünü ÇKKV tekniklerinden Entropi ve EDAS yöntemlerini kullanmıştır. Lojistik firmalarını bu yöntemler aracılığı ile sıralamaya tabii tutmuştur (Ulutaş, 2018).

Kısa ve Ayçin (2019) OECD ülkelerinin lojistik performanslarını bütünleşik yöntemler ile değerlendirmişlerdir. Dünya Bankası'nın yayınladığı LPI çalışması sonucu belirlenen lojistik performans kriterlerini kullanarak, SWARA yöntemi ile bu kriterlerin ağırlıklandırılmalarını gerçekleştirmiş ve EDAS yöntemi ile ülkelerin lojistik performanslarını ölçümlemişlerdir. Çalışma sonucunda lojistik performansa göre ilk üç ülke sırası ile Almanya, Hollanda ve İsveç olmuştur. Yapılan bu ile son olarak 2018 yılında Dünya Bankası'nın yapmış olduğu LPI çalışması sonucu oluşan sıralamadan farklı bir sıralama elde etmiştir (Kısa ve Ayçin, 2019).

Candan (2019) OECD üyesi 10 ülkenin lojistik performanslarının ölçümünü gerçekleştirmiştir. Kullanılan lojistik performans ölçüm kriterlerinin ağırlıklarını AHP yöntemi ile belirledikten sonra ülkelerin lojistik performanslarına göre sıralanması için Gri İlişkisel Analiz (GİA) metodunu kullanmıştır (Candan, 2019).

Lojistik performans ve lojistik performans indeksi ile ilgili yapılan literatür taraması, çalışmaya konu olan problemin ana hatlarının ve yapısının oluşturulması konusunda yardımcı olmuştur. Kriterlerin belirlenmesi aşamasında; yapılan literatür taramasında da sıkça rastlandığı üzere, Dünya Bankası'nın LPI çalışmasında ülkeleri değerlendirmek için kullanılan kriterlerin kullanılmasına karar verilmiştir. Problemin çözümünde literatürde de lojistik performans ölçümünde yaygın olarak kullanılan ÇKKV tekniklerinin kullanımı tercih edilmiştir. Kriter ağırlıklarının belirlenmesi ve performans ölçümüne göre alternatiflerin sıralanması için, farklı yöntemler kullanılmıştır. Ağırlık hesaplamalarında çoğunlukla rastlanan bir ÇKKV tekniği olan BAHP yöntemi ve alternatiflerin sıralanması için ise etkin sıralama yöntemlerinden biri olan Bulanık TOPSIS yöntemi tercih edilmiştir.

Günlük yaşantıda karar verme durumu; karmaşık bir ortamda, birden fazla etkenin ve belirsizliğin arasında gerçekleşir. Problemin çözümünde bulanık yöntemlerin tercih edilmesinin bir sebebi bu durumdur. Modern mantığın belirsizlik durumlarında yetersiz oluşu, bulanık mantığın fazla kriterin ve değişkenin değerlendirilmesine olanak sağlaması ve aynı zamanda değerlendiricilerin düşüncelerini daha rahat ifade etmelerine yardımcı olan, dilsel terimleri içermesi sebepleri ile bulanık yöntemler tercih edilmiştir. Bulanık yöntemlerde kullanılan değerlendirme ölçekleri, aralıklar ile ifade edilen dilsel terimleri içerdiğinden değerlendirmelerin daha etkili olmasını sağlamaktadır.

3. PROBLEM TANIMI VE METODOLOJİ

Günümüzde oldukça önem kazanan lojistik alanında, Türkiye'nin ve komşu ülkelerin lojistik performanslarının ÇKKV teknikleri ile değerlendirilmesi hedeflenmiştir. Bu çalışmada ele alınan problemin amacı; Türkiye ve 2018 LPI raporunda yer alan ve Türkiye'nin komşusu olan ülkelerin, lojistik performanslarının ÇKKV yöntemleri kullanılarak değerlendirilmesi ve

sıralamasının yapılmasıdır. Türkiye'nin komşusu olarak seçilen ülkelerin, öncelikle 2018 LPI raporunda sıralamaya dâhil edilmiş olan ülkeler olmasına dikkat edilmiştir. Bu şartı sağlayan komşu ülkeler için, bugüne kadar yayınlanmış tüm LPI raporlarındaki (2007-2018) sıralamalarının aritmetik ortalamaları alınmıştır. Bulunan aritmetik ortalama değerlerine göre küçükten büyüğe sıralama yapılmış ve ilk 4 ülke seçilmiştir.

Sonraki aşamada kriterler belirlenmiştir ve bu kriterler, Dünya Bankası LPI çalışmasında da ülkeleri değerlendirmek amacıyla kullanılan 6 kriterdir. Alternatifler kümesi ise 5 ülkeden oluşmaktadır. Kriterlerin ağırlıklarının belirlenmesi için BAHP, alternatiflerin lojistik performanslarına göre sıralanması için Bulanık TOPSIS yöntemleri kullanılmıştır.

Çalışmada kullanılan kriterler kümesini; Gümrük Yönetimi, Altyapı, Uluslararası Taşımacılık, Lojistik Hizmet Kalitesi ve Yeterliliği, İzleme ve Takip, Zamanında Teslimat oluştururken; alternatifler kümesini ise Türkiye, Bulgaristan, Gürcistan, İran, Yunanistan oluşturmaktadır.

3.1. Bulanık Analitik Hiyerarşik Prosesi

BAHP yöntemi, literatürde ilk olarak Van Laarhoven ve Pedrycz tarafından 1983 yılında yapılan çalışmada kullanılmıştır ve çalışma sonucunda üçgensel bir bulanık karşılaştırma matrisi oluşturulmuştur (Toksarı, 2011). Literatürde yer alan çalışmalar incelendiğinde sıklıkla kullanılan BAHP algoritmalarından birinin 1996 yılında Chang tarafından geliştirilmiş olan "Genişletilmiş Analiz Yöntemi" olduğu görülmüştür. Literatürdeki bazı Türkçe kaynaklarda bu yöntemin ismi "Mertebe Analizi" olarak da geçmektedir (Karabayır, 2018).

BAHP yönteminde kriterleri ve alternatifleri değerlendirmek için kullanılan, dilsel ifadelerin ve bulanık sayıların yer aldığı tablolar aşağıda bulunan Tablo 1 ve Tablo 2'de gösterilmiştir.

Tablo 1. Kriterlerin Değerlendirilmesi İçin Kullanılan Bulanık Sayılar (Çakar, 2020)

Önem Yoğunluklarının Tanımı	Önem Şiddeti	Üçgen Bulanık Ölçek	Önem Yoğunluğunun Tersisi	Üçgen Bulanık Ölçeğinin Tersisi
Eşit Önemlilik (EÖ)	1	(1,1,1)	(1/1)	(1/1, 1/1, 1/1)
Diğerine Göre Biraz Üstün (DGÜ)	2	(1,2,4)	(1/2)	(1/4, 1/2, 1/1)
Hemen Hemen Önemli (HÖ)	3	(1,3,5)	(1/3)	(1/5, 1/3, 1/1)
Güçlü Önemli (GÜ)	5	(3,5,7)	(1/5)	(1/7, 1/5, 1/3)
Çok Güçlü Önemli (ÇGÖ)	7	(5,7,9)	(1/7)	(1/9, 1/7, 1/5)
Aşırı Önemli (AÖ)	9	(7,9,11)	(1/9)	(1/11, 1/9, 1/7)

Tablo 2. Alternatiflerin Değerlendirilmesi İçin Kullanılan Bulanık Sayılar (Çakar, 2020)

Dilsel Değişkenler	Üçgensel Bulanık Sayılar
Çok İyi (VG)	(3,5,5)
İyi (G)	(1,3,5)
Orta (M)	(1,1,1)
Zayıf (P)	(1/5, 1/3, 1)
Çok Zayıf (VP)	(1/5, 1/5, 1/3)

Chang tarafından yapılan Mertebe Analizi (Genişletilmiş Analiz Yöntemi) algoritmasına göre BAHP yönteminin adımları sırası ile aşağıda yer almaktadır.

Her bir ölçüt alınıp her bir amaç için mertebe analizi yapılmaktadır. Bu kapsamda $x = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ ölçütlerin kümesi ve $U = \{u_1, u_2, \dots, u_n\}$ amaç kümesi olsun. Her bir ölçüt için m tane mertebe analiz değeri elde edilmiş olur. Bu değerler ise aşağıda bulunan (1)'deki ifadeler ile gösterilir. i kriter, j ise alternatifleri ifade etmektedir.

$$M_{g_i}^1, M_{g_i}^2, \dots, M_{g_i}^m \quad (i = 1, 2, \dots, n) \quad (1)$$

Burada bulunan tüm $M_{g_i}^j$ ($j=1, 2, \dots, m$) değerleri üçgensel bulanık sayıdır.

Adım 1: i. ölçüte göre bulanık sentetik mertebe değeri (S_i) (2) numaralı eşitlikteki gibi tanımlanır.

$$S_i = \sum_{j=1}^m M_{g_i}^j \otimes \left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{g_i}^j \right]^{-1} \quad (2)$$

Yukarıda (2)'de bulunan $\sum_{j=1}^m M_{g_i}^j$ değerini elde etmek için m tane mertebe analizi değerine (3)'de olduğu gibi bulanık toplama işlemi uygulanır. Sonrasında (4)'de bulunan vektörün tersi eşitlik (5)'deki gibi bulunur.

$$\sum_{j=1}^m M_{g_i}^j = \left(\sum_{j=1}^m l_j, \sum_{j=1}^m m_j, \sum_{j=1}^m u_j \right) \quad (3)$$

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{g_i}^j = \left(\sum_{i=1}^n l_i, \sum_{i=1}^n m_i, \sum_{i=1}^n u_i \right) \quad (4)$$

$$\left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{g_i}^j \right]^{-1} = \left(\frac{1}{\sum_{i=1}^n l_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n m_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n u_i} \right) \quad (5)$$

Adım 2: $M_1 = (l_1, m_1, u_1) \leq M_2 = (l_2, m_2, u_2)$ 'nin olabilirlik derecesi (6) numaralı denklem yardımı ile bulunur. Bu eşitliği (7) ile de ifade etmek mümkündür. Denklemde $V(M_2 \geq M_1)$ 'i, d , μ_{M_1} ve μ_{M_2} nin arasında bulunan en yüksek kesişim noktası D'nin ordinatı olur. M_1 ve M_2 'nin kıyaslanabilmesi için için $V(M_2 \geq M_1)$ ve $V(M_1 \geq M_2)$ değerlerinin bulunması gereklidir.

$$V(M_2 \geq M_1) = \sup_{y \geq x} [\min(\mu_{M_1(x)}, \mu_{M_2(y)})] \quad (6)$$

$$V(M_2 \geq M_1) = hgt(M_1 \cap M_2) = \mu_{M_2}(d) \begin{cases} 1 & , \text{eger } m_2 \geq m_1 \\ 0 & , \text{eger } l_2 \geq l_1 \\ \frac{l_2 - u_2}{(m_2 - u_2) - (m_1 - l_1)} & , \text{diger durumlarda} \end{cases} \quad (7)$$

Adım 3: Konveks bulanık sayının k tane konveks bulanık sayıdan $M_i = (i = 1, 2, \dots, k)$ 'dan daha büyük olmasının olabilirlik derecesi aşağıda yer alan (8) numaralı denklemde olduğu gibi tanımlanır.

$$V(M \geq M_1, M_2, \dots, M_k) = V[(M \geq M_1), (M \geq M_2), \dots, (M \geq M_k)] = \min_{i=1, 2, \dots, k} V(M \geq M_i) \quad (8)$$

$d'(A_i) = \min_{k=1, 2, \dots, n} V(S_i \geq S_k)$ eşitliğinin var olduğu kabul edilirse; $k=1, 2, \dots, n$; ve $k \neq i$ için ağırlık vektörü (W') (9)'daki gibidir. $A_i (i=1, 2, \dots, n)$ n tane elemandan oluşmaktadır.

$$W' = (d'(A_1), d'(A_2), \dots, d'(A_n))^T \quad (9)$$

Adım 4: Normalizasyon yapıldıktan sonra oluşan Normalize Edilmiş Ağırlık Vektörü (W) aşağıdaki gibidir. W bulanık sayı değildir.

$$W = (d(A_1), d(A_2), \dots, d(A_n))^T \quad (10)$$

(Akman ve Alkan, 2006)

$$d(A_i) = \frac{d'(A_i)}{\sum_{i=1}^n d'(A_i)} \quad (11)$$

(Yazırdağ, 2018)

3.2. Bulanık TOPSIS Yöntemi

Yoon ve Hwang tarafından 1981 yılında geliştirilen bir yöntem olan Bulanık TOPSIS sınırlı alternatifler içinden seçim yapabilmek amacı ile oluşturulmuş bir ÇKKV tekniğidir. Yöntemin hedef aldığı temel odak noktası, seçilen alternatifin pozitif ideal çözüme (PIS) en yakın, negatif ideal çözüme (NIS) en uzak olmasıdır. Seçim aşamasında, pozitif ideal çözüm ile en çok benzer olan ve aynı zamanda negatif ideal çözüme en az benzeyen alternatif seçilir (Özsarı, 2019).

Bulanık TOPSIS, geleneksel TOPSIS yönteminin geliştirilmiş şeklidir. Alternatiflerin değerlendirilmesi esnasında oluşacak subjektif durumun oluşturacağı olumsuz durumları ortadan kaldırmaktadır (Günel, 2019).

Bulanık TOPSIS ile belirlenmiş olan alternatifler ve kriterler karar vericiler tarafından değerlendirilir ve üçgen ya da yamuk bulanık sayılar kullanılarak alternatifler için yakınlık katsayıları hesaplanır. Sonrasında bu katsayılar göre sıralamalar yapılır (Yaman, 2019).

Bulanık TOPSIS yönteminin adımları aşağıdaki gibidir.

Adım 1: Karar vericilerin alternatifleri ve kriterleri belirlemesi,

Adım 2: Karar kriterlerinin ve kriterlere göre alternatiflerin karar vericiler tarafından dilsel ifadeler yardımı ile değerlendirilmesi,

Adım 3: Kriterler için önem ağırlıklarının belirlenmesi,

Adım 4: Bulanık karar matrisinin ve normalize edilmiş bulanık karar matrisinin bulunması,

Adım 5: Ağırlıklı normalize edilmiş Bulanık Karar matrisinin bulunması,

Adım 6: Bulanık pozitif ideal çözüm ve bulanık negatif ideal çözümün bulunması,

Adım 7: Bulanık ideal çözümlere göre uzaklıkların hesaplanması,

Adım 8: Yakınlık katsayılarının bulunması,

Adım 9: Alternatiflerin sıralanması (Özçakar ve Demir, 2011).

2. adım sonunda dilsel ifadeler kullanılarak yapılan değerlendirme işlemine göre 3. adımda bu dilsel ifadelerin karşılık geldiği üçgen bulanık sayılar yazılır. Tablo 3 ve Tablo 4'te alternatifler ve kriterler için dilsel ifadeler ve bu ifadelerin üçgen bulanık sayı karşılıkları verilmiştir.

Tablo 3. Kriterlerin Değerlendirilmesi İçin Kullanılan Dilsel İfadeler ve Üçgen Bulanık Sayı Karşılıkları (Özçakar ve Demir, 2011)

Dilsel İfadeler	Üçgen Bulanık Sayı Karşılıkları
Çok Düşük (ÇD)	(0.0, 0.0, 0.1)
Düşük (D)	(0.0, 0.1, 0.3)
Orta Düşük (OD)	(0.1, 0.3, 0.5)
Orta (O)	(0.3, 0.5, 0.7)
Orta Yüksek (OY)	(0.5, 0.7, 0.9)
Yüksek (Y)	(0.7, 0.9, 1.0)
Çok Yüksek (ÇY)	(0.9, 1.0, 1.0)

Tablo 4. Alternatiflerin Değerlendirilmesi İçin Kullanılan Dilsel İfadeler ve Üçgen Bulanık Sayı Karşılıkları (Özçakar ve Demir, 2011)

Dilsel İfadeler	Üçgen Bulanık Sayı Karşılıkları
Çok Kötü (ÇK)	(0,0,1)
Kötü (K)	(0,1,3)
Orta Kötü (OK)	(1,3,5)
Orta (O)	(3,5,7)
Orta İyi (OI)	(5,7,9)
İyi (İ)	(7,9,10)
Çok İyi (Çİ)	(9,10,10)

4. adımda bulanık karar matrisi ile normalize edilmiş bulanık karar matrisinin bulunması için aşağıdaki adımlar izlenir.

A_i : m adet alternatif $A_i = \{A_1, A_2, \dots, m\}$

C_i : n adet kriter $C_i = \{C_1, C_2, \dots, n\}$

x_{ij} : A_i alternatifinin C_i kriterine göre performans değeri,

w_j : C_i kriterinin önem ağırlığı olmak üzere;

$$X = \begin{bmatrix} \tilde{x}_{11} & \dots & \tilde{x}_{1n} \\ \dots & \dots & \dots \\ \tilde{x}_{m1} & \dots & \tilde{x}_{mn} \end{bmatrix} \quad (12)$$

$$\tilde{D} = A_m \begin{bmatrix} \tilde{x}_{11} & \tilde{x}_{11} & \dots & \tilde{x}_{m1} \\ \tilde{x}_{21} & \tilde{x}_{21} & \dots & \tilde{x}_{22} \\ \dots & \dots & \dots & \tilde{x}_{11} \\ \tilde{x}_{m1} & \tilde{x}_{m2} & \dots & \tilde{x}_{mn} \end{bmatrix} \quad (13)$$

$$\tilde{W} = [\tilde{w}_1, \tilde{w}_2, \dots, \tilde{w}_n] \quad (14)$$

\tilde{D} = Bulanık karar matrisi

\tilde{W} = Kriterlerin önem ağırlık matrisi

Normalize edilmiş bulanık karar matrisi \tilde{R} şu şekilde bulunur.

$$\tilde{R} = [\tilde{r}_{ij}]_{m \times n} \quad i=1,2,\dots,m \text{ ve } j=1,2,\dots,n \tag{15}$$

B fayda kriteri ve C ise maliyet kriteri olmak üzere;

$$\tilde{r}_{ij} = \left(\frac{a_{ij}}{c_j^*}, \frac{b_{ij}}{c_j^*}, \frac{c_{ij}}{c_j^*} \right), \quad j \in B \quad c_j^* = \max c_{ij} \tag{16}$$

$$\tilde{r}_{ij} = \left(\frac{a^-_{ij}}{c_{ij}}, \frac{a^-_{ij}}{b_{ij}}, \frac{a^-_{ij}}{a_{ij}} \right), \quad j \in C \quad a^-_j = \min a_{ij} \tag{17}$$

5 .adımdaki ağırlıklı normalize edilmiş karar matrisi;

$$\tilde{V} = [\tilde{v}_{ij}]_{m \times n} \quad i=1,2,\dots,m \text{ ve } j=1,2,\dots,n \text{ olmak üzere } \tilde{v}_{ij} = r_{ij}\tilde{w}_j \text{ eşitliği bulunur.} \tag{18}$$

6.adım için pozitif ve negatif ideal çözümler bulunur.

A^* : bulanık pozitif ideal çözüm

A^- : bulanık negatif ideal çözüm

$$A^* = (\tilde{v}_1^*, \tilde{v}_2^*, \dots, \tilde{v}_n^*) \tag{19}$$

$$A^- = (\tilde{v}_1^-, \tilde{v}_2^-, \dots, \tilde{v}_n^-) \tag{20}$$

Chen'in bulanık TOPSIS modeli gereği $\tilde{v}_j^* = (1,1,1)$ ve $\tilde{v}_j^- = (0,0,0)$ kabul edilir.

A^* da karar kriteri kadar (1,1,1) ve A^- de karar kriteri kadar (0,0,0) vardır.

$$d_i^* = \sum_{j=1}^n d(\tilde{v}_{ij}^*, \tilde{v}_j^*) \quad i=1,2,\dots,m \tag{21}$$

$$d_i^- = \sum_{j=1}^n d(\tilde{v}_{ij}^-, \tilde{v}_j^-) \quad i=1,2,\dots,m \tag{22}$$

$d(\dots, \dots)$ ifadesi iki bulanık sayı arasındaki uzaklığı gösterir ve denklem Vertex Yöntemine göre 7. adımda çözülür.

$$d(\tilde{l}, \tilde{n}) = \sqrt{\frac{1}{3} [(l_1 - n_1)^2 + (l_2 - n_2)^2 + (m_3 - n_3)^2]} \tag{23}$$

8.adımda alternatifler için yakınlık katsayıları bulunur;

$$C1_i^* = \frac{d_i^*}{d_i^* + d_i^-} \quad i=1,2,\dots,m \tag{24}$$

$$C1_i^- = \frac{d_i^-}{d_i^* + d_i^-} \quad i=1,2,\dots,m \tag{25}$$

9. adımda ise bulunan yakınlık katsayılarına göre alternatifler sıralanır. Yakınlık katsayısı en yüksek olan alternatif tercih edilir. (Yaman, 2019)

3.3. Problem Çözümü Adımları

Yapılan uygulamada izlenen adımlar aşağıda bulunan Tablo 5’de ifade edilmiştir.

Tablo 5. Lojistik Performans Ölçümü Uygulama Adımları

BAHP ile Gerçekleştirilen Çözüm Adımları
<ol style="list-style-type: none"> 1. “Bulanık Dönüşüm Ölçeği” yardımı ile kriterlerin 3 uzman tarafından değerlendirilmesi 2. Değerlendirme sonuçların tek matriste toplanması 3. Bulanık Kriter Değerlendirme matrisinin oluşturulması için, uzman değerlendirmelerinin geometrik ortalamalarının alınması (3 uzmandan görüş alındığı için geometrik ortalama 1/3. kuvvete göre alınmıştır.) 4. Bulanık kriter değerlendirme matrisi ile problem için belirlenen 6 kriter için geometrik ortalama alınması (6 kriter kullanıldığı için 1/6. kuvvete göre geometrik ortalama alınmıştır.) 5. Geometrik ortalama sonuçlarına göre, sayıların çapraz olarak toplamlara bölünmesi ve kriterlerin bulanık ağırlık matrisinin oluşturulması
Bulanık TOPSIS ile Gerçekleştirilen Çözüm Adımları
<ol style="list-style-type: none"> 1. Alternatiflerin değerlendirilmesi için bulanık değerlendirme ölçeği kullanılarak ülkelerin bulanık mantık ile değerlendirilmesi 2. Alternatiflerin bulanık mantık ile değerlendirilme matrisindeki, tüm satır ve sütunlarda bulunan en büyük sayının seçilmesi ve kutu içinde yer alan her bir sayının seçilen en büyük sayıya tek tek bölünmesi ile bulanık karar matrisinin oluşturulması 3. BAHP ile bulunan bulanık kriter ağırlıkları ile bulanık karar matrisindeki sayıların tek tek çarpımı sonucu normalizasyon işleminin yapılması ve bulanık normalize karar matrisinin oluşturulması 4. Bulanık normalize karar matrisindeki her sütun içinden en büyük ve en küçük sayıların seçilerek Bulanık Pozitif İdeal Çözüm ve Bulanık Negatif İdeal Çözüm kümelerinin (A+, A-) oluşturulması 5. Her bir ülke için kriterler bazında S+ ve S- değerlerinin hesaplanması 6. Her bir ülke için indeks değerlerinin hesaplanması ve elde edilen indeks değerlerine göre ülkelerin sıralanması

4.UYGULAMA

Çalışmanın bu bölümünde, belirlenen 5 ülke için, Dünya Bankası’nın LPI raporlarında yer alan 6 tane kriter ele alınmış ve bu kriterlere göre ülkelerin lojistik performans sıralamaları iki aşamalı çözüm önerisi ile oluşturulmuştur.

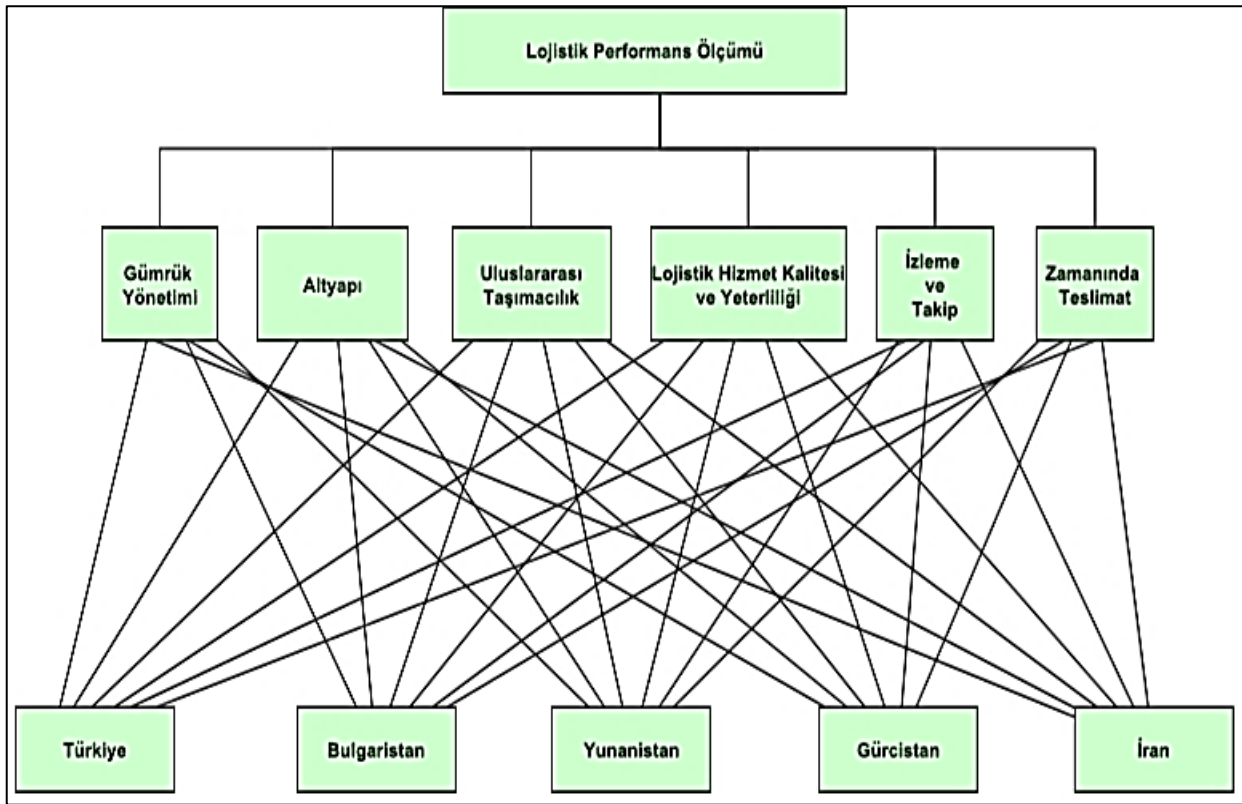
Belirlenen kriterlerin ve alternatiflerin değerlendirilmesi için, sahip oldukları yetkinlikler sayesinde objektif ve anlamlı bir değerlendirme yapabilecek uzmanlar ile iletişime geçilmiştir. Çalışmada ele alınan tüm ülkelerin lojistik dinamikleri hakkında bilgi ve tecrübe sahibi olan ve uluslararası lojistik sektöründe tecrübeleri 10-25 yıl arasında değişen 3 uzmandan görüş

alınmıştır. Değerlendirme yapan uzmanlar çalıştıkları firmada, Uluslararası Lojistik bölümünde görev yapmakta olup unvanları Grup Müdürü, Bölüm Müdürü ve Uzman'dır.

Araştırma sırasında, kullanılan yöntemler gereği, başvuru uzman sayısında, bir takım sınırlar oluşmuştur. Çalışma kapsamında yapılan kriter ve alternatif değerlendirmeleri, Türkiye'de bulunan ve uluslararası lojistik alanında bilgi ve tecrübesi olan uzmanların gözüyle değerlendirilmiştir.

Yapılan bu çalışmadaki uzman sayısı kısıtı, lojistik performansı temel alacak ileriki çalışmalarda, uluslararası uzmanların görüşlerine yer verilmesi bakımından bir öneri oluşturabilir.

LPI çalışmasında kullanılan kriterler temel alınarak, bu kriterlerin ağırlıklarının hesaplanması BAHP yöntemine göre yapılmıştır. Problemin ikinci aşamasında ise Bulanık TOPSIS yöntemi ile ülkeler sıralanmıştır. Öncelikle çalışmanın amacı doğrultusunda kriterler ve alternatifler için Şekil 1'de gösterilen hiyerarşik yapı oluşturulmuştur.



Şekil 1. Bulanık AHP Yöntemi İçin Oluşturulan Hiyerarşik Yapı

Alternatiflerin kriterlere göre değerlendirilmesi, her bir uzman tarafından ayrı ayrı incelenmiş ve analiz edilmiştir. 3 uzman değerlendirmesi sonucu, kriterlerin kendi aralarında BAHP yöntemi kullanılarak ikili karşılaştırma matrisi Tablo 4'deki gibi oluşturulmuş ve bulanık ağırlıkları hesaplanmıştır. 3 uzman tarafından yapılan değerlendirmeler sonucu, kriterlerin kendi aralarında ağırlıklandırılması için BAHP yöntemi ile ikili karşılaştırma matrisleri oluşturulmuş ve bulanık ağırlıkları hesaplanmıştır. 3 uzmana göre kriterlerin dilsel ifadeler yardımı ile bulanık değerlendirmeleri Tablo 6 ile tek bir matriste gösterilmiştir.

Tablo 6. 3 Uzman Tarafından Değerlendirilen Kriterlerin Bulanık Değerlendirme Sonuçlarının Tek Matriste Gösterimi

	Gümrük Yönetimi	Altyapı	Uluslararası Taşımacılık	Lojistik Hizmet Kalitesi ve Yeterliliği	İzleme ve Takip	Zamanında Teslimat
Gümrük Yönetimi	EÖ(1), EÖ(1), EÖ(1)	EÖ(1), HÖ(3), DGÜ(2)	DGÜ(2), HÖ(3), HÖ(3)	EÖ (1), EÖ (1), HÖ(3)	EÖ(1), GÜ(5), ÇGÖ(7)	ÇGÖ(7), DGÜ(2), HÖ(3)
Altyapı	EÖ(1/1), HÖ(1/3), GÜ(1/5)	EÖ(1), EÖ(1), EÖ(1)	DGÜ(2), GÜ(5), EÖ (1)	EÖ (1), EÖ(1), DGÜ(2)	HÖ(3), HÖ(3), GÜ(5)	HÖ(3), DGÜ(2), DGÜ(2)
Uluslararası Taşımacılık	DGÜ(1/2), HÖ(1/3), HÖ (1/3)	DGÜ(1/2), GÜ(1/5), EÖ(1/1)	EÖ(1), EÖ(1), EÖ(1)	EÖ(1), GÜ(5), DGÜ(2)	EÖ(1), GÜ(5), HÖ(3)	EÖ (1), EÖ(1), EÖ(1)
Lojistik Hizmet Kalitesi ve Yeterliliği	EÖ(1/1), EÖ(1/1), HÖ (1/3)	EÖ(1/1), EÖ(1/1), DGÜ (1/2)	EÖ(1/1), GÜ(1/5), DGÜ (1/2)	EÖ(1), EÖ(1), EÖ(1)	DGÜ(2), GÜ(5), EÖ (1)	AÖ (1), EÖ(1), EÖ(1)
İzleme ve Takip	EÖ(1/1), GÜ(1/5), ÇGÖ (1/7)	HÖ(1/3), HÖ(1/3), GÜ(1/5)	EÖ(1/1), GÜ(1/5), HÖ (1/3)	DGÜ(1/2), GÜ(1/5), EÖ(1/1)	EÖ(1), EÖ(1), EÖ(1)	EÖ (1), EÖ(1), EÖ(1)
Zamanında Teslimat	ÇGÖ (1/7), DGÜ (1/2), HÖ (1/3)	HÖ(1/3), DGÜ(1/2), DGÜ (1/2)	EÖ(1/1), EÖ(1/1), EÖ(1/1)	AÖ(1/9), EÖ(1/1), EÖ(1/1)	EÖ(1/1), EÖ(1/1), EÖ(1/1)	EÖ(1), EÖ(1), EÖ(1)

İkili karşılaştırma matrisleri oluşturularak uzman değerlendirmelerinin bulanık sayı karşılıklarının geometrik ortalaması alınmıştır ve sonuçlar Tablo 7’de gösterilmiştir.

Tablo 7. Uzman Değerlendirmelerinin Geometrik Ortalamasının Bulanık Sonuçları

	Gümrük Yönetimi	Altyapı	Uluslararası Taşımacılık	Lojistik Hizmet Kalitesi Yeterliliği	İzleme ve Takip	Zamanında Teslimat
Gümrük Yönetimi	1,1,1	1, 1.817, 2.714	1, 2.621, 4.642	1, 1.442, 1.710	2.466, 3.271, 3.979	1.710, 3.476, 5.647
Altyapı	0.306, 0.405, 0.693	1,1,1	1.442, 2.154, 3.037	1, 1.260, 1.587	1.442, 3.557, 5.593	1, 2.289, 4.309
Uluslararası Taşımacılık	0.215, 0.382, 1	0.329, 0.464, 0.693	1,1,1	1.442, 2.154, 3.037	1.442, 2.466, 3.271	1, 1,1
Lojistik Hizmet Kalitesi ve Yeterliliği	0.585, 0.693, 1	0.630, 0.794, 1	0.329, 0.464, 0.693	1,1,1	1.442, 2.154, 3.037	1.913, 2.080, 2.224
İzleme ve Takip	0.251, 0.306, 0.405	0.179, 0.281, 0.693	0.306, 0.405, 0.693	0.329, 0.464, 0.693	1,1,1	1,1,1
Zamanında Teslimat	0.177, 0.288, 0.585	0.232, 0.437, 1	1,1,1	0.450, 0.480, 0.522	1,1,1	1,1,1

Tablo 7’deki değerler kullanılarak BAHP yöntemine göre kriterlerin bulanık ağırlıkları aşağıda yer alan Tablo 8’de hesaplanmıştır.

Tablo 8. Kriterlerin Bulanık Ağırlıkları

Kriterler	Bulanık Ağırlıklar		
Gümrük Yönetimi	0.140	0.311	0.599
Altyapı	0.102	0.217	0.444
Uluslararası Taşımacılık	0.080	0.149	0.295
Lojistik Hizmet Kalitesi ve Yeterliliği	0.092	0.154	0.276
İzleme ve Takip	0.045	0.076	0.153
Zamanında Teslimat	0.056	0.094	0.175

BAHP yöntemi ile bulunan kriter ağırlıkları, problemin ikinci aşamasında kullanılan Bulanık TOPSIS yöntemine girdi oluşturmuştur. Bulanık TOPSIS yöntemine başlarken uzmanlardan, ülkelerin kriterlere göre değerlendirmesi alınmıştır. Bu işlem için yukarıda bulunan Tablo 4’deki “alternatif değerlendirme için bulanık değerlendirme ölçeği” kullanılmıştır. Alternatifler için bulanık sayıların geometrik ortalaması alınmıştır. Geometrik ortalama sonuçlarına göre alternatiflerin bulanık matrisi Tablo 9’da verilmiştir. Bulunan sonuçların karşılaştırılmasına “Sonuç” bölümünde yer verilmiştir.

Tablo 9. Alternatiflerin Bulanık Değerlendirilmesi

Ülkeler/ Kriterler	Gümrük Yönetimi	Altyapı	Uluslararası Taşımacılık	Lojistik Hizmet Kalitesi Yeterliliği	İzleme Takip	Zamanında Teslimat
Türkiye	(0.33, 0.33, 0.33)	(1, 15, 41.6)	(0.33, 3, 8.33)	(1, 5, 8.33)	(3, 25, 41.6)	(1, 15, 41.6)
Bulgaristan	(0.33, 3, 8.33)	(0.066, 0.11, 0.33)	(0.33, 9, 41.6)	(0.067, 0.11, 0.33)	(0.33, 3, 8.33)	(3, 25, 41.6)
İran	(0.33, 1, 1.66)	(0.33, 3, 8.33)	(0.33, 9, 41.6)	(0.33, 3, 8.33)	(0.33, 3, 8.33)	(1, 15, 41.6)
Gürcistan	(0.013, 0.037, 0.33)	(0.33, 0.33, 0.33)	(0.066, 0.33, 1.66)	(0.067, 0.11, 0.33)	(0.067, 0.11, 0.33)	(0.013, 0.037, 0.33)
Yunanistan	(0.013, 0.013, 0.037)	(0.066, 0.33, 1.66)	(0.013, 0.11, 1.66)	(0.33, 1, 1.66)	(0.003, 0.012, 0.33)	(0.33, 9, 41.6)

Gelinen işlem adımı, Bulanık TOPSIS konu anlatımı bölümündeki 4.adıma denk gelmektedir. Bu adımdaki (15) numaralı eşitlikte yer aldığı gibi Bulanık Normalize Karar Matrisi bulunmuştur. Bu amaçla; yukarıda yer alan Tablo 9'daki matriste, hem satırlarda hem de sütunlardaki en büyük değer seçilmiştir ve Tablo 9'daki her bir hücrede yer alan sayılar, seçilen bu en büyük değere bölünmüştür.

Sonraki adımda yukarıda konu anlatımında bulunan (18) nolu eşitlikte olduğu gibi bulanık normalize karar matrisi bulunmuştur. Bu işlem için, oluşan bulanık normalize karar matrisindeki her bir hücre içerisinde bulunan 3'lü sayılar, Tablo 7'de yer alan kriter ağırlıkları ile çarpılmıştır.

Bulanık pozitif ideal çözüm ve bulanık negatif ideal çözümlerin bulunması için, bulanık normalize karar matrisinin her bir sütunundaki en büyük ve en küçük değerler bulunmuştur. Bulunan değerler ile A^+ ve A^- kümeleri oluşturulmuştur. Her bir ülke için (23) numaralı formül kullanılarak S^+ ve S^- değerleri hesaplanmıştır.

S^+ ve S^- değerlerinin her ülke için, her kriter bazında bulunması sonrasında; alternatiflerin yakınlık katsayıları (24) ve (25) numaralı eşitlikler ile hesaplanarak sıralama gerçekleştirilmiştir. Tablo 10'da hesaplamalar sonucunda bulunan, ülkelerin yakınlık katsayıları verilmiştir. Tablo 11'de ise bu katsayılara göre ülkelerin sıralama sonuçları verilmiştir.

Tablo 10. Ülkeler İçin Bulunan Yakınlık Katsayıları

Türkiye	0.344
Bulgaristan	0.255
İran	0.269
Gürcistan	0.011
Yunanistan	0.098

Tablo 11. Ülkelerin Bulanık TOPSIS Yöntemine Göre Sıralama Sonuçları

Ülkeler	CCI	Sıralama
Türkiye	0.344	1
Bulgaristan	0.255	3
İran	0.269	2
Gürcistan	0.011	5
Yunanistan	0.098	4

Lojistik performanslarına göre ülkeler sırası ile Türkiye, İran, Bulgaristan, Yunanistan ve Gürcistan olacak şekilde sıralanabilir.

Lojistik performans ölçüm probleminde, kriterlerin ağırlıklarında bir değişim gözlemlenmesi durumunda çözüm sonucunda değişiklik oluşabilir. Bu durumda problemin çözülmesi ile elde edilen sıralamaların ağırlıklara ne kadar duyarlı olduğunu ölçümlemek gerekir. Bu kapsamda Tablo 12’de gösterilen 4 tane senaryo oluşturularak, problemin bu senaryolar dâhilinde tekrar çözülmesi ve ortaya çıkan sıralamalar ile mevcut sıralamaların karşılaştırılması amaçlanmıştır. Değerlendirmelerin değişmesi ile kriter ağırlıkları BAHF yöntemine göre hesaplanmış olup, Bulanık TOPSIS yöntemine göre ise ülke sıralamaları belirlenmiştir.

Senaryo 1, tüm uzmanların kriter değerlendirme sonuçlarının “Eşit Önemli” olduğu varsayımına dayanan senaryodur. Bu kapsamda tüm kriterler için uzman değerlendirmeleri “Eşit Önemli” şeklinde değiştirilerek, problem bir kere daha baştan çözülmüştür. Senaryo 2, ilk üç kriterin “Eşit Önemli” ve son üç kriterin ise “Çok Güçlü Önemli” olarak değiştirilmesine dayanmaktadır. Benzer mantıkta Senaryo 3, ilk üç kriterin “Çok Güçlü Önemli” son üç kriterin ise “Hemen Hemen Önemli” ve Senaryo 4 ise tüm kriterlerin “Ağırlıklı Önemli ” olduğu varsayımına dayanmaktadır. Tüm senaryolar için, belirtilen şekilde kriter değerlendirmeleri değiştirilerek problem tekrar çözülmüştür.

Tablo 12. Duyarlılık Analizi İçin Kriter Değerlendirmelerinin Değiştirilmesi Amacıyla Belirlenen 4 Senaryo

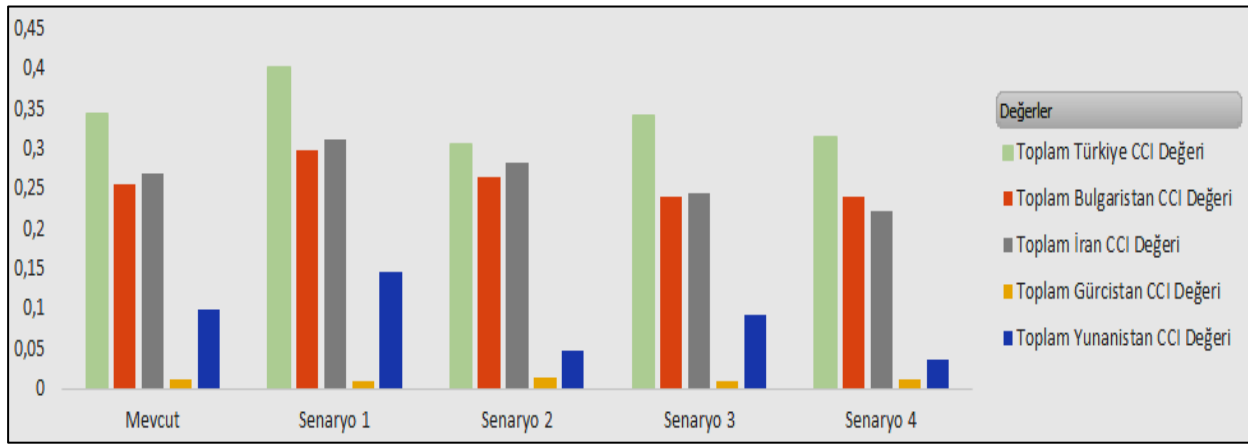
Senaryolar/ Kriterler	Gümrük Yönetimi	Altyapı	Uluslararası Taşımacılık	Lojistik Hizmet Kalitesi ve Yeterliliği	İzleme ve Takip	Zamanında Teslimat
Senaryo 1	EÖ	EÖ	EÖ	EÖ	EÖ	EÖ
Senaryo 2	EÖ	EÖ	EÖ	ÇGÖ	ÇGÖ	ÇGÖ
Senaryo 3	ÇGÖ	ÇGÖ	ÇGÖ	HÖ	HÖ	HÖ
Senaryo 4	AÖ	AÖ	AÖ	AÖ	AÖ	AÖ

Senaryolara göre problemin tekrar çözülmesi sonucunda ülkelerin performans değerlendirme sonuçları aşağıda Tablo 13’de gösterilmiştir.

Tablo 13. Senaryolar Dâhilinde Problemin Tekrar Çözümlemesi Sonucu Elde Edilen Performans Değerleri

	Türkiye CCI Değeri	Bulgaristan CCI Değeri	İran CCI Değeri	Gürcistan CCI Değeri	Yunanistan CCI Değeri
Mevcut	0.344	0.255	0.269	0.011	0.098
Senaryo 1	0.403	0.299	0.311	0.010	0.145
Senaryo 2	0.306	0.265	0.283	0.013	0.046
Senaryo 3	0.342	0.239	0.244	0.010	0.092
Senaryo 4	0.315	0.239	0.222	0.012	0.037

Yapılan duyarlılık analizi sonucunda elde edilen sonuçlar Şekil 2’de gösterilmiştir. Çıkan sonuçlara göre; kriterlerin değerlendirmelerinde yapılan değişimler ülkelerin performans değerlerini etkilemiştir. Senaryo 1,2 ve 3 için ülke sıralamalarında herhangi bir değişim görülmezken, Senaryo 4’de tüm kriterlerin birbirine göre “Aşırı Önemli” olarak değerlendirilmesi neticesinde, mevcut sıralamada değişiklik gözlemlenmiştir. Elde edilen yeni sıralama: Türkiye, Bulgaristan, İran, Yunanistan ve Gürcistan olarak değişmiştir. Tüm kriterlerin birbirine göre “Aşırı Önemli” olması durumu çok uç bir durum olması nedeniyle, problemin mevcut çözüm sıralamasının ağırlıklara duyarlı olmadığı söylenebilir.



Şekil 2. Duyarlılık Analizi Sonuçları

5.SONUÇ

Lojistiğin günümüz dünyasında giderek artan hacmi ve önemi ile lojistik performansın ölçümü de kritik seviyede önem kazanmıştır. Bir ülkenin ekonomik gelişimi ile doğru orantılı olan lojistik maliyetler de bu durumun bir göstergesidir. Bu kapsamda yapılan çalışmalar konunun önemini ortaya koymaktadır.

Yapılan bu çalışmada öncelikle, daha önce literatüre kazandırılan lojistik performans ve LPI konulu çalışmalardan bahsedilmiş, kullanılan çözüm yöntemleri olan BAHF ve Bulanık TOPSIS ile ilgili konu anlatımlarına yer verilmiştir. Bir sonraki aşamada Türkiye’nin ve sınır komşusu olan 4 ülkenin lojistik performansları Dünya Bankası’nın LPI çalışmasında temel aldığı 6 kriterle değerlendirilmiştir. Kriterler ve belirlenen alternatifler uluslararası lojistik alanında çalışmakta olan 3 uzman tarafından değerlendirilmiştir.

Kriterlerin ağırlıklarının hesaplanması için bir ÇKKV tekniği olan BAHF yönteminden yararlanılmıştır. Bulanık TOPSIS yöntemi ile de belirlenen ülkelerin sıralaması

gerçekleştirilmiştir. Yapılan uygulama sonucunda, ülkelerin bulanık pozitif ideal çözüme yakınlıkları tespit edilmiş ve bulunan yakınlık katsayılarına göre sıralama yapılmıştır. 0,344 yakınlık katsayısı ile ilk sırada yer alan ülke Türkiye olarak bulunmuştur. Türkiye'yi takiben 0,269 ile İran, 0,255 ile Bulgaristan, 0,098 ile Yunanistan ve 0,011 ile Gürcistan gelmektedir.

Uygulama sonucunda elde edilen sıralamanın, kriter ağırlıklarında herhangi bir değişim olması sonucu, nasıl değişeceğini izlemek amacı ile duyarlılık analizi uygulanmıştır. Bu analiz ile modelin ağırlıklara duyarlı olup olmadığını görebilmek amaçlanmıştır. Bu kapsamda kriter değerlendirmelerinde değişiklik yapmak sureti ile 4 farklı senaryo özelinde problemin tekrar çözülmesi sağlanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre; farklı değerlendirmeler yapılması durumunda, yalnızca 4. senaryoda sıralamada değişim gözlenmiştir. Bu senaryonun çok uç bir senaryo olması sebebi ile problem sonucunda elde edilen sıralamanın ağırlıklara duyarlı olmadığı yorumu yapılabilir.

Çalışma kapsamında ele alınan ülkelerin, 2018 yılı LPI raporundaki sıralaması Yunanistan, Türkiye, Bulgaristan, İran ve Gürcistan şeklindedir. Bu çalışmada yapılan ÇKKV teknikleri ile çözüm sonucunda oluşan sıralama ise Türkiye, İran, Bulgaristan, Yunanistan ve Gürcistan'dır. Yapılan bu makale çalışmasında kullanılan yöntemlerin LPI çalışmasındaki yöntemlerden farklı oluşu ve kriter ve alternatiflerin değerlendirilmesi için yalnızca uzman görüşlerinin kullanılmış olması sebepleri ile ortaya çıkan sıralama 2018 LPI sıralamasından farklıdır. Makale kapsamında kullanılan yöntemlerde ikili karşılaştırmalar yapılmış ve bulanık mantık ile çözülmüştür. Tüm bu farklılıklar nedeni çalışma sonucunda bulunan sıralamanın LPI sıralamasından farklı olması doğaldır.

Araştırma sırasında, kullanılan yöntemler gereği başvuru uzman sayısında bir takım kısıtlar oluşmuştur. Çalışma kapsamında yapılan kriter ve alternatif değerlendirmeleri, Türkiye'deki uzmanların gözüyle değerlendirilmiştir.

Yapılan bu çalışmadaki uzman sayısı kısıtı, lojistik performansı temel alacak ileriki çalışmalarda, uluslararası uzman görüşlerine yer verilmesi bakımından bir öneri oluşturabilir. Sonraki çalışmalarda, yeni ana kriterlerin ve bu kriterlere bağlı alt kriterlerin uluslararası uzmanlar ile birlikte oluşturulması ve değerlendirilmesi, seçilen alternatiflerin coğrafyasının genişletilmesi (daha fazla ülkenin alternatif olarak seçilmesi ya da belli bir kıta veya bölgelerin kapsama alınması) ve yeni yöntemlerin kullanılması çerçevesinde önerilerde bulunulabilir.

KAYNAKÇA

Akman, G., Alkan A., (2006), "Tedarik Zinciri Yönetiminde Bulanık Ahp Yöntemi Kullanılarak Tedarikçilerin Performansının Ölçülmesi: Otomotiv Yan Sanayiinde Bir Uygulama", İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 5(9), 23-46.

Arvis, J.F., Mustra, M.A., Panzer, J., Ojala, L., Naula, T., (2007), Connecting to Compete 2007: Trade Logistics in The Global Economy- The Logistics Performance Index and Its Indicators, The World Bank, Washington.

Arvis, J.F., Mustra, M.A., Ojala, L., Shepherd, B., Saslavsky, D., (2010), Connecting to Compete 2010: Trade Logistics in The Global Economy- The Logistics Performance Index and Its Indicators, The World Bank, Washington.

Arvis, J.F., Ojala, L., Wiederer, C., Shepherd, B., Raj, A., Dairabayeva K., Kiiski, T., (2018), *Connecting to Compete 2018: Trade Logistics in The Global Economy- The Logistics Performance Index and Its Indicators*, The World Bank, Washington.

Ayaydın, H., Durmuş, S., Pala, F., (2017), “Gri İlişkisel Analiz Yöntemiyle Türk Lojistik Firmalarında Performans Ölçümü”, *Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Elektronik Dergisi*, 8(21), 76-94.

Baki, B., Gergin, R.E., (2015), Türkiye’deki Bölgelerin Lojistik Performanslarının Bütünleştirilmiş AHS ve TOPSIS Yöntemiyle Değerlendirilmesi. *Business and Economics Research Journal*, 6(4), 115-135.

Bayat, T., Özdemir, Ş., (2016), Yeni Bir Lojistik Performans Endeks Oluşturmak İçin Gerekli Olan Kriterlerin Belirlenmesi Üzerine Araştırma. V. Ulusal Lojistik ve Tedarik Zinciri Kongresi, 26-28 Mayıs, Mersin.

Bayır, T., Yılmaz, Z., (2017), “AB Ülkelerinin Lojistik Performans Endekslerinin AHP Ve VIKOR Yöntemleri İle Değerlendirilmesi”, *Middle East Journal of Education*, 3(2), 73-92.

Bayraktutan, Y., Tüylüoğlu Ş., Özbilgin, M., (2012), “Lojistik Sektöründe Yoğunlaşma Analizi ve Lojistik Gelişmişlik Endeksi: Kocaeli Örneği”, *Uluslararası Alanya İşletme Fakültesi Dergisi*, 4(3), 61-71.

Candan, G., (2019), “Lojistik Performans Değerlendirmesi İçin Bulanık AHP ve Gri İlişkisel Analiz Yöntemleri İle Bütünleşik Bir Yaklaşım”, *Anemon Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 7(5), 277-286.

Çakar, T., (2020), *Bulanık Çok Ölçütlü Karar Verme Yöntemleri*, İstanbul, İstanbul Gelişim Üniversitesi Yayınları.

Çakır, S., (2016), “Measuring Logistics Performance Of OECD Countries Via Fuzzy Linear Regression”, *Journal Of Multi-Criteria Decision Analysis*, 24(3-4), 177-186.

Felipe, J., Kumar, U., (2010), “The Role of Trade Facilitation in Central Asia: A Gravity Model”, *Eastern European Economics*, 50(4), 5-20.

Gani, A., (2017), “The Logistics Performance Effect in International Trade”, *The Asian Journal of Shipping and Logistics*, 33(4), 279- 288.

Green, J. K.W., Whitten, D., Inman, A., (2008), “The Impact of Logistics Performance on Organizational Performance in a Supply Chain Context”, *Supply Chain Management: An International Journal*, 13(4), 317-327.

Günel, S., (2019), *Tıpta Uzmanlık Dalı Tercihinin BAHP, Electre Ve Bulanık TOPSIS Yöntemleri Kullanılarak Değerlendirilmesi*. Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 85, Kocaeli.

Güner, S., Coşkun, E., (2012), “Comparison Of Impacts Of Economic And Social Factors On Countries Logistics Performance: A Study with OECD Countries”, *Research in Logistics & Production*. 2(4), 329-343.

- Jhavar, A., Garg, S.K., Khera, S.N.,** (2014), “Analysis Of The Skilled Work Force Effect On The Logistics Performance Index—Case Study From India”, *Logistics Research*, 7(1), 1-10.
- Karabayır, A.N.,** (2018), *Bulanık AHP - Bulanık TOPSIS Yöntemleri Entegrasyonu İle Tedarikçi Seçim Problemi Ve Uygulama*. Necmettin Erbakan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 161, Konya.
- Kısa, A.C.G., Ayçin, E.,** (2019), “OECD Ülkelerinin Lojistik Performanslarının SWARA Tabanlı EDAS Yöntemi ile Değerlendirilmesi”, *Çankırı Karatekin Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 9(1), 301-325.
- Korucuk, S., Turpcu, E., Akyurt, H.,** (2018), “Bütünleşik Dematel ve GİA Yöntemleri İle Seyahat Acentalarında Lojistik Performans Unsurlarının Ölçülmesi ve En İdeal Seyahat Acentası Seçimi: Giresun İli Örneği”, *İşletme Araştırmaları Dergisi*, 10(4), 820-842.
- Lau, K.H.,** (2011), “Benchmarking Green Logistics Performance With A Composite Index”, *An International Journal*, 18(6), 873-896.
- Özceylan, E., Çetinkaya, C., Kabak, M., Erbas, M.,** (2016), “Logistic Performance Evaluation Of Provinces In Turkey: A GIS-Based Multi-Criteria Decision Analysis”, *Transportation Research Part A Policy and Practice*, 94, 323-337.
- Özçakar, N., Demir, H.H.,** (2011), “Bulanık TOPSIS Yöntemiyle Tedarikçi Seçimi”, *İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi İşletme İktisadi Enstitüsü Yönetim Dergisi*, 22(69), 25-44.
- Özsarı, M.,** (2019), *Tarım İşlerinin Kazaya Sebep Olan Etmenler Bağlamında Bulanık AHS Ve Bulanık TOPSIS Yöntemleri İle Karşılaştırılması: Bir Örnek Uygulama*, Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 120, Ankara.
- Perçin, S., Çakır, S.,** (2013), “Çok Kriterli Karar Verme Teknikleriyle Lojistik Firmalarında Performans Ölçümü”, *Ege Akademik Bakış Dergisi*, 13(4), 449-459.
- Rençber, Ö. F.,** (2018), “Basamak Korelasyon, Kohonen ve ANFIS Yapay Sinir Ağ Modellerinin Sınıflandırma Performanslarının Karşılaştırılması: Lojistik Performans Endeksi Üzerine Uygulama”, *Ege Akademik Bakış Dergisi*. 18(3), 521-535.
- Rezaei, J., Roekel, W.S.van, Tavasszy, L.,** (2018), “Measuring The Relative Importance of The Logistics Performance Index Indicators Using Best Worst Method”, *Transport Policy*, 68, 158-169.
- Somogyi, R.M., Bokor, Z.,** (2014), “Assessing The Logistics Efficiency of European Countries By Using The DEA-PC Methodology”, *Transport*, 29(2), 137-145.
- Ulutaş, A.,** (2018), “Entropi Tabanlı Edas Yöntemi ile Lojistik Firmalarının Performans Analizi”, *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi*, 23, 53-66.
- Wong, W.P., Tang, C.F.,** (2017), “The Major Determinants Of Logistic Performance In A Global Perspective: Evidence From Panel Data Analysis”, *International Journal of Logistics Research and Applications*, 21(4), 431-443.

Yaman, H.K., (2019), Bulanık DEMATEL ve Bulanık TOPSIS Yöntemleri Kullanılarak Tedarikçi Seçimi ve Bulanık Doğrusal Programlama İle Optimum Sipariş Miktarının Belirlenmesi, Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 87, Sakarya.

Yazırdağ, M., (2018), Bulanık AHP ve Bulanık TOPSIS Yöntemleri İle Tedarik Sistemi: Jandarma Genel Komutanlığında Bir Uygulama, Gazi Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 111, Ankara.

Yui, M.M., Hsiao, B., (2015), “Measuring The Technology Gap And Logistics Performance of Individual Countries By Using A Meta-DEA-AR Model” Maritime Policy & Management, 43(1), 98-120.