
ENTROPİ TABANLI EDAS YÖNTEMİ İLE LOJİSTİK FİRMALARININ PERFORMANS ANALİZİ

Alptekin ULUTAŞ¹

Öz

Şirketlerin müşterilerinin istek ve ihtiyaçlarını düzgün bir şekilde ve kısa sürede karşılamalarında lojistik faaliyetleri etkin bir rol üstlenmektedir. Şirketler, lojistik faaliyetlerinin çok karmaşık ve pahalı olmasından dolayı kendi bünyelerinde gerçekleştirememektedirler. Şirketler, lojistik faaliyetlerini gerçekleştirmek için lojistik firmaları ile çalışırlar. Lojistik firmaları, müşteri kaybetmemek için performans seviyelerini yüksek tutmak durumundadırlar. Bunun içinde lojistik firmaları performanslarını belirli periyotlarda ölçmek ile yükümlüdürler. Bir lojistik şirketinin performansını etkileyen birçok faktör bulunmaktadır. Bundan dolayı lojistik performans ölçümü bir çok kriterli karar verme problemi olarak adlandırılabilir ve bu problemin çözümünde çok kriterli karar verme yöntemleri kullanılabilir. Literatürde birçok kez lojistik firmalarının performans ölçümü yapılırken çok kriterli karar verme yöntemleri kullanılmıştır. Literatürdeki çalışmalardan farklı olarak, bu çalışmada Entropi ve EDAS yöntemleri kullanılarak lojistik firmalarının performansı ölçülmüştür. Yöntemlerin kullanılması ile en iyi performansa sahip firma "Mars" olarak belirlenmiştir. Bu çalışma iki yönden literatüre katkı sunmaya çalışacaktır. İlk olarak EDAS yönteminin kullanımı ile ilgili Türkçe Makale sayısı azdır. İkinci olarak Entropi ve EDAS yöntemi çok az bir çalışmada birlikte kullanılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Entropi, EDAS, Lojistik, Performans Ölçümü.

JEL Sınıflandırması: M10,C02.

THE PERFORMANCE ANALYSIS OF LOGISTICS COMPANIES WITH ENTROPY BASED EDAS METHOD

Abstract

Logistics activities play an active role in helping companies meet their customers' requirements and needs properly and in a short period of time. Companies are not able to do their own logistics activities by itself as these activities are very complex and expensive. Companies work with logistics companies to carry out their logistics activities. Logistics companies must keep their performance levels high to avoid losing customers. Within this, logistics firms are obliged to measure their performances at certain periods. There are many factors that affect the performance of a logistics company. Therefore, logistic performance measurement can be called as a multi-criteria decision making problem and multi-criteria decision making methods can be used to solve this problem. In the literature, multi-criteria decision making methods have been used when the performance of logistics firms has been measured many times. Unlike the studies in the literature, the performance of logistics firms was measured using Entropy and EDAS methods in this study. With the use of methods, the company with the best performance is determined as "Mars". This study will attempt to contribute to the literature from the two sides. Firstly, the number of Turkish articles related to the use of EDAS method is small. Secondly, Entropy and EDAS method are used together in very few studies.

Keywords: Entropy, EDAS, Logistics, Performance Measurement.

JEL Classification: M10,C02.

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Cumhuriyet Üniversitesi, İİBF, Uluslararası Ticaret ve Lojistik Bölümü, aulutas@cumhuriyet.edu.tr, ORCID: 0000-0002-8130-1301.

1. Giriş

Lojistik, kısaca bir tedarik zinciri boyunca ürün ve bilgi akışının doğru bir şekilde gerçekleşmesi için tek bir plan oluşturmayı amaçlayan bir planlama yönelimidir. Şirketler varlıklarını sürdürebilmek için müşterilerinin istek ve ihtiyaçlarını doğru bir şekilde ve kısa sürede karşılamak durumundadırlar. Müşterilere hızlı ve doğru bir şekilde ürün tesliminin gerçekleşmesinde en önemli görev lojistiğe düşmektedir. Lojistik hizmetini şirketler kendi bünyelerinde karşılayabilirler fakat hem lojistik işlemlerinin karmaşık olması hem de çok büyük maliyetlere katlanılmasından dolayı, günümüzde birçok firma lojistik hizmetlerini yerine getirmek için lojistik firmaları ile çalışmaktadır. Lojistik firmalarının performanslarının iyi olması bu firmaların lojistik hizmetlerini eksiksiz ve kesintisiz bir şekilde yerine getirmesine imkân sağlayacaktır. Lojistik hizmetlerini lojistik firmaları ile çalışarak gidermek isteyen şirketler için lojistik firmalarının performansları kuşkusuz bu firmaların seçiminde önemli bir yer tutmaktadır. Müşteri kaybetmeyi göze alamayan lojistik firmaları performanslarını belirli aralıklarla düzenli bir şekilde analiz etmeleri gerekmektedir.

Sadece lojistik firmalarının değil her firmanın kendine ait performans hedefleri ve ulaşmak istedikleri performans amaçları bulunmaktadır. Performans ölçümü, bir şirketin hedeflerine ne kadar ulaşabildiğini ve şirketin sektördeki göreceli yerini öğrenebilmesini sağlayan en sağlıklı yöntemdir (Çakır ve Perçin, 2013). Bundan dolayı her lojistik firması belirli zamanlarda düzenli bir şekilde firma performansını belirlemek durumundadır.

Lojistik performansının ölçülmesi önemli bir karar verme problemini teşkil eder. Şirketlerin performansını birçok faktör etkilemektedir. Örneğin bir şirketin net satışı, özkaynağı ve ihracat miktarı önemli performans göstergelerindedir denebilir. Bu yüzden performans ölçümleri bir çok kriterli karar verme problemi olarak adlandırılabilir. Bir kararın iyi ya da kötü olmasını belirleyen, ulaşılabilen veriler, olası seçenekler ve karar vermek için kullanılan yol/metot/kriterlerdir (Timor, 2008). Bundan hareketle bu çalışmada lojistik firmalarının performansları Entropi ve Evaluation based on Distance from Average Solution (EDAS) yöntemlerinin kullanımı ile analiz edilecektir. Çalışma, 2018 yılı Fortune 500 Türkiye listesinde yer alan lojistik firmalarını kapsamaktadır. Çalışmada kullanılan bütün veriler Fortune 500'den alınmıştır. Entropi yöntemi çalışmada nesnel kriter ağırlıklarının bulunması için kullanılmıştır. EDAS yöntemi ise lojistik firmalarının performanslarına göre sıralanması için kullanılmıştır. Bu çalışma iki açıdan orijinaldir. İlk olarak EDAS yönteminin kullanımı ile ilgili Türkçe makale sayısı azdır (Ulutaş, 2017; Çakır, 2018). İkinci olarak Entropi ve EDAS yöntemleri çok az sayıda çalışmada birlikte kullanılmışlardır (Zavadskas vd., 2017). Bu çalışmanın amacı bu araştırma boşluklarını kapatmak olarak belirlenmiştir. Çalışmanın ikinci bölümünde literatürde lojistik firma performanslarının ölçülmesi ile ilgili yapılmış olan çalışmalar ile Entropi ve EDAS yöntemlerini kullanmış olan çalışmalar gösterilecektir. Üçüncü bölümde ise Entropi ve EDAS yöntemlerinin adımları açıklanacaktır. Dördüncü bölümde yöntemlerin uygulanması gösterilecektir. Son bölümde ise sonuçlar izah edilecek ve gelecek çalışmalar için yönlendirme yapılacaktır.

2. Literatür Özeti

Lojistik hizmetleri sunan firmaların performansları birçok kez literatürde farklı çok kriterli karar verme yöntemleri kullanımı ile ölçülmüştür. Tablo 1, literatürde bu konuyla ilgili yapılmış çalışmaları özetlemektedir.

Tablo 1: Literatür Taraması

Yazarlar	Yöntem	Çalışma	Yıl
Perçin	Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) ve TOPSIS	Üçüncü parti lojistik (3PL) firmalarının performansları ölçülmüştür.	2009

Özbek ve Eren	AHS	3PL firmalarının seçimi yapılmıştır.	2012
Çakır ve Perçin	TOPSIS, VIKOR, CRITIC, Basit Toplamlı Ağırlıklandırma ve Borda Sayım	2011 yılında Fortune 500 listesinde yer alan 10 lojistik firmasının performansını 6 kritere göre değerlendirilmiştir.	2013
Akman ve Baynal	Bulanık AHS ve Bulanık TOPSIS	Lojistik hizmeti sağlayan firma seçimi yapılmıştır.	2014
Yayla vd.	Bulanık AHS ve Bulanık TOPSIS	3 lojistik firması 3 ana kriter ve 11 alt kritere göre değerlendirilmiştir.	2015
Aguezzoul ve Pires	ELECTRE I	13 üçüncü parti lojistik firması 4 kritere göre değerlendirilmiştir.	2016
Ghorabae vd.	Aralıklı Tip 2 Bulanık Temelli CRITIC ve WASPAS	3PL firmalarının performansları değerlendirilmiştir.	2017
Ecer	Bulanık AHS ve Bulanık EDAS	4 üçüncü parti lojistik firmasının 11 kritere göre performansları değerlendirilmiştir.	2018
Özbek	SWARA, COPRAS, Gri İlişkisel Analizi ve TOPSIS	2017 yılı Fortune 500 Türkiye listesinde yer alan 8 lojistik hizmeti sunan firmanın performansları değerlendirilmiştir.	2018

Entropi yöntemi birçok kez çok kriterli karar verme problemlerinin çözümünde kullanılmıştır. Son yıllarda bu yöntem, kriterlerin objektif ağırlıklarının hesaplanmasında kullanılmaktadır. Bunun için farklı çok kriterli karar verme yöntemleri ile birlikte kullanılmaktadır. Tablo 2’de bu çalışmalar özetlenmiştir.

Tablo 2: Son Yıllarda Entropi Yönteminin Kullanıldığı Çalışmalar

Yazarlar	Yöntem	Çalışma	Yıl
Ömürbek vd.	Entropi, MAUT ve SAW	Otomotiv firmalarının performans analizi yapılmıştır.	2016
Ömürbek vd.	Entropi, ARAS ve MOOSRA	AB ülkelerinin yaşam kalitesi analiz edilmiştir.	2017
Akçakanat vd.	Entropi ve WASPAS	Bankacılık sektöründe performans değerlendirmesi yapılmıştır.	2017
Kenger ve Organ	Entropi ve ARAS	Hatay’da bulunan bir banka için personel seçimi yapılmıştır.	2017
Ulutaş	Entropi ve ROV	Esnek üretim sistemi seçimi yapılmıştır.	2018
Perçin ve Sönmez	Entropi ve TOPSIS	Borsa İstanbul’da işlem gören sigorta firmaları değerlendirilmiştir.	2018

Ömürbek vd.	Entropi, MAUT, COPRAS ve SAW	Forbes 2000 listesinde yer alan havacılık sektöründeki şirketlerin performansları ölçülmüştür.	2018
Gök-kısa ve Perçin	Entropi ve VIKOR	Forbes dergisinin 2015 yılında yayınladığı Global 2000 listesinde bulunan bilişim teknoloji sektöründe yer alan bilgisayar donanım firmalarının performansları değerlendirilmiştir.	2018

Literatürün bu kısmında, EDAS yönteminin kullanıldığı çalışmalar aktarılacaktır. EDAS yöntemi 2015 yılında envanterlerin sınıflandırılması için geliştirilmiştir (Ghorabae vd., 2015). Her ne kadar EDAS yöntemi karar verme problemlerinin çözümü için yeni geliştirilmiş olsa bile EDAS yönteminin kullanımı literatürde giderek artmaktadır. EDAS yöntemi kullanılarak çözüm sağlanmış çalışmaların bazıları şu şekilde listelenebilir; kimyasal madde tedarikçisi seçimi (Ghorabae vd., 2016), katı atık imha yerlerinin değerlendirilmesi (Kahraman vd., 2017), müteahhit seçimi (Stanujkic vd., 2017), tekstil atölyesi için dikiş makinesi seçimi (Ulutaş, 2017), konut planı seçimi (Juodagalvienė vd., 2017), altyüklenici seçimi (Ghorabae vd., 2018), Hindistan pazarındaki akıllı telefonların değerlendirilmesi (Aggarwal vd., 2018), Elektronik Belge Yönetim Sistemi (EBYS) yazılımı seçimi (Çakır, 2018) ve personel seçimi (Karabasevic, 2018).

3. Metodoloji

Bu çalışmada Entropi tabanlı EDAS yöntemi kullanılacaktır. Entropi yöntemi kriterlerin objektif ağırlıklarının bulunması için kullanılmıştır. EDAS yöntemi ise alternatiflerin performanslarını değerlendirmek için kullanılmıştır.

3.1. Entropi Yöntemi

Entropi yöntemi 6 adımdan oluşmaktadır (Wang ve Lee, 2009; Li vd., 2011):

Adım 1-1: Birinci adımda karar matrisi düzenlenir. Bu matris, problemde yer alan bütün alternatifleri ve kriterleri içermelidir. Karar matrisi aşağıdaki eşitlikte gösterilmektedir:

$$E = [z_{ij}]_{m \times n} = \begin{bmatrix} z_{11} & z_{12} & \dots & z_{1n} \\ z_{21} & z_{22} & \dots & z_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ z_{m1} & z_{m2} & \dots & z_{mn} \end{bmatrix} \quad (1)$$

Eşitlik 1'de bulunan z_{ij} , i . alternatifi j . kriterde gösterdiği performansı belirtmektedir. Karar matrisi n adet kriteri ve m adet alternatifi kapsamaktadır.

Adım 1-2: Karar matrisinde yer alan bütün değerler, eşitlik 2 (fayda temelli kriterler) ve eşitlik 3 (maliyet temelli kriterler) yardımı ile standartlaştırılır. Eşitlik 2 ve 3'de yer alan r_{ij} değerleri, karar matrisindeki z_{ij} değerinin standartlaşmış formunu göstermektedir.

$$r_{ij} = \frac{z_{ij}}{\max_j(z_{ij})} \quad (2)$$

$$r_{ij} = \frac{\min_j(z_{ij})}{z_{ij}}, \quad \min_j(z_{ij}) \neq 0 \quad (3)$$

Adım 1-3: Eşitlik 4'den faydalanarak standartlaştırılmış değerler normalize edilir. Aşağıdaki eşitlikte t_{ij} değeri r_{ij} değerinin normalize edilmiş halidir.

$$t_{ij} = \frac{r_{ij}}{\sum_{i=1}^m r_{ij}} \quad (4)$$

Adım 1-4: Her bir kriterin entropi değeri (H_j) aşağıdaki eşitlik yardımı ile bulunur.

$$H_j = -\frac{\sum_{i=1}^m t_{ij} \ln(t_{ij})}{\ln(m)} \quad (5)$$

Adım 1-5: Son olarak her bir kriterin ağırlığı (w_j) hesaplanır.

$$w_j = \frac{1-H_j}{\sum_{j=1}^n (1-H_j)} \quad (6)$$

Bulunan kriter ağırlıkları EDAS yöntemine aktarılır.

3.2. EDAS Yöntemi

Bu çalışmada EDAS yöntemi alternatiflerin performanslarının ölçülmesi ve bu alternatiflerin sıralamasının yapılmasında kullanılmıştır. EDAS yönteminin adımları aşağıdaki şekilde özetlenebilir (Ghorabae vd., 2015; Ulutaş, 2017).

Adım 2-1: Karar matrisi oluşturulur. Eşitlik 1’de gösterilen karar matrisi ile devam edilir.

Adım 2-2: Eşitlik 8 yardımı ile kriterlerin ortalama çözümleri (AV_j) alınarak, ortalama çözümler matrisi (AV) oluşturulur.

$$AV = [AV_j]_{1 \times m} \quad (7)$$

$$AV_j = \frac{\sum_{i=1}^n z_{ij}}{n} \quad (8)$$

Adım 2-3: Her bir kriter için ortalamadan pozitif (PDA) ve negatif uzaklık (NDA) matrisleri elde edilir. Bu matrislerin her bir elemanı (PDA_{ij} , NDA_{ij}) kriterin fayda temelli ya da maliyet temelli olmasına göre farklı şekilde hesaplanır.

$$PDA = [PDA_{ij}]_{n \times m} \quad (9)$$

$$NDA = [NDA_{ij}]_{n \times m} \quad (10)$$

Eğer fayda temelli kriter ise, eşitlikler 11 ve 12 uygulanır. Eğer maliyet temelli kriter ise, eşitlikler 13 ve 14 uygulanır.

$$PDA_{ij} = \frac{\max(0, (z_{ij} - AV_j))}{AV_j} \quad (11)$$

$$NDA_{ij} = \frac{\max(0, (AV_j - z_{ij}))}{AV_j} \quad (12)$$

$$PDA_{ij} = \frac{\max(0, (AV_j - z_{ij}))}{AV_j} \quad (13)$$

$$NDA_{ij} = \frac{\max(0, (z_{ij} - AV_j))}{AV_j} \quad (14)$$

Adım 2-4: Her bir alternatif için ağırlıklı toplam pozitif değeri (SP_i) ve negatif değeri (SN_i) eşitlikler 15 ve 16 yardımı ile bulunur. Kriter ağırlıkları, Entropi yöntemi ile bulunmuştu. Bu ağırlıklar çarpan olarak eşitlik 15 ve eşitlik 16’ya eklenir.

$$SP_i = \sum_{j=1}^m w_j \times PDA_{ij} \quad (15)$$

$$SN_i = \sum_{j=1}^m w_j \times NDA_{ij} \quad (16)$$

Adım 2-5: Her bir alternatif için ağırlıklı normalize yapılmış toplam pozitif (NSP_i) ve negatif (NSN_i) değerleri eşitlik 17 ve 18 ile hesaplanır.

$$NSP_i = \frac{SP_i}{\max_i(SP_i)} \quad (17)$$

$$NSN_i = 1 - \frac{SN_i}{\max_i(SN_i)} \quad (18)$$

Adım 2-6: Son adımda eşitlik 19 yardımı ile değerlendirme skorları (AS) her bir alternatif için elde edilir.

$$AS_i = \frac{1}{2} \times (NSP_i + NSN_i) \quad (19)$$

Alternatiflerin sıralaması değerlendirme skoruna göre şekillenecektir. Değerlendirme skorları büyükten küçüğe doğru sıralanır. En yüksek skora haiz olan alternatif en iyi alternatif olarak belirlenirken en düşük skora sahip alternatif en kötü performansı gösteren alternatif olarak belirlenir.

4. Bulgular

Bu çalışmada, 2018 yılı Fortune 500 listesinde yer alan (<http://www.fortuneturkey.com/fortune500>) ve lojistik sektöründe faaliyette bulunan 7 firmanın 2017 yılına ait performansları Entropi ve EDAS yöntemleri değerlendirilmiştir. Firmalar değerlendirilirken 8 kriter (Net Satış (KR1), Net Satış Değişimi (KR2), Faiz, Vergi Öncesi Kâr (KR3), Faiz, Vergi Öncesi Kâr Değişimi (KR4), Aktif Toplam (KR5), Özkaynak (KR6), İhracat (KR7) ve Çalışan Sayısı (KR8))'de göstermiş oldukları performansları dikkate alınmıştır. Tablo 3'de lojistik firmaları ve kriterlerin yer aldığı karar matrisi gösterilmiştir. Karar matrisi oluşturulurken Alışan firmasının Faiz, Vergi Öncesi Kar Değişimi (KR4) kriterindeki değeri -36,80 olduğu belirlenmiştir. Entropi yöntemi negatif sayılara karşı duyarlı olduğu için bütün alternatiflerin KR4 kriterindeki değerlerine +37 eklenerek bütün veriler pozitif hale getirilmiştir.

Tablo 3: Karar Matrisi

Kriterler	KR1	KR2	KR3	KR4
Firmalar				
Alışan	460.764.724	22,82	20.686.716	0,20
Ekol	2.465.900.679	31,13	25.120.100	107,07
Horoz	645.261.227	8,29	30.472.028	51,04
Mars	1.059.563.875	36,73	112.528.008	59,84
Netlog	2.358.532.579	28,07	134.153.501	70,38
Omsan	1.000.370.408	35,00	56.433.952	16,18
Reysaş	449.649.155	18,41	129.205.037	79,94
Kriterler	KR5	KR6	KR7	KR8
Firmalar				
Alışan	415.794.474	34.889.731	74.581.155	778
Ekol	1.680.906.560	321.199.931	1.944.136.610	7.989
Horoz	275.922.601	86.614.089	86.289.468	861
Mars	677.802.883	494.789.587	535.889.746	1.300
Netlog	1.136.119.054	167.172.574	1.523.206.634	7.500
Omsan	609.207.083	439.454.036	326.976.939	2.309
Reysaş	1.304.241.551	170.200.790	34.132.205	224

Karar matrisinde yer alan değerler eşitlik 2 ve 3'ün kullanımı ile standartlaştırılır. Tablo 4 standartlaştırılmış değerleri göstermektedir.

Tablo 4: Standartlaştırılmış Karar Matrisi

Kriterler	Firmalar							
	KR1	KR2	KR3	KR4	KR5	KR6	KR7	KR8
Alışan	0,187	0,621	0,154	0,002	0,247	0,071	0,038	0,288
Ekol	1	0,848	0,187	1	1	0,649	1	0,028
Horoz	0,262	0,226	0,227	0,477	0,164	0,175	0,044	0,260
Mars	0,430	1	0,839	0,559	0,403	1	0,276	0,172
Netlog	0,956	0,764	1	0,657	0,676	0,338	0,783	0,03
Omsan	0,406	0,953	0,421	0,151	0,362	0,888	0,168	0,097
Reysaş	0,182	0,501	0,963	0,747	0,776	0,344	0,018	1

Standartlaşma işleminden sonra, veriler eşitlik 4'ün kullanımı ile normalleştirilir. Tablo 5 normalleştirilmiş karar matrisini göstermektedir.

Tablo 5: Normalleştirilmiş Karar Matrisi

Kriterler	Firmalar							
	KR1	KR2	KR3	KR4	KR5	KR6	KR7	KR8
Alışan	0,055	0,126	0,041	0,001	0,068	0,020	0,016	0,154
Ekol	0,292	0,173	0,049	0,278	0,276	0,187	0,430	0,015
Horoz	0,077	0,046	0,060	0,133	0,045	0,051	0,019	0,139
Mars	0,126	0,204	0,221	0,156	0,111	0,289	0,119	0,092
Netlog	0,279	0,156	0,264	0,183	0,186	0,098	0,336	0,016
Omsan	0,119	0,194	0,111	0,042	0,100	0,256	0,072	0,052
Reysaş	0,053	0,102	0,254	0,208	0,214	0,099	0,008	0,533

Normalleştirilme işleminin ardından eşitlik 5 yardımı ile önce her bir kriterin entropi değerleri ardından eşitlik 6 yardımı ile kriterlerin ağırlıkları hesaplanır. Tablo 6 her bir kriterle ait entropi değerini ve her bir kriterin ağırlıklarını göstermektedir.

Tablo 6: Entropi Değerleri ve Kriter Ağırlıkları

Kriterler Sonuçlar	KR1	KR2	KR3	KR4	KR5	KR6	KR7	KR8
H_j	0,895	0,962	0,886	0,869	0,922	0,878	0,695	0,719
$1 - H_j$	0,105	0,038	0,114	0,131	0,078	0,122	0,305	0,281
w_j	0,089	0,032	0,097	0,112	0,066	0,104	0,260	0,239

Entropi yönteminin kullanımı ile kriter ağırlıkları elde edilmiştir. Ağırlıklarına göre kriterler şöyle sıralanmaktadır; KR7 > KR8 > KR4 > KR6 > KR3 > KR1 > KR5 > KR2. Entropi yönteminin sonuçlarına göre en önemli kriter KR7 olarak belirlenmiştir. Entropi yöntemi ile elde edilen kriter ağırlıkları EDAS yöntemine taşınır. EDAS yöntemi, Tablo 3’de gösterilen karar matrisine uygulanır. EDAS yönteminin ilk adımı olarak eşitlik 8 yardımı ile kriterlerin ortalama çözümleri hesaplanır. Tablo 7’de her bir kriterin ortalama çözüm değeri gösterilmiştir.

Tablo 7: Kriterlerin Ortalama Çözümleri

Kriterler Sonuçlar	KR1	KR2	KR3	KR4
AV_j	1.205.720.378	26	72.657.049	55

Kriterler Sonuçlar	KR4	KR5	KR6	KR7
AV_j	871.427.744	244.902.963	646.458.965	2.994

Kriterlerin ortalama çözümlerinin bulunmasından sonra ortalamadan pozitif ve negatif uzaklık matrisleri eşitlikler 11-14 yardımı ile hesaplanır. Tablo 8 ve Tablo 9 sırasıyla ortalamadan pozitif ve negatif uzaklık matrislerini göstermektedir.

Tablo 8: Ortalamadan Pozitif Uzaklık Matrisi

Kriterler Firmalar	KR1	KR2	KR3	KR4	KR5	KR6	KR7	KR8
Alışan	0	0	0	0	0	0	0	0,74
Ekol	1,045	0,208	0	0,948	0,929	0,312	2,007	0
Horoz	0	0	0	0	0	0	0	0,712
Mars	0	0,425	0,549	0,089	0	1,02	0	0,566
Netlog	0,956	0,089	0,846	0,281	0,304	0	1,356	0
Omsan	0	0,358	0	0	0	0,794	0	0,229
Reysaş	0	0	0,778	0,455	0,497	0	0	0,925

Tablo 9: Ortalamadan Negatif Uzaklık Matrisi

Kriterler Firmalar	KR1	KR2	KR3	KR4	KR5	KR6	KR7	KR8
Alışan	0,618	0,115	0,715	0,996	0,523	0,858	0,885	0
Ekol	0	0	0,654	0	0	0	0	1,668
Horoz	0,465	0,678	0,581	0,071	0,683	0,646	0,867	0
Mars	0,121	0	0	0	0,222	0	0,171	0
Netlog	0	0	0	0	0	0,317	0	1,505
Omsan	0,17	0	0,223	0,706	0,301	0	0,494	0
Reysaş	0,627	0,286	0	0	0	0,305	0,947	0

Bu matrisler bulunduktan sonra ağırlıklı toplam pozitif (SP_i) (Eşitlik 15) ve negatif değerleri (SN_i) (Eşitlik 16), ağırlıklı normalize yapılmış pozitif (NSP_i) (Eşitlik 17) ve negatif değerleri (NSN_i) (Eşitlik 18) ve değerlendirme skorları (AS_i) (Eşitlik 19) bulunur. Tablo 10, EDAS yönteminin sonuçlarını ve lojistik firmalarının sıralamasını göstermektedir.

Tablo 10: Sonuçlar

Sonuçlar Firmalar	SP_i	SN_i	NSP_i	NSN_i	AS_i	Sıralama
Alışan	0,177	0,593	0,216	0	0,108	7
Ekol	0,821	0,462	1	0,221	0,611	2
Horoz	0,170	0,465	0,207	0,216	0,212	6
Mars	0,318	0,070	0,387	0,882	0,635	1
Netlog	0,574	0,393	0,699	0,337	0,518	3
Omsan	0,149	0,264	0,181	0,555	0,368	5
Reysaş	0,380	0,343	0,463	0,422	0,443	4

Entropi yöntemi ile elde edilen değerlendirme skorlarına göre en iyi performansa sahip lojistik firması "Mars" lojistik firması olarak belirlenmiştir. Bu firmayı sırasıyla Ekol, Netlog, Reysaş, Omsan, Horoz ve Alışan takip etmektedir.

5. Duyarlılık Analizi

Bu bölümde kriter ağırlıkları değiştirilerek sonuçta oluşabilecek değişiklikler tespit edilmeye çalışılacaktır. Bu çalışmada kriter ağırlıklarını belirlemek için Entropi yöntemi kullanılmıştır. Entropi yöntemi ile elde edilmiş ağırlıklar yerine üç çeşit kriter ağırlığı seti konulmuştur. İlk olarak kriter

ağırlıkları birbirine eşit ve hepsinin ağırlığı 0,125 (1/8) olarak alınmıştır. İkinci kriter ağırlığı setinde ise Özbek (2018)'in aynı kriterler için SWARA yöntemi ile belirlediği kriter ağırlıkları kullanılmıştır. Bu kriter ağırlıkları şu şekildedir; KR1 (0,162), KR2(0,091), KR3(0,125), KR4(0,119), KR5(0,139), KR6(0,176), KR7(0,107), ve KR8(0,073). Üçüncü kriter ağırlığı setinde ise Net Satış (KR1) ve İhracat (KR7) kriterlerinin ağırlıkları 0,2 olarak ve diğer kriterlerin ağırlıkları ise 0,1 olarak belirlenmiştir. Bu çalışmanın sonucu ve diğer iki analizin sonucu Tablo 11'de gösterilmiştir.

Tablo 11: Duyarlılık Analizi

Sonuçlar Firmalar	Entropi- EDAS	Eşit Ağırlıklı EDAS	SWARA- EDAS	Net Satış ve İhracat Ağırlıklı – EDAS
Alışan	7	7	7	7
Ekol	2	1	1	1
Horoz	6	6	6	6
Mars	1	2	3	3
Netlog	3	3	2	2
Omsan	5	5	5	4
Reysaş	4	4	4	5

Tablo 11'den de görüldüğü gibi ağırlıklar değiştirildiğinde çok küçük değişiklikler yaşanmasın rağmen, en iyi performansa sahip lojistik firması "Ekol" lojistik olarak belirlenmiştir. "Ekol" lojistik firmasının sıralaması bir tek Entropi yöntemi ile bulunan ağırlıklar ile yapılan performans analizinde 2. sırada yer alırken farklı ağırlıklar ile işlem yapıldığında "Ekol" lojistik her zaman 1. sırada yer almıştır. "Mars" lojistik firması sadece Entropi yönteminin kullanıldığı zaman 1. sırada yer alırken, eşit ağırlıklı EDAS'da 2.sırada, SWARA-EDAS'da ve Net Satış ve İhracat Ağırlıklı EDAS'da 3. sırada yer almıştır. "Netlog" lojistik firması Entropi-EDAS ve Eşit ağırlıklı EDAS'da 3. sırada yer alırken diğer iki farklı ağırlıklı analizinde 2.sırada yer almaktadır. "Omsan" lojistik firması Net Satış ve İhracat ağırlıklı EDAS analizinde 4.sırada yer alırken, diğer analizlerde ise 5. sırada yer almaktadır. Aynı şekilde "Reysaş" lojistik firması Net Satış ve İhracat ağırlıklı EDAS analizinde 5.sırada yer alırken, diğer analizlerde 4.sırada yer almaktadır. Duyarlılık analizi sonuçlarına göre "Alışan" firması ve "Horoz" firmasının performans sıralamasındaki yerleri ağırlıklar değişse bile değişmemiştir. Tablo 11'e genel olarak bakıldığında çoğu lojistik firmasının performans sıralamasının kriter ağırlıklarındaki değişime bağlı olarak değişiklik gösterdiği görülmektedir. Bu da gösteriyor ki kriter ağırlıkları performans sıralamasına etki etmektedir.

6. Sonuç

Firmalar piyasadaki varlıklarını devam ettirebilmeleri için müşterilerinin istek ve ihtiyaçlarını doğru bir şekilde ve kısa zaman içerisinde temin etmelidir. Müşterilerin ihtiyaçlarının hızlı ve doğru bir şekilde karşılanmasında en önemli pay lojistiğe aittir. Firmalar lojistik faaliyetlerini hem lojistik faaliyetlerinin karmaşık hem de çok büyük maliyetlere katlanılmasından dolayı kendi bünyeleri ile karşılayamamaktadırlar. Bu yüzden lojistik firmaları lojistik faaliyetlerini lojistik hizmeti sunan firmalara bırakmaktadır. Lojistik hizmeti sağlayan firmaların müşteri kaybetmemesi için performanslarının yüksek olması gerekmektedir. Bunun için lojistik firmaları kendi performanslarını belirli aralıklar ile analiz etmesi gerekmektedir. Bir şirketin performansını birçok faktör etkilediği için performans ölçümü bir çok kriterli karar verme problemi olarak adlandırılabilir. Literatürde bir

çok çok kriterli karar verme yöntemi lojistik firmalarının performansının ölçülmesinde kullanılmıştır. Bu çalışmada literatürdeki yöntemlerden farklı olarak Entropi ve EDAS yöntemleri birlikte kullanılmıştır. Entropi yöntemi kriterlerin objektif ağırlıklarının bulunmasında kullanılırken, EDAS yöntemi ise lojistik firmalarının kriterlerde gösterdikleri toplam performansı ölçmek ve bu performanslara göre lojistik firmalarının sıralamasını yapmak için kullanılmıştır. Entropi yöntemi diğer bir çok kriterli karar verme yöntemi olan CRITIC'e göre daha az bir karmaşık yapıya sahip olduğu için veri analizi kolay yapılmıştır bundan dolayı bu çalışmada Entropi yöntemi tercih edilmiştir. Diğer taraftan, EDAS yöntemi, VIKOR ve TOPSIS yöntemlerinden farklı olarak alternatiflerin performanslarının ideal ve negatif ideal çözümlere olan uzaklıklarına bakmak yerine doğrudan ortalama çözüme olan uzaklığa bakar. Bu da EDAS yönteminin işlem süresini diğer iki yönteme göre kısa olmasını sağlayabilir. Ayrıca PROMETHEE, ELECTRE ve EVAMIX gibi yöntemlerde alternatif sayısının artmasına bağlı olarak işlem süreleri artmaktadır. Bu yöntemlerden farklı olarak EDAS yönteminde alternatif sayısının artması işlem süresini artırmamaktadır bu da veri analizinin kısa sürede bitmesine imkân sağlamaktadır ve bunlardan dolayı bu çalışmada EDAS yöntemi kullanılmıştır. Önerilen yöntemin sonuçlarına göre en iyi performansla sahip lojistik firması "Mars" lojistik olarak belirlenmiştir. Duyarlılık analizi yapılarak kriter ağırlıklarının değişimi ile sonuçlarda oluşabilecek değişimler gözlemlenmiştir. Duyarlılık analizi için üç farklı kriter ağırlık seti kullanılmıştır. İlk ağırlık setinde bütün kriterlerin eşit ağırlığa sahip olduğu varsayılmıştır. İkinci ağırlık setinde Özbek (2018)'in çalışmasında kullandığı kriter ağırlıkları kullanılmıştır. Son ağırlık setinde ise "Net Satış" ve "İhracat" kriterlerinin ağırlıkları 0,2 olarak belirlenmiş ve diğer kriterlerin ağırlıkları 0,1 olarak belirlenmiştir. Her üç ağırlık setinde de en iyi performansla sahip lojistik firması "Ekol" lojistik olarak belirlenmiştir. Böylece kriter ağırlıklarının değişimi ile sonuçların değiştiği gözlemlenmiştir. Önerilen metodun sonuçları ile duyarlılık analizindeki sonuçların arasında fark olmasının en büyük etkeni Entropi yönteminin bulunduğu "Çalışan Sayısı" kriterinin ağırlığının çok yüksek (0,239) olmasıdır. Özbek (2018)'in çalışması incelendiğinde bu kriterin ağırlığının (0,078) gibi küçük bir değer olduğu görülmektedir. Yani uzmanlar bu kriteri çok fazla önemli olarak görmemektedirler. Önerilen yöntemin en büyük eksikliği sadece objektif veriye dayalı olmasıdır. Objektif veri analizinden dolayı "Çalışan Sayısı" kriterinin ağırlığı çok yüksek bulunmuştur. Eğer objektif verilerden faydalanmayarak ve sübjektif verilerden faydalanarak kriter ağırlıkları bulunsaydı yüksek ihtimalle duyarlılık analizindeki sonuçlardaki gibi "Ekol" lojistik en iyi performansla sahip lojistik firması olarak belirlenecekti. Bu çalışma sekiz kriter ve lojistik şirketlerinin 2018 yılı içinde bu sekiz kriterde gösterdikleri performans verileri ile sınırlıdır. Daha fazla kriterin hesaba katılması ile farklı sonuçlar elde edileceğinden dolayı sonuçların genellenmesi mümkün değildir. Gelecek çalışmalarda farklı yöntemler ile bu lojistik firmalarının performansları ölçülebilir yada kriter sayısı veya firma sayısı artırılarak performans ölçümü gerçekleştirilebilir. Bu çalışmada kullanılan yöntemler başka bir karar verme probleminin (üçüncü parti lojistik firması seçimi, tedarikçi seçimi ve makine seçimi) çözümü için kullanılabilir.

Kaynakça

- Aggarwal, A., Choudhary, C. ve Mehrotra, D. (2018). Evaluation of Smartphones in Indian Market using EDAS. *Procedia Computer Science*, 132, 236-243.
- Aguezoul, A. ve Pires, S. (2016). 3PL Performance Evaluation and Selection: A MCDM Method. *Supply Chain Forum: An International Journal*, 17(2), 87-94.
- Akçakanat, Ö., Eren, H., Aksoy, E. ve Ömürbek, V. (2017). Bankacılık Sektöründe Entropi ve Waspaş Yöntemleri İle Performans Değerlendirmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 22(2). 285-300.
- Akman, G. ve Baynal, K. (2014). Logistics Service Provider Selection Through An Integrated Fuzzy Multicriteria Decision Making Approach. *Journal of Industrial Engineering*, 2014: 1-16.

- Çakır, S. ve Perçin, S. (2013). Çok Kriterli Karar Verme Teknikleriyle Lojistik Firmalarında Performans Ölçümü/Performance Measurement of Logistics Firms with Multi-Criteria Decision Making Methods. *Ege Akademik Bakış*, 13(4), 449-459.
- Çakır, E. (2018). Elektronik Belge Yönetim Sistemi (Ebys) Yazılımı Seçiminde Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri: Bir Belediye Örneği. *Business, Economics and Management Research Journal*, 1(1), 15-30.
- Ecer, F. (2018). Third-party Logistics (3PLs) Provider Selection via Fuzzy AHP and EDAS Integrated Model. *Technological and Economic Development of Economy*, 24(2), 615-634.
- Ghorabae, M.K., Zavadskas, E. K., Olfat, L. ve Turskis, Z. (2015). Multi-criteria Inventory Classification using A New Method of Evaluation Based on Distance from Average Solution (EDAS). *Informatica*, 26(3), 435-451.
- Ghorabae, M. K., Zavadskas, E. K., Amiri, M. ve Turskis, Z. (2016). Extended EDAS Method for Fuzzy Multi-criteria Decision-making: An Application to Supplier Selection. *International journal of Computers Communications & Control*, 11(3), 358-371.
- Ghorabae, M. K., Amiri, M., Kazimieras Zavadskas, E. ve Antuchevičienė, J. (2017). Assessment of Third-party Logistics Providers using A CRITIC–WASPAS Approach with Interval Type-2 Fuzzy Sets. *Transport*, 32(1), 66-78.
- Ghorabae, M.K., Amiri, M., Zavadskas, E. K., Turskis, Z. ve Antucheviciene, J. (2018). A Dynamic Fuzzy Approach Based on the EDAS Method for Multi-Criteria Subcontractor Evaluation. *Information*, 9(3), 68.
- 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), 1-14.
- <http://www.fortuneturkey.com/fortune500>
- Juodagalvienė, B., Turskis, Z., Šaparauskas, J. ve Endriukaitytė, A. (2017). Integrated Multi-criteria Evaluation of House's Plan Shape based on The EDAS and SWARA Methods. *Engineering Structures and Technologies*, 9(3), 117-125.
- Kahraman, C., Ghorabae, M. K., Zavadskas, E. K., Cevik Onar, S., Yazdani, M. ve Oztaysi, B. (2017). Intuitionistic Fuzzy EDAS method: An Application to Solid Waste Disposal Site Selection. *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management*, 25(1), 1-12.
- Karabasevic, D., Zavadskas, E. K., Stanujkic, D., Popovic, G. ve Brzakovic, M. (2018). An Approach To Personnel Selection In The It Industry Based On The Edas Method. *Transformations in Business & Economics*, 17(2), 54-65.
- Kenger, M. D. ve Organ, A. (2017). Banka Personel Seçiminin Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinden Entropi Temelli ARAS Yöntemi İle Değerlendirilmesi. *Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 4(4), 152-170.
- Li, X., Wang, K., Liu, L., Xin, J., Yang, H. ve Gao, C. (2011). Application of The Entropy Weight and TOPSIS Method in Safety Evaluation of Coal Mines. *Procedia Engineering*, 26, 2085-2091.
- Ömürbek, N., Karaatlı, M. ve Balcı, H. F. (2016). Entropi Temelli MAUT ve SAW Yöntemleri ile Otomotiv Firmalarının Performans Değerlemesi. *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 31(1), 227-255.
- Ömürbek, N., Eren, H. ve Dağ, O. (2017). Entropi-Aras ve Entropi-Moosra Yöntemleri ile Yaşam Kalitesi Açısından AB Ülkelerinin Değerlendirilmesi. *Ömer Halisdemir Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 10(2), 29-48.

- Ömürbek, N. ve Akçakaya, E. D. U. (2018). Forbes 2000 Listesinde Yeralan Havacılık Sektöründeki Şirketlerin Entropi, Maut, Copras ve Saw Yöntemleri ile Analizi. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 23(1), 257-278.
- Özbek, A. ve Eren, T. (2012). Üçüncü Parti Lojistik (3PL) Firmanın Analitik Hiyerarşi Süreciyle (AHS) Belirlenmesi. *Uluslararası Mühendislik Araştırma ve Geliştirme Dergisi*, 4(2), 46-54.
- Özbek, A. (2018). Fortune 500 Listesinde Yer Alan Lojistik Firmaların Değerlendirilmesi. *Afyon Kocatepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 20(1), 13-26.
- Percin, S. (2009). Evaluation of Third-party Logistics (3PL) Providers by using A Two-phase AHP and TOPSIS Methodology. *Benchmarking: An International Journal*, 16(5), 588-604.
- Perçin, S. ve Sönmez, Ö. (2018). Bütünleşik Entropi Ağırlık ve TOPSIS Yöntemleri Kullanılarak Türk Sigorta Şirketlerinin Performansının Ölçülmesi. *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi*, 18, 565-582.
- Stanujkic, D., Zavadskas, E. K., Ghorabae, M. K. ve Turskis, Z. (2017). An Extension of The EDAS Method based on The Use of Interval Grey Numbers. *Studies in Informatics and Control*, 26(1), 5-12.
- Timor, M. (2010). *Yöneylem Araştırması*. İstanbul: Türkmen Kitabevi.
- Ulutaş, A. (2017). EDAS Yöntemi Kullanılarak Bir Tekstil Atölyesi İçin Dikiş Makinesi Seçimi. *Journal of Business Research-Türk*, 9(2), 169-183.
- Ulutaş, A. (2018). Entropi Temelli ROV Yöntemi İle Esnek Üretim Sistemi Seçimi. *Business and Economics Research Journal*, 9(1), 187-194.
- Wang, T. C. ve Lee, H. D. (2009). Developing A Fuzzy TOPSIS Approach Based on Subjective Weights and Objective Weights. *Expert Systems with Applications*, 36(5), 8980-8985.
- Yayla, A. Y., Oztekin, A., Gumus, A. T. ve Gunasekaran, A. (2015). A Hybrid Data Analytic Methodology for 3PL Transportation Provider Evaluation using Fuzzy Multi-criteria Decision Making. *International Journal of Production Research*, 53(20), 6097-6113.
- Zavadskas, E. K., Cavallaro, F., Podvezko, V., Ubarte, I. ve Kaklauskas, A. (2017). MCDM Assessment of A Healthy and Safe Built Environment According to Sustainable Development Principles: A practical Neighborhood Approach in Vilnius. *Sustainability*, 9(5), 702.

THE PERFORMANCE ANALYSIS OF LOGISTICS COMPANIES WITH ENTROPY BASED EDAS METHOD

Extended Abstract

Aim: Companies must meet their customers' needs and requirements in an accurate and short time in order to sustain their assets. The most important role in delivering goods quickly and accurately to customers falls into logistics. Companies cannot meet their logistics service by itself due to the complexity of the logistics process and the high costs. Therefore, many companies work with logistics companies to fulfil their logistics services. The performances of logistics companies are important for firms that want to work with these logistics companies. Logistics firms that do not want to lose customers should analyse their performances at regular intervals. There are many factors that affect the performance of a logistics company. Thus, the measurement of performance can be named as a multi-criteria decision making problem. In the literature, there are many studies to propose multi-criteria decision making methods to evaluate and measure the performance of logistics companies. Different from these studies in the literature, Entropy and EDAS methods are used to measure the performance of logistics companies in this study. This study aims to make two contributions to the literature. Firstly, there are few Turkish articles related to EDAS method. Secondly, there are very few studies used Entropy and EDAS method together. Therefore, this study aims to fill these research gaps.

Method(s): In this study Entropy and EDAS methods are used to measure the performances of 7 logistics firms, which are placed in 2018 FORTUNE 500 Turkey list, considering 8 criteria. All data related to logistics companies is taken from the FORTUNE 500 Turkey website. Entropy method is used to obtain objective the weights of criteria. EDAS method is utilized to measure the performance of 7 logistics firms and rank them with respect to their appraisal scores.

Findings: Entropy method is used to determine criteria weights. The criteria are ranked with respect to the weights of them found by entropy method as follows; Export (CR7), Number of Employees (CR8), The change of Earnings Before Interest and Tax (EBIT) (CR4), Equity (CR6), Earnings Before Interest and Tax (EBIT) (CR3), Net Sales (CR1), Total Assets (CR5) and Net Sales Change (CR2). EDAS method is utilised to evaluate the performance of logistics companies. Therefore, the most important criterion is determined as CR7. According to the results of the EDAS method, the best performing logistics company is designated as "Mars". Sensitivity analysis was done by changing the weights of criteria. Three types of weight sets are developed when sensitivity analysis is done. Firstly, the weights of the criteria are equal to each other and the weight of all of them is taken as 0.125 (1/8). Secondly, the weights of criteria, which are determined by the SWARA method for the same criteria by Özbek (2018), are used. Thirdly, the weights of the net sales (CR1) and export (CR7) criteria are set to 0.2 and the weights of the other criteria are set to 0.1. The company having the best performance in all three analyses is designated as "Ekol". Therefore, it can be said that if the weights of the criteria change, the results will also change.

Conclusion: In this study, two multi-criteria decision making methods, which are Entropy and EDAS, are used to evaluate the performance of logistics companies. Entropy method is utilised to obtain the weights of criteria and EDAS method is utilised to evaluate the performance of logistics companies and rank them. According to the results of the proposed model, "Mars", which is the logistics company, having the highest performance is designated as the best logistics company. Additionally, three sensitivity analysis is done by changing of the weights of criteria. The results of all three sensitivity analysis, "Ekol" having the highest performance is the best company. Thus, it can be said that if the weights of the criteria change, the results will also change. Future research may extend to data used in this used or use different multi-criteria decision making methods.