



*Araştırma Makalesi / Research Article*

## COVID-19 PANDEMİSİ SÜRECİNDE LOJİSTİK FİRMALARININ PERFORMANSININ ENTROPİ-VİKOR YÖNTEMİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ

Gökhan AKANDERE<sup>1</sup>

### Öz

Bu çalışmada amaç COVID-19 pandemisi sürecinde 2020-2022 Ulaştırma Bakanları Avrupa Konferansı (UBAK) değerlendirme listesinde her yıl ilk onda yer alan lojistik firmalarının performans değerlendirmesini ele almaktır. Bu amaçla ENTROPİ ve VİKOR yöntemlerini birleştiren bir Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yaklaşımı kullanılmıştır. Çalışmanın ilk aşamasında kriterlere ilişkin objektif ağırlıklar Entropi ile hesaplanmıştır. Çalışmanın ikinci aşamasında ise lojistik firmaların performansı VİKOR yöntemine göre belirlenip sıralanmıştır. Entropi ağırlıklandırma yönteminden elde edilen bulgulara göre en önemli iki performans kriteri sırasıyla Belge Başına 3. Ülke Seferi (BB3ÜS) ve UBAK'tan Verilen İhtar Cezalarıdır (UVİC). Entrop-VİKOR yöntemi ile ulaşılan sonuçlara göre, kullanılan performans kriterleri açısından 2020 ve 2021 yılları için F7 ve 2022 yılı için de F5 firması en başarılı firmalar olduğu belirlenmiştir. Bu çalışmanın bulguları, mevcut pazar paylarını korumak ve artırmak için yoğun rekabet koşulları altında kaynaklarını etkin ve verimli şekilde kullanmak zorunda olan lojistik firmaları ve standart bir lojistik sistemi oluşturmak için çalışan karar verici taraflar açısından büyük önem taşımaktadır.

**Anahtar Sözcükler:** Entropi, VİKOR, Lojistik, COVID-19

**JEL Kodları:** C61, L91

## EVALUATION OF THE PERFORMANCE OF LOGISTICS COMPANIES BY THE ENTROPY-VICOR METHOD DURING THE COVID-19 PANDEMIC PROCESS

### Abstract

The aim of this study is to discuss the performance evaluation of logistics companies that are in the top ten every year in the evaluation list of the 2020-2022 European Conference of Ministers of Transport (UBAK) during the COVID-19 pandemic. For this purpose, a Multi-Criteria Decision Making (MCDM) approach combining ENTROPY and VIKOR methods was used. In the first stage of the study, the objective weights of the criteria were calculated with Entropy. In the second stage of the study, the performance of logistics companies was determined and ranked according to the VIKOR method. According to the findings obtained from the entropy weighting method, the two most important performance criteria are the 3rd Country Expedition Per Document (BB3ÜS) and the Warning Penalties from UBAK (UVIC), respectively. According to the results obtained with the Entrop-VIKOR method, it has been determined that the F7 company for the years 2020 and 2021 and the F5 company for the year 2022 are the most successful companies in terms of the performance criteria used. The findings of this study are of great importance for logistics companies that have to use their resources effectively and efficiently under intense competition conditions in order to maintain and increase their existing market shares, and for decision-makers working to create a standard logistics system.

**Keywords:** Entropy, VIKOR, Logistics, COVID-19

**JEL Codes:** C61, L91

<sup>1</sup> Dr. Öğr. Üyesi, Selçuk Üniversitesi, gakandere@selcuk.edu.tr, ORCID: 0000-0002-5051-1154.

**Başvuru Tarihi** (Received): 02.09.2022 **Kabul Tarihi** (Accepted): 24.10.2022

## Giriş

COVID-19 pandemisinin ülkelerin ekonomilerini, tedarik zincirlerini ve lojistik faaliyetlerini olumsuz şekilde etkilemiştir. Lojistik işletmeleri pandeminin ilk aylarında endüstriyel üretimin birçok sektöründe arzın askıya alınması veya önemli ölçüde azalması ve sınır geçişlerindeki çeşitli kısıtlamalar nedeniyle son derece zor koşullar altında çalışmak zorunda kalmıştır. Taşımacılık firmalarının taşıdıkları yükleri ve araç rotalarını optimize etmede güçlük çekmiş ve personelinin güvenliğini sağlamak için bir dizi koruyucu önlemler almak zorunda kalmıştır (Switala ve Lukasiewicz, 2021). Özellikle lojistik sürecin en önemli parçalarından biri olan taşımacılık sektörünün olumsuzluklardan en çok etkilenen sektörlerden biri olduğu görülmüştür (Aydiner ve Şener, 2021).

Karayolu taşımacılığı, esneklik ve kapıdan kapıya ulaşım gibi önemli avantajlarıyla taşımacılık sektörünün en önemli alt sektörlerinden biridir. Türkiye karayolu taşımacılığı yoğunluklu bir sektör yapısına sahiptir. Dünya Ekonomik Forumu'nun verilerine göre Türkiye, karayolu altyapısı ile ilgili kriterlerde diğer ulaşım modları kriterlerine göre daha üst sıralarda yer almaktadır (T.C. Sanayi ve Kalkınma Bakanlığı, 2021).

Ancak karayolu ulaşım araçlarında fosil yakıtların yoğun kullanımı sonucu çevreyi olumsuz etkilemesi nedeniyle ulaşım modlarının gerisinde kalmaktadır. Bu bağlamda Türkiye'de 2019 yılında toplam yük miktarının %6,8'i denizyolu (20,52 milyon ton), %88,6'sı karayolu (267,579 milyon ton) ve %4,6'sı demiryolu (13,83 milyon ton) ile taşınmıştır. Bu veriler karayolu taşımacılığının baskın yapısını açıkça göstermektedir (T.C. Sanayi ve Kalkınma Bakanlığı, 2021).

Türkiye ulaştırma sektöründe optimum maliyet ve sürdürülebilirlik odaklı bir büyüme oluşturulabilmesi için diğer taşıma türlerinin de etkin ve dengeli şekilde kullanılması gerekmektedir. Bu bağlamda lojistik firmalarının performanslarının değerlendirilmesi önemli hale gelmektedir.

Bu çalışmada, 2020-2022 yılları itibariyle UBAK değerlendirme listesinde her yıl ilk onda yer alan lojistik firmalarının performans ölçümü ENTROPİ-VİKOR yaklaşımıyla değerlendirilmiştir. Çalışmanın aşağıdaki boşlukları doldurarak önceki literatüre katkı sağlayacağı ifade edilebilir:

- Lojistik sektörde faaliyet gösteren firmalar açısından performans kriterlerinin önem düzeyini belirleme
- Firma başarısının değerlendirilmesinde ÇKKV yöntemlerinin kullanılmasıyla karar verici mekanizmalara katkı sağlama

Çalışmanın birinci bölümünde araştırma konusuna ilişkin önceki literatürde yapılmış çalışmalara yer verilmiştir. İkinci bölümde çalışmanın amacına ulaşmak için kullanılan ÇKKV prosedürleri ve veri seti açıklanmıştır. Üçüncü bölümde ise performans değerlendirme için kullanılan modelin bulguları değerlendirilmiştir edilmiştir. Son bölümde sonuç, sınırlılıklar ve öneriler sunulmuştur.

## 1. ENTROPİ-VİKOR Yöntemlerine İlişkin Literatür Araştırması

Literatürde Entropi-VİKOR yöntemleri kullanılarak yapılmış birçok çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmalar genel olarak (1) sürdürülebilirlik ve çevresel performansı konu alan çalışmalar, (2) teknolojik ve inovasyon performansını konu alan çalışmalar ve (3) üretim sektöründe performansı konu alan çalışmalar ve (4) hizmet sektöründe performansı konu alan çalışmalar olmak üzere dört grupta özetlenebilir. Literatürdeki çalışmalar Tablo 1'de, amaç ve yöntemlerine göre özetlenmektedir.

**Tablo 1:** *Literatürde Entropi-VIKOR Yöntemi Kullanılan Çalışmalar*

Amaç	Yöntem	Yazar(lar)
Çalışmada, ISO 14001 standardının (Çevre Yönetim Sistemi) uygulanmasında kilit bir adım olarak kabul edilen çevresel etkileri AHP, Entropy, TOPSIS ve VIKOR yöntemleri ile değerlendirilmiştir.	AHP, Entropy, TOPSIS ve VIKOR yöntemleri	Jovanovic, Shah, Vujovic ve Krivokapic, (2014)
Çalışmada, iş performansının iyileştirilmesi için bir temel sağlamak üzere 2010 yılında Tayvan'ın borsada işlem gören yarı iletken şirketlerinin verimlilik ve işletme performansının değerlendirilmesi için bir karar verme modeli önerilmiştir.	GREY, Veri Zarflama, Entropi ve VIKOR yöntemleri	Hsu, (2015)
Çalışmada, KOBİ'lerde sürdürülebilir strateji seçimi ve bu tür sorunları çözmek için bütünlük çok kriterli karar verme (MCDM) yöntemlerine dayalı bir model önerilmiştir.	Entropi ve VIKOR yöntemleri	Basuki, (2016)
Çalışmada, çevre koruma işletmelerinin geliştirilmesine yönelik olarak, büyüme kaynakları, büyüme yeteneği ve büyüme inovasyonunu içeren bir büyüme değerlendirme indeks sistemi kurulmuş ve Entropy-VIKOR algoritması ile göstergelerin subjektif ağırlıklandırılmasından kaçınan bir büyüme değerlendirme modeli oluşturulmuştur.	Entropi ve VIKOR yöntemleri	Wang ve Lin, (2018)
Çalışmada, Forbes dergisinin açıkladığı Global 2000 listesindeki bilişim teknolojisi sektöründeki bilgisayar donanım firmalarının performans değerlendirilmesi yapılmıştır.	Bütünlük ENTROPİ AĞIRLIK-VIKOR yöntemi	Gök-Kısa ve Perçin, (2018)
Çalışmada, Avrupa şehirlerinin akıllı ve kentsel gelişim göstergelerine, ekonomik, sosyal, çevresel ve yönetsel boyutlara göre sıralamasını yapılmıştır.	Entropi ve VIKOR yöntemleri	Stanković, Popović ve Marjanović, (2019)
Çalışmada, endüstri uzmanları, akademi ve literatür taraması yardımıyla alın, Yeşil ve Çevik üretim sistemini etkileyen faktörler hakkında ayrıntılı bir çalışma sunulmaktadır. Faktörler, Entropi yaklaşımı ve VIKOR yardımıyla belirlenir ve sıralanır.	Entropi ve VIKOR yöntemleri	Sindhwani vd., (2020)
Çalışmada, VIKOR ve Entropi yöntemleriyle sağlık turizminin Çin, Tayvan, Japonya, Güney Kore arasındaki rekabet gücü değerlendirilmiştir.	Entropi ve VIKOR yöntemleri	Chen, (2020)
Çalışmada, Nesnelerin İnterneti'nin (IoT) iş sürekliliği ve bilgi güvenliği araştırmasına dayanarak, Nesnelerin İnterneti güvenliği için önemli bir iş düğümü tanımlama modeli önerilmiştir.	AHP, Entropi ve VIKOR yöntemleri	Xie, Yang ve Zhang, (2020)
Çalışmada, Hindistan bağlamında okulların girdi düzeyindeki performansını değerlendirmek ve bu performansın bağlamsal faktörlerle birlikte etkisini araştırmak için bütünlük çok kriterli karar verme (MCDM) regresyon tabanlı bir metodoloji önerilmiştir.	Entropi ve VIKOR yöntemleri	Adhikari vd., (2021)
Çalışmada, firmaların ekonomik, çevresel ve sosyal hedeflerine ulaşma derecesini değerlendirmelerine yardımcı olmak için hibrit Entropi, VIKOR ve MAUT yöntemlerini kapsayan çok kriterli karar verme (ÇKKV) yöntemine dayalı bir yaklaşım önerilmiştir.	Entropi, VIKOR ve MAUT yöntemleri	Aktaş ve Demirel, (2021)
Çalışma, Malezya inşaat sektörü şirketlerinin finansal performansı, finansal oranlara dayalı olarak değerlendirmeyi ve karşılaştırmayı amaçlamaktadır.	Entropi ve VIKOR yöntemleri	Siew, Fai ve Hoe, (2021)
Çalışmada, sürdürülebilirlik kriterlerine uygun özel markalı tedarikçi seçimi için yeni bir üç aşamalı ÇKKV modeli önerilmiştir.	Entropi ve VIKOR yöntemleri	Zhang vd., (2021)
Çalışmada, Nesnelerin İnterneti teknolojisi hizmetleri sunan şirketlerin 15 satış ve pazarlama yöneticileriyle hedeflenen bir pazarlama modelinin tasarımında müşteri kümelenmesinin rolünü araştırılmıştır.	Entropi ve VIKOR yöntemleri	Teimouri vd., (2021)

Çalışmada, Fujian bölgesinde stratejik gelişen endüstriler için bir değerlendirme sistemi oluşturulmuştur.	Entropi ve VIKOR yöntemleri	Zheng vd., (2021)
Çalışmada, tedarikçinin değerlendirmesi için ana kriterlerin belirlenmesi, havacılık endüstrisinde havayolu (uçuş operasyonları) ve uçuş operasyonlarında en iyi tedarikçi seçimi değerlendirilmiştir.	Entropi ve VIKOR yöntemleri	Borjalilu, Sazvar ve Nayeri, (2021)
Çalışmada, küçük ve orta ölçekli inşaat işletmelerinin gelişimi göz önünde bulundurularak, büyüme kaynakları, büyüme yeteneği ve büyüme inovasyonunu içeren bir büyüme değerlendirme indeks sistemi kurulmuş ve geliştirilmiş Entropi-VIKOR algoritması kullanılarak bir büyüme değerlendirme modeli oluşturulmuştur.	Entropi ve VIKOR yöntemleri	Wang vd., (2022)

Bu çalışmada amaç COVID-19 pandemisi sürecinde 2020-2022 Ulaştırma Bakanları Avrupa Konferansı (UBAK) değerlendirme listesinde her yıl ilk onda yer alan lojistik firmalarının performans değerlendirmesini ele almaktır. Literatürde lojistik sektörünü önemli bir parçası olan lojistik firmalarının performansını değerlendiren sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu bağlamda çalışmanın, lojistik sektöründe faaliyet gösteren firmalar açısından kullanılan performans kriterlerinin önem düzeyinin belirlemesi ve firmaların başarısının değerlendirilmesinde Entropi-VIKOR yöntemlerinin kullanılmasıyla karar verici mekanizmalara katkı sağlanması bakımından önceki literatüre katkı sağlayacağı ifade edilebilir.

## 2. Yöntem

Bu çalışmada, 2020-2022 yılları itibariyle UBAK değerlendirme listesinde her yıl ilk onda yer alan lojistik firmalarının performans ölçümü ENTROPİ-VİKOR yaklaşımıyla değerlendirilmiştir. Çalışmada performans değerlendirmesi için kullanılan kriterler Tablo 2’de yer almaktadır.

**Tablo 2: UBAK Değerlendirme Kriterleri**

Kriter	Kısaltması		Kaynak
Çarpanlı Euro Taşıt Toplamı	ÇETT	Fayda Yönlü	UBAK 2020-2022 Değerlendirme Kriterleri
Aritmetik Ortalamalı Taşıtlı Sayısı	AOTS	Fayda Yönlü	
Sefer Sayısı	SS	Fayda Yönlü	
Verimlilik	V	Fayda Yönlü	
Belge Başına 3. Ülke Seferi	BB3ÜS	Fayda Yönlü	
UBAK'tan Verilen İhtar Cezaları	UVİC	Maliyet Yönlü	

Çalışmada, COVID-19 pandemisi sürecinde (2020-2022) UBAK değerlendirme listesinde her yıl ilk onda yer alan lojistik firmaları ve kısaltmaları Tablo 3’te gösterilmiştir.

**Tablo 3: UBAK Değerlendirme Listesinde Yer Alan Firmalar**

Firma Ünvanı	Kısaltma Değeri
1 EKOL LOJİSTİK LİMİTED ŞİRKETİ	F1
2 MARS LOJİSTİK ULUS. TAŞ. DEP. DAĞ.VE TİC. ANONİM ŞİRKETİ	F2
3 BARSAN GLOBAL LOJİSTİK ANONİM ŞİRKETİ	F3
4 NETLOG LOJİSTİK HİZMETLERİ ANONİM ŞİRKETİ	F4
5 EKOL LOJİSTİK ANONİM ŞİRKETİ	F5
6 EVOLOG NAKLİYAT VE LOJİSTİK HİZMETLERİ TİCARET LİMİTED ŞİRKETİ	F6
7 ORKUN ULUSLARARASI NAKLİYE İHRACAT VE TİCARET LİMİTED ŞİRKETİ	F7

### 2.1. Entropi Yöntemi

Entropi başlangıçta termodinamikte bir kavram olarak ortaya çıkmıştır. Bir sistemin düzensizliğini ve karışıklık derecesini hesaplamak için kullanıldı. Shannon bunu bilgi teorisinin problemlerini çözmek için uyguladı ve onu belirsizlikle başa çıkmanın yollarından biri haline getirdi (Shannon, 1948). Entropi teorisine göre, Entropi değeri ne kadar azsa, o kadar fazla bilgi sağlanabilir. Bu

nedenle, kritere daha büyük bir ağırlık atanabilir. Entropi ağırlığı kavramı birçok alanda yaygın olarak kullanılmaktadır (Lee ve Chang, 2018).

Entropi yönteminin aşamaları aşağıdaki gibidir (Lotfi ve Fallahnejad, 2010):

Değişkenlerin karar matrisinde, bir karar problemi için  $m$  alternatif ( $X_1, X_2, X_3, \dots, X_m$ ) ve  $n$  kriter ( $K_1, K_2, K_3, \dots, K_n$ ) olduğunu varsayılır. Daha sonra ilk karar matrisi oluşturulur.

$$D = \begin{matrix} a_1 \\ \vdots \\ a_m \end{matrix} \begin{bmatrix} x_{11} & \cdots & x_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{m1} & \cdots & x_{mn} \end{bmatrix} \quad (1)$$

Karar matrisi normalleştirilir.

$$p_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^m x_{ij}} \quad \forall i, j \quad (2)$$

Değerlendirmede kullanılmak üzere kriterleri Entropisi hesaplanır.

$$e_{ij} = - \sum_{j=1}^n p_{ij} \cdot \ln(p_{ij}) \quad (3)$$

$$i=1,2,\dots,m \text{ ve } j=1,2,\dots,n \quad k=(\ln(mm)^{-1}) \quad e_{ij}=0 \leq e_{ij} \leq 1$$

Farklılaşma dereceleri hesaplanır.

$$d_j = 1 - e_j, \quad j = 1, 2, 3 \dots n \quad (4)$$

Her bir kriterin Entropi ağırlığı hesaplanır.

$$W_j = \frac{d_j}{\sum_{j=1}^n d_j} \quad (5)$$

## 2.2. VIKOR Yöntemi

VIKOR) yöntemi, 1998 yılında Opricovic tarafından karmaşık sistemlerin çok kriterli optimizasyonu için geliştirilmiştir (Opricovic, 1998; Opricovic ve Tzeng, 2002). Bu, grup faydasını en üst düzeye çıkararak ve bireysel pişmanlığı en aza indirerek sonlu bir karar şemasının sıralamasını tehlikeye atan bir tür uzlaşmalı sıralama yöntemidir. Bu yöntem, karar vericiler tercihlerini nasıl doğru bir şekilde ifade edeceklerini belirlemede, (2) değerlendirme kriterleri (farklı ölçü birimleri) arasında çelişkileri ve ölçülemezlikleri çözmede ve (3) çatışmayla ilgilenen karar vericiler, uzlaşmacı çözümü bulabilmede çok kriterli karar verme için güçlü bir araçtır ve aşağıdaki sorunları etkin bir şekilde çözebilir (Fei, Deng ve Hu, 2019).

VIKOR yönteminin ana fikri, öncelikle pozitif ideal çözümü ve negatif ideal çözümü belirlemektir. Daha sonra, avantajların kabul edilebilir olduğu ve karar sürecinin kararlı olduğu koşullarda her bir çözümün değerlendirme değeri ile pozitif ideal çözümü arasındaki yakınlık derecesine göre optimal çözüm seçilir. VIKOR yöntemiyle elde edilen çözüm, genellikle optimal çözüme en yakın olan bir uzlaşmadır. VIKOR algoritması, grup faydasını en üst düzeye çıkararak ve bireysel kayıpları en aza indirerek karar vericiler tarafından kabul edilebilecek uzlaşma çözümünü elde eder (Fei, Deng ve Hu, 2019).

Uzlaşma sıralaması için çok kriterli ölçü, daha sonra bir uzlaşma programlama yönteminde bir toplama işlevi olarak kullanılan  $L_p$ -metrikten geliştirilir (Zeleny, 1982; Opricovic ve Tzeng, 2004; Radhika vd., 2013; Mijalkovski vd., 2021):

$$L_{pj} = \left\{ \sum_{i=1}^n [w_i (f_i^* - f_{ij}) / (f_i^* - f_i^-)]^p \right\}^{1/p}, \quad 1 \leq p \leq \infty; j=1,2,\dots$$

$$S_i = L_{1j} = \sum_{i=1}^n (f_i^* - f_{ij}) / (f_i^* - f_i^-)$$

$$R_i = L_{\infty j} = \max [w_j (f_i^* - f_{ij}) / (f_i^* - f_i^-)]$$

Burada M kriter sayısıdır N alternatiflerin sayısıdır ve  $w_j$  j. kriterin göreceli önemidir. VIKOR yönteminde, sıralama ölçüsünü formüle etmek için  $L_{1,i}$  ve  $L_{\infty,i}$  kullanılır. VIKOR yönteminin benimsenmesi aşağıdaki prosedür adımlarını içerir:

a) Verilen karar matrisinden tüm kriterlerin en iyi,  $(f_{ij})_{\max}$  ve en kötü  $(f_{ij})_{\min}$  değerleri belirlenir.

$$f_j^* = \max_i f_{ij}, f_j^- = \min_i f_{ij}$$

b) Kriterlerin ağırlıkları analitik hiyerarşi süreci veya Entropi yöntemi kullanılarak belirlenir.

c) Aşağıdaki denklemleri kullanarak  $S_i$  ve  $R_i$  değerleri hesaplanır.

$$S_i = \sum_{j=1}^n w_j (f_i^* - f_{ij}) / (f_i^* - f_i^-)$$

$$R_i = \max_j w_j (f_i^* - f_{ij}) / (f_i^* - f_i^-)$$

Burada  $w_j$ , göreceli önemlerini ifade eden kriterlerin ağırlıklarıdır.

(c)  $Q_i$  değerleri;  $i = 1, 2, \dots, m$ , aşağıdaki formülle hesaplanır:

$$Q_i = v (S_i - \min_i S_i) / (\max_i S_i - \min_i S_i) + (1-v) (R_i - \min_i R_i) / (\max_i R_i - \min_i R_i)$$

ve  $v$ , “kriterlerin çoğunluğu” (veya “maksimum grup faydası”) stratejisinin ağırlığı olarak tanımlır, burada  $v = 0,5$ .

Alternatifleri  $S$ ,  $R$  ve  $Q$  değerlerine göre azalan düzende sıralanır Sonuçlar üç sıralama listesidir. Aşağıdaki iki koşul karşılanıyorsa,  $Q$  (minimum) ölçüsüne göre en iyi sıralanan ( $A'$ ) alternatifini bir uzlaşmacı çözüm olarak önerilir.

C1. "Kabul edilebilir avantaj":  $Q(p'') - Q(p') \geq DQ$ , burada  $p''$ ,  $Q$ 'ya göre sıralama listesinde ikinci sıradaki alternatiftir,  $DQ = 1/(m-1)$  ve  $m$ , alternatif sayısı.

C2. “Karar vermede kabul edilebilir istikrar”: Alternatif  $p'$  aynı zamanda  $S$  ve/veya  $R$  tarafından en iyi sıralanmış olmalıdır. Bu uzlaşmalı çözüm, karar verme sürecinde kararlıdır, bu şu olabilir: “çoğunluk kuralına göre oylama” ( $v > 0,5$  olduğunda gerekli), veya “uzlaşma ile” ( $v \approx 0,5$ ) veya “oy ile” ( $v < 0,5$ ). Burada  $v$ , “kriterlerin çoğunluğu” (veya “maksimum grup faydası”) karar verme stratejisinin ağırlığıdır. Bu çalışmada  $v = 0,5$  kullanılmıştır. Koşullardan biri sağlanmazsa, bir dizi uzlaşmacı çözüm önerilir.

### 3. Uygulamalar

Çalışmada, COVID-19 pandemisi sürecinde (2020-2022) UBAK değerlendirme listesinde her yıl ilk onda yer alan lojistik firmalarının performansı değerlendirilmiştir. Tablo 4'teki karar matrisi altı adet değerlendirme kriteri ve yedi adet alternatiften oluşmaktadır.

**Tablo 4:** 2020-2022 Karar Matrisi

Firma	Yıl	ÇETT	AOTS	SS	V	BB3ÜS	UVİC
F1	2020	483,8	2251	63621	28,26	0,1	43,2
	2021	502,9	2207,5	59960	27,04	0,07	4
	2022	787,3	2008	53616,57	29,7295	0,1	8,4
F2	2020	598,9	2204	61144	27,74	0,47	13,2
	2021	604,3	2371	68444	28,87	0,3	2,6
	2022	743,3	2494	64295,58	28,7036	0,1	10
F3	2020	488,9	1028,5	22873	22,24	0,1	2,8
	2021	556,3	1115	21545	19,32	0,1	4,2
	2022	701,5	1188,5	21616,09	20,2502	0,1	5,6
F4	2020	744	1840,5	10216	5,55	0,1	3,8
	2021	695,9	1946	13191	6,78	0,21	0,6
	2022	619,9	1852,5	10331,71	6,2097	0,1	2
F5	2020	325,2	1802,5	48156	26,72	0,1	20,8
	2021	297,2	1712,5	41626	24,31	0,33	3,6
	2022	282,7	1531,5	35993,21	26,1671	0,1	1,8
F6	2020	163,4	312,5	7967,5	25,5	0,1	3,6
	2021	201,8	389,5	9281,9	23,83	0,1	2,8
	2022	296,5	481	11873,02	27,4832	0,1	3,4
F7	2020	465,9	1105,5	23665	21,41	1,05	1,2
	2021	208,9	986,5	23548	23,87	1,34	0,1
	2022	207,8	509,5	12497,51	27,3106	0,1	0,1

(ÇETT: Çarpanlı Euro Taşıt Toplamı, AOTS: Aritmetik Ortalamalı Taşıt Sayısı, SS: Sefer Sayısı, V: Verimlilik, BB3ÜS: Belge Başına 3. Ülke Seferi, UVİC: UBAK'tan Verilen İhtar Cezaları, F: Firma)

Altı adet değerlendirme kriterin ve yedi adet alternatifin verileriyle elde edilen karar matrisi oluşturulduktan sonra, kriterlerin Entropi yöntemiyle belirlenen önem ağırlıkları Tablo 5'te gösterilmiştir.

**Tablo 5:** Entropi Yöntemiyle Hesaplanan Kriter Ağırlıkları

Yıl	ÇETT	AOTS	SS	V	BB3ÜS	UVİC
2020	0,048	0,075	0,141	0,046	0,340	0,351
2021	0,078	0,090	0,165	0,049	0,424	0,193
2022	0,124	0,156	0,261	0,081	0,000	0,379

Entropi ağırlıklandırma yönteminden elde edilen bulgulara göre en önemli iki performans kriteri sırasıyla Belge Başına 3. Ülke Seferi (BB3ÜS) ve UBAK'tan Verilen İhtar Cezalarıdır (UVİC). VIKOR yöntemi kullanılarak belirlenen en iyi ve en kötü değerleri Tablo 6'da sunulmuştur.

**Tablo 6:** Kriterler için En İyi ve En Kötü Değerler

Yıl	ÇETT	AOTS	SS	V	BB3ÜS	UVİC	
2020	f <sup>+</sup>	744	2251	63621	28,26	1,05	1,2
	f <sup>-</sup>	163,4	312,5	7967,5	5,55	0,1	43,2
2021	f <sup>+</sup>	695,9	2371	68444	28,87	1,34	0,1
	f <sup>-</sup>	201,8	389,5	9281,9	6,78	0,07	4,2
2022	f <sup>+</sup>	787,3	2494	64295,58	29,7295	0,1	0,1
	f <sup>-</sup>	207,8	481	10331,71	6,2097	0	10

VIKOR yöntemi kullanılarak ağırlıklandırılan değerler matrisi Tablo 7'de gösterilmektedir.

**Tablo 7:** 2020-2022 Ağırlıklandırılmış Normalize Matrisi

Firma	Yıl	ÇETT	AOTS	SS	V	BB3ÜS	UVİC
F1	2020	0,022	0,000	0,000	0,000	0,340	0,351
F2	2020	0,012	0,002	0,006	0,001	0,208	0,100
F3	2020	0,021	0,047	0,103	0,012	0,340	0,013
F4	2020	0,000	0,016	0,135	0,046	0,340	0,022
F5	2020	0,035	0,017	0,039	0,003	0,340	0,164
F6	2020	0,048	0,075	0,141	0,006	0,340	0,020
F7	2020	0,023	0,044	0,101	0,014	0,000	0,000
F1	2021	0,031	0,007	0,024	0,004	0,424	0,184
F2	2021	0,015	0,000	0,000	0,000	0,347	0,118
F3	2021	0,022	0,057	0,131	0,021	0,414	0,193
F4	2021	0,000	0,019	0,154	0,049	0,377	0,024
F5	2021	0,063	0,030	0,075	0,010	0,337	0,165
F6	2021	0,078	0,090	0,165	0,011	0,414	0,127
F7	2021	0,077	0,063	0,125	0,011	0,000	0,000
F1	2022	0,000	0,038	0,052	0,000	0,000	0,318
F2	2022	0,009	0,000	0,000	0,004	0,000	0,379
F3	2022	0,018	0,101	0,206	0,032	0,000	0,210
F4	2022	0,036	0,050	0,261	0,081	0,000	0,073
F5	2022	0,108	0,074	0,137	0,012	0,000	0,065
F6	2022	0,105	0,156	0,253	0,008	0,000	0,126
F7	2022	0,124	0,154	0,250	0,008	0,000	0,000

$S_i$ ,  $R_i$  ve  $Q_i$  için elde edilen değerler ve firmaların bu değerlere göre sıralaması Tablo 8’de gösterilmiştir. V değeri hesaplama için 0,5 olarak alınmıştır (Opricovic and Tzeng, 2004).

**Tablo 8:**  $S_i$ ,  $R_i$  ve  $Q_i$  Değerleri ve Firmaların Performans Sıralaması

Yıl	$S_i$	Sıra $S_i$	$R_i$	Sıra $R_i$	$Q_i$	Sıra	UBAK Sıra	Firmalar
2020	0,845	2	0,329	2	0,327	2	1	F2
	1,754	7	0,712	7	1,000	7	2	F1
	1,305	4	0,558	4	0,700	4	3	F4
	1,242	3	0,537	3	0,659	3	4	F3
	0,297	1	0,182	1	0,000	1	5	F7
	1,445	6	0,598	5	0,786	6	6	F5
	1,335	5	0,629	6	0,778	5	7	F6
$S^*$ , $R^*$	0,297		0,182					
$S^*$ , $R^-$	1,754		0,712					
2021	1,292	2	0,480	2	0,466	2	1	F2
	1,710	5	0,674	4	0,768	5	2	F1
	1,451	3	0,624	3	0,638	3	3	F4
	1,882	7	0,839	6	0,961	6	4	F3
	1,530	4	0,680	5	0,712	4	5	F5
	0,413	1	0,276	1	0,000	1	6	F7
	1,853	6	0,886	7	0,990	7	7	F6
$S^*$ , $R^*$	0,413		0,276					
$S^*$ , $R^-$	1,882		0,886					
2022	1,042	6	0,407	3	0,427	2	2	F1
	1,153	7	0,392	1	0,500	5	1	F2
	1,022	4	0,569	6	0,724	6	4	F3
	0,913	3	0,499	4	0,489	4	3	F4
	0,611	1	0,397	2	0,000	1	6	F5
	1,035	5	0,648	7	0,892	7	7	F6
	0,795	2	0,536	5	0,451	3	5	F7
$S^*$ , $R^*$	0,611		0,392					
$S^*$ , $R^-$	1,153		0,648					



Bu kapsamda 2020 yılı için, VIKOR yöntemi ile elde edilen  $Q_i$  sonuçlarına göre F7 firmasının en düşük  $Q_i$  değeri ile birinci sırada yer almıştır. C1 koşulu  $0,327 \geq 0,167$  olması dolayısıyla sağlanmaktadır. C2 koşulu ise firmanın  $S_i$  ve  $R_i$  değerlerinin her ikisinde de en iyi sırada yer akmasından dolayı karşılanmaktadır. Bu durumda F7 firması en iyi performansı gösteren firma olduğu belirlenmiştir. F2 ve F3 firmaları F7 firmasının ardından en başarılı iki firma olmuştur. F1 firmasının en düşük performans gösterdiği görülmüştür. Firmaların 2020 yılı performans sıralaması Tablo 8'de gösterilmiştir.

Bu kapsamda 2021 yılı için, VIKOR yöntemi ile elde edilen  $Q_i$  sonuçlarına göre F7 firmasının en düşük  $Q_i$  değeri ile birinci sırada yer almıştır. C1 koşulu  $0,466 \geq 0,167$  olması dolayısıyla sağlanmaktadır. C2 koşulu ise firmanın  $S_i$  ve  $R_i$  değerlerinin her ikisinde de en iyi sırada yer akmasından dolayı karşılanmaktadır. Bu durumda F7 firması en iyi performansı gösteren firma olduğu belirlenmiştir. F2 ve F4 firmaları F7 firmasının ardından en başarılı iki firma olmuştur. F6 firmasının en düşük performans gösterdiği görülmüştür. Firmaların 2021 yılı performans sıralaması Tablo 8'de gösterilmiştir.

Bu kapsamda 2022 yılı için, VIKOR yöntemi ile elde edilen  $Q_i$  sonuçlarına göre F5 firmasının en düşük  $Q_i$  değeri ile birinci sırada yer almıştır. C1 koşulu  $0,427 \geq 0,167$  olması dolayısıyla sağlanmaktadır. C2 koşulu ise firmanın  $S_i$  ve  $R_i$  değerlerinin her ikisinde de en iyi sırada yer akmasından dolayı karşılanmaktadır. Bu durumda F5 firması en iyi performansı gösteren firma olduğu belirlenmiştir. F1 ve F7 firmaları F5 firmasının ardından en başarılı iki firma olmuştur. F6 firmasının en düşük performans gösterdiği görülmüştür. Firmaların 2022 yılı performans sıralaması Tablo 8'de gösterilmiştir.

#### 4. Sonuç ve Öneriler

COVID-19 pandemisi tüm ülkelerin ekonomilerini olumsuz yönde etkilemiştir. Türk lojistik sektörde bu olumsuzluklardan büyük ölçüde etkilenmiştir. Salgınla lojistik firmalarının maliyetleri Türkiye genelinde artmıştır. Salgın süreci ve sonrasında yaşanan ilk üç sorun sırasıyla, talepteki daralma (1), tahsilat problemi (2) ve düşük öngörülebilirlik (3) olduğu görülmüştür. Salgın süreci ve sonrasında işletmeler tedarik zincirlerinde, lojistik maliyetlerde artış, hava kargo taşımacılığı süreçlerinde yaşanan gecikmeler ve liman hizmet süreçlerinde yaşanan kesintiler gibi önemli etkileri olan sorunlar yaşamıştır. İşletmeler bu gibi olumsuz etkilerin oluşturduğu aksaklıkları, dijital dönüşüm, otomasyon ve benzeri teknolojik yatırımlar yaparak, yeni pazarlara girerek ve kentsel lojistik yatırımları gibi stratejilerle aşabileceklerini görmüşlerdir.

Lojistik sektörünün alt bileşenlerinden biri olan lojistik taşımacılığı sektörü işletmeleri COVID-19 salgınıyla birlikte değişen koşullara uyum sağlamak ve rekabet avantajı oluşturmak için performanslarını sürekli artırmak istemektedir. Bu çalışmada ENTROPİ-VIKOR yöntemleri ile, COVID-19 pandemisi sürecinde 2020-2022 UBAK değerlendirme listesinde her yıl ilk onda yer alan lojistik taşıma firmalarının performansı değerlendirilmiştir. Önerilen yaklaşımın uygulanabilirliğini göstermek açısından COVID-19 salgınıyla tedarik zincirlerinin etkin işleminde önemli bir yeri olan lojistik sektörü seçilmiş ve değerlendirmede çeşitli kriterler kullanılmıştır.

Performans analizinin ilk aşamasında performans değerlemesinde kullanılacak kriterler belirlendikten sonra ikinci aşamasında seçilen kriterlerin önem ağırlıkları objektif Entropi ağırlıklandırma yöntemiyle değerlendirilmiştir. Sonraki aşamada ise diğer VIKOR yöntemi kullanılarak lojistik firmalarının performans ölçümü ve sıralaması gerçekleştirilmiştir.

Entropi ağırlıklandırma yöntemi sonuçlarına göre, performans analizinde en önemli kriter 2020 ve 2022 yılları için UBAK'tan Verilen İhtar Cezaları (UVİC) ve 2021 yılı için Belge Başına 3. Ülke Seferi (BB3ÜS) olduğu belirlenmiştir. Diğer performans kriteri ise 2020 yılı için Belge Başına 3. Ülke Seferi (BB3ÜS), Sefer Sayısı (SS), Aritmetik Ortalamalı Taşıt Sayısı (AOTS), Çarpanlı Euro

Taşıt Toplamı (ÇETT) ve Verimlilik (V) olarak sıralanmaktadır. 2021 yılı için UBAK'tan Verilen İhtar Cezaları (UVİC), Sefer Sayısı (SS), Aritmetik Ortalamalı Taşıt Sayısı (AOTS), Çarpanlı Euro Taşıt Toplamı (ÇETT) ve Verimlilik (V) olarak sıralanmaktadır. 2022 yılı için ise Sefer Sayısı (SS), Aritmetik Ortalamalı Taşıt Sayısı (AOTS), Çarpanlı Euro Taşıt Toplamı (ÇETT), Verimlilik (V) ve Belge Başına 3. Ülke Seferi (BB3ÜS) olarak sıralanmaktadır.

VİKOR yönteminin uygulanmasıyla elde edilen sonuçlara göre diğer lojistik firmaları arasında 2020 ve 2021 yılları için F7 firması ve 2022 yılı için ise F5 firması kullanılan performans kriterleri açısından en başarılı firmalar olarak bulunmuştur. F7 ve F5 firmalarının diğer firmalara kıyasla bu üstünlükleri, firmaların sektördeki deneyimlerinin yanı sıra belge başına üçüncü ülkelere daha çok taşıma yapmaları ve filolarındaki araç sayısının yüksek olması ile açıklanabilir.

Çalışmanın, lojistik sektöründe faaliyet gösteren firmalar açısından kullanılan performans kriterlerinin önem düzeyinin belirlenmesi ve firmaların başarısının değerlendirilmesinde Entropi-VİKOR yöntemlerinin kullanılmasıyla karar verici mekanizmalara katkı sağlanması bakımından önceki literatüre katkı sağlayacağı ifade edilebilir.

Çalışma kapsamında lojistik sektöründe faaliyette bulunan firmaların sadece 7 tanesinin değerlendirilmesi ve zaman serisi açısından 2020-2022 yılları arasındaki verilerin kullanılması bir kısıt olarak kabul edilebilir. Bununla beraber, lojistik sektörü ve bu sektörde faaliyette bulunan firmaların faaliyetlerinin ekonomik faaliyetler üzerindeki önemli etkileri göz önüne alındığında, ileriki çalışmalarda UBAK değerlendirme kriterlerinin yanı sıra ekonomik, çevresel ve sosyal kriterlerin de analiz sürecine dahil edilmesi önerilebilir. Ayrıca, gelecekteki çalışmalarda farklı ÇKKV yöntemlerinin kullanılması performans sonuçlarının doğruluğunun kıyaslanması noktasında tarafların lojistik süreçlerdeki kararlarına katkı sağlayabilir. Buna ilaveten yeni yapılacak çalışmalarda sektördeki uzman ve yöneticilerin dahil edilerek, sübjektif ve objektif verilerin birlikte değerlendirildiği bir model ile ölçüm yapılabilir. Yine performans değerlendirilmesinde farklı ÇKKV yöntemleri kullanılması daha farklı sonuçların ortaya çıkmasını sağlayabilecektir.

## Kaynakça

- Adhikari, A., Bhattacharyya, S., Basu, S., & Bhattacharya, R. (2021). Evaluating the performance of primary schools in India: evidence from West Bengal. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 71(7), 2630-2658.
- Aktaş, N., Demirel, N., (2021). A hybrid framework for evaluating corporate sustainability using multi-criteria decision making. *Environment, Development and Sustainability*, 23(10), 15591-15618.
- Aydıner, E., & Şener, H. Y. (2021). Bir işletmenin lojistik hizmet sağlayıcılarının farklı kıtalar ve pandeminin etkisi açısından değerlendirilmesi. *Afyon Kocatepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 23(1), 53-73.
- Basuki, A. (2016). Sustainable strategies selection in SMEs using MCDM approach. *In MATEC Web of Conferences*, 58, 02007.
- Borjalilu, N., Sazvar, Z., & Nayeri, S. (2021). An integrated method for airline company supplier selection based on the entropy and vikor methods: a real case study. *International Journal of Aviation, Aeronautics and Aerospace*, 8(4), 1.
- Chen, Y. H. (2020). Applying Linguistic VIKOR and Entropy to Evaluate Competitive Ability of Medical Tourism in Taiwan. In 2020 IEEE 2nd Eurasia Conference on Biomedical Engineering, Healthcare and Sustainability (ECBIOS), 190-192.
- Fei, L., Deng, Y., & Hu, Y. (2019). DS-VIKOR: A new multi-criteria decision-making method for supplier selection. *International Journal of Fuzzy Systems*, 21(1), 157-175.

- Gök-Kısa, A. C., ve Perçin, S. (2018). Bütünleşik Entropi Ağırlık-VIKOR Yöntemi İle Bilişim Teknolojisi Sektöründe Performans Ölçümü. *Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 14(1), 1-13.
- Hsu, L. C. (2015). Using a decision-making process to evaluate efficiency and operating performance for listed semiconductor companies. *Technological and Economic Development of Economy*, 21(2), 301-331.
- Jovanovic, J., Shah, H., VujoVIC, A., & Krivokapic, Z. (2014). Application of MCDM methods in evaluation of environmental impacts. *International Journal for Quality Research*, 8(4).
- Lee, H. C., & Chang, C. T. (2018). Comparative analysis of MCDM methods for ranking renewable energy sources in Taiwan. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 92, 883-896.
- Lotfi, F. H., & Fallahnejad, R. (2010). Imprecise Shannon's entropy and multi attribute decision making. *Entropy*, 12(1), 53-62.
- Mijalkovski, S., Despodov, Z., Mirakovski, D., Adjiski, V., Doneva, N., & Mijalkovska, D. (2021). Mining method selection for underground mining with the application of VIKOR method. *Podzemni Radovi*, (39), 11-22.
- Opricovic, S. (1998). Multicriteria optimization of civil engineering systems. Faculty of civil engineering, *Belgrade*, 2(1), 5-21.
- Opricovic, S. & Tzeng, G.H. (2004). Compromise solution by MCDM methods: A Comparative Analysis of VIKOR and TOPSIS. *European Journal of Operational Research*, 156: 445–455.
- Opricovic, S., & Tzeng, G. H. (2002). Multicriteria planning of post-earthquake sustainable reconstruction. *Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering*, 17(3), 211-220.
- Radhika, S., Kumar, D. S., & Swapna, D. (2013). VIKOR method for multi criteria decision making in academic staff selection. *Journal of Production Research and Management*, 3(2), 30-35.
- Shannon, C. E. (1948). A mathematical theory of communication. *The Bell System Technical Journal*, 27(3), 379-423.
- Siew, L. W., Fai, L. K., & Hoe, L. W. (2021). Performance evaluation of construction companies in Malaysia with Entropy-VIKOR model. *Engineering Journal*, 25(1), 297-305.
- Sindhvani, R., Lata Singh, P., Kaushik, V., Sharma, S., Kumar Phanden, R., & Kumar Prajapati, D. (2020). Ranking of factors for integrated lean, green and agile manufacturing for indian manufacturing SMEs. *In Advances in Intelligent Manufacturing*, 203-219.
- Stanković, J. J., Popović, Ž., & Marjanović, I. (2019). Assessing Smartness and Urban Development of the European Cities: An Integrated Approach of Entropy and VIKOR. *In International Conference on Multiple Criteria Decision Making*, 69-97.
- Switala, M., & Lukasiewicz, A. (2021). Road freight transport companies facing the COVID-19 pandemic. *Gospodarka Materialowa i Logistyka*.
- T.C. Sanayi ve Kalkınma Bakanlığı, (2021). *COVID-19 Krizine yanıt ve dayanıklılık projesi; Lojistik sektörü analiz raporu ve kılavuzu*, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı Kalkınma Ajansları Genel Müdürlüğü, 2021, Ankara.

- Teimouri, H. B., Gharibi, J., Hossein Zadeh, A., & Pooya, A. (2021). An integrated entropy/VIKOR model for customer clustering in targeted marketing model design (case study: IoT technology services companies). *Advances in Mathematical Finance and Applications*, 6(4), 671-693.
- UBAK, (2022). UBAK 2020-2022 *Değerlendirme kriterleri*, (Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı) <https://uhdgm.uab.gov.tr/>, Erişim Tarihi: 10.07.2022.
- Wang, W., & Lin, W. (2018). Multi-criteria decision making model for evaluation of the growth of environmental protection enterprises. *Ecology*, 27(106), 1887-1894.
- Wang, W., Lin, W., Bao, Z., Dai, X., & Lin, Q. (2022). Study on the influence of COVID-19 on the growth of China's small and medium-sized construction enterprises. *PloS one*, 17(6), e0266315.
- Xie, L., Ni, H., Yang, H., & Zhang, J. (2020). A key business node identification model for internet of things security. *Security and Communication Networks*.
- Zeleny, M., 1982. *Multiple criteria decision making*. McGraw-Hill, New York.
- Zhang, J., Li, L., Zhang, J., Chen, L., & Chen, G. (2021). Private-label sustainable supplier selection using a fuzzy entropy-VIKOR-based approach. *Complex & Intelligent Systems*, 1-18.
- Zheng, Q., Chen, K., Kong, D., Liang, J., & Wu, J. (2021). A Selection model of strategic emerging industries in fujian based on entropy-VIKOR algorithm. *Discrete Dynamics in Nature and Society*, 2021.