

ENTEGRE LOPCOW-APLOCO Yöntemleriyle Elektrikli Otomobil Seçimi Problemi

Mehmet Akif Kara¹

Özet

Enerji verimliliğinin sağlanması, ekolojik krize karşı mücadele gibi bir çok nedenden dolayı elektrikli araçlar hızla yaygınlaşmaktadır. Farklı otomobil firmalarının ürettiği bu araçlar tüketiciler için bir seçim problemi ortaya çıkarmaktadır. Bu çalışmada literatürde ilk kez kullanılan LOPCOW-APLOCO entegre çok kriterli karar verme yöntemleriyle 6 alternatif elektrikli araç 8 farklı kriter kullanılarak sıralanmaktadır. Kriterlerin ağırlıklandırılmasında objektif bir yöntem olan LOPCOW yöntemi kullanılmıştır. Seçim problemi için ise APLOCO yöntemi kullanılmıştır. Çalışma sonucunda kriterler önem sırasına göre; fiyat, hızlanma, enerji tüketimi, ağırlık, azami hız, menzil, motor gücü ve tork olarak bulunmuştur. Seçim probleminin çözümü sonrasında ise elektrikli araçlar A2, A1, A3, A6, A5, A4 şeklinde sıralanmaktadır.

1. Giriş

Çok kriterli karar verme yöntemleri (ÇKKV), giderek karmaşılaşan ve zorlaşan, stratejik öneme sahip karar problemlerinin çözümlemesinde kullanılmaktadır. Bu tür yöntemler, genel itibariyle karar vericilerin farklı ve çelişen hedefleri dikkate alması gereken durumlarda tercih edilmektedir. Birden fazla alternatif ve kriterin olduğu bu problemlerin sistematik ve mantıklı bir şekilde çözülmesi gereklidir. ÇKKV, yöneylem araştırması ve yönetim bilimi alanlarının bir alt dalı olarak, karar teorisi ve karar analizinin en yaygın kullanılan yöntemlerinden birisidir (Atan ve Yılmaz, 2020). Bu bağlamda; yatırım kararları, stratejik planlama, seçim problemleri, çevresel değerlendirmeler gibi farklı konularda, iktisat, işletme, sağlık, mühendislik gibi farklı bilim alanlarında kullanılmaktadır.

1 Dr.Öğr.Üyesi, Giresun Üniversitesi İİBF İşletme Bölümü Sayısal Yöntemler ABD, akifkara28@gmail.com, ORCID: 0000-0003-4308-9933.

Bu açıdan değerlendirdiğimizde özellikle teknolojinin gelişimi ile birlikte doğanın sürdürülebilirliğinin uyumunun sağlanması elzem bir ihtiyaç haline gelmiştir. Özellikle artan küresel nüfus ve fosil yakıtların hızla azalması nedeniyle karbondioksit emisyonları yoluyla sera gazı üretilmekte ve bu küresel ısınmaya neden olmaktadır. Sera gazı emisyonlarının en büyük yüzdesi de iklim değişikliğine bu minvalde katkıda bulunan ulaştırma sektöründen kaynaklanmaktadır (Vassileva ve Campillo, 2016). Dolayısı ile doğanın sürdürülebilirliğinin sağlanması için doğaya zarar vermeyen enerji türlerinin de kullanımının yaygınlaşması beklenmekte ve buna ilişkin çalışmalar yürütülmektedir. Elektrikli araç kullanımı da bu çabanın bir ürünü olarak değerlendirilebilir. Son 1 yılda farklı markaların elektrikli araç üretimlerinin arttığını göz önüne aldığımızda satış rakamlarının da bu minvalde arttığını görebilmekteyiz. Keza, elektrikli araçların 2030 yılına kadar uluslararası pazarda binek otomobil satışlarının %75'ini oluşturması beklenmektedir (Güler, 2024). Bu çalışmada da piyasada satışı yapılan elektrikli araçlara ilişkin çeşitli kriterler bağlamında bir seçim problemi oluşturulmakta ve literatüre görece yeni kazandırılan LOPCOW ve APLOCO yöntemleriyle çözümü gerçekleştirilmektedir. Çalışma da entegre LOPCOW-APLOCO yöntemleri literatürde ilk kez kullanılmaktadır.

Çalışmanın motivasyonunu görece yeni bir pazar olan elektrikli araç piyasasının durumunu ortaya koymak ve muhtemel tüketiciler için kolaylık sağlayacak bir sonuç elde etme fikrini oluşturmaktadır. Aynı zamanda LOPCOW-APLOCO yöntemlerinin entegre olarak ilk kez kullanılacak olması da ikincil motivasyon içerisinde yer almaktadır.

Elektrikli araç seçimine ilişkin literatürde çok az çalışma olmakla birlikte genel olarak araç seçimine ilişkin ÇKKV yöntemlerinin uygulandığı çok sayıda çalışma vardır. Gavcar ve Kara (2020) yaptıkları çalışmada 5 farklı kriter kullanmıştır. Çalışmalarında yöntem olarak ENTROPİ ve TOPSİS yöntemlerini kullanmış ve “batarya kapasitesi” en önemli kriter olarak bulunmuştur. Çalışmada 11 farklı araç modeli için seçim problemi gerçekleştirilmiştir. Sonar ve Kulkarni (2021) AHP ve MABAC yöntemlerini kullandıkları çalışmalarında altı elektrikli araç seçimi için altı kriteri ağırlıklandırmıştır. Çalışma sonucundan en önemli kriter “menzil” olarak tespit edilmiştir. Öztayşı vd. (2021) çalışmalarında elektrikli araç seçim problemi için KEMIRA yönteminin bir uzantısı olan Bulanık KEMIRA (F-KEMIRA) yöntemi ile 6 kriter ve 5 alternatif içeren bir karar modeli oluşturmuştur. Çalışmada kullanılan kriterlerden üçü maliyet üçü ise fayda yönündür. Çaloğlu Büyükselçuk ve Tozan (2022) yaptıkları çalışmalarında elektrikli araçların verimliliğini CRITIC ve EATWIOS yöntemlerini kullanarak değerlendirmişlerdir. Çalışma sonucunda enerji tüketimi, fiyat

ve araç ağırlığının önemli faktörler olduğu belirlenmiş ve İngiliz marka bir aracın en iyi tercih edilebilir elektrikli araç olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Güler (2024) yaptığı araştırmasında elektrikli araçları BWM ve LOPCOW yöntemleriyle ağırlıklandırmakta ve kriterleri sıralamaktadır. Ardından Ortak Ağırlık Yöntemi ile nihai kriter ağırlıklarını elde etmiştir. Çalışmada kriterler arasında en önemlisi “batarya kapasitesi” olarak bulunmuştur. “Ağırlık” kriteri ise en önemsiz kriter olarak bulunmuştur.

2. Metodoloji

Çalışmanın bu bölümünde kullanılan yöntemlere ilişkin matematiksel adımlar, çalışmada kullanılan veri seti ve değişkenler hakkında bilgi verilecektir.

2.1. Yöntemler

Çalışmada kriterlerin ağırlıklandırılmasında LOPCOW yöntemi, elektrikli otomobil seçiminde ise APLOCO yöntemi kullanılmış ve yöntemlere ilişkin adımlara yer verilmiştir.

2.1.1. LOPCOW Yöntemi

LOPCOW yöntemi kriter ağırlıklandırma yöntemleri arasında yer almaktadır. 2022 yılında Ecer ve Pamucar (2022) tarafından geliştirilmiştir. LOPCOW yöntemi objektif yani karar vericinin görüşlerine ihtiyaç duymadan kriter ağırlığını belirleyen bir yöntemdir. Alternatiflerin negatif performans değerlerinin dikkate alınması, kriter ağırlıklarının belirlenmesinde önemli bir rol oynamakta ve çok sayıda kriter ile alternatifin etkin bir şekilde analiz edilmesini sağlamaktadır (Biswas vd., 2022). LOPCOW yöntemi, her bir kriterin standart sapmasını hesaplamak için, alternatif sayısına bağlı olarak logaritmik bir fonksiyon kullanarak yüzde değerlerini elde etmekte ve böylece kriterlerin daha önemli ve daha az önemli olanları arasındaki farkları daha uygun bir şekilde sunmaktadır.

Yöntem 3 adımdan oluşmaktadır. İlk olarak; karar probleminin belirlenmesi ve çözümlenmesi için m alternatif ve n kriterden oluşan bir içsel karar matrisi oluşturulmaktadır.

1. adım: Normalize karar matrisinin oluşturulması

$$r_{ij} = \frac{x_{ij} - x_j^{\min}}{x_j^{\max} - x_j^{\min}} \quad \text{fayda yönlü kriterler için} \quad (1)$$

$$r_{ij} = \frac{x_j^{max} - x_{ij}}{x_j^{max} - x_j^{min}} \text{ maliyet yönlü kriterler için} \quad (2)$$

2. adım: : Her Kriter İçin Yüzdelik Değerlerin PV_{ij} Matrisinin Oluşturulması

$$PV_{ij} = \left| \ln \left(\frac{\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^m r_{ij}^2}{m}}}{\sigma} \right) \right| 100 \quad (3)$$

3. adım: Objektif Ağırlıkların (W_j) Hesaplanması

$$w_j = \frac{PV_{ij}}{\sum_{i=1}^n PV_{ij}} \quad (4)$$

2.1.2. APLOCO Yöntemi

APLOCO yöntemi Bulut tarafından 2018 yılında geliştirilmiştir. Literatürde kompleks ağ analizi alanında düğüm ağırlıklarının hesaplanmasında ve merkezi metriklerin belirlenmesi (Fındık ve Özkaynak, 2019; Özkaynak, 2020; Fındık ve Özkaynak, 2021), sosyal ağ analizi (Mishra vd., 2020) ve bulaşıcı olmayan hastalıkların risk alanlarına göre karşılaştırılması (Bulut, 2024) alanlarında kullanılmıştır. Yöntem 5 adımdan oluşmaktadır.

Yöntemin adımları şu şekildedir (Bulut, 2018);

Adım 1. Karar Matrisinin oluşturulması

$$x_{ij} = \left(\begin{pmatrix} x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1r} \\ x_{21} & x_{22} & \cdots & x_{2r} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{r1} & x_{r2} & \cdots & x_{cr} \end{pmatrix} \right) \quad (5)$$

Adım 2: Başlangıç noktası kriter (SPC) değerlerinin hesaplanması

$$P_{ij} = \begin{cases} \max_i(x_{ij}) - x_{ij}; P_{ij}, \text{maksimum başlangıç noktası değeriye} \\ x_{ij} - \min_i(x_{ij}); P_{ij}, \text{minimum başlangıç noktası değeriye} \end{cases} \quad (6)$$

$$P_{ij} = \begin{pmatrix} \max_i(x_{ij}) + x_{11} & \cdots & \max_i(x_{ij}) + x_{1r} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \max_i(x_{ij}) + x_{c1} & \cdots & \max_i(x_{ij}) + x_{cr} \end{pmatrix} \quad (7)$$

$$P_{ij} = \begin{pmatrix} x_{11} - \min_i(x_{ij}) & \cdots & x_{1r} - \min_i(x_{ij}) \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{c1} - \min_i(x_{ij}) & \cdots & x_{cr} - \min_i(x_{ij}) \end{pmatrix} \quad (8)$$

Adım 3: Logaritmik dönüşüm (LC) matrisinin oluşturulması

$$\ln_x = \log e \text{ ve } L_{ij} = \frac{1}{\ln(P_{ij}) + 2} \quad (9)$$

$$L_{ij} = \begin{pmatrix} \frac{1}{\ln(P_{11} + 2)} & \cdots & \frac{1}{\ln(P_{1r} + 2)} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{1}{\ln(P_{c1} + 2)} & \cdots & \frac{1}{\ln(P_{cr} + 2)} \end{pmatrix} \quad (10)$$

Adım 4: Kriterlerin ağırlıkları (WC)'nın belirlenmesi ve ağırlıklı logaritmik dönüşüm (WLC) matrisinin hesaplanması

$$T_{ij} = \begin{pmatrix} w_1 x l_{11} & \cdots & w_1 x l_{1r} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ w_n x l_{c1} & \cdots & w_n x l_{cr} \end{pmatrix} \quad (11)$$

Adım 5: En iyi alternatif (BA)'ın belirlenmesi

$$B_j = \max(T_{ij}) \quad (12)$$

$$B_{sj} = \sum_{j=1}^n \{l_1, l_2, \dots, l_n\} \quad (13)$$

$$\alpha s_i = \sum_{j=1}^n \{t_1, t_2, \dots, t_n\} \quad (14)$$

$$\theta_i = \frac{\alpha s_i}{B_{sj}} \quad (15)$$

2.2. Veri Seti ve Değişkenler

Çalışmada kullanılan veri seti araç markalarının web sitelerinden elde edilmiştir. Araçlar seçilirken SUV/JEEP segmentindeki benzer araçlar kullanılmıştır. Bu minvalde altı araç seçim problemine dâhil edilmiştir. Çalışmada kriter olarak; başlangıç fiyatı, azami hız, motor gücü, hızlanma, enerji tüketimi, tork, ağırlık ve menzil değişkenleri kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan kriterlerin tanımları aşağıdaki gibidir:

Başlangıç Fiyatı; Araç satın alımında ödenecek ilk miktardır.

Azami hız; Araçların ulaşabileceği en yüksek hız. Genellikle km/saat (km/h) cinsinden ifade edilir ve aracın performansını gösterir.

Motor gücü; Elektrik motorunun sağladığı güç. Genellikle kilowatt (kW) cinsinden ölçülür. Motor gücü, aracın hızlanma kapasitesini ve genel performansını etkiler.

Hızlanma; Aracın belirli bir süre içinde (genellikle 0'dan 100 km/saat) ulaştığı hız. Hızlanma süresi, aracın dinamik performansı hakkında bilgi verir.

Enerji tüketimi; Aracın belirli bir mesafe (genellikle 100 km) için harcadığı enerji miktarı. KWh/100 km cinsinden ifade edilir ve araç verimliliğini gösterir.

Tork; Motorun dönerken ürettiği kuvvet. Genellikle Nm (Newton metre) cinsinden ölçülür. Tork, aracın hızlanma yeteneğini ve yokuşlarda performansını etkiler.

Ağırlık; Aracın toplam ağırlığı. Genellikle kg (kilogram) cinsinden ifade edilir. Ağırlık, aracın enerji tüketimi ve performansı üzerinde doğrudan etkilidir.

Menzil; Araçla bir şarjla kat edilebilecek maksimum mesafe. Genellikle km (kilometre) cinsinden ölçülür ve aracın kullanım alanını belirler.

Tablo 1’de çalışmada kullanılan veri setine yer verilmektedir.

Tablo 1. Veri Seti

	Fiyat (maliyet yönlü)	Azami Hız (Fayda yönlü)	Motor Gücü (Fayda yönlü)	Hızlanma (Fayda yönlü)	Enerji Tüketimi (maliyet yönlü)	Tork (fayda yönlü)	Ağırlık (maliyet yönlü)	Menzil (fayda yönlü)
A1	1880000	175	207	8,1	18,6	339	1915	635
A2	4200000	200	487	3,7	21,2	860	2348	490
A3	1614000	162	156	8,8	14,6	255	1760	512
A4	1664000	167	204	7,8	16,2	255	2105	460
A5	1800000	185	218	7,8	16,7	350	2126	523
A6	1880000	150	204	9,6	15,6	320	1930	489

3. Bulgular

3.1. Kriter ağırlıklarının belirlenmesi

Çalışmada kullanılan kriterlerin ağırlıklandırılması için LOPCOW yöntemi kullanılmaktadır. Tablo 1’de yer alan veri seti karar matrisi olarak kullanılmıştır. Eşitlik 1 ve Eşitlik 2’de yer alan denklemler ile karar matrisi normalize edilmiştir. Tablo 2’de gösterilmektedir.

Tablo 2. Normalize Edilmiş Karar Matrisi

	Fiyat (maliyet yönlü)	Azami Hız (Fayda yönlü)	Motor Gücü (Fayda yönlü)	Hızlanma (Fayda yönlü)	Enerji Tüketimi (maliyet yönlü)	Tork (fayda yönlü)	Ağırlık (maliyet yönlü)	Menzil (fayda yönlü)
A1	0,897	0,5	0,154	0,745	0,393	0,138	0,736	1
A2	0	1	1	0	0	1	0	0,171
A3	1	0,24	0	0,864	1	0	1	0,297
A4	0,980	0,34	0,145	0,694	0,757	0	0,413	0
A5	0,928	0,7	0,187	0,694	0,681	0,157	0,377	0,36
A6	0,897	0	0,145	1	0,848	0,107	0,710	0,165

Normalizasyon işleminin ardından yüzde değerleri hesaplanmaktadır. Tablo 3’de gösterilmektedir.

Tablo 3. Normalizasyon İşlemi Sonrası Yüzde Değerleri

Kriterler	Fiyat	Azami Hız	Motor Gücü	Hızlanma	Enerji Tüketimi	Tork	Ağırlık	Menzil)
Yüzde değerleri	259,03	216,18	159,78	255,74	241,15	141,52	234,36	185,93

Son olarak eşitlik 4 kullanılarak kriter ağırlıkları hesaplanmaktadır. Tablo 4’de gösterilmektedir.

Tablo 4. Kriter Ağırlıkları

Kriterler	Fiyat	Azami Hız	Motor Gücü	Hızlanma	Enerji Tüketimi	Tork	Ağırlık	Menzil)
Kriter ağırlıkları	0,152	0,127	0,094	0,150	0,142	0,083	0,138	0,109

Kriter ağırlıkları sırasıyla; fiyat, hızlanma, enerji tüketimi, ağırlık, azami hız, menzil, motor gücü ve tork olarak bulunmuştur.

3.2. Seçim probleminin çözülmesi

Tablo 1’de yer alan veri seti karar matrisi olarak kullanılmıştır. Eşitlik 6, eşitlik 7 ve eşitlik 8 kullanılarak başlangıç noktası kriter değerleri hesaplanmıştır. Tablo’da gösterilmektedir.

Tablo 5. Başlangıç Noktası Kriter Değerleri

	A1	A2	A3	A4	A5	A6
C1	2320000,00	0,00	2586000,00	2536000,00	2400000,00	2320000,00
C2	25,00	0,00	38,00	33,00	15,00	50,00
C3	51,00	331,00	0,00	48,00	62,00	48,00
C4	1,50	5,90	0,80	1,80	1,80	0,00
C5	2,60	0,00	6,60	5,00	4,50	5,60
C6	521,00	0,00	605,00	605,00	510,00	540,00
C7	433,00	0,00	588,00	243,00	222,00	418,00
C8	0,00	145,00	123,00	175,00	112,00	146,00

Eşitlik 9 ve eşitlik 10 kullanılarak logaritmik dönüşüm matrisi hesaplanmaktadır Tablo 6’da gösterilmektedir.

Tablo 6. Logaritmik dönüşüm matrisinin hesaplanması

	A1	A2	A3	A4	A5	A6
C1	0,07	1,44	0,07	0,07	0,07	0,07
C2	0,30	1,44	0,27	0,28	0,35	0,25
C3	0,25	0,17	1,44	0,26	0,24	0,26
C4	0,80	0,48	0,97	0,75	0,75	1,44
C5	0,66	1,44	0,46	0,51	0,53	0,49
C6	0,16	1,44	0,16	0,16	0,16	0,16
C7	0,16	1,44	0,16	0,18	0,18	0,17
C8	1,44	0,20	0,21	0,19	0,21	0,20

Ağırlıklı logaritmik dönüşüm matrisinin hesaplanması için eşitlik 11 kullanılmaktadır.

Tablo 7. Ağırlıklı logaritmik dönüşüm matrisi

	A1	A2	A3	A4	A5	A6
C1	0,010	0,221	0,010	0,010	0,010	0,010
C2	0,039	0,185	0,035	0,036	0,045	0,032
C3	0,024	0,016	0,136	0,024	0,023	0,024
C4	0,120	0,073	0,146	0,112	0,112	0,216
C5	0,093	0,205	0,066	0,073	0,076	0,070
C6	0,013	0,120	0,013	0,013	0,013	0,013
C7	0,023	0,199	0,022	0,025	0,026	0,023
C8	0,157	0,022	0,023	0,021	0,023	0,022

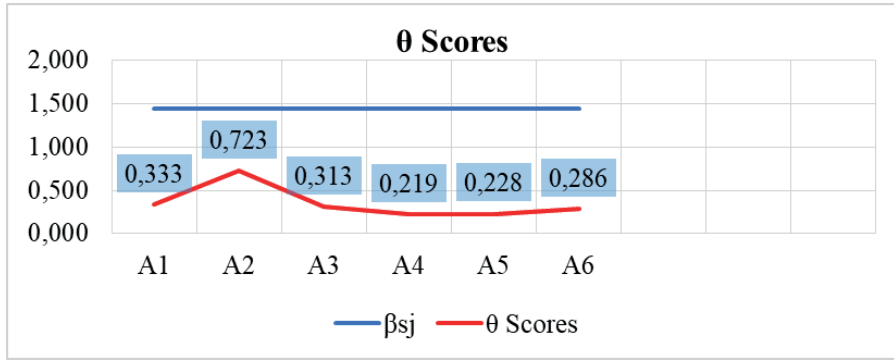
Daha sonra ise en iyi alternatif belirlenmektedir. Tablo 8, Tablo 9 ve Grafik 1'de gösterilmektedir.

Tablo 8. En iyi alternatifin belirlenmesi

	Bj	Alternatifler	asi
C1	0,221	A1	0,479
C2	0,185	A2	1,040
C3	0,136	A3	0,450
C4	0,216	A4	0,315
C5	0,205	A5	0,328
C6	0,120	A6	0,411
C7	0,199		
C8	0,157		
β_{sj}	1,438		

Tablo 9. θ Skorlarının Hesaplanması Tablosu

Alternatif	θ Skorları	θ Skor Sıralaması
A1	1,443	0,333
A2	1,443	0,723
A3	1,443	0,313
A4	1,443	0,219
A5	1,443	0,228
A6	1,443	0,286

Grafik 1. θ Skorlarının Gösterilmesi

APLOCO yöntemi ile yapılan sıralama sonucunda A2, A1, A3, A6, A5, A4 şeklindedir.

4. Sonuç ve Tartışma

ÇKKV yöntemleri seçim, temin, sıralama vb. konularda yaşanan muhtemel sorunları en aza indirmek ve problemin çözümünü matematiksel adımlar kullanarak çözen yaklaşımlardır. Hem uygulayıcılar hem de paydaşlar açısından bu tür karar problemlerini kolaylaştıran yöntemlerdir.

Bu çalışmada ilk kez LOPCOW-APLOCO yöntemleri entegre olarak kullanılmıştır. Elektrikli araç seçim problemine uygulanan bu yöntemler optimum sonuca ulaşmaya çalışılmıştır. Her iki yönteminde farklı problemlerde kullanıldığı bilinmektedir.

Çalışmada kriter olarak fiyat, azami hız, motor gücü, hızlanma, enerji tüketimi, tork, ağırlık ve menzil olarak belirlenmiştir. Ayrıca, alternatif olarak 6 farklı elektrikli araç kullanılmıştır. LOPCOW yöntemi ile yapılan kriter ağırlıklandırma sonucunda; kriter ağırlıkları sırasıyla; fiyat, hızlanma, enerji tüketimi, ağırlık, azami hız, menzil, motor gücü ve tork olarak bulunmuştur.

Literatür ile karşılaştırıldığında ise kriterlerin ağırlık sıralamaları farklıdır. Gavcar ve Kara (2020) çalışmasında batarya kapasitesi, Sonar ve Kulkari (2021) çalışmasında menzil, Çaloğlu Büyükselçuk ve Tozan (2022) menzil, Güler (2024) ise batarya kapasitesi kriterlerini en önemli kriter olarak değerlendirmiştir. Ağırlıkların farklı çıkması veri seti, kullanılan yöntem gibi nedenlere dayanmaktadır. APLOCO yöntemi yapılan seçim işlemi sonrasında ise sırasıyla A2, A1, A3,A6, A5, A4 şeklindedir. Kriter ağırlıkları sıralama üzerinde doğrudan etkilidir. Fiyat kriterinin ağırlığı en yüksek kriter olması nedeniyle A2 alternatifinin ilk sırada olmasında etkilidir.

Kaynakça

- Atan, M. ve Yılmaz, E. (2020). Karar verme ve karar teorisi. *Örnek uygulamalarla çok kriterli karar verme yöntemleri* içinde (Edt. M.Atan ve Ş.Atan). 3-20, Gazi Kitabevi.
- Biswas, S., Bandyopadhyay, G., & Mukhopadhyaya, J. N. (2022b). A multi-criteria framework for comparing dividend pay capabilities: Evidence from Indian FMCG and consumer durable sector. *Decision Making: Applications in Management and Engineering*, 5(2), 140-175.
- Bulut, T. (2018). A New Multi Criteria Decision Making Method: Approach of Logarithmic Concept (APLOCO), *International Journal of Artificial Intelligence and Applications*, 9(1), 15-33.
- Bulut, T. (2024). Comparison of countries in European region according to risk factors of noncommunicable diseases by APLOCO method. *ADYÜ Sağlık Bilimleri Dergisi*, 10(3), 257-267.
- Çaloğlu Büyükselçuk, E. ve Tozan, H. (2022). Elektrikli araçların performanslarının CRITIC-EATWIOS ile değerlendirilmesi. *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 10(4), 1670-1688.
- Ecer, F. ve Pamucar, D. (2022). A novel LOPCOW-DOBI multi-criteria sustainability performance assessment methodology: An application in developing country banking sector. *Omega*, 112, 102690.
- Fındık, O. ve Özkaynak, E. (2019). Node Weighting Method in Centrality Measure of Complex Networks. International Conference on Advanced Technologies, Computer Engineering and Science (ICATCES 2019), Apr 26-28, 2019 Alanya, Turkey, 342-348.
- Fındık, O. ve Özkaynak, E. (2021). Link Prediction Based on Node Weighting in Complex Networks. *Soft Comput.* 25, 2467-2482.
- Gavcar, E., ve Kara, N. (2020). Elektrikli otomobil seçiminde ENTROPI ve TOPSIS yöntemlerinin uygulanması. *Journal of Human and Work*, 7(2), 351-359.
- Güler, A. (2024). Türkiye’de satışa sunulan elektrikli araçların BWM ve LOPCOW yöntemleriyle ağırlıklandırılması ve kriterlerin sıralanması. *Ordu Üniversitesi Bilim Ve Teknoloji Dergisi*, 14(1), 106-120.
- Mishra, A. K., Joshi, N., Mathur, I. (2020). A Fuzzy Based Integrated Model For Identification Of Vital Node In Terrorist Network Using Logarithmic Concept, *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, 39(3), 3617-3631.
- Özkaynak, E. (2020). Karmaşık Ağlarda Düğüm Ağırlıklı Bağlantı Yöntemlerinin Geliştirilmesi. Doktora Tezi, Karabük Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği.

- Öztayş, B., Onar, S. Ç. ve Kahraman, C. (2021). Electric vehicle selection by using Fuzzy KEMIRA. *Multiple-Valued logic and soft computing*, 37(3-4), 437-461.
- Sonar, H. C. ve Kulkarni, S. D. (2021). An integrated AHP-MABAC approach for electric vehicle selection. *Research in Transportation Business & Management*, 41, 100665, 1-8.
- Vassileva, I., & Campillo, J. (2017). Adoption barriers for electric vehicles: Experiences from early adopters in Sweden. *Energy*, 120, 632-641.