

Küresel Bulanık MULTIMOORA Yöntemi ile Zırhlı Askerî Araçların Performans Değerlendirilmesi

Muhammed Ali Güler

Endüstri Mühendisliği Bölümü, TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi, Ankara
ORCID No: <https://orcid.org/0000-0001-9829-0592>

Anahtar Kelimeler	Öz
MULTIMOORA Yöntemi, Küresel Bulanık MULTIMOORA, Zırhlı Askerî Araçlar	<i>Belirsizliğin daha dar bir tanım aralığında modellenemediği klasik küme teorisinde üyelik dereceleri belirlenirken yetersizliklerin olduğu gözlemlenmiştir. Küresel bulanık küme teorisinde bu durum daha geniş bir tanım aralığında modellenmesine olanak sağlamıştır. Bu çalışmada MULTIMOORA yöntemi ve küresel bulanık küme teoremi ile beraber kullanılarak bir çalışma gerçekleştirilmiştir. Klasik MULTIMOORA yönteminin adımlarını referans alan Küresel Bulanık MULTIMOORA yöntemi; Küresel bulanık oran yöntemi, küresel bulanık referans yöntemi, küresel tam çarpım yönteminde oluşup, nihai sonuç sıra baskınlık teoremi ile tek bir sıralamaya dönüşmektedir. Uygulama kısmında ise Zırhlı araçların performans değerlendirilmesi üzerine yapılan çalışmada, 4 farklı askerî zırhlı araçların, 5 farklı kritere göre Küresel Bulanık MULTIMOORA yöntemi ile değerlendirilmiştir.</i>

Evaluation of the Performance of Armored Military Vehicles by the Global Fuzzy MULTIMOORA Method

Keywords	Abstract
MULTIMOORA Method, Spherical Fuzzy MULTIMOORA, Armored Vehicles	<i>It has been observed that there are inadequacies in determining membership degrees in classical set theory, where uncertainty can be modeled in a narrower definition range. In spherical fuzzy set theory, this has allowed it to be modeled in a wider range of definitions. In this study, a study was carried out by using the MULTIMOORA method and the spherical fuzzy set theorem. Spherical Fuzzy MULTIMOORA method, which references the steps of the classical MULTIMOORA method; The spherical fuzzy ratio method, spherical fuzzy reference method, spherical exact product is formed in the method, and the final result turns into a single order with the order dominance theorem. In the application part, in the study on the performance evaluation of armored vehicles, 4 different military armored vehicles were evaluated with the Global Fuzzy MULTIMOORA method according to 5 different criteria.</i>

Araştırma Makalesi	Research Article
Başvuru Tarihi : 29.06.2022	Submission Date : 29.06.2022
Kabul Tarihi : 18.09.2022	Accepted Date : 18.09.2022

1. Giriş

Bulanık mantık ilk olarak bilim adamı Lotfi A. Zadeh tarafından “Fuzzy Sets” isminde makalesinde bahsedilmiştir. Bu çalışmada, reel dünyadaki üyelik dereceleri belirlenirken yetersizliklerin olduğu için dilsel değişken belirlemelerin $[0,1]$ arasında yapılması gerektiğinden bahsetmiştir.(Zadeh, 1965) Klasik küme teorisinde bu durum bir elemanın kesin olarak bir kümeye üye olması ve üye olmaması söz konusu olduğundan dolayı sübjektiflikten uzak kalmaktadır. Bu durumda da klasik küme teorisi günlük hayat problemlerinde uzak kalmaktadır.

Çok kriterli karar verme problemlerin, birbiri ile ilişki içerisinde olmayan bağımsız ve farklı şekilde ifade edilen kriterleri alternatifler ile değerlendirmeye alarak, en uygun alternatifi belirlemeye çalışmaktadır. Bu çalışmada, Küresel bulanık oran yöntemi, küresel bulanık referans yöntemi, küresel tam çarpım yöntemi yaklaşımlarını kullanan Küresel Bulanık MULTIMOORA yöntemi kullanılarak nihai sonuca ulaşılmaya çalışılmıştır.

Uluslararası alanda gelişen savunma sanayi ile ülkeler askerî alanda yaptıkları harcamalara önemli miktarda yatırım yapmaktadır. Gelişen teknoloji ile askerî alanda yapılan yatırımlar yapılırken en doğru kararları vermek askerî caydırıcılık güç faktöründe önemli bir rol oynamaktadır. Bu bağlamda karar vericilerin yapmış olduğu seçimlerin en doğru ve kabul edilebilir seviyesinde olması önem teşkil etmektedir. Bu çalışma kapsamında, farklı ülkelerin ürettiği aynı amaca hizmet eden dört farklı askerî zırhlı araçların, teknik özelliklerden oluşan 5 farklı kriterlere göre performans değerlendirmesi yapılarak karar vericiler için en uygun seçimin yapılması amaçlanmıştır.

Çalışmanın bu bölümünden sonra Küresel bulanık kümelerle ait temel işlem operatörleri ve adımları Bölüm 2’de anlatılmıştır. Bölüm 3’ te uygulama literatürüne yer verilerek Bölüm 4’ te uygulama kısmına yer verilmiştir. Bölüm 5’ te duyarlılık analizi yapılarak yöntemin tutarlı olup olmaması tartışılmıştır. Son olarak Bölüm 6’ da çalışmanın sonuç ve tartışma kısmına yer verilmiştir.

2. Yöntem

Küresel Bulanık MULTIMOORA yöntemini kullanırken belirli adımların Küresel Bulanık kümeler konusunu kapsadığından dolayı öncelikle bu bölümde Küresel bulanık kümeler hakkında genel gösterimler incelendikten sonra Küresel MULTIMOORA yöntemi incelenecektir.

2.1 Küresel Bulanık Kümeler

Küresel bulanık kümeler, klasik bulanık kümelerin diğer bir uzantısı olarak tanımlanmıştır. Kutlu ve Kahraman tarafından 2018’de geliştirilmiştir.(Gündoğdu ve Kahraman, 2019) Geliştirilen bu yöntem ile oluşan kümede üyelik derecesi olan μ ve üye olmama derecesi olan v ’nin bilinmesi ile kararsızlık üyelik derecesi olan π , küresel yay mesafesi ile kolayca hesaplanabilmektedir. Hesaplanan bu değerler $[0,1]$ aralığında tanımlanabilmektedir.

Bu durum aşağıdaki bir A küresel bulanık kümenin gösterimi ile denklemler ve matematiksel olarak ifade edilmiştir.

$$\tilde{A}_s = \{ \{u, (\mu_{\tilde{A}_s}(u), v_{\tilde{A}_s}(u), \pi_{\tilde{A}_s}(u)) \mid u \in U \} \quad (1)$$

Burada;

$$\mu_{\tilde{A}_s}(u):U \rightarrow [0,1], v_{\tilde{A}_s}(u):U \rightarrow [0,1], \pi_{\tilde{A}_s}(u):U \rightarrow [0,1] \quad (2)$$

ve

$$0 \leq \mu_{\tilde{A}_s}(u) + v_{\tilde{A}_s}(u) + \pi_{\tilde{A}_s}(u) \leq 1 \quad \forall u \in U$$

Temel işlem operatörleri ise şu şekildedir.

$$\tilde{A}_s \oplus \tilde{B}_s = \left\{ \left(\left(\mu_{\tilde{A}_s}^2 + \mu_{\tilde{B}_s}^2 - \mu_{\tilde{A}_s}^2 \mu_{\tilde{B}_s}^2 \right)^{1/2}, v_{\tilde{A}_s} v_{\tilde{B}_s}, \left(\left(1 - \mu_{\tilde{B}_s}^2 \right) \pi_{\tilde{A}_s}^2 + \left(1 - \mu_{\tilde{A}_s}^2 \right) \pi_{\tilde{B}_s}^2 - \pi_{\tilde{A}_s}^2 \pi_{\tilde{B}_s}^2 \right)^{1/2} \right) \right\} \quad (3)$$

$$\tilde{A}_s \oplus \tilde{B}_s = \left\{ \begin{array}{l} \mu_{\tilde{A}_s}^2 \mu_{\tilde{B}_s}^2, (v_{\tilde{A}_s}^2 + v_{\tilde{B}_s}^2 - v_{\tilde{A}_s} v_{\tilde{B}_s})^{1/2}, \\ ((1 - v_{\tilde{B}_s}^2) \pi_{\tilde{A}_s}^2 + (1 - v_{\tilde{A}_s}^2) \pi_{\tilde{B}_s}^2 - \pi_{\tilde{A}_s}^2 \pi_{\tilde{B}_s}^2)^{1/2} \end{array} \right\} \quad (4)$$

$$\lambda * \tilde{A}_s = \left\{ \begin{array}{l} (1 - (1 - \mu_{\tilde{A}_s}^2)^\lambda)^{1/2}, v_{\tilde{A}_s}^\lambda, \\ ((1 - \mu_{\tilde{A}_s}^2)^\lambda - (1 - \mu_{\tilde{A}_s}^2 - \pi_{\tilde{A}_s}^2)^\lambda)^{1/2} \end{array} \right\} \quad (5)$$

$$\tilde{A}_s^\lambda = \left\{ \begin{array}{l} \mu_{\tilde{A}_s}^\lambda, (1 - (1 - v_{\tilde{A}_s}^2)^\lambda)^{1/2}, \\ ((1 - v_{\tilde{A}_s}^2)^\lambda - (1 - v_{\tilde{A}_s}^2 - \pi_{\tilde{A}_s}^2)^\lambda)^{1/2} \end{array} \right\} \quad (6)$$

Küresel ağırlıklandırılmış aritmetik ortalama (SWAM), $w = (w_1, w_2, \dots, w_n)$; $w_i \in [0,1]$; $\sum_{i=1}^n w_i = 1$ olarak tanımlanan ağırlıklar dikkate alınarak aşağıdaki gibi belirlenir.

$$\begin{aligned} \text{SWAM}_w(\tilde{A}_{s1}, \dots, \tilde{A}_{sn}) &= w_1 \tilde{A}_{s1} + w_2 \tilde{A}_{s2} + \dots + w_n \tilde{A}_{sn} \\ &= \left\{ \begin{array}{l} [1 - \prod_{i=1}^n (1 - \mu_{\tilde{A}_{si}}^2)^{w_i}]^{1/2} \\ [\prod_{i=1}^n v_{\tilde{A}_{si}}^{w_i}, [\prod_{i=1}^n (1 - \mu_{\tilde{A}_{si}}^2)^{w_i} - \prod_{i=1}^n (1 - \mu_{\tilde{A}_{si}}^2 - \pi_{\tilde{A}_{si}}^2)^{w_i}]^{1/2} \end{array} \right\} \end{aligned} \quad (7)$$

Küresel bulanık kümelerin sıralamak için kullanılan skor ve doğruluk fonksiyonu denklemleri, Denklem (8) ve Denklem(9)' da tanımlanmıştır.

$$\text{Skor}(\tilde{A}_s) = (2\mu_{\tilde{A}_s} - \pi_{\tilde{A}_s}/2)^2 - (v_{\tilde{A}_s} - \pi_{\tilde{A}_s}/2)^2 \quad (8)$$

$$\text{Doğruluk}(\tilde{A}_s) = \mu_{\tilde{A}_s}^2 + v_{\tilde{A}_s}^2 + \pi_{\tilde{A}_s}^2 \quad (9)$$

Eğer $\tilde{A}_s < \tilde{B}_s$ olur ise

-Skor(\tilde{A}_s) < Skor(\tilde{B}_s) veya

-Skor(\tilde{A}_s) = Skor(\tilde{B}_s) Skor(\tilde{A}_s) = Skor(\tilde{B}_s) ve

-Skor(\tilde{A}_s) = Skor(\tilde{B}_s) ve Doğruluk(\tilde{A}_s) < Doğruluk(\tilde{B}_s)

2.2 Küresel MULTIMOORA Yöntemi

Bulanık mantık ilk olarak bilim adamı Lotfi A. Zadeh tarafından “Fuzzy Sets” adlı makalesinde bahsedilmiştir. Bu çalışmada, gerçek hayattaki üyelik dereceleri belirlenirken yetersizliklerin olduğundan dolayı belirlenmelerin [0,1] arasında yapılması gerektiğinden bahsetmiştir.(Zadeh, 1965) Geleneksel küme teorisinde üyelik dereceleri sınıflandırılmasında atanan değerlerin 0 veya 1 olması sonuçların subjektif değerlendirilmesinde eksikliklere yol açmaktadır. Bulanık kümelerde ise, 0 ile 1 arasında değişen üyelik derecelerinden bahsederek, keskin olmayan sınırlara sahip olmuş ve değerlendirmelerin subjektif olmasını arttırmıştır.

Bu çalışmada, Küresel Bulanık MULTIMOORA yöntemi, Küresel oran yöntemi, Küresel referans noktası yöntemi ve Küresel tam çarpım yöntemlerini içermektedir. Her üç yöntemin de ilk dört adımın aynı olmasından dolayı öncelikle bu adımlar anlatılacaktır.

Adım 1. Zırlı araçlar için yapılan dilsel değerlendirmeleri Tablo 1’de verilen karşılaştırma ölçeği kullanılarak alternatiflere küresel bulanık önem ağırlıkları verilmesi ve karar matrisinin oluşturulması.

Tablo 1. Dilsel İfade Ölçeği

Dilsel İfade	(μ, v, π)
Kesinlikle Önemli (KÖ)	(0,9; 0,1; 0,1)
Çok Önemli (ÇÖ)	(0,8; 0,2; 0,2)

Önemli (Ö)	(0,7; 0,2; 0,3)
Biraz Önemli (BÖ)	(0,6; 0,4; 0,4)
Eşit Önemli (EÖ)	(0,5; 0,5; 0,5)
Daha Az Önemli (DAÖ)	(0,4; 0,6; 0,4)
Az Önemli (AÖ)	(0,3; 0,7; 0,3)
Çok az Önemli (ÇAÖ)	(0,2; 0,8; 0,2)
Kesinlikle Az Önemli (KAÖ)	(0,1; 0,9; 0,1)

Karar vericiler, karar matrisini oluştururken alternatiflerin fayda kriterlerine göre değerlendirilmesinde Tablo 1'deki dilsel ifadelerden karşılığı yüksek olan dilsel ifadeyi, eğer kullanılan kriter maliyet kriteri ise karşılığı düşük olan dilsel ifadeyi kullanırlar.

Adım 2. Karar vericiler tarafından kriterlere atanan küresel bulanık önem ağırlık verilerinin Denklem (7) kullanılarak yığıştırılması.

Adım 3. Karar vericiler tarafından üretilen karar matrisleri, Denklem (7) ile küresel bulanık karar matrisine dönüştürülür. Oluşan karar matrisi Denklem (10)' da gösterilmiştir.

$$D = (C_j(X_i))_{m \times n} = \begin{pmatrix} (\mu_{11}, v_{11}, \pi_{11}) & \cdots & (\mu_{1n}, v_{1n}, \pi_{1n}) \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ (\mu_{31}, v_{31}, \pi_{31}) & \cdots & (\mu_{3n}, v_{3n}, \pi_{3n}) \end{pmatrix} \quad (10)$$

Adım 4. Adım 2' de elde edilen yığıştırılmış kriter ağırlıkları ile Adım 3' te elde edilen yığıştırılmış küresel bulanık karar matrisi değerleri Denklem (4) yardımı ile yığıştırılmış ağırlıklı küresel bulanık karar matrisine dönüştürülür. Bu gösterim Denklem (11)' de gösterilmiştir.

$$D = (C_j(X_{iw}))_{m \times n} = \begin{pmatrix} (\mu_{11w}, v_{11w}, \pi_{11w}) & \cdots & (\mu_{1nw}, v_{1nw}, \pi_{1nw}) \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ (\mu_{m1w}, v_{m1w}, \pi_{m1w}) & \cdots & (\mu_{mnw}, v_{mnw}, \pi_{mnw}) \end{pmatrix} \quad (11)$$

Buraya kadar açıklanan adımlar, aşağıda açıklanan üç yöntemde kullanılacaktır. Diğer bir deyişle, yığın ağırlıklı küresel bulanık karar matrisi, her üç yöntem için de başlangıç noktası olacaktır.

2.2.1 Küresel Bulanık Oran Yöntemi

Adım 1. Bu adımda, yukarıdaki adımlarda oluşturulan yığıştırılmış ağırlıklı küresel bulanık karar matrisinin değerleri için Denklem (12) kullanılarak \tilde{Y}_+ değerleri elde edilir.

$$\tilde{Y}_i^+ = \left\{ \left[1 - \prod_{j=1}^n (1 - \mu_{A_{S_j}}^2)^{\frac{1}{n}} \right]^{1/2}, \prod_{j=1}^n v_{A_{S_j}}^{\frac{1}{n}}, \left[\prod_{j=1}^n (1 - \mu_{A_{S_j}}^2)^{\frac{1}{n}} - \prod_{j=1}^n (1 - \mu_{A_{S_j}}^2 - \pi_{A_{S_j}}^2)^{\frac{1}{n}} \right]^{1/2} \right\} \quad (12)$$

Adım 2. Elde edilen \tilde{Y}_+ değerleri, Denklem (13) kullanılarak durulaştırılır ve y_i^+ değerleri elde edilir.

$$y_i^+ = Skor(\tilde{Y}_i^+) = \left(2\mu_{\tilde{Y}_i^+} - \frac{\pi_{\tilde{Y}_i^+}}{2} \right)^2 - \left(v_{\tilde{Y}_i^+} - \frac{\pi_{\tilde{Y}_i^+}}{2} \right)^2 \quad (13)$$

Adım 3. Alternatifler, durulaştırılmış y_i^+ değerine sahip alternatif en iyi alternatif olarak belirlenecektir.

2.2.2 Küresel Bulanık Referans Yöntemi

Adım 1. Bu adımda yığıştirılmış ağırlıklı küresel bulanık karar matrisinin değerleri için Denklem (14) kullanılarak referans noktaları belirlenir. Küresel bulanık verilerden hangisinin en yüksek puanlama fonksiyonuna sahip olduğu belirlenerek elde edilen kıyaslamalar, her bir kritere göre alternatifleri değerlendirmek için kullanılır.

$$d(X_{ij}, X_j^*) = \frac{1}{2} \left(\left| \mu_{x_{ij}}^2 - \mu_{x_j^*}^2 \right| + \left| v_{x_{ij}}^2 - v_{x_j^*}^2 \right| + \left| \pi_{x_{ij}}^2 - \pi_{x_j^*}^2 \right| \right) \quad (14)$$

Adım 2. Her bir alternatifin referans noktasına olan mesafesi Denklem (15) kullanılarak hesaplanır.

$$d(X_{ij}, X_j^*) = \frac{1}{2} \left(\left| \mu_{x_{ij}}^2 - \mu_{x_j^*}^2 \right| + \left| v_{x_{ij}}^2 - v_{x_j^*}^2 \right| + \left| \pi_{x_{ij}}^2 - \pi_{x_j^*}^2 \right| \right) \quad (15)$$

Adım 3. Bu adımda, Denklem (16) kullanılarak alternatiflerin referans noktalarında sapma değerleri hesaplanır. En düşük mesafeli plan en iyi alternatif olarak değerlendirilecektir

$$\min_i \left\{ \max_j d(X_{ij}, X_j^*) \right\} \quad (16)$$

2.2.3 Küresel Bulanık Tam Çarpım Yöntemi

Adım 1. Bu adımda, yığıştirılmış ağırlıklı küresel bulanık karar matrisinin değerleri Denklem (17) kullanılarak çarpım değerleri \tilde{A}_i hesaplanmasında kullanılır.

$$\tilde{A}_i = \left\{ \begin{array}{l} \left[\prod_{j=1}^m \mu_{\tilde{A}_{ij}} \left[1 - \prod_{j=1}^m (1 - v_{\tilde{A}_{ij}}^2) \right]^{1/2} \right. \\ \left. \left[\prod_{j=1}^m (1 - v_{\tilde{A}_{ij}}^2) - \prod_{j=1}^m (1 - v_{\tilde{A}_{ij}}^2 - \pi_{\tilde{A}_{ij}}^2) \right]^{1/2} \right] \end{array} \right\} \quad (17)$$

Adım 2. \tilde{A}_i değerleri Denklem (18) kullanılarak durulaştırılır.

$$Skor(\tilde{A}_S) = \left(2\mu_{\tilde{A}_S} - \frac{\pi_{\tilde{A}_S}}{2} \right)^2 - \left(v_{\tilde{A}_S} - \frac{\pi_{\tilde{A}_S}}{2} \right)^2 \quad (18)$$

Adım 3. Alternatifler durulaştırılmış a_i değerlerine göre sıralandırılır. En yüksek a_i değerine sahip alternatif en iyi alternatif olarak belirlenecektir.

2.2.4 Sıra Baskınlık Yöntemi

Sıra Baskınlık Teorisi, ordinal bir ölçeğin liste türüne bakılırsa başka türden bir ordinal ölçekle baskınlık (mutlak ve genel baskın), geçişkenlik ve dengelik gibi özellikler kullanılmak üzere değiştirilmesi eylemidir. Sıra baskınlık teorisi ilk kez 2010 yılında Brauers ve Zavadskas tarafından kullanılmıştır (Brauers ve Zavadskas, 2010). Bu yöntemle göre, Küresel bulanık MULTIMOORA yönteminin içerdiği üç değişik yöntemin neticelerini değerlendirerek daha baskın olan alternatifleri belirlemektir.

3. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Literatürün ilk bölümünde Askerî araçların seçimi problemleri için ÇKKV yöntemleri ile çözümü sağlanmış ulusal ve uluslararası yayımların kısa özeti sunulmuştur. Burada kullanılan kriterler ve kullanılan dilsel yöntemlere ulaşılabilir. Literatür taraması; military vehicles selection, armored vehicles selection, multi-criteria decision making, ÇKKV anahtar kelimeleri çerçevesinde yapılmıştır. Bu kapsamda; son yıllarda yayımlanmış ve incelendiği takdirde kullanıcılarına fayda sağlayacağı değerlendirilen çalışmalar Tablo 2' de sunulmuştur.

Tablo 2. Askerî Araçların Seçimine Yönelik Literatür Taraması

Yıl	Makale/Tez Adı	Yazarlar(lar)	Yöntem	Uygulama Alanı	Ana Kriterler
2001	<i>Evaluating the Best Main Battle Tank Using Fuzzy Decision Theory with Linguistic Criteria Evaluation</i>	Cheng, C.	Fuzzy DELPHI	Muharebe Tank Seçimi	Saldırı Kabiliyeti, Manevra Kabiliyeti, Savunma Kabiliyeti, Haberleşme ve Komuta
2015	<i>Interaction among the Criteria Affecting Main Battle Tank Selection: An Analysis with DEMATEL Method</i>	Gazibey, Y., Kantemir, O., Demirel, A.	DEMATEL	Muharebe Tank Seçimi	Hareketlilik, Ateş Gücü, Beka, Komuta ve Kontrol
2016	<i>Determination Of Best Military Cargo Aircraft With Multi-Criteria Decision-Making Techniques</i>	Göleç, A., Gürbüz, F., Şenyiğit, E.	AHP, TOPSIS, ELECTRE, SAW	Askeri Kargo Uçağının Belirlenmesi	Ülkenin Projedeki payı, Uçağın Bakımı, Bakım Kolaylığı, Maliyet Etkinliği, Operasyonel Etkinlik
2017	<i>Multi Criteria Analysis Applied on Value Chain Definition in Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Sector</i>	Canetta, L.	AHP	IHA Tedariğinde Çok Kriterli Karar Verme Uygulaması	Strateji ve Yönetim, Organizasyon Yeteneği, Teknolojik Yenilik, Lojistik, Finansal/Maliyet Kapasitesi, İlişkiler, Riskler, Sürdürülebilir Yetenek, Ürün-Kalite Yeteneği, Kalite, Esneklik, Servis, Teslimat Yeteneği
	<i>Selection of a Fighter Aircraft to Improve The Effectiveness of Air Combat in The War on Terror: Pakistan Air Force-A Case In Point</i>	Ali, Y., Muzaffar, A., Mohammad, N., Salman, A.	AHP	Pakistan Hava Kuvvetlerine Savaş Uçağı Seçilmesi ve Etkinliğin Arttırılması Yöntünde Çalışma	Servis, Kalkış Ağırlığı, Hassas Hedef Yeteneği, Seyir Hızı, Manevra Kabiliyeti, Edinme Maliyeti, İşletme Maliyeti, Sürdürülebilirlik ve Kullanılabilirlik
2019	<i>A Decision-Making Model Proposal (AAV) For Selection Of Amphibious Attack Vehicles For Landing Platform Dock (LPD) By Integrated MCDM Methods</i>	Yıldızbaşı, A., Özdemir, M.	AHP, ELECTRE	Amfibi Hücum Gemisi için Zırhlı Amfibi Araçların Seçimi	Seyir Hızı, Karada Hız, Dayanıklılık, Silah Sistemi, Kişisel Kapasite
	<i>Savunma Tedarikinde Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerin (ÇKKV) Kullanılması: TOPSIS Yöntemi İle Taktik Tekerlekli Zırhlı Araç (TTZA) Seçimi</i>	Deniz, S.	TOPSIS, Fuzzy TOPSIS, TType-2 Fuzzy TOPSIS T	Savunma Tedariğinde Taktik Tekerlekli Zırhlı Araç Seçimi	Manevra Prensipleri, Beka Prensipleri, Lojistik Prensipleri
	<i>Military Fighter Aircraft Selection Using Multiplicative Multiple Criteria Decision Making Analysis Method</i>	Ardil, C.	ELECTRE, PROMETHE	Savaş Uçağın Seçimi	Fiyat, Kalkış Ağırlığı, Maksimum Taşıma Kapasitesi, Muharebe Menzili, Feribot Menzili (km), Servis Tavanı(km), Manevra Kabiliyeti
	<i>Fighter Aircraft Selection Using Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution with Multiple Criteria Decision Making Analysis</i>	Ardil, C.	TOPSIS	Savaş Uçağın Seçimi	Maksimum Hız, Servis Tavanı(km), Savaş Menzili, Kalkış Ağırlığı, Hava Aracı Güvenirliliği, Manevra Kabiliyeti
2021	<i>Multicriteria Decision-Making in The Selection of Warships:A new Approach to The AHP Method</i>	Santos, M., Costa, I., Gomes, C.	AHP	Brezilya Donanmasına Savaş Gemisi Seçimi	İnşaat Süresi, Başlangıç Maliyeti, Yaşam Döngüsü, Birincil Top, AAW Füzeleri, Eylem Yarıçapı, Yakıt Dayanımı, İkincil Top
	<i>Multi-criteria Analysis Applied to Aircraft Selection by Brazilian Navy</i>	Maeda, S., Costa, I., Junior, M., Favero, L., Costa, A., Corriça, J., Gomes, C., Santos, M.	AHP, TOPSIS-2N	Savaş Uçağın Seçimi	Maksimum Hız, Ulaşım, Maksimum Taşıma Kapasitesi, Ana Silahı, Ana Silah Mühimmat Miktarı, Roket Sayısı, Havadan Karaya Füzeye Sayısı

Tablo 3’de ise MOORA Yönteminin kullanıldığı uygulama alanları ile yöntemde kullanılan uygulama alanlarının kısa özeti sunulmuştur. Literatür taraması; MOORA, MULTIMOORA anahtar kelimeleri çerçevesinde yapılmıştır.

Tablo 3. MOORA Yöntemi ile Çalışmalar

Yıl	Makale/Tez Adı	Yazarlar(lar)	Yöntem	Uygulama Alanı	Ana Kriterler
2006	<i>The MOORA Method and Its Application to Privatization in a Transition Economy</i>	Brauers, W., Zavadskas, Edmunds.	MOORA	Bir Ekonomik Geçişte Özelleştirme Uygulaması	İç Getiri Oranının Maksimizasyonu, Geri Ödeme Süresinin En aza İndirilmesi, Verimlilik Artışının Maksimize Edilmesi, Makro Ekonomik Hedefler
2010	<i>Robustness of The Multi-objective MOORA Method with a Test for The Facilities Sector</i>	Brauers, W., Zavadskas	MOORA	Yapılacak Olan Bir Tesis için Müteahhit Seçimi	Bina Yönetim Maliyeti, Ortak Varlık Yönetim Maliyeti, Hvac Sistemi Bakım Maliyeti, Avlu Alan Temizliği, Toplam Hizmet Maliyeti, Bakım süresi, Her Müteahhit için Pazar Payı, Yönetici Başına Proje Sayısı, Yönetim Maliyetinin Değerlendirilmesi
	<i>Applications of The MOORA Method for Decision Making in Manufacturing Environment</i>	Chakraborty, S.	MOORA	Bir Üretim Organizasyonunda Uygun Üretim Stratejisinin Seçimi	Yükleme Kapasitesi, Tekrarlanabilirlik, Maksimum Uç Hızı, Hafıza Kapasitesi, Manipülör Erişimi
2015	<i>Gri İlişkisel Analiz ve MOORA Yöntemleriyle Tedarikçi Seçimi ve Bir İşletmede Uygulaması</i>	Ergül, Ö.	Gri İlişkisel, MOORA	Gıda Sektöründe Yer Alan Tedarikçiler Arasında En İyi Seçim Yapılması	Kalite, Teslim Tarihine Uyuma, Geçmiş Dönem Performansı, Garanti Politikası, Üretim Tesisleri ve Kapasitesi, Fiyat, Teknik Yeterlilik, Finansal Durum, Prosedüre Uyum, Kontrata Uyum, İletişim Sistemi, Endüstrideki Yeri, İş Yapma isteği, Yönetim ve Organizasyon, Tamir Servisi, Tutum, Paketleme Yeteneği, Coğrafi Yer
2016	<i>ANP-MOORA-Based Approach for The Analysis of Selected Issues of Green Supply Chain Management</i>	Chand, M., Bhatia, N. Singh, R.	ANP-MOORA	İşletmelerde Yeşilin Uygulanması ve Yeşil tedarik Zinciri Yönetiminde En İyi Seçimin Yapılması	İç Ortam Yönetimi, Yeşil Satın Alma, Daha Temiz Üretim, Eko-Tasarım
2018	<i>An Integrated Fuzzy MOORA Method and FMEA Technique for Sustainable Supplier Selection Considering Quantity Discounts and Supplier's Risk</i>	Arabsheybani, A., Paydar, M., Safaei, A.	FUZZY MOORA	Oran Analizine Dayalı Bir Yöntem ile Tedarikçi Performansı Belirlenip En İyi Seçimin Yapılması	Maliyet, Kalite, Teslimat, Çevresel Yönetim Sistemi, Yeşil Tedarik Zinciri, İş Sağlığı ve Güvenliği, İşçi Hakları, İşçi İşten Çıkarma

4. Uygulama

Uygulama kısmında, Küresel bulanık MULTIMOORA yöntemi ile zırhlı askerî araçların performansları değerlendirilecektir. Ülkelerin gelişen savunma sanayileri ile birlikte rekabet gücü artarak, küresel anlamda dinamik bir savunma sanayi pazarı oluşmuştur. Askerî teknolojilerin sürekli gelişen bir yapısının olması ile ülkeler caydırıcılığın etkin olması adına her zaman en iyi teknolojiye sahip olmak istemektedir. Bu anlamda, askerî bir teknolojiyi seçerken mümkün olabilecek en iyi seçimin yapılması gerekli olup, karar vericiler bu hususta önemli bir rol oynamaktadır.

Bu çalışma kapsamında farklı ülkelere ait 4 zırhlı askerî araçların karar verme probleminde alternatif olarak belirlenmiş olup, sırası ile A_1 , A_2 , A_3 , A_4 ile belirtilmiştir. Karar verme probleminde zırhlı araçların performanslarının değerlendirileceği 5 farklı değerlendirme kriteri teknik özellikler olarak belirlenmiştir. Bu teknik özellikler; Ağırlık (C_1), Uzunluk (C_2), Motor Gücü (C_3), Menzil (C_4), Hendek Geçişi (C_5) olarak belirlenmiştir. Kullanılacak olacak olan kriterlerin hepsi fayda kriteri olup, karar verme aşamasında alanında uzman 3 farklı kişi değerlendirmesi esas alınmıştır ve uzman kişilerin ağırlıkları sırası ile 0,4;0,3;0,3 olarak belirlenmiştir. Karar vericilere yönlendirilen anket soruların dilsel değişkenler ile oluşturulan puanlar ile karar matrisleri oluşturulmuş olup, yöntemine uygun gerekli işlemler yapılmıştır. Bu problem çözümü Küresel MULTIMOORA yöntemi ile ele alınmıştır.

Adım 1. Tablo 1'de verilen dilsel değişkenlerin değerleri ile karar vericinin alternatifleri kritere göre değerlendirmesini gösteren karar matrisi oluşturulur ve ardından değerlendirme matrisi kriterleri oluşturulur.

Tablo 4. Karar Verici (1) Tarafından Oluşturulan Karar Matrisi

	C1			C2			C3			C4			C5		
A1	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6	0.4	0.4	0.7	0.3	0.3	0.5	0.5	0.5
A2	0.7	0.3	0.3	0.6	0.4	0.4	0.6	0.4	0.4	0.2	0.8	0.2	0.7	0.3	0.3
A3	0.6	0.4	0.4	0.6	0.4	0.4	0.4	0.6	0.4	0.8	0.2	0.2	0.6	0.4	0.4
A4	0.8	0.2	0.2	0.7	0.3	0.3	0.8	0.2	0.2	0.9	0.1	0.1	0.5	0.5	0.5

Tablo 5. Karar Verici (2) Tarafından Oluşturulan Karar Matrisi

	C1			C2			C3			C4			C5		
A1	0.6	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.7	0.3	0.3	0.6	0.4	0.4	0.3	0.7	0.3
A2	0.7	0.3	0.3	0.6	0.4	0.4	0.7	0.3	0.3	0.4	0.6	0.4	0.6	0.4	0.4
A3	0.8	0.2	0.2	0.6	0.4	0.4	0.6	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
A4	0.9	0.1	0.1	0.7	0.3	0.3	0.6	0.4	0.4	0.8	0.2	0.2	0.3	0.7	0.3

Tablo 6. Karar Verici (3) Tarafından Oluşturulan Karar Matrisi

	C1			C2			C3			C4			C5		
A1	0.4	0.6	0.6	0.3	0.7	0.7	0.7	0.3	0.3	0.3	0.7	0.3	0.2	0.8	0.2
A2	0.6	0.4	0.4	0.4	0.6	0.4	0.7	0.7	0.3	0.1	0.9	0.1	0.5	0.5	0.5
A3	0.7	0.3	0.3	0.4	0.6	0.4	0.4	0.6	0.6	0.2	0.8	0.2	0.4	0.6	0.4

A4	0.9	0.1	0.1	0.5	0.5	0.5	0.9	0.1	0.1	0.7	0.3	0.3	0.2	0.8	0.2
-----------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Tablo 7. Karar Verici (1) Tarafından Kriterlere Atanan Önem Ağırlıkları

	Atanan Ağırlık		
C1	0.8	0.2	0.2
C2	0.5	0.5	0.5
C3	0.7	0.3	0.3
C4	0.6	0.4	0.4
C5	0.7	0.3	0.3

Tablo 8. Karar Verici (2) Tarafından Kriterlere Atanan Önem Ağırlıkları

	Atanan Ağırlık		
C1	0.8	0.2	0.2
C2	0.5	0.5	0.5
C3	0.5	0.5	0.5
C4	0.7	0.3	0.3
C5	0.4	0.6	0.4

Tablo 9. Karar Verici (3) Tarafından Kriterlere Atanan Önem Ağırlıkları

	Atanan Ağırlık		
C1	0.7	0.3	0.3
C2	0.4	0.6	0.6
C3	0.6	0.4	0.4
C4	0.2	0.8	0.2
C5	0.3	0.7	0.3

Adım 2. Denklem (7) kullanılarak oluşturulan küresel bulanık ağırlıklar Tablo 10'da gösterilmektedir.

Tablo 10. Kriter Önem Ağırlıkları

	Yığıstırılmış Ağırlıklar		
C1	0.77	0.23	0.23
C2	0.47	0.53	0.53
C3	0.62	0.38	0.39
C4	0.57	0.45	0.34
C5	0.54	0.48	0.33

Adım 3. Bulanık karar matrisi, oluşturulan karar matrislerinin denklem (7) kullanılarak elde edilir.

Tablo 11. Bulanık Karar Matrisi

	C1	C2	C3	C4	C5
A1	0.51 0.49 0.55	0.45 0.55 0.57	0.66 0.34 0.33	0.59 0.42 0.34	0.38 0.64 0.40
A2	0.67 0.70 0.41	0.55 0.70 0.40	0.66 0.70 0.33	0.26 0.70 0.27	0.62 0.70 0.39
A3	0.70 0.40 0.37	0.55 0.40 0.40	0.48 0.40 0.47	0.63 0.40 0.32	0.53 0.40 0.44
A4	0.87 0.70 0.22	0.65 0.70 0.36	0.80 0.70 0.24	0.83 0.70 0.18	0.38 0.70 0.40

Adım 4. Ağırlıklı küresel bulanık karar matrisinin oluşturulması.

Tablo 12. Ağırlıklı Küresel Bulanık Karar Matrisi

	C1	C2	C3	C4	C5
A1	0.40 0.53 0.55	0.21 0.71 0.58	0.41 0.49 0.46	0.34 0.59 0.42	0.21 0.74 0.41
A2	0.52 0.72 0.42	0.26 0.80 0.46	0.41 0.75 0.39	0.15 0.77 0.33	0.34 0.78 0.40
A3	0.55 0.45 0.41	0.26 0.63 0.55	0.30 0.53 0.53	0.36 0.58 0.41	0.29 0.59 0.46
A4	0.67 0.72 0.27	0.31 0.80 0.45	0.50 0.75 0.34	0.47 0.77 0.29	0.21 0.78 0.41

Küresel Bulanık Oran Yöntemi

Adım 1. Denklem (12) kullanılarak Y_i^+ değerlerinin elde edilmesi

Tablo 13. Y_i^+ Değerleri

	Y_i^+ değerleri
A1	0.33 0.60 0.56
A2	0.37 0.76 0.50
A3	0.37 0.55 0.55
A4	0.48 0.76 0.52

Adım 2. Y_i^+ değerleri Denklem (13) kullanılarak durulaştırılmış ve Tablo 14'de gösterilen y_i^+ değerleri elde edilmiştir.

Tablo 14. Y_i^+ Değerleri (Durulaştırılmış)

	Skor	Sıralama
A1	0.037	3
A2	-0.029	4
A3	0.142	2
A4	0.230	1

Adım 3. Alternatiflerin y_i^+ değerlerinde göre sıralaması.

$$A_4 > A_3 > A_1 > A_2$$

Küresel Bulanık Referans Yöntemi

Adım 1. Referans noktaların Denklem (14) yardımıyla belirlenerek Tablo 13' de gösterilmiştir.

Tablo 15. Referans Noktaları

A_j^*	0.67	0.72	0.27	0.26	0.63	0.55	0.30	0.53	0.53	0.34	0.59	0.42	0.29	0.59	0.46
---------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Adım 2. Her bir alternatifin referans noktasına olan uzaklığı Denklem (15) yardımıyla hesaplanarak Tablo 15' de gösterilmiştir.

Tablo 16. Referans Noktalarına Alternatiflerin Uzaklığı

	$d(A_{i_1}, A_j^*)$	$d(A_{i_2}, A_j^*)$	$d(A_{i_3}, A_j^*)$	$d(A_{i_4}, A_j^*)$	$d(A_{i_5}, A_j^*)$
A1	0.38	0.08	0.09	0.00	0.14
A2	0.14	0.17	0.24	0.20	0.17
A3	0.28	0.00	0.00	0.02	0.00
A4	0.00	0.19	0.30	0.22	0.17

Adım 3. Alternatiflerin referans noktalarından sapma değerlerinin hesaplanarak sıralaması Tablo 17' de gösterilmiştir.

Tablo 17. Sapma Değerlerinin Hesaplanması

	$\{max_d(X_{ij}, X_j^*)\}$	Sıralama
A1	0.38	4
A2	0.24	1
A3	0.28	2
A4	0.30	3

Tablo 17'ye göre alternatiflerin sıralaması; $A_2 > A_3 > A_4 > A_1$

Küresel Bulanık Tam Çarpım Yöntemi

Adım1. Denklem (17) kullanılarak hesaplanan \tilde{A}_i değerleri Tablo 18' de gösterilmiştir.

Tablo 18. \tilde{A}_i Değerlerinin Hesaplanması

	\tilde{A}_i değerleri
A1	0.002 0.958 0.277
A2	0.003 0.994 0.107
A3	0.004 0.922 0.364
A4	0.010 0.994 0.104

Adım 2. \tilde{A}_i değerleri denklem (18) yardımıyla durulaştırılarak Tablo 19'da gösterilmiştir.

Tablo 19. Durulaştırılmış \tilde{A}_i Değerleri

	Skor	Sıralama
A1	-0.654	2
A2	-0.882	3
A3	-0.517	1
A4	-0.886	4

Tablo 19' a göre alternatiflerin sıralaması; $A_3 > A_1 > A_2 > A_4$

Sıra Baskınlık Yöntemi

Elde edilen değerler sıralı baskınlık yöntemine göre sıralandığında nihai sıralama oluşur. Elde edilen veriler Tablo 20'de sunulmuştur.

Tablo 20. Nihai Sıralama

	Küresel Bulanık Oran Yöntemi	Küresel bulanık referans yöntemi	Küresel bulanık tam çarpım yöntemi
A1	3	4	2
A2	4	1	3
A3	2	2	1
A4	1	3	4

Tablo 20' ye göre oluşan Nihai sıralama; $A_3 > A_4 > A_1 > A_2$ şeklindedir.

5. DUYARLILIK ANALİZİ

Bu bölümde çalışmada kullanılan kriterlerin ağırlıklı değerlerindeki değişiklik nedeniyle alternatiflerin sıralamasındaki olası değişikliği dikkate almak için duyarlılık analizi yapılmıştır. Bu nedenle kriterlerin ağırlıklı değerleri iki farklı senaryo için değiştirilmiş ve alternatiflerin değerleri yeniden değerlendirilmiştir. Mevcut durum (MD) ve iki farklı senaryoya (S1 ve S2) ait değerlendirme kriterlerinin ağırlıkları Tablo 20' de gösterilmiştir. Senaryoları incelediğimizde, Ağırlık(C1) ve Menzil(C4) kriterlerine yüksek diğer kriterlere düşük ağırlıkların verildiği S1 senaryosu ile Motor Gücü(C3) ve Hendek Geçişi(C5) kriterlerine yüksek diğer kriterlere düşük ağırlıkların verildiği S2 senaryosu bulunmaktadır.

Tablo 21. Duyarlılık Analizi İçin Yığıştirilmiş Kriter Ağırlıkları

	C1	C2	C3	C4	C5
MD	(0.7; 0.3; 0.3)	(0.4; 0.6; 0.6)	(0.6; 0.4; 0.4)	(0.2; 0.8; 0.2)	(0.3; 0.7; 0.3)
S1	(0.9; 0.1; 0.1)	(0.1; 0.9; 0.1)	(0.1; 0.9; 0.1)	(0.9; 0.1; 0.1)	(0.1; 0.9; 0.1)
S2	(0.1; 0.9; 0.1)	(0.1; 0.9; 0.1)	(0.9; 0.1; 0.1)	(0.1; 0.9; 0.1)	(0.9; 0.1; 0.1)

Tablo 21'i incelediğimizde, S1 senaryosuna oluşan alternatif sıralaması $A_4 > A_1 > A_3 > A_2$ şeklinde olup, ağırlık ve motor gücü yüksek olan zırhlı araçların sıralamada öncelikli olduğu görülmektedir. S2 senaryosuna göre incelediğimizde ise $A_4 > A_1 > A_2 > A_3$ olarak belirlenen sıralamada ise motor gücü ve hendek geçişi yüksek olan alternatiflerin sıralamada önde olduğu görülmektedir.

6. Sonuç ve Tartışma

Bu çalışma ile küresel bulanık MULTIMOORA yöntemine değinilmiş olup, detaylarıyla anlatılmıştır. Uygulama alanı olarak ise zırhlı askerî araçların performans değerlendirilmesi yapılarak problem adımları ve çözümleri sonuçlandırılmıştır. Geleneksel küme teorisinde üyelik dereceleri sınıflandırılmasında atanan değerlerin 0 ya da 1 olması sonuçların öznel değerlendirilmesinde eksikliklere yol açmaktadır. Bulanık kümelerde ise, 0 ile 1 içinde değişen üyelik derecelerinden bahsederek, keskin olmayan sınırlara haiz olmuş ve değerlendirmelerin öznel olmasını arttırmıştır.

Gelişen savunma sanayi sektörleriyle beraber, askerî araç, ekipman ve teçhizatların uluslararası pazarda önemli bir rol oynaması ile ülkeler arası rekabeti arttırmaktadır. Hızla gelişen bu pazarda ülkeler savunma alanına yaptığı yatırımların en doğru ve etkili olmasını istemekle beraber karar vericilere önemli roller düşmektedir. Bu çalışma ile uluslararası alanda kullanılır olan 4 farklı Askerî araçların, 5 kritere göre performans değerlendirilmesi yapılmış olup, çalışma sonucunda Alternatif 3' ün sıralamada birinci olduğu ortaya çıkmıştır.

Bu çalışma kapsamında, zırhlı askerî araç seçimi için en iyi alternatifin belirlenmesi çalışması yapılmıştır. Gelişen savunma sanayi ile birlikte ülkeler askerî bağlamda etkin ve caydırıcı olmak adına askerî araç, teçhizat, ekipman vs. gibi savunma alanında yapacakları harcamaları mümkün olabilecek en iyi şekilde yönetmek istemektedir. Çalışma ile bu alanda seçimlerin en uygun olanının yapılması için çok kriterli karar verme tekniklerin kullanılması sonraki çalışmalar için motive edici bir unsur olabilir.

Kaynakça

- Zadeh, L.A. (1965). Fuzzy Sets. *Information and control*, 8, 338-353 doi: <https://doi.org/10.2307/2272014>
- Gündoğdu, F.K, Kahraman, C. (2019). Spherical fuzzy sets and spherical fuzzy TOPSIS method. *Journal of intelligent&fuzzy systems*, 36 (1), 337-352. doi: <https://doi.org/10.3233/JIFS-181401>
- Brauers, W.K.M., Zavadskas, E. K. (2010). Project management by MULTIMOORA as an instrument for transition economies, *Technological and economic development of Economy*, 16(1), 5-24. doi: <https://doi.org/10.3846/tede.2010.01>
- Cheng, C., Lin, Y. (2001). Evaluating the best main battle tank using fuzzy decision theory with linguistic criteria evaluation, *European Journal of Operational Research*, 142, 174-186. doi: [https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(01\)00280-6](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(01)00280-6)
- Gazibey, Y., Kantemir, O., Demirel, A., (2015). Interaction among the Criteria Affecting Main Battle Tank Selection: An Analysis with DEMATEL Method, *Defence Science Journal*, 65, 345-355. doi: <https://doi.org/10.14429/dsj.65.8924>
- Göleç, A., Gürbüz, F., Şenyiğit, E., (2016). Determination Of Best Military Cargo Aircraft With MultiCriteriaDecision-Making Techniques, *MANAS Journal of Social Studies*, 5, 87-101. <https://avesis.erciyes.edu.tr/yayin/85587193-b95e-4aa9-b54d-8a01f52ca789/determination-of-best-military-cargo-aircraft-with-multi-criteria-decision-making-techniques>
- Guanziroli, A., Mattei, G, Canetta, L. (2017). Multi Criteria Analysis Applied on Value Chain Definition in Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Sector. Madeira, Portugal
- Ali, Y., Muzaffar, A., Muhammed, N., Salman, A., (2017). Selection Of A Fighter Aircraft To Improve The Effectiveness Of Air Combat In The War On Terror: Pakistan Air Force - A Case In Point, *International Journal of the Analytic Hierarchy Process*, 9. doi: <https://doi.org/10.13033/ijahp.v9i2.489>
- Yıldızbaşı, A., Özdemir, M., (2019). A Decision-Making Model Proposal (Aav) For Selection Of Amphibious Attack Vehicles For Landing Platform Dock (Lpd) By Integrated Mcdm Methods, *Konya Journal of Engineering Sciences*, 8, 369-383. doi: <https://doi.org/10.36306/konjes.588831>
- Deniz, S. (2019). Savunma Tedarikinde Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinin (Çkkv) Kullanılması: Topsis Yöntemi İle Taktik Tekerlekli Zırhlı Araç (Ttza) Seçimi (Yüksek Lisans Tezi). Milli Savunma Üniversitesi, İstanbul.
- Ardil, C., (2019). Aircraft Selection Using Multiple Criteria Decision Making Analysis Method with Different Data Normalization Techniques, *International Journal of Industrial and Systems Engineering*, 13, 744-756. <https://publications.waset.org/10012211/aircraft-selection-using-multiple-criteria-decision-making-analysis-method-with-different-data-normalization-techniques>

Ardil, C., (2019). Military Fighter Aircraft Selection Using Multiplicative Multiple Criteria Decision Making Analysis Method, *International Journal of Mathematical and Computational Sciences*, 13, 184-193. <https://publications.waset.org/10012190/military-fighter-aircraft-selection-using-multiplicative-multiple-criteria-decision-making-analysis-method>

Santos, M., Costa, I., Gomes, C., (2021) Multicriteria Decision-Making In The Selection Of Warships: A New Approach To The Ahp Method, *International Journal of the Analytic Hierarchy Process* 13, 147-169. doi: <https://doi.org/10.13033/ijahp.v13i1.833>

Maeda, S., Costa, I., Junior, M., Favero, L., Costa, A., Corriça, J., Gomes, C., Santos, M. (2021). *Multi-criteria Analysis Applied to Aircraft Selection by Brazilian Navy*, *Produçã*, 31 doi: <https://doi.org/10.1590/0103-6513.20210011>

Brauers, W., Zavadskas, Edmunds., (2006), The MOORA Method and Its Application to Privatization in a Transition Economy, *Control and Cybernetics*, 35, 445-469. https://www.researchgate.net/publication/228345226_The_MOORA_method_and_its_application_to_privatization_in_a_transition_economy

Bruers, W., Zavadskas.,(2010). Robustness of The Multi-objective MOORA Method with a Test for The Facilities Sector, *Technological and Economic Development*, 15, 352-375. doi:<https://doi.org/10.3846/1392-8619.2009.15.352-375>

Chakraborty, S.(2010). Applications of The MOORA Method for Decision Making in Manufacturing Environment, *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 54, 1155–1166. doi: <https://doi.org/10.1007/s00170-010-2972-0>

Ergül, Ö., (2015), Gri İlişkisel Analiz ve MOORA Yöntemleriyle Tedarikçi Seçimi ve Bir İşletmede Uygulaması (Yüksek Lisans Tezi). Kocaeli Üniversitesi, Kocaeli.

Chand, M., Bhatia, N. Singh, R., (2016), ANP-MOORA-Based Approach for The Analysis of Selected Issues of Green Supply Chain, *Benchmarking An International Journal*, 25, 642-659. doi: <https://doi.org/10.1108/BIJ-11-2016-0177>

Arabsheybani, A., Paydar, M., Safaei, A., (2018), An Integrated Fuzzy MOORA Method and FMEA Technique for Sustainable Supplier Selection, *Journal of Cleaner Production*, 190, 577-591. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.04.167>