

T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME TEKNİKLERİYLE
ÜLKELERİN LOJİSTİK PERFORMANS DÜZEYLERİNİN
KARŞILAŞTIRILMASI

Kübra SATILMIŞ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Fen Bilimleri Enstitüsü

İstatistik Bölümü

Danışman

Dr.Öğr.Üyesi Elif TUNA

Haziran, 2023

T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME TEKNİKLERİYLE
ÜLKELERİN LOJİSTİK PERFORMANS DÜZEYLERİNİN
KARŞILAŞTIRILMASI

Kübra SATILMIŞ tarafından hazırlanan tez çalışması 13.06.2023 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İstatistik Anabilim Dalı, İstatistik Programı **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Dr.Öğr.Üyesi Elif TUNA
Yıldız Teknik Üniversitesi
Danışman

Jüri Üyeleri

Dr. Öğr. Üye. Elif TUNA, Danışman
Yıldız Teknik Üniversitesi

Doç.Dr. Atıf Ahmet EVREN,Asıl Üye
Yıldız Teknik Üniversitesi

Dr.Öğr.Üye.Büşra Şahin ÇİL,Asıl Üye
Haliç Üniversitesi

Dr.Öğr.Üye. Doğan YILDIZ,Yedek Üye
Yıldız Teknik Üniversitesi

Doç.Dr.Mustafa ÇANAKÇIOĞLU,Yedek Üye
İstanbul Gelişim Üniversitesi

Danışmanım Dr.Öğr.Üyesi Elif TUNA sorumluluğunda tarafımca hazırlanan Çok Kriterli Karar Verme Teknikleriyle Ülkelerin Lojistik Performans Düzeylerinin Karşılaştırılması başlıklı çalışmada veri toplama ve veri kullanımında gerekli yasal izinleri aldığımı, diğer kaynaklardan aldığım bilgileri ana metin ve referanslarda eksiksiz gösterdiğimi, araştırma verilerine ve sonuçlarına ilişkin çarpıtma ve/veya sahtecilik yapmadığımı, çalışmam süresince bilimsel araştırma ve etik ilkelerine uygun davrandığımı beyan ederim. Beyanımın aksinin ispatı halinde her türlü yasal sonucu kabul ederim.

Kübra SATILMIŞ

İmza



Aileme
ve
Necla'ya

TEŞEKKÜR

Beni her konuda destekleyen ve yardımlarını esirgemeyen babacığma, anneciğime ve kardeşlerime; zamanını, ilgisini ve desteğini esirgemeyen arkadaşım Necla'ya, bu süreçte tüm tecrübeleriyle beni aydınlatan değerli hocam Elif Tuna'ya teşekkür ederim.

Kübra SATILMIŞ



İÇİNDEKİLER

KISALTMA LİSTESİ	vi
ŞEKİL LİSTESİ	vii
TABLO LİSTESİ	viii
ÖZET	ix
ABSTRACT	xi
1 GİRİŞ	1
1.1 Literatür Taraması ve Tezin Amacı	1
1.2 Lojistik ve Lojistik Performans Kavramları	1
1.3 Türkiye’de Lojistik	3
2 YÖNTEMLER VE TEKNİKLER	5
2.1 Metodoloji.....	5
2.2 Çok Kriterli Karar Verme Yöntemi (ÇKKV)	5
3 UYGULAMA	16
4 SONUÇ	31
KAYNAKÇA	32
TEZDEN ÜRETİLMİŞ YAYINLAR	34

KISALTMA LİSTESİ

CRITIC	Criteria Importance Through Intercriteria Correlation
CSCMP	Council of Supply Chain Management Professionals
ÇKKV	Çok Kriterli Karar Verme
MCDM	Multi-Criteria Decision Making
SAW	Simple Additive Weighting
TOPSIS	The Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution
VIKOR	VlseKriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje



ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 2.1 Karar Matrisi	6
Şekil 2.2 Normalize Matris Formülü	6
Şekil 2.3 Korelasyon Katsayı Matris Formülü	7
Şekil 2.4 C_{ji} Değeri Hesaplama Formülü	7
Şekil 2.5 Kritik Ağırlık Hesaplama Formülü	7
Şekil 2.6 Normalize Karar Matrisi	8
Şekil 2.7 Ağırlıklı Normalize Karar Matrisi	9
Şekil 2.8 İdeal ve Negatif İdeal Çözümler	9
Şekil 2.9 İdeal ve Negatif İdeal Çözüm Noktalarının Hesaplama	10
Şekil 2.10 Göreli Yakınlığın Hesaplanması	10
Şekil 2.11 En İyi ve En Kötü Değerlerin Bulunması	11
Şekil 2.12 Normalize Karar Matrisi Formülü	11
Şekil 2.13 S_i ve R_i Değerlerinin Hesaplanması	12
Şekil 2.14 S^* , S^- , R^* , ve R^- Parametreleri	13
Şekil 2.15 Q_i Değerinin Hesaplanması	13
Şekil 2.16 DQ Değerinin Hesaplanması	15
Şekil 2.17 Fayda ve Maliyet Kriterlerinin Hesaplanması	15
Şekil 2.18 Alternatif Değerlerin Hesaplanması	15

TABLO LİSTESİ

Tablo 3.1 Performans Değerlendirme Kriterleri	16
Tablo 3.2 Uygulamada Kullanılan Veriler	17
Tablo 3.3 CRITIC Yöntem ile Normalize Karar Matrisi	17
Tablo 3.4 Korelasyon Matrisi	18
Tablo 3.5 C_j Değerleri.....	18
Tablo 3.6 Kritik Ağırlık Değerleri	19
Tablo 3.7 TOPSIS Yöntemi ile Normalize Karar Matrisi.....	19
Tablo 3.8 Ağırlıklı Normalize Karar Matrisi	20
Tablo 3.9 İdeal ve Negatif İdeal Çözüm Değerleri	20
Tablo 3.10 S_i^+ ve S_i^- Değerleri	21
Tablo 3.11 Skor Değerleri ve Sıralama.....	21
Tablo 3.12 En İyi ve En Kötü Değerler	22
Tablo 3.13 Normalize Karar Matrisi	23
Tablo 3.14 Ağırlıklı Normalize Karar Matrisi	23
Tablo 3.15 S_i ve R_i Değerleri.....	24
Tablo 3.16 Q_i Değerleri	25
Tablo 3.17 Q_i , S_i ve R_i Değerleri.....	25
Tablo 3.18 Q_i , S_i ve R_i Değerleri Sıralaması	26
Tablo 3.19 Q_i Değerleri Sıralaması	27
Tablo 3.20 Karar Matrisi.....	28
Tablo 3.21 Normalize Karar Matrisi	28
Tablo 3.22 Fayda Matrisi	28

ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME TEKNİKLERİYLE ÜLKELERİN LOJİSTİK PERFORMANS DÜZEYLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

Kübra SATILMIŞ

İstatistik Bölümü Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Dr.Öğr.Üyesi Elif TUNA

Ülkeler için lojistik uluslararası ticaret performansının temel belirleyicilerinden biridir. Lojistik bulunduğu ülke ve firma ekonomisine olan katkılarından dolayı her geçen gün büyüyen ve gelişim gösteren bir sektör haline gelmiştir. Lojistik performans özellikle gelişme gösteren ülkelerin küresel ticaretteki paylarını olumlu yönde arttırabilmeleri ve küreselleşmenin kazanımlarından faydalanabilmeleri için oldukça önem taşır.

Bu çalışmada amaç, literatürde oldukça fazla kullanılan Çok Kriterli Karar Verme(ÇKKV) tekniklerinden yararlanarak 2018 yılına ait Dünya Bankasından (World Bank)alınan Lojistik Performans Endeksi araştırması içinden seçilen 15 ülke için lojistik performans ölçümü gerçekleştirilmiştir.Bu çalışmada ilk olarak seçilen değerlendirme kriterlerinin önem ağırlıkları tarafsız ÇKKV tekniği olan CRITIC yöntemle hesaplanmıştır. Elde edilen ağırlık değerleri VIKOR,SAW ve TOPSIS yöntemlerinde kullanılarak firmaların performansları değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Çok kriterli karar verme, lojistik performansı,crıtic yöntem, topsis yöntemi,vikor yöntemi



COMPARISON OF LOGISTIC PERFORMANCE LEVELS OF COUNTRIES WITH MULTI-CRITERIA DECISION MAKING TECHNIQUES

Kübra SATILMIŞ

Department of Statistics

Master's Thesis

Supervisor: Dr.Öğr.Üyesi Elif TUNA

For countries, logistics is one of the main determinants of international trade performance. Logistics has become a growing and developing sector every day due to its contribution to the economy of the country and company where it is located. Especially the logistics performance of developing countries is very important for them to increase their share in global trade and to benefit from the gains of globalization.

The aim of this study is to measure logistics performance for 15 countries selected from the Logistics Performance Index research from the World Bank for 2018 by using Multi-Criteria Decision Making techniques, which are widely used in the literature. In this study, the importance weights of the evaluation criteria determined first were calculated with the CRITIC method, which is an objective MCDM technique. With the help of the weights obtained, the performances of the companies were evaluated by using SAW, TOPSIS and

Keywords: Multi-criteria decision making method, logistics performance, critic metod, topsis method, vikor metod



1.1 Literatür Taraması

Ülkeler için lojistik uluslararası ticaret performansının temel belirleyicilerinden biridir. Lojistik bulunduğu ülke ve firma ekonomisine olan katkılarından dolayı her geçen gün büyüyen ve gelişim gösteren bir sektör haline gelmiştir. Lojistik performans özellikle gelişme gösteren ülkelerin küresel ticaretteki paylarını olumlu yönde arttırabilmeleri ve küreselleşmenin kazanımlarından faydalanabilmeleri için oldukça önem taşır.

Kurumlar ve şirketler aldıkları kararlarda her zaman avantaj sağlayacak seçimler yapmak isterler. Karar sürecini etkileyen en önemli etkenlerden biride kriterlerdir. Kriterler karar konusuna bağlı olarak farklılık gösterebilmektedir. Örneğin, bir şirket veya kurum 'un personel alım aşamasında eğitim durumu ve yabancı dil bir kriter olabiliyorken, bir araç almak istediğimizde düşük fiyat tercihide bir başka kriter olabilmektedir. Tabi her tercih bu kadar basit olmayabiliyor. Bu nedenle daha çok kriterli problemlerde bazı özelliklere göre puanlama yapılarak alternatiflerin değerlendirilmesi yönünde ise Çok Kriterli Karar Verme Yöntemi tercih edilmektedir. Çok Kriterli Karar Verme Yöntemi, alternatiflere göre kriterlerin değerlendirildiği ve kişi, kurum veya şirketlere maksimum fayda sağlayabilecek çözümlerin yer aldığı algoritmalarından meydana gelir. Eldeki bilgiler net ve doğru ise birden fazla alternatif içinden seçim yapmak için ÇKKV algoritmalarından yararlanılabilir.

Bu çalışmada amaç, literatürde yaygın olarak kullanılan Çok Kriterli Karar Verme tekniklerinden yararlanarak 2018 yılına ait Dünya Bankasından (World Bank) alınan Lojistik Performans Endeksi araştırması içinden seçilen 15 ülke için lojistik performans ölçümü gerçekleştirilmiştir.[1] Bu çalışmada ilk olarak belirlenen değerlendirme kriterlerinin önem ağırlıkları objektif bir ÇKKV tekniği olan CRITIC yöntemiyle hesaplanmıştır.[2] Oluşan ağırlıklar değerlerinden yararlanarak SAW, TOPSIS ve VIKOR yöntemleri kullanılarak ülkelerin performansları değerlendirilmiştir.

1.2 Lojistik ve Lojistik Performans Kavramları

Ekonomik rakamlar bir ülkenin kalkınma düzeyini ve gelişmişlik seviyesini belirleyen en önemli kriterlerden biridir. Buradaki rakamlar pozitif yönde olursa ülkenin psikolojik ve kültürel dokusuna artı yönde etki yaratmaktadır. Söz konusu ülkelerde lojistik, ekonomide okların yönünü belirleyen ve bu değerlerin değişiminde etkili o olan önemli bir güçtür. Lojistik uluslararası ticaretin temel unsurlarından biri olmakla beraber aynı zamanda kargo konsolidesi, sınır kontrolleri, ulaşım, depolama, ödeme sistemleri ve ülke içi dağıtımına kadar uzanan özel sektör ve kamu kurumlarının dahil olduğu temel faaliyetleri içermektedir.

Lojistik, 1700'lü yıllarda askeri alanda ortaya çıkmıştır. 1960'lı yıllardan itibaren askeri literatürün gözetiminde çıkarak ülke ekonomileri ile sosyal hayatın önemli bir parçası haline gelmiştir. Dünyanın en büyük lojistik organizasyonu Tedarik Zinciri Uzmanları Konseyi'nin (Council of Supply Chain Management Professionals, CSCMP) yapmış olduğu tanımlamaya göre Lojistik; "Müşterinin ihtiyaçları doğrultusunda hizmetler de dahil olmak üzere tüm ürünlerin ve ilgili bilgilerin çıkış noktasından varış noktasına kadar etkili ve verimli bir biçimde taşınması ve depolanması için gerekli prosedürleri planlama, uygulama ve denetleme sürecidir. Bu tanıma içe doğru, dışa doğru, dahili ve harici hareketler dahildir." [4]

Lojistik faaliyetler Dünyanın küreselleşmesi ve erişebilirliğin artmasıyla beraber gündelik yaşamımızda önemli bir yer almıştır. Lojistik faaliyetlerinin gelişmesi üretim maliyetlerinin azalmasıyla birlikte ürünlerin daha basit, düşük maliyetli, güvenilir ve seri şekilde taşınmaları yapılır. Ülkelerin hizmet ve mal ticaretini vaktinde ve ucuz maliyetlerle sağlamaları için gümrük ve liman hizmetlerinin aktifliği, lojistik hizmetleri, ticaret altyapısının ve bilgi sistemleri gibi lojistiğe dair bütün etmenler ciddi önem taşımaktadır. [3] Küreselleşme ile ticaretin serbestleşmesi uluslararası rekabeti daha da arttırmıştır.

Lojistik faaliyetler Dünyanın küreselleşmesi ve erişebilirliğin artmasıyla beraber günlük hayatımızda önemli bir yer edinmiştir. Lojistik faaliyetlerinin gelişmesi üretim maliyetlerinin azalmasıyla birlikte ürünlerin daha kolay, ucuz, hızlı ve güvenilir bir şekilde taşınmalarını sağlamaktadır. Ülkelerin mal ve hizmet ticaretini zamanında ve düşük maliyetle yapabilmeleri için gümrük ve liman hizmetlerinin etkinliği, ticaretle ilgili altyapı, lojistik hizmetleri, bilgi sistemleri gibi lojistiğe ilişkin bütün unsurlar hayati

öneme sahiptir.Küreselleşme ile ticaretin serbestleşmesi uluslararası rekabeti daha da arttırmıştır.

Lojistik performans oluşan yoğun rekabet ile başa çıkabilmenin en önemli gerekliliklerinden birisidir. Lojistik performans özellikle gelişme gösteren ülkelerin küresel ticaretteki paylarını olumlu yönde arttırabilmeleri ve küreselleşmenin kazanımlarından faydalanabilmeleri için oldukça önem taşır. Lojistik performans, iktisadi gelişmişlik göstergesi ve belirleyicisi olarak nitelendirilebilir.Aynı zamanda yabancı sermaye yatırımları, mal türlerinin ve ekonomik yönde gelişimin artmasında önemli bir etkindir.Bununla birlikte kentler, bölgeler ve ülkeler lojistik altyapı büyüklüğüne göre de sıralanmaktadır. Böylesi rekabetçi bir ortamda lojistik performans ,firmaların hangi tedarikçilerden satın alacağı,hangi ülkelere konumlanacağı veya hangi pazarlara dahil olacağıyla gibi konularda alınan kararlar üzerinde oldukça etkilidir. Lojistik altyapı ve lojistik alandaki yüksek hizmet kalitesine sahip ülkeler uluslararası ticarette ve dünya ticaretinde aldıkları payı arttırabilmeleri mümkündür. Düşük lojistik hizmeti ve artan lojistik maliyetleri ticarette doğrudan yabancı yatırımların ve dolayısıyla ekonomik büyümenin önünde set oluşturur. Bu nedenle lojistik performansının gelişimi önemli bir kalkınma politikası hedefi haline gelmiştir.

1.3. Türkiye’de Lojistik

Nitelikli ve yeterli bir ulaştırma sistemi sosyoekonomik gelişim üzerinde oldukça etkilidir.Yatırımcılar tarafından yatırım kararları alınırken, altyapısı gelişmiş, nitelikli insan gücüne sahip yerleri tercih etmektedir. Ulaştırma altyapısı, yatırım kararlarında ve ekonomik büyüme üzerinde oldukça etkilidir. Ayrıca her taşıma türünde teknik ve ekonomik açıdan etkin bir hizmet sunabilmek ulaştırma altyapısının niteliğiyle doğru orantılıdır.

Türkiye coğrafi konumu dolayısıyla Asya, Avrupa ve Afrika kıtalarının arasında doğal bir köprü görevi görmektedir.Bu nedenle kıtalara hava,kara ve deniz taşımacılığı ile ticari her ürünü taşıyabilecek jeopolitik konuma sahiptir.Ülkemizde lojistik sektörünün gelişimi dış ticaretin 1980’li yıllarda serbestleşmesiyle başlar. 2000’li yıllara gelindiğinde ise uluslararası şirketlerle iş birliği içinde olan, yurtdışına bürolar açan ve hizmet kalitesini sürekli artıran dinamik bir sektör haline almıştır.Lojistik sektörü Türkiye’de son beş yılda kalkınma ajansları tarafından oluşturulan bölgesel kalkınma planlarında,

bölgeyi geliştirecek ve kalkındıracak iş kollarının en önemlisi olarak kavramsallaştırılmıştır. Lojistik sektörü doğrudan üretim sektörüne ve dolaylı yoldan ise hizmet sektörüne destek sağlamaktadır. Lojistiğin yayılma etkisiyle birlikte, lojistik sektörü, bölgesel sanayiye ve ticareti destekleyen, rekabet avantajı ve bölgede katma değer yaratan bir sektör haline dönüşmüştür. Türkiye’de de 1980 ve 1990 yılları arasında demiryolu, karayolu, havayolu, deniz yolu ve kombine taşımacılık alanlarındaki yatırımlarla alt yapısını sağlam bir şekilde oturtmuştur. 1990’lı yılların sonuna doğru ise gelişme kat edilmiş ve atılıma geçilmiştir. Türkiye’de lojistik sektörü dünyadaki benzer lojistik uygulamalarıyla paralel biçimde hizmet veren bir sektör haline gelmiştir. 2000’li yılların başında olgunlaşma safhasını geride bırakarak uluslararası şirketlerle işbirliği içerisinde işleri yürüten, yurtdışında bürolar açıp hizmet kalitesini sürekli artıran dinamik bir sektör haline gelmiştir.[5]

Türk Lojistik Sektörü Araştırması sonuçlarına göre 2022 yılı kasım ayı sonu itibarıyla mal ithalatımız yaklaşık 331 milyar dolar, ihracatımız ise 231 milyar dolar olarak gerçekleşmiştir. Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası verileri çerçevesinde Ocak-Ekim 2022 döneminde bir önceki yıl aynı döneme göre yaklaşık yüzde 52,92 artışla 76 milyar dolar tutarında hizmet ihracatı gerçekleştirilmiştir. Taşımacılık hizmetlerinde yüzde 57,89’luk bir artış yaşanmış, yük gelirleri ise 10 milyar 385 milyon dolar olarak gerçekleşti. Ulaştırma maliyetlerinin toplam maliyetler içindeki payı ön plana çıktıkça, firmalar faaliyetlerini daha az maliyetle daha iyi şekilde gerçekleştirme çabasına yönelmiş; taşıma, depolama ve dağıtımın kontrolüne önem vermeye başlamışlardır.

2 YÖNTEM VE TEKNİKLER

2.1 Metodoloji

Bu bölümde çalışmada kullanılan Çoklu Kriterli Karar Verme Yöntemi(ÇKKV), CRITIC, SAW, TOPSIS ve VIKOR yöntemlerine ilişkin bilgiler verilmiştir. Ayrıca Çok Kriterli karar verme sürecinde yer alan bazı kavramlarından bahsedilmiştir.[6]

Alternatifler: ÇKKV probleminde aralarından seçim yapılacak hareket/davranış şekilleridir. Karar verenin hedefine uygun alternatifler tercih edilir.

Kriterler: Karar verme işleminde karar vericiye yol gösteren ölçüm veya kurallara verilen genel addır.[6]

Amaçlar: Kriterlerdeki bir değişkenlikten beklenen sonucu veya diğer bir ifadeyle karar vericilerin kriterlerine göre oluşmasını bekledikleri gelişimin yönünü gösterir. Kriterin veya kriterlerin gelişim yönü; maks- min ,fayda-maliyet, veya az-çok olabilir.[6]

Karar Matrisi: ÇKKV problemi; alternatiflerin kriterlere göre performanslarını belirttiği bir karar matrisi üzerinde gösterilir. Bir karar matrisinin satırları alternatifleri ,sütunlarsa kriterleri ifade eder.

2.2 Çoklu Kriterli Karar Verme Yöntemi(Çkkv)

Karar noktaları içinden karar verici yapacağı tercihte tek değerlendirme faktörüne sahip ise, bu faktörün özelliğine bağlı olarak en büyük avantajlı veya en küçük dezavantajlı karar noktasını basit şekilde tercih edilebilir. Fakat karar ortamları veya süreçler her zaman bu şekilde basit olmamaktadır.

Alınan kararlarda karar verici genellikle zaman, gider(maliyet) ve kârlılık gibi çok sayıda faktörü göz önüne alarak seçim yapma durumunda kalabilir. Böyle durumlarda bir değerlendirme seçeneği bir karar noktası göre en iyiyken, farklı bir değerlendirme seçeneğine göre farklı bir karar noktası en doğru seçenek olabilir. Bu durumda verilen karar , karar verici tarafında hem pişmanlık ve hemde karar vermek yerine kararsızlığa neden olabilir.

Çoklu karar verme teknikleri böyle durumlarda karar vericiyi kararsızlık ortamından kurtarır ve güvenilir çözümler sunar. Bunun nedeni ÇKKV yöntemlerinde değerlendirme faktörlerini bütün karar noktaları için eş zamanlı çözüme sokar ve sonuç olarak karar vericiye tek bir karar dağılımı sunar.

CRITIC Yöntem

CRITIC yöntem Diakoulaki, Mavrotas ve Papayannakis tarafından 1995'te literatüre kazandırılmış bir tekniğidir. CRITIC yöntem kriterlerarası korelasyon ile kriterlere ait standart sapmaların birlikte kullanıldığı ağırlıklandırma yöntemidir.

Başlangıç Karar Matrisinin Oluşturulması:

İlk olarak başlangıç karar matrisi (X) Eşitlik (1) 'de belirtildiği gibi oluşturulur.

$$X = [x_{ij}]_{m \times n} = \begin{bmatrix} x_{11} & \cdots & x_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{m1} & \cdots & x_{mn} \end{bmatrix} \quad i=1, \dots, m \text{ iken } j=1, \dots, n \quad (1)$$

Şekil 2.1 Karar Matrisi

Karar Matrisinin Normalize Edilmesi:

Karar matrisi normalize edilerek kriterler ortak bir birimle ifade edilebilir hale getirilir. Maksimizasyon yani fayda yönlü ve minimizasyon yani maliyet yönlü olarak normalizasyon işlemleri Eşitlik (2) ve (3)'den yararlanılarak gerçekleştirilir.

$$r_{ij} = \frac{x_{ij} - x_j^{\min}}{x_j^{\max} - x_j^{\min}} \quad i=1, \dots, m \text{ iken } j=1, \dots, n \quad (2)$$

$$r_{ij} = \frac{x_j^{\max} - x_{ij}}{x_j^{\max} - x_j^{\min}} \quad i=1, \dots, m \text{ iken } j=1, \dots, n \quad (3)$$

Şekil 2.2 Normalize Matris Formülü

Denklemden yer alan r_{ij} ; i. alternatifte ait j. kriter için normalize performans değerini gösterirken; $x_j^{\max} = \max(x_1, \dots, x_m)$ ve $x_j^{\min} = \min(x_1, \dots, x_m)$ ifade etmektedir.

Korelasyon Katsayı Matrisinin Oluşturulması:

Kriterler arasındaki ilişkinin seviyesinin ölçümü amacıyla bir önceki adımda hesaplanan normalize değerlendirme kriterleri arasındaki korelasyon katsayıları (ρ_{jk}) Eşitlik (4)'te belirtilen formül ile hesaplanmaktadır.

$$\rho_{jk} = \frac{\sum_{i=1}^m (x_{ij} - \bar{x}_j)(x_{ik} - \bar{x}_j)}{\sqrt{\sum_{i=1}^m (x_{ij} - \bar{x}_j)^2 \sum_{i=1}^m (x_{ik} - \bar{x}_j)^2}} \quad (4)$$

Şekil 2.3 Korelasyon Katsayı Matris Formülü

C_{ji} Değerinin Hesaplanması:

Her bir değerlendirme kriterlerinde yer alan bilgi miktarı (C_{ji}) hesaplanmaktadır. Toplam bilgi için Eşitlik (5) ve standart sapma (σ_j) Eşitlik (6) yardımıyla hesaplanmaktadır.

$$C_j = \sigma_j \sum_{k=1}^n (1 - \rho_{jk})_{j=1, \dots, n} \quad (5)$$

$$\sigma_j = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^m (r_{ij} - \bar{r}_j)^2}{m}} \quad (6)$$

Şekil 2.4 C_{ji} Değeri Hesaplama Formülü

Kriter Ağırlıklarının Hesaplanması:

Her bir kriterin C_{ji} değeri yani bilgi miktarının bütün kriterlerin bilgi miktarlarının toplamına bölünmesi ağırlık değerlerini (w_i) vermektedir.

$$w_j = \frac{c_j}{\sum_{j=1}^n c_j} \quad (7)$$

Şekil 2.5 Kritik Ağırlık Hesaplama Formülü

Elde edilen en yüksek w_i ağırlık değerine sahip kriter diğerlerine göre öncelikli kriter olarak nitelendirilir.

Topsis Yöntemi

ÇKKV Yöntemlerinden biri olan TOPSIS (The Technigue for Order Preferenc by Similarity to Ideal Solution) yöntemi 1981’de Yoon ve Hwang ile geliştirilmiştir.[11] Bu metod ile tercih edilecek alternatifin ideal sonuca en yakın ve negatif ideal çözüme ise en uzak mesafede olma durumuna dayanır. Uygulamada, karar verici olabildiğince riskten en uzak ve çok fayda sağlayan kararı vermeye çalışırlar.

TOPSIS yöntemi rasyonelliği ve kolay kavranabilirliği nedeniyle literatürde en çok kullanılan teknikler arasındadır.

Karar Matrisinin Normalize Edilmesi:

ÇKKV probleminde m sayıda alternatif, n sayıda kriterden oluşan karar matrisi aşağıdaki eşitlikler yardımıyla normalize edilir.

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m (x_{ij})^2}} \quad i=1, \dots, m ; j=1, \dots, n \text{ fayda kriteri} \quad (8)$$

$$r_{ij} = 1 - \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m (x_{ij})^2}} \quad i=1, \dots, m ; j=1, \dots, n \text{ fayda kriteri} \quad (9)$$

$$R = (r_{ij})_{m \times n} \begin{matrix} C_1 & \dots & C_n \end{matrix} \begin{bmatrix} x_{11} & \dots & x_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{m1} & \dots & x_{mn} \end{bmatrix} \quad (10)$$

Şekil 2.6 Normalize Karar Matrisi

Ağırlıklı Normalize Karar Matrisinin Oluşturulması:

Burada bir önceki aşamada elde edilen değerler ile kriterlerin önem derecelerini ifade eden $w_j = (w_1, w_2, \dots, w_n), (\sum_{j=1}^n w_j = 1)$ ağırlıkları ile çarpılır. Oluşan ağırlıklı normalize karar matrisi aşağıdaki gibi yazılır.

$$v_{ij} = r_{ij} \cdot w_j \quad (11)$$
$$v_{ij} = \begin{bmatrix} w_1 r_{11} & \dots & w_n r_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ w_1 r_{m1} & \dots & w_n r_{mn} \end{bmatrix}_{m \times n}$$

Şekil 2.7 Ağırlıklı Normalize Karar Matrisi

İdeal Çözüm ve Negatif İdeal Çözümlerin Belirlenmesi:

Bu adımda $i=1, \dots, m$; $j=1, \dots, n$ olmak üzere, ideal çözüm A^+ ve negatif ideal çözüm A^- hesaplanır.

$A^+ = (v_1^+, v_2^+, v_3^+, \dots, v_n^+)$ her kriter için en iyi değeri alan alternatiflere ait değerlendirmelerden meydana gelir.

$A^- = (v_1^-, v_2^-, v_3^-, \dots, v_n^-)$ ise her kriter için en kötü değeri alan alternatiflere ait değerlendirmelerden meydana gelir.

$$A^+ = (v_1^+, v_2^+, v_3^+, \dots, v_n^+) \quad (12)$$

$$v_j^+ = \{(\max v_{ij}, j \in N) \mid i=1, \dots, m\} \quad (13)$$

$$A^- = (v_1^-, v_2^-, v_3^-, \dots, v_n^-) \quad (14)$$

$$v_j^- = \{(\min v_{ij}, j \in N) \mid i=1, \dots, m\} \quad (15)$$

Şekil 2.8 İdeal ve Negatif İdeal Çözümler

İdeal ve Negatif İdeal Çözüm Noktalarına Olan Uzaklıkların Hesaplanması:

Her bir alternatifin ideal çözüme olan uzaklığı aşağıdaki formülle hesaplanır;

$$S_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^+)^2}, i = 1, 2, \dots, m \quad (16)$$

Benzer mantıkla her bir alternatifin negatif ideal çözüme olan uzaklığıda aşağıdaki Eşitsizlik(17) ile bulunur.

$$S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2}, i = 1, 2, \dots, m \quad (17)$$

Şekil 2.9 İdeal ve Negatif İdeal Çözüm Noktalarının Hesaplama

İdeal Çözüm Noktasına Olan Görelî Yakınlığın Hesaplanması :

Karar noktasının ideal çözüme görelî yakınlığı olan C_i^* nin hesaplanmasında ideal ve negatif ideal ayırım değerleri kullanılır. Burada ifade edilen, her alternatifin kendine ait

negatif ideal ayırım ölçüsünün toplam ayırım ölçüsüne oranıdır ve görelî yakınlık Eşitlik (18) ile hesaplanır.

$$C_i^* = \frac{s_i^-}{s_i^+ + s_i^-} \quad (18)$$

Şekil 2.10 Görelî Yakınlığın Hesaplanması

Burada $0 \leq C_i^* \leq 1$ arasında değer alır. $C_i^*=1$ ilgili karar noktasının ideal çözüme $C_i^*=0$ ilgili karar noktasının negatif ideal çözüme mutlak yakınlığını ifade eder.[6]

Alternatiflerin Sıralanması :

Tüm alternatifler için hesaplanan yakınlık katsayıları alternatiflerin tercih sıralamalarını ifade etmektedir. Burada ideal çözüme uzaklık değerleri en büyükten en küçüğe doğru sıralanır. Bu sıralamada en büyük C^* ifadesine ait alternatif en fazla seçilen yani en iyi performansa sahip alternatif şeklinde nitelendirilebilir.

Vikor Yöntemi

VIKOR (Vise Kriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje) Tzeng tarafından 2004'te ÇKKV problemlerinde kullanılabilir bir yöntem olarak gösterilmiştir. VIKOR yönteminde amaç birden fazla kriterin dikkate alındığı karar verme sorularında alternatifler arasında uyumlu bir sıralama oluşturarak uzlaşık sonuca ulaşmaktır. Bu teknik “ideal çözüme yakınlık” ölçütünü ifade etmektedir. VIKOR tekniği tedarikçi, personel performanslarının değerlendirilmesi veya seçim problemlerinde doğru şekilde uygulanmaktadır.

Karar Matrisinin Oluşturulması:

Karar matrisinde satırlar (j değerleri) alternatifleri, kriterler (i değerleri) ise sütunları ifade eder.[10] (j= 1, 2, ..., m) → Alternatifler

(i= 1, 2, ..., n) → Kriterler

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{m1} & x_{m2} & \cdots & x_{mn} \end{bmatrix}$$

Her Kriter için En İyi (f_i^*) ve En Kötü (f_i^-) Değerlerinin Bulunması:

VIKOR yönteminde ilk olarak en iyi (f_i^*) ve en kötü (f_i^-) değerler belirlenir. Eşitlik (19)-(20) 'de belirtilen formüllerde; i karşılaştırma kriterlerini ($i=1,2,3,\dots,n$) ve j ise alternatifleri ($j=1,2,3,\dots,m$) ifade etmektedir. Her bir kriter için en iyi (f_i^*) ve en kötü (f_i^-) değerler belirlenir.

Fayda kriterini temsil ettiğinde ;

$$f_i^* = \max_j f_{ij}, f_i^- = \min_j f_{ij} \quad i = 1, \dots, n \quad (19)$$

Maliyet kriterini temsil ettiğinde ;

$$f_i^* = \min_j f_{ij}, f_i^- = \max_j f_{ij} \quad i = 1, \dots, n \quad (20)$$

Şekil 2.11 En İyi ve En Kötü Değerlerin Bulunması

Normalizasyon İşlemi ve Normalize Karar Matrisinin Oluşturulması:

Normalize işlemi ,karar matrisinde yer alan değerleri birimlerinden ayırtmak ve karşılaştırılabilir hale gelmesi için yapılır. Yapılan normalizasyon işlemi sonucunda $m \times n$ boyutlarındaki karar matrisi R normalize matrisine dönüştürülür. R matris elemanları;

$$r_{ij} = \frac{f_j^* - x_{ij}}{f_j^* - f_j^-} \quad (21)$$

Şekil 2.12 Normalize Karar Matrisi Formülü

eşitliği yardımıyla hesaplanır.

Normalize Karar Matrisinin Ağırlıklandırılması:

w_{ij} kriter ağırlıklarıdır. Ağırlıklandırılmış ve normalizasyon işlemi uygulanmış karar matrisi “V”, normalize edilmiş karar matrisindeki sütunlarda yer alan kriterlerin ilgili ağırlıklarla çarpılmasıyla oluşur. Burada karar matrisi elemanları v_{ij} , $v_{ij} = r_{ij} \cdot w_{ij}$ eşitliği ile hesaplanır.

Ortalama Grup Faydası (S_i) ile En Büyük Pişmanlık (R_i) Değerlerinin Hesaplanması:

S_i değeri i. alternatif için ortalama grup skoru olup ortalama grup faydasını, R_i değeri ise i. alternatif için en kötü grup skoru olup en büyük pişmanlığı göstermektedir.[6] S_i ve R_i değerleri (22) ve (23) nolu eşitlikler yardımıyla hesaplanır.

$$\begin{aligned} S_i &= \sum_{j=1}^n v_{ij} \\ S_i &= \sum_{j=1}^n w_{ij} \cdot r_{ij} \\ S_i &= \sum_{j=1}^n w_{ij} \cdot \frac{f_j^* - x_{ij}}{f_j^* - f_j^-} \end{aligned} \quad (22)$$

$$\begin{aligned} R_i &= \max_j v_{ij} \\ R_i &= \max_j (w_{ij} \cdot r_{ij}) \\ R_i &= \max_j (w_{ij} \cdot \frac{f_j^* - x_{ij}}{f_j^* - f_j^-}) \end{aligned} \quad (23)$$

Şekil 2.13 S_i ve R_i Değerlerinin Hesaplanması

Q_i Değerlerinin Hesaplanması:

Burada alternatifleri sıralamada kullanılacak Q_i değerleri hesaplanacaktır. Bu amaçla Q_i değerlerini hesaplarken kullanılacak S^* , S^- , R^* , ve R^- parametreleri sırasıyla,

$$\begin{aligned} S^* &= \min_i S_i \\ S^- &= \max_i S_i \\ R^* &= \min_i R_i \\ R^- &= \max_i R_i \end{aligned} \quad (24)$$

Şekil 2.14 S^* , S^- , R^* , ve R^- Parametreleri

formülleri ile hesaplanır. Q_i değerlerinin hesaplanmasında yararlanılacak başka bir parametre ise q parametresidir. Bu kriterlerin büyük bir kısmının ağırlığını (maks. grup faydasını) ifade eder. Maks. grup faydasını sağlayan stratejide q değeri ağırlığı ifade eder. (1-q) 'da tersi olarak min pişmanlığının ağırlığını belirtmektedir. ($q > 0,5$) “çoğunluk oyu” olarak ; ($q = 0,5$) “konsensus” olarak; ($q < 0,5$) ise “veto” olarak ifade

edilir.Uygulamalarda genellikle ($q = 0,5$) olarak kabul edilerek ilerlenir.Uygulamada genellikle ($q = 0,5$) kabul edilir.Parametreler belirlendikten sonra Q_i değerleri Eşitlik (25)'ten yararlanılarak bulunur.

$$Q_i = \frac{q.(S_i - S^*)}{S^- - S^*} + \frac{(1-q)(R_i - R^*)}{R^- - R^*} \quad (25)$$

Şekil 2.15 Q_i Değerinin Hesaplanması

Alternatiflerin Sıralanması Ve Koşulların Denetlenmesi:

Buradaki aşamada Q_i , S_i , R_i ifadelerine karşılık gelen rakamlar küçükten büyüğe sıralanır ve alternatiflere ilişkin 3 ayrı liste elde edilir. Sonra sıralamaların doğruluğunu kontrol etmek için alternatiflerin kabul edilebilir istikrar koşulları ile kabul edilebilir avantajlarının uygunluğu kontrol edilir. Q_i Sıralama sonucunda en küçük değere sahip A_i alternatifi, aşağıda belirtilen Koşul(1) ve Koşul (2)'yi sağlayabiliyorsa uyumlu en iyi çözümdür.

Koşul (1) -Kabul edilebilir Avantaj Kosulu :

Q_i değerleri küçükten büyüğe doğru sıralandığında, birinci sıradaki A_1 alternatifi ve ikinci sıradaki A_2 alternatifi olarak kabul edilebilir avantaj,

$$Q(A_2) - Q(A_1) \geq DQ \quad (26)$$

şartına bağlıdır. Eşitsizlik (26)'da kullanılan DQ ifadesi alternatif sayısına bağlı olarak, m alternatif sayısını göstermek üzere,

$$DQ = \frac{1}{m-1} \quad (27)$$

Şekil 2.16 DQ Değerinin Hesaplanması

eşitliği ile hesaplanır.Sonuç olarak Eşitsizlik (27)'de verilen koşul sağlanıyorsa A_1 alternatifi için Koşul (1)'i sağladığı belirlenir.

Kosul (2)- Kabul Edilebilir Istikrar Koşulu:

Bu koşul oluşan uzlaşık çözümün kararlılığının netleştirilmesi için yapılır. Q_i değerleri en küçükten en büyüğe doğru sıralanır.En küçük değere sahip A_1 alternatifi, S_i ve/veya R_i değerlerine göre de yapılan küçükten büyüğe sıralamasında da en küçük değere sahip

olmalıdır. Böylelikle uzlaşık çözümün istikrarlılığı sonucuna varılır. Belirtilen koşuldan birinin sağlanmaması halinde de birden çok uzlaşık çözüm kümesi aşağıdaki şekilde ifade edilir.

Eğer Koşul (2) (kabul edilebilir istikrar koşulu) sağlanmıyorsa, A_1 ve A_2 alternatifleri uzlaşık ortak çözüm olarak kabul edilir.

Eğer Koşul (1) (kabul edilebilir avantaj koşulu) sağlanmıyorsa, $A_1, A_2, \dots, A_m$ alternatiflerinin tamamı uzlaşık en iyi çözüm kümesinde yer alır. Burada üst sınır değeri olan maks "m",

$$Q(A_m) - Q(A_1) < DQ \quad (28)$$

eşitsizliği ile belirlenir. Q_i sıralamasında Eşitlik (28)'i sağlayan son alternatifin sırası "m" ile gösterilir. Uzlaşık çözüm kümesi dahilinde Q değerlerine göre sıralama yapılır. En iyi alternatif, minimum Q değerine sahip alternatiftir. Seçim min değere sahip ilk alternatifin uygulanması yönündedir.[7]

Saw Yöntemi

Ackoff ve Churchman (1954) tarafından ortaya çıkarılan SAW (Simple Additive Weighting-Basit Toplamlı Ağırlıklandırma) yöntemi Ağırlıklı Toplam Model (Weighted Sum Model) olarak ifade edilir. Matematiksel basitliği nedeniyle Çok Kriterli Karar Verme yöntemleri içinde oldukça fazla kullanılan yöntemlerden biridir. Yönteme ait aşamalar aşağıda belirtilmiştir.

Karar Matrisinin Normalize Edilmesi:

SAW Yönteminde öncelikle karar matrisi (m sayıda alternatif ve n sayıda değerlendirme kriteri) aşağıdaki eşitlikler yardımıyla normalize edilir.

$$r_{ij} = \left\{ \frac{x_{ij}}{\max_i x_{ij}} \quad i = 1, \dots, m ; j = 1, \dots, n \text{ fayda kriteri} \right\} \quad (29)$$

$$r_{ij} = \left\{ \frac{\min_i x_{ij}}{x_{ij}} \quad i = 1, \dots, m ; j = 1, \dots, n \text{ maliyet kriteri} \right\}$$

Şekil 2.17 Fayda ve Maliyet Kriterlerinin Hesaplanması

Alternatiflerin Tercih Değerlerinin Hesaplanması:

Her bir alternatifin toplam tercih değerleri Eşitlik(30) denklem yardımıyla hesaplanır.

$$V_i = \sum_{j=1}^n w_j r_{ij} \quad i = 1, \dots, m \quad (30)$$

Şekil 2.18 Alternatif Değerlerin Hesaplanması

Buradaki w_j , j kriterine verilen önem ağırlığını göstermektedir. V_i değerinin büyük olması A_i alternatifinin tercih edilebilirliğinin fazla olması anlamına gelir. SAW yönteminde tüm kriterlerin karşılaştırılabilir olması için aynı ölçüm biriminde sayısal verilerden oluşmasına dikkat edilmelidir.[8] SAW metodunda tüm kriterlerin sayısal verilerden meydana gelmesi gerekir. Bu karşılaştırılabilirlik açısından önemlidir.

Bu çalışmada amaç, literatürde oldukça fazla tercih edilen Çok Kriterli Karar Verme tekniklerinden yararlanarak 2018 yılına ait Dünya Bankasından (World Bank) alınan Lojistik Performans Endeksi araştırması içinden seçilen on beş ülke için lojistik performans ölçümü gerçekleştirilmiştir. Burada ilk olarak CRITIC yöntem ile seçilen değerlendirme kriterlerinin önem ağırlıklarının hesaplanmıştır. Oluşan ağırlık değerlerinden yararlanarak SAW Yöntemi, TOPSIS Yöntemi ve VIKOR Yöntemleri kullanılarak ülkelerin performansları değerlendirilmiştir. Uygulamada kullanılacak performans değerlendirme kriterleri Tablo 3.1’ de verilmektedir. Fayda yönlü kriterlerdir.

Tablo 3.1 Performans Değerlendirme Kriterleri

KOD	Kriterler	Açıklama
L1	Sevkiyatları izleme ve takip etme yeteneği, puan (1=düşük ila 5=yüksek)	ülkede sevkiyat yaparken sevkiyatlarınızı takip etme ve takip etme kabiliyetini derecelendirin" anket sorusunun sonuçlarını içerir. Bu puanın yüksek olması istenir.
L2	Lojistik hizmetlerinin yeterliliği ve kalitesi, puan (1=düşük ila 5=yüksek)	ülkedeki lojistik hizmetlerinin (örneğin, nakliye operatörleri, gümrük komisyoncuları) genel yeterlilik düzeyini ve kalitesini değerlendirin" anket sorusunun sonuçlarını içerir. Bu puanın yüksek olması istenir.
L3	Rekabetçi fiyatlarla uluslararası gönderileri düzenleme kolaylığı, puan (1=düşük ila 5=yüksek)	ülkede rekabetçi fiyatlara sahip gönderiler düzenlemenin kolaylığını değerlendirin" anket sorusundan elde edilen sonuçları içerir. Bu puanın yüksek olması istenir.
L4	Gönderilerin planlanan veya beklenen süre içinde alıcıya ulaşma sıklığı, puan (1=düşük ila 5=yüksek)	listelenen ülkelere gönderiler düzenlenirken, alıcıya planlanan veya beklenen teslimat süresi içinde ne sıklıkla ulaşırlar?" Bu puanın yüksek olması istenir.
L5	Ticaret ve ulaşım ile ilgili altyapı kalitesi, puan (1=düşük ila 5=yüksek)	ticaret ve ulaştırma ile ilgili altyapının (örneğin limanlar, demiryolları, yollar, bilgi teknolojisi) kalitesini değerlendirin" anket sorusunun sonuçlarını içerir. Bu puanın yüksek olması istenir.

Lojistik performans ülkelerin lojistik çevreleri ve lojistik süreçleriyle ilgili maliyet ile zaman performansları konusunda oldukça derin bir bilgi sunmaktadır .[3] Yapılan çalışmada performans değerlendirme kriterlerinin belirlenmesinde literatürde yer alan

çalışmalarda dikkate alınmıştır.Uygulamada kullanılan veriler **Tablo 3.2’** de görölmektedir.

Tablo 3.2 Uygulamada Kullanılan Veriler

Ülke Adı	Yıl	L1 Sevkiyatları izleme ve takip etme yeteneği, puan (1=düşük ila 5=yüksek)	L2 Lojistik hizmetlerinin yeterliliği ve kalitesi, puan (1=düşük ila 5=yüksek)	L3 Rekabetçi fiyatlarla uluslararası gönderileri düzenleme kolaylığı, puan (1=düşük ila 5=yüksek)	L4 Gönderilerin planlanan veya beklenen süre içinde alıcıya ulaşma sıklığı, puan (1=düşük ila 5=yüksek)	L5 Ticaret ve ulaşımla ilgili altyapı kalitesi, puan (1=düşük ila 5=yüksek)
Cezayir	2018	2,6049	2,3912	2,3875	2,7612	2,4214
Avusturalya	2018	3,8166	3,7094	3,2472	3,9761	3,9684
Avusturya	2018	4,0871	4,0836	3,8775	4,2508	4,1816
Bulgaristan	2018	3,0153	2,8813	3,2337	3,3135	2,7630
Çin	2018	3,6485	3,5950	3,5357	3,8400	3,7532
Mısır	2018	2,7244	2,8178	2,7919	3,1944	2,8178
Fransa	2018	3,9994	3,8383	3,5453	4,1520	3,9969
Almanya	2018	4,2394	4,3107	3,8590	4,3921	4,3744
Yunanistan	2018	3,1751	3,0558	3,3031	3,6623	3,1725
Irak	2018	2,1915	1,9084	2,3248	2,7199	2,0335
İtalya	2018	3,8549	3,6550	3,5121	4,1266	3,8529
Katar	2018	3,5615	3,4187	3,7500	3,7044	3,3750
Rusya	2018	2,6460	2,7493	2,6440	3,3133	2,7752
Türkiye	2018	3,2331	3,0468	3,0607	3,6281	3,2100
Ukrayna	2018	3,1093	2,8426	2,8293	3,4221	2,2213

CRITIC YÖNTEM İLE KRİTİK AĞIRLIKLARIN HESAPLANMASI

Uygulamanın ilk aşamasında performans değerlendirme kriterlerinin ağırlıkları hesaplanacaktır. Burada ağırlık belirleme tekniği olarak CRITIC Yöntemi kullanılacaktır.

1) Karar Matrisinin Normalize Edilmesi:

Normalizasyon işlemi yapılarak 0 ile 1 arasında değer almasını sağlayacak kazanç yönlü kriterler için farklı maliyet yönlü kriterler için farklı yöntem uygulanmalıdır. Veri setindeki kriterlerimiz kazanç yönlüdür. Eşitlik (2) kullanılarak oluşan Normalizasyon karar matrisi aşağıda gösterilmiştir.

Tablo 3.3 CRITIC Yöntem ile Normalize Karar Matrisi

NORMALİZE KARAR MATRİSİ						
Ülke Adı	Time	L1	L2	L3	L4	L5
Cezayir	2018	0,202	0,201	0,040	0,025	0,166
Avusturalya	2018	0,794	0,750	0,594	0,751	0,827
Avusturya	2018	0,926	0,905	1,000	0,915	0,918
Bulgaristan	2018	0,402	0,405	0,585	0,355	0,312
Çin	2018	0,711	0,702	0,780	0,670	0,735
Mısır	2018	0,260	0,379	0,301	0,284	0,335
Fransa	2018	0,883	0,803	0,786	0,856	0,839
Almanya	2018	1,000	1,000	0,988	1,000	1,000
Yunanistan	2018	0,480	0,478	0,630	0,564	0,487
Irak	2018	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
İtalya	2018	0,812	0,727	0,765	0,841	0,777
Katar	2018	0,669	0,629	0,918	0,589	0,573
Rusya	2018	0,222	0,350	0,206	0,355	0,317
Türkiye	2018	0,509	0,474	0,474	0,543	0,503
Ukrayna	2018	0,448	0,389	0,325	0,420	0,080

2) Korelasyon Katsayı Matrisinin Oluşturulması:

Eşitlik (4) ten yararlanarak değerlendirme kriterleri arasındaki ilişkinin derecesini ölçmek için doğrusal korelasyon katsayılarından (p_{jk}) meydana gelen ($m \times m_{jk}$) R ρ matrisi oluşturulur. Bir önceki adımda elde edilen normalizasyon matrisi ile oluşturulan korelasyon matrisi aşağıda paylaşılmıştır .

Tablo 3.4 Korelasyon Matrisi

KORELASYON MATRİSİ					
Time	L1	L2	L3	L4	L5
L1	1,00000	0,98263	0,92199	0,97274	0,94153
L2	0,982631971	1	0,921949933	0,974827548	0,963320334
L3	0,921991034	0,921949933	1	0,911285233	0,879025587
L4	0,972737937	0,974827548	0,911285233	1	0,942784434
L5	0,941531867	0,963320334	0,879025587	0,942784434	1

3) Cj Değerlerinin Hesaplanması :

CRITIC Yöntemin amacı ÇKKV sorularındaki bilgiyi değerlendirme kriterlerinde bulunan zıtlık yoğunluğu ve çelişkilerden elde etmektir. Burada, toplam bilgi için Eşitlik (5) ve standart sapma (σ_j) içinde Eşitlik (6) kullanılarak ilgili değerler hesaplanmıştır. Elde edilen değerler Tablo 3.5’te paylaşılmıştır.

Tablo 3.5 Cj Değerleri

Time	L1	L2	L3	L4	L5
L1	0,00000	0,01737	0,07801	0,02726	0,05847
L2	0,01737	0,00000	0,07805	0,02517	0,03668
L3	0,07801	0,07805	0,00000	0,08871	0,12097
L4	0,02726	0,02517	0,08871	0,00000	0,05722
L5	0,05847	0,03668	0,12097	0,05722	0,00000
Standart Sapma	0,3020	0,2732	0,3265	0,3063	0,3172
Cj	0,05469	0,04297	0,11940	0,06076	0,08670

4) Kritik Ağırlıkların Hesaplanması:

Değerlendirme kriterlerinin ağırlıkları Eşitlik (7) ile gösterilen normalizasyon işlemiyle hesaplanmış ve elde edilen ağırlık değerleri Tablo 3.6’da paylaşılmıştır.

Tablo 3.6 Kritik Ağırlık Değerleri

Değerlendirme Kriterlerinin Ağırlıkları

	Sevkiyatları izleme ve takip etme yeteneği, puan	Sevkiyatları izleme ve takip etme yeteneği, puan	Rekabetçi fiyatlarla uluslararası gönderileri düzenleme kolaylığı, puan	Gönderilerin planlanan veya beklenen süre içinde alıcıya ulaşma sıklığı, puan	Ticaret ve ulaşım ile ilgili altyapı kalitesi, puan
Ağırlık Değerleri(Wj)	0,1500	0,1179	0,3276	0,1667	0,2378

TOPSİS YÖNTEMİ İLE ÜLKELERİN LOJİSTİK PERFORMANSININ DEĞERLENDİRİLMESİ

TOPSIS metoduyla yapılacak analizde değerlendirme kriterleri Eşitlik (8-9) ‘dan yararlanarak normalizasyon işlemi uygulanacaktır. Beraberinde bir sonraki adımlar uygulanarak ülkelerin ideal çözüm noktalarına olan göreceli yakınlıkları sıralanacaktır. Elde edilen yakınlık değerleri firmaların performans sıralamalarını oluşturur.

1) Normalize Karar Matrisinin Oluşturulması:

Normalize karar matrisi karar matrisinin elemanlarından yararlanılarak fayda veya maliyet yönlü olmasına bağlı olarak Eşitlik (8) veya Eşitlik (9) kullanılarak normalize karar matrisi oluşturulmuştur. Veri setimiz fayda yönlü olduğundan Eşitlik (8) kullanılmıştır.

Tablo 3.7 TOPSIS Yöntemi İle Normalize Karar Matrisi

NORMALİZE KARAR MATRİSİ					
	L1	L2	L3	L4	L5
Ülke Adı	Sevkiyatları izleme ve takip etme yeteneği, puan (1=düşük ila 5=yüksek)	Lojistik hizmetlerinin yeterliliği ve kalitesi, puan (1=düşük ila 5=yüksek)	Rekabetçi fiyatlarla uluslararası gönderileri düzenleme kolaylığı, puan (1=düşük ila 5=yüksek)	Gönderilerin planlanan veya beklenen süre içinde alıcıya ulaşma sıklığı, puan (1=düşük ila 5=yüksek)	Ticaret ve ulaşım ile ilgili altyapı kalitesi, puan (1=düşük ila 5=yüksek)
Cezayir	0,1990	0,1881	0,1908	0,1946	0,1872
Avusturalya	0,2915	0,2918	0,2595	0,2802	0,3069
Avusturya	0,3122	0,3213	0,3099	0,2995	0,3233
Bulgaristan	0,2303	0,2267	0,2584	0,2335	0,2137
Çin	0,2787	0,2828	0,2826	0,2706	0,2902
Mısır	0,2081	0,2217	0,2231	0,2251	0,2179
Fransa	0,3055	0,3020	0,2833	0,2926	0,3091

Fransa	0,3055	0,3020	0,2833	0,2926	0,3091
Almanya	0,3238	0,3391	0,3084	0,3095	0,3383
Yunanistan	0,2425	0,2404	0,2640	0,2581	0,2453
Irak	0,1674	0,1501	0,1858	0,1917	0,1572
İtalya	0,2945	0,2875	0,2807	0,2908	0,2979
Katar	0,2720	0,2689	0,2997	0,2610	0,2610
Rusya	0,2021	0,2163	0,2113	0,2335	0,2146
Türkiye	0,2469	0,2397	0,2446	0,2557	0,2482
Ukrayna	0,2375	0,2236	0,2261	0,2412	0,1718

2) Normalize Matrisin Ağırlıklandırılması :

Burada R matrisinin sütunundaki değerler ilgili değerlendirme faktörü ağırlık değerleri ile çarpılmış ve V matrisinin sütunları hesaplanmıştır. Bu hesaplama için Eşitlik (11) kullanılmıştır.

Tablo 3.8 Ağırlıklı Normalize Karar Matrisi

NORMALİZE KARAR MATRİSİNİN AĞIRLIKLANDIRILMASI

Ülke Adı	L1	L2	L3	L4	L5
Cezayir	0,0298	0,0222	0,0625	0,0324	0,0445
Avusturalya	0,0437	0,0344	0,0850	0,0467	0,0730
Avusturya	0,0468	0,0379	0,1015	0,0499	0,0769
Bulgaristan	0,0346	0,0267	0,0847	0,0389	0,0508
Çin	0,0418	0,0333	0,0926	0,0451	0,0690
Mısır	0,0312	0,0261	0,0731	0,0375	0,0518
Fransa	0,0458	0,0356	0,0928	0,0488	0,0735
Almanya	0,0486	0,0400	0,1010	0,0516	0,0805
Yunanistan	0,0364	0,0283	0,0865	0,0430	0,0583
Irak	0,0251	0,0177	0,0609	0,0319	0,0374
İtalya	0,0442	0,0339	0,0919	0,0485	0,0709
Katar	0,0408	0,0317	0,0982	0,0435	0,0621
Rusya	0,0303	0,0255	0,0692	0,0389	0,0510
Türkiye	0,0370	0,0283	0,0801	0,0426	0,0590
Ukrayna	0,0356	0,0264	0,0741	0,0402	0,0409

3) İdeal ve Negatif İdeal Çözümlerin Hesaplanması:

A* seti için V matrisinin her sütunundaki en büyük değeri, A⁻ seti için V matrisinin her sütunundaki en küçük değer seçilmiş ve setler elde edilmiştir.

Tablo 3.9 İdeal ve Negatif İdeal Çözüm Değerleri

İDEAL VE NEGATİF İDEAL ÇÖZÜM DEĞERLERİNİN ELDE EDİLMESİ

	L1	L2	L3	L4	L5
A*	0,0486	0,0400	0,1015	0,0516	0,0805
A ⁻	0,0251	0,0177	0,0609	0,0319	0,0374

4) İdeal ve Negatif İdeal Çözüm Noktalarına Olan Uzaklıkların Hesaplanması:

Her bir karar noktası için ideal çözüm noktasına olan uzaklıkları eşitlik (16) ve eşitlik (19) dan yararlanılarak hesaplanmıştır.

Tablo 3.10 S_i^+ ve S_i^- Değerleri

UZAKLIK DEĞERLERİNİN ELDE EDİLMESİ		
Ülke Adı	S_i^+	S_i^-
Cezayir	0,062	0,010
Avusturalya	0,020	0,052
Avusturya	0,005	0,066
Bulgaristan	0,041	0,031
Çin	0,019	0,052
Mısır	0,048	0,022
Fransa	0,013	0,058
Almanya	0,000	0,070
Yunanistan	0,033	0,038
Irak	0,070	0,000
İtalya	0,016	0,055
Katar	0,023	0,051
Rusya	0,051	0,020
Türkiye	0,036	0,035
Ukrayna	0,053	0,021

5) İdeal Çözüm Noktasına Olan Görelî Yakınlığın Hesaplanması:

Alternatiflerin, ideal çözüm ve negatif ideal çözüme olan uzaklıkları yardımıyla ideal çözüme olan görelî yakınlı değerleri Eşitlik (18) de yer alan formül kullanılarak bulunmaktadır.

Tablo 3.11 Skor Değerleri ve Sıralama

TOPSİS Yöntemi ile Elde Edilen Skorlar ve Sıralamaları

Ülke Adı	Skor	Sıralama
Cezayir	0,1366	2
Avusturalya	0,7202	10
Avusturya	0,9329	14
Bulgaristan	0,4301	6
Çin	0,7374	11
Mısır	0,3165	5
Fransa	0,8215	13
Almanya	0,9931	15
Yunanistan	0,5383	8
Irak	0,0000	1
İtalya	0,7757	12
Katar	0,6854	9
Rusya	0,2794	3
Türkiye	0,4940	7
Ukrayna	0,2837	4

6) Alternatiflerin Sıralaması:

TOPSIS yönteminde en iyi alternatif ideal çözüme en yakın seçenek kabul edilir. Tabloda görüldüğü gibi büyükten küçüğe doğru sıralandığında ideal çözüm noktasına en yakın ülke Almanya olmuştur.

VIKOR YÖNTEMİ İLE ÜLKELERİN LOJİSTİK PERFORMANSININ DEĞERLENDİRİLMESİ

1) Karar Matrisinin Oluşturulması:

Karar matrisi tablosu aşağıda paylaşılmıştır.

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{m1} & x_{m2} & \dots & x_{mn} \end{bmatrix}$$

2) Her Kriter için En İyi (f_i^*) ve En Kötü (f_i^-) Değerlerinin Bulunması :

Bu aşamada her kriter için En İyi (f_i^*) ve En Kötü (f_i^-) değerler hesaplanmıştır. Bu yapılırken kriterin özelliği de gözönünde tutulmuştur. Tüm kriterler fayda özelliğinde olup kriterler maksimum yönlüdür. Bu nedenle diğer tüm kriterlerde işlem, Eşitlik (19) nolu eşitlikler kullanılarak yapılmıştır.

Tablo 3.12 En İyi ve En Kötü Değerler

Ülke Adı	L1	L2	L3	L4	L5
Cezayir	2,6049	2,3912	2,3875	2,7612	2,4214
Avusturalya	3,8166	3,7094	3,2472	3,9761	3,9684
Avusturya	4,0871	4,0836	3,8775	4,2508	4,1816
Bulgaristan	3,0153	2,8813	3,2337	3,3135	2,7630
Çin	3,6485	3,5950	3,5357	3,8400	3,7532
Mısır	2,7244	2,8178	2,7919	3,1944	2,8178
Fransa	3,9994	3,8383	3,5453	4,1520	3,9969
Almanya	4,2394	4,3107	3,8590	4,3921	4,3744
Yunanistan	3,1751	3,0558	3,3031	3,6623	3,1725
Irak	2,1915	1,9084	2,3248	2,7199	2,0335
İtalya	3,8549	3,6550	3,5121	4,1266	3,8529
Katar	3,5615	3,4187	3,7500	3,7044	3,3750
Rusya	2,6460	2,7493	2,6440	3,3133	2,7752
Türkiye	3,2331	3,0468	3,0607	3,6281	3,2100
Ukrayna	3,1093	2,8426	2,8293	3,4221	2,2213

En iyi değer f_i^*	4,2394	4,3107	3,8775	4,3921	4,3744
En kötü değer f_j^-	2,1915	1,9084	2,3248	2,7199	2,0335

3) Normalizasyon İşlemi ve Normalize Karar Matrisinin Oluşturulması:

Eşitlik (21)'te verilen formülü yardımıyla hesaplanan değerler ile R normalize karar matrisini oluşturulur.

Tablo 3.13 Normalize Karar Matrisi

Normalize Karar Matrisi					
Ülke Adı	L1	L2	L3	L4	L5
Cezayir	0,7982	0,7990	0,9596	0,9753	0,8343
Avusturalya	0,2064	0,2503	0,4059	0,2488	0,1734
Avusturya	0,0744	0,0945	0,0000	0,0845	0,0824
Bulgaristan	0,5977	0,5950	0,4146	0,6450	0,6884
Çin	0,2886	0,2979	0,2201	0,3302	0,2654
Mısır	0,7398	0,6215	0,6992	0,7163	0,6650
Fransa	0,1172	0,1966	0,2140	0,1436	0,1613
Almanya	0,0000	0,0000	0,0119	0,0000	0,0000
Yunanistan	0,5197	0,5224	0,3700	0,4365	0,5134
Irak	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
İtalya	0,1877	0,2729	0,2354	0,1588	0,2228
Katar	0,3310	0,3713	0,0821	0,4113	0,4269
Rusya	0,7781	0,6500	0,7944	0,6452	0,6832
Türkiye	0,4914	0,5261	0,5261	0,4569	0,4974
Ukrayna	0,5518	0,6111	0,6751	0,5801	0,9198

4) Normalize Karar Matrisinin Ağırlıklandırılması:

Ağırlıklandırılmış normalize karar matrisi elemanları, $v_{ij} = r_{ij} \cdot w_j$ formülü yardımıyla hesaplanarak ağırlıklı normalize karar matrisi oluşturulmuştur.

Tablo 3.14 Ağırlıklı Normalize Karar Matrisi

Ağırlıklı Normalize Karar Matrisi					
Ülke Adı	L1	L2	L3	L4	L5
Cezayir	0,120	0,094	0,314	0,163	0,198
Avusturalya	0,031	0,030	0,133	0,041	0,041
Avusturya	0,011	0,011	0,000	0,014	0,020
Bulgaristan	0,090	0,070	0,136	0,108	0,164
Çin	0,043	0,035	0,072	0,055	0,063
Mısır	0,111	0,073	0,229	0,119	0,158
Fransa	0,018	0,023	0,070	0,024	0,038
Almanya	0,000	0,000	0,004	0,000	0,000
Yunanistan	0,078	0,062	0,121	0,073	0,122
Irak	0,150	0,118	0,328	0,167	0,238
İtalya	0,028	0,032	0,077	0,026	0,053
Katar	0,050	0,044	0,027	0,069	0,102
Rusya	0,117	0,077	0,260	0,108	0,162
Türkiye	0,074	0,062	0,172	0,076	0,118
Ukrayna	0,083	0,072	0,221	0,097	0,219

5) Ortalama Grup Faydası (S_i) ve En Büyük Pişmanlık (R_i) Değerlerinin Hesaplanması:

Tüm alternatifler için S_i ve R_i değerleri Eşitlik (22)'de ve Eşitlik (23)'te verilen formüller yardımıyla hesaplanır. Elde edilen tüm S_i ve R_i değerleri aşağıdaki tabloda paylaşılmıştır.

Tablo 3.15 S_i ve R_i Değerleri

S_i ve R_i Değerleri

Ülke Adı	S_i	R_i
Cezayir	0,889	0,314
Avusturalya	0,276	0,133
Avusturya	0,056	0,020
Bulgaristan	0,567	0,164
Çin	0,269	0,072
Mısır	0,691	0,229
Fransa	0,173	0,070
Almanya	0,004	0,004
Yunanistan	0,456	0,122
Irak	1,000	0,328
İtalya	0,217	0,077
Katar	0,290	0,102
Rusya	0,724	0,260
Türkiye	0,503	0,172
Ukrayna	0,691	0,221

$S^*(S_i \text{ daki min değer})$	0,004	0,004	$R^*(R_i \text{ daki min değer})$
$S^-(S_i \text{ daki max değer})$	1,000	0,328	$R^-(R_i \text{ daki max değer})$

6) Q_i Değerlerinin Hesaplanması:

Tüm alternatifler için Q_i değerleri, Eşitlik (24)'da verilen formül ile hesaplanır.

Tablo 3.16 Q_i Değerleri

Q_i Değerleri

Ülke Adı	Q_i
Cezayir	0,924
Avusturalya	0,336
Avusturya	0,050
Bulgaristan	0,529
Çin	0,238
Mısır	0,693
Fransa	0,187
Almanya	0,000
Yunanistan	0,409
Irak	1,000
İtalya	0,220
Katar	0,295
Rusya	0,757
Türkiye	0,510
Ukrayna	0,681

7) Alternatiflerin Sıralanması Ve Koşulların Denetlenmesi:

Tablo 3.17 'de S_i , R_i ve Q_i değerleri küçükten büyüğe doğru sıralanıp alternatiflere ilişkin üç sıralama listesi elde edilir.

Tablo 3.17 Q_i , S_i ve R_i Değerleri

Q_i , S_i ve R_i Değerlerinin Küçükten Büyüğe Sıralanması

Ülke Adı	Q_i	Ülke Adı	S_i	Ülke Adı	R_i
Almanya	0,000	Almanya	0,004	Almanya	0,004
Avusturya	0,050	Avusturya	0,056	Avusturya	0,020
Fransa	0,187	Fransa	0,173	Fransa	0,070
İtalya	0,220	İtalya	0,217	Çin	0,072
Çin	0,238	Çin	0,269	İtalya	0,077
Katar	0,295	Avusturalya	0,276	Katar	0,102
Avusturalya	0,336	Katar	0,290	Yunanistan	0,122
Yunanistan	0,409	Yunanistan	0,456	Avusturalya	0,133
Türkiye	0,510	Türkiye	0,503	Bulgaristan	0,164
Bulgaristan	0,529	Bulgaristan	0,567	Türkiye	0,172
Ukrayna	0,681	Mısır	0,691	Ukrayna	0,221
Mısır	0,693	Ukrayna	0,691	Mısır	0,229
Rusya	0,757	Rusya	0,724	Rusya	0,260
Cezayir	0,924	Cezayir	0,889	Cezayir	0,314
Irak	1,000	Irak	1,000	Irak	0,328

Oluşan sıralamanın doğruluğunun kontrolü için alternatiflerin kabul edilebilir avantaj ve kabul edilebilir istikrar koşullarının uygunlukları kontrol edilir. Buna göre Q_i sıralamasında Almanya en küçük değerle ilk sırada A_1 ile Avusturya ise ikinci sırada A_2 ile gösterilir. Burada ilk sıradaki Almanya alternatifi için Koşul(1) ve Koşul(2) şartlarının sağlayıp sağlamadığı aşağıdaki belirtilen şekilde kontrol edilir.

Koşul (1)

$$Q(A_2) - Q(A_1) \geq DQ \quad , DQ = 0,0714$$

$$0,05 - 0,00 \geq DQ$$

$0,05 < 0,0714$ olduğundan Almanya için kabul edilebilir avantaj koşulu sağlanamaz.

Koşul (2)

Q_i sıralamasına bakıldığında sıralamada en küçük değere sahip ülke Almanya'dır. S_i ve R_i sıralamalarına bakıldığında da en küçük değer yine Almanya olmuş ve kabul edilebilir istikrar koşulu sağlanmıştır. Burada S_i veya R_i sıralamalarından birini sağlaması yeterlidir.

Tablo 3.18 Q_i , S_i ve R_i Değerleri Sıralaması **Q_i , S_i ve R_i Değerlerinin Küçükten Büyüğe Sıralanması**

Ülke Adı	Q_i	Ülke Adı	S_i	Ülke Adı	R_i
Almanya	0,000	Almanya	0,004	Almanya	0,004
Avusturya	0,050	Avusturya	0,056	Avusturya	0,020
Fransa	0,187	Fransa	0,173	Fransa	0,070
İtalya	0,220	İtalya	0,217	Çin	0,072
Çin	0,238	Çin	0,269	İtalya	0,077
Katar	0,295	Avusturalya	0,276	Katar	0,102
Avusturalya	0,336	Katar	0,290	Yunanistan	0,122
Yunanistan	0,409	Yunanistan	0,456	Avusturalya	0,133
Türkiye	0,510	Türkiye	0,503	Bulgaristan	0,164
Bulgaristan	0,529	Bulgaristan	0,567	Türkiye	0,172
Ukrayna	0,681	Mısır	0,691	Ukrayna	0,221
Mısır	0,693	Ukrayna	0,691	Mısır	0,229
Rusya	0,757	Rusya	0,724	Rusya	0,260
Cezayir	0,924	Cezayir	0,889	Cezayir	0,314
Irak	1,000	Irak	1,000	Irak	0,328

Almanya'nın en iyi çözüm olabilmesi için Koşul(1) ve Koşul(2) kriterlerini sağlaması gerekir. Koşul (1) sağlanamadığı için $A_1, A_2, \dots, A_m$ alternatiflerinin tamamı uzlaşık en iyi çözüm kümesinde yer alacaktır. Bu çözüm kümesinde yer alacak alternatifler $Q(A_m) - Q(A_1) < DQ$ ilişkisini sağlayan alternatifler olmalıdır. Eşitsizlikte A_m ile belirtilen alternatif, Q_i sıralamasındaki belirtilen eşitsizliği sağlayan son alternatifi ifade eder.[6]

A_1 =Almanya, A_2 =Avusturya, A_3 =Fransa, A_4 =İtalya, A_5 =Çin, A_6 =Katar, A_7 =Avusturalya,

A_8 =Yunanistan, A_9 =Türkiye, A_{10} =Bulgaristan, A_{11} =Ukrayna, A_{12} =Mısır, A_{13} =Rusya, A_{14} =Cezayir, A_{15} =Irak olduğuna göre;

$$Q(A_m) - Q(A_1) < DQ$$

$$Q(A_2) - Q(A_1) = 0,05 < 0,0714 \text{ olduğundan Avusturya koşulu sağlamakta,}$$

$$Q(A_3) - Q(A_1) = 0,187 > 0,0714 \text{ olduğundan Fransa koşulu sağlamamakta,}$$

$$Q(A_4) - Q(A_1) = 0,220 > 0,0714 \text{ olduğundan İtalya koşulu sağlamamakta,}$$

Tablo 3.19 Q_i Değerleri Sıralaması

Ülke Adı	Q_i
Almanya	0,000
Avusturya	0,050
Fransa	0,187
İtalya	0,220
Çin	0,238
Katar	0,295
Avusturalya	0,336
Yunanistan	0,409
Türkiye	0,510
Bulgaristan	0,529
Ukrayna	0,681
Mısır	0,693
Rusya	0,757
Cezayir	0,924
Irak	1,000

Hesaplamalar diğer alternatifler içinde yapılmıştır. Çıkan sonuçlara bakıldığında $(A_m)=\text{Avusturya}$ olup en iyi çözüm= $\{\text{Almanya}, \text{Avusturya}\}$ 'dir. En iyi çözüm içinde bulunan tüm alternatifler uzlaşık çözümdür. Aynı zamanda alternatifler içinde minimum Q_i değerine sahip olan Almanya en iyi alternatif olarak kabul edilir.

SAW YÖNTEMİ İLE ÜLKELERİN LOJİSTİK PERFORMANSININ DEĞERLENDİRİLMESİ

SAW Yöntemiyle yapılan uygulamada ilk olarak karar matrisi kriterleri normalize edilecektir. Normalizasyon işleminde 5 değerlendirme kriteride fayda kriteri olarak değerlendirilmiştir. Eşitlik (29) kullanılarak alternatiflerin normalize değerleri hesaplanmıştır.

Tablo 3.20 SAW Yöntemi Karar Matrisi

KARAR MATRİSİ						
Ülke Adı	Time	L1	L2	L3	L4	L5
Cezayir	2018	2,6049	2,3912	2,3875	2,7612	2,4214
Avusturalya	2018	3,8166	3,7094	3,2472	3,9761	3,9684
Avusturya	2018	4,0871	4,0836	3,8775	4,2508	4,1816
Bulgaristan	2018	3,0153	2,8813	3,2337	3,3135	2,7630
Çin	2018	3,6485	3,5950	3,5357	3,8400	3,7532
Mısır	2018	2,7244	2,8178	2,7919	3,1944	2,8178
Fransa	2018	3,9994	3,8383	3,5453	4,1520	3,9969
Almanya	2018	4,2394	4,3107	3,8590	4,3921	4,3744
Yunanistan	2018	3,1751	3,0558	3,3031	3,6623	3,1725
Irak	2018	2,1915	1,9084	2,3248	2,7199	2,0335
İtalya	2018	3,8549	3,6550	3,5121	4,1266	3,8529
Katar	2018	3,5615	3,4187	3,7500	3,7044	3,3750
Rusya	2018	2,6460	2,7493	2,6440	3,3133	2,7752
Türkiye	2018	3,2331	3,0468	3,0607	3,6281	3,2100
Ukrayna	2018	3,1093	2,8426	2,8293	3,4221	2,2213

Max Değer	4,2394	4,3107	3,8775	4,3921	4,3744
------------------	--------	--------	--------	--------	--------

Elde edilen Normalize edilmiş Karar Matrisi Tablo 3.20 tabloda belirtilmiştir.

Tablo 3.21 Normalize Karar Matrisi

NORMALİZE KARAR MATRİSİ						
Ülke Adı	Time	L1	L2	L3	L4	L5
Cezayir	2018	0,6144	0,5547	0,6157	0,6287	0,5535
Avusturalya	2018	0,9003	0,8605	0,8374	0,9053	0,9072
Avusturya	2018	0,9641	0,9473	1,0000	0,9678	0,9559
Bulgaristan	2018	0,7113	0,6684	0,8340	0,7544	0,6316
Çin	2018	0,8606	0,8340	0,9118	0,8743	0,8580
Mısır	2018	0,6426	0,6537	0,7200	0,7273	0,6441
Fransa	2018	0,9434	0,8904	0,9143	0,9453	0,9137
Almanya	2018	1,0000	1,0000	0,9952	1,0000	1,0000
Yunanistan	2018	0,7490	0,7089	0,8518	0,8338	0,7252
Irak	2018	0,5169	0,4427	0,5996	0,6193	0,4649
İtalya	2018	0,9093	0,8479	0,9057	0,9395	0,8808
Katar	2018	0,8401	0,7931	0,9671	0,8434	0,7715
Rusya	2018	0,6242	0,6378	0,6819	0,7544	0,6344
Türkiye	2018	0,7626	0,7068	0,7893	0,8261	0,7338
Ukrayna	2018	0,7334	0,6594	0,7297	0,7792	0,5078

Normalizasyon işlemi uygulanmış değerler, CRITIC yöntemle elde edilmiş ağırlık değerleri ile çarpılarak SAW metodunun fayda matrisini oluşturulmuştur. Oluşan değerler satır olarak toplanır ve en yüksek değer en iyi sonucu verir.[9] Bu durumda en lojistik performansa sahip ülke Almanya olmuştur.

Tablo 3.22 Fayda Matrisi

SAW YÖNTEMİ İLE ELDE EDİLEN FAYDA MATRİSİ

Ülke Adı	L1	L2	L3	L4	L5	(Toplam)	Sıralama
Cezayir	0,0922	0,0654	0,2017	0,1048	0,1317	0,5957	2
Avusturalya	0,1351	0,1014	0,2743	0,1509	0,2158	0,8775	11
Avusturya	0,1446	0,1117	0,3276	0,1613	0,2274	0,9726	14
Bulgaristan	0,1067	0,0788	0,2732	0,1257	0,1502	0,7347	6
Çin	0,1291	0,0983	0,2987	0,1457	0,2041	0,8759	10
Mısır	0,0964	0,0771	0,2359	0,1212	0,1532	0,6838	5
Fransa	0,1415	0,1050	0,2995	0,1576	0,2173	0,9209	13
Almanya	0,1500	0,1179	0,3260	0,1667	0,2378	0,9984	15
Yunanistan	0,1124	0,0836	0,2790	0,1390	0,1725	0,7864	8
Irak	0,0776	0,0522	0,1964	0,1032	0,1106	0,5399	1
İtalya	0,1364	0,1000	0,2967	0,1566	0,2095	0,8992	12
Katar	0,1260	0,0935	0,3168	0,1406	0,1835	0,8604	9
Rusya	0,0936	0,0752	0,2234	0,1257	0,1509	0,6688	3
Türkiye	0,1144	0,0833	0,2586	0,1377	0,1745	0,7685	7
Ukrayna	0,1100	0,0777	0,2390	0,1299	0,1208	0,6774	4

SONUÇ

World Bank(Dünya Bankası) tan alınan veri seti üzerinde ÇKKV Yöntemlerinden TOPSIS,VIKOR ve SAW metotları ile seçilen 15 ülke için lojistik performans ölçümü gerçekleştirilmiştir .Yaptığımız çalışma neticesinde edilen sonuçlarda lojistik performans kalitesinde Avrupa ülkeleri diğer ülkelere göre daha iyidir..Lojistik performansında yapılan üç yönteme göre de en iyi performans Almanya'ya aittir.En iyi olan ilk dört ülkeyi sıraladığımızda Almanya, Avusturya ,Fransa ve İtalya 'dır. ilk sıralarda bulunan dört ülkede Avrupa Birliği ülkeleridir. Türkiye'nin de sıralamada yedide olduğu görülmektedir.Burada lojistik performans sırasına bakıldığında en düşük performans ise Irak ve Cezayir'e aittir. Çalışmaya konu olan Orta Doğu ve Kuzey Afrika ülkeleri lojistik performansı konusunda yetersiz durumdayken, en iyi performans Avrupa Birliği ülkelerine ait olduğu görülmektedir.

Ülkelerin lojistik performansını oluşturan uluslararası taşımacılık, fiyatlandırma, altyapı ve lojistik kalitesi,takip ve zamanlama gibi etmenler ülkeler arasındaki ticareti olumlu yönde değiştirmektedir.

Dolayısıyla, rekabetçi olmak isteyen politika uygulayıcıları ihracatlarını arttırmak için uluslararası piyasada lojistik performansını artı yönde değiştirecek önlemler almaları gerektiğini ortaya koymaktadır.

- [1] Data World Bank Lojistik Performans Veri Seti
- [2] K. Satılmış, E. Tuna, "Çok Kriterli Karar Verme Teknikleriyle Ülkelerin Lojistik Performanslarının Karşılaştırılması", Cukurova 10th International Scientific Researches Conference 02 - 04 April 2023 / Adana, Turkey,
- [3] N.Ö.Ofloğlu , C.Kalayci, S.Artan, H.Ç.Bal”Güsbeed, Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Elektronik Dergisi “Lojistik Performansındaki Gelişmelerin Uluslararası Ticaret Üzerindeki Etkileri: Ab Ve Mena Ülkeleri Örneği” Cilt: 9, Sayı: 24, Yıl: 2018
- [4] A.Döner Erzincan Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi” Tersine Lojistik Faaliyetleri: Erzincan Ve Erzurum İllerinde Bir Uygulama1” Issn 2148-9289 Yıl:2017,
- [5] Z.Yılmaz “İii. Ulaştırma Ve Lojistik Ulusal Kongresi Bildiri Özetleri” E-Isbn: 978-605-07-0770-0
- [6]Anadolu Üniversitesi İşletme Kitabı “İşletmelerde Karar Verme Teknikleri Ünite 8”
- [7] S.Summit “4th International Applied Sciences Congress” Isbn : 978-625-7341-42-4 Yıl:2021
- [8] S.Çakır, S.Perçin “Çok Kriterli Karar Verme Teknikleriyle Lojistik Firmalarında Performans Ölçümü”
- [9] N.Ömürbek, M.Karaatli, H.F.Balci”Entropi Temelli Maut Ve Saw Yöntemleri İle Otomotiv Firmalarının Performans Değerlemesi” Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi Ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi Cilt:31, Sayı:1, Yıl:2016, Ss. 227-255
- [10]S.Kun Sek“Xvii. Uluslararası Ekonometri, Yöneylem Araştırmaları Ve İstatistik Sempozyumu” Isbn: 978-605-4561-47-6 Yıl:2016
- [11] Y.Yener”Tmmob Makina Mühendisleri Odası Endüstri Mühendisliği Dergisi Uctea Chamber Of Mechanical Engineers Journal Of Industrial Engineering”Issn:300-3410 E-Isbn:2667-7539 Yıl:2021 Cilt:32 Sayı:3

TEZDEN ÜRETİLMİŞ YAYINLAR

Konferans Bildirileri

1. K. Satılmış, E. Tuna, "Çok Kriterli Karar Verme Teknikleriyle Ülkelerin Lojistik Performanslarının Karşılaştırılması", Cukurova 10th International Scientific Researches Conference 02 - 04 April 2023 / Adana, TURKEY, ISBN: 978-625-367-062-7

