

Entropi Temelli SAW ve ARAS Yöntemleri İle Nato Ülkeleri Askeri Güçlerinin Sıralanması¹

(Araştırma Makalesi)

Ranking Military Power of Nato Countries Using Entropy Based Saw and Aras Methods

Doi: 10.29023/alanyaakademik.646385

Fatma Gül ALTIN

Dr. Öğr. Üyesi, Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Bucak Zeliha Tolunay Uygulamalı Teknoloji ve İşletmecilik Yüksekokulu, Gümrük İşletme Bölümü,

gulaltin@mehmetakif.edu.tr

Orcid No: 0000-0001-9236-0502

Mustafa Zihni TUNCA

Prof. Dr. Süleyman Demirel Üniversitesi, İİBF, İşletme Bölümü,

mustafatunca@sdu.edu.tr

Orcid No: 0000-0003-2315-905X

Nuri ÖMÜRBEK

Prof. Dr. Süleyman Demirel Üniversitesi, İİBF, İşletme Bölümü

nuriomurbek@sdu.edu.tr

Orcid No: 0000-0002-0360-4040

How to cite this article: Altın, F. G., Tunca, M. Z. & Ömürbek, N. (2020). "Entropi Temelli SAW ve ARAS Yöntemleri İle Nato Ülkeleri Askeri Güçlerinin Sıralanması", *Alanya Akademik Bakış*, 4(3), Sayfa No. 731-753.

Anahtar kelimeler:

Entropi
SAW
ARAS
NATO

Makale Geliş Tarihi:

13.11.2019

Kabul Tarihi:

02.09.2020

ÖZET

Kuzey Atlantik Antlaşması Örgütü (NATO), 4 Nisan 1949 tarihinde 12 ülke tarafından Sovyet Sosyalist Cumhuriyetleri Birliği'nin yayılmacı politikasına karşı kurulmuş, uluslararası askeri bir ittifaktır. Daha sonra 17 ülke daha ittifaka dahil olmuştur. NATO'nun en önemli aktörleri üye ülkelerin kendileridir. Bu nedenle örgüt için NATO ülkelerinin güçlü ordulara sahip olmaları büyük öneme sahiptir. Bu çalışmanın amacı NATO ülkelerinin askeri güçlerinin Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ile sıralanmasıdır. 27 NATO ülkesinin askeri güçleri Entropi temelli SAW ve ARAS yöntemleri değerlendirilmiş ve Global Firepower sitesi tarafından düzenlenen liste ile karşılaştırılmıştır. Her iki yöntemle elde edilen sıralamalar birbirini destekler niteliktedir. Üç sıralamaya göre de Amerika Birleşik Devletleri ilk sırada yer alırken; SAW ve ARAS yöntemleri ile elde edilen sıralamalarda Türkiye ikinci sırada yer almıştır.

¹ Bu çalışma 2-4 Mayıs 2019 tarihlerinde Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi'nde düzenlenen 18. Uluslararası İşletmecilik Kongresinde sözlü bildiri olarak sunulmuştur.

ABSTRACT

Keywords:
Entropy
SAW
ARAS
NATO

The North Atlantic Treaty Organization (NATO) is an international military alliance against the expansionist policy of the Union of Soviet Socialist Republics, established by 12 countries on 12 April 1949. Later, 17 more countries joined the alliance. The most important actors of NATO are the member states themselves. For this reason, it is of great importance that NATO countries have strong armies for the organization. The aim of this study is to rank the military forces of NATO countries with Multi Criteria Decision Making Methods. The military forces of 27 NATO countries were evaluated based on Entropy based SAW and ARAS methods and compared with the ranking prepared by Global Firepower site. The rankings obtained according to both methods support each other. While the United States was placed on the top of all three ranking, Turkey stayed in the second rows of the rankings of SAW and ARAS methods.

1. GİRİŞ

21. yüzyılın ilk on yılı içindeki olaylar ve gelişmeler, yakın gelecekte dünyanın eninde sonunda bir savaş ortamına sürüklenmesinin yüksek bir olasılık olduğunu göstermektedir. Bu bağlamda askeri gücün yeniden öne çıktığı bir döneme girilmektedir. Büyük güçlerin daralan yaşam alanları çakışmaya başlamıştır. Olası bir savaşta askeri açıdan güçlü olmayan devletlerin kendi öz savunmalarını yapmaları veya sınır dışı ulusal çıkarlarını savunmaları ve korumaları mümkün değildir (Tarakçı, 2019).

İkinci Dünya Savaşından sonra (1945-1949) Batı Avrupa ve Kuzey Amerika ülkeleri, Sovyet Sosyalist Cumhuriyetleri Birliği'nin (SSCB) tehdidi ile karşı karşıya kalmıştır. Bu durum Belçika, Fransa, Lüksemburg, Hollanda ve İngiltere'nin, ortak bir savunma sistemi kurmak ve güvenliklerine yönelik ideolojik, siyasi ve askeri tehditlere direnecek şekilde aralarındaki bağları kuvvetlendirmek amacıyla Mart 1948'de Brüksel Antlaşmasının imzalanmasını sağlamıştır. Daha sonra Brüksel Antlaşmasının tarafları ABD ve Kanada'yla müzakerelere başlamışlardır. Neticede Nisan 1949'da 12 ülke tarafından Kuzey Atlantik Antlaşması imzalanmıştır. 1952'de Türkiye ve Yunanistan, 1955'de Almanya ve 1982'de İspanya İttifaka üye olmuşlardır. 1999'da Çek Cumhuriyeti, Macaristan ve Polonya, 2004'de Bulgaristan, Estonya, Letonya, Litvanya, Romanya, Slovakya ve Slovenya, 2009'da Hırvatistan ve Arnavutluk, 2017'de Karadağ Kuzey Atlantik Antlaşması Örgütüne (NATO) üye olmuşlardır (Türkiye Cumhuriyeti Dışişleri Bakanlığı, 2019).

Yeni bir küresel siyasi ortamın gelişmekte olduğu 21. yüzyılda NATO değişen tehdit ve risklerle mücadele etmek zorundadır. Küreselleşen dünyada meydana gelen risk ve tehditleri dengelemek ve etkisiz hale getirmek amacı ile NATO öncelikle mevcut yapısını güçlendirerek caydırıcı gücünü korumalıdır. NATO'nun en büyük özelliği, kendisini yenilemesi ve hızlı bir şekilde koşullara uyum sağlayabilmesidir. Bu özelliğinden dolayı NATO 21. yüzyılın farklılaşan güvenlik ihtiyaçlarına cevap verecek bir güvenlik aktörü olmaya devam edecektir. (Demir, 2016:53-54).

Tablo 1. Dünyanın En Büyük Savunma Sanayii Şirketleri

Sıra	Şirket	Ülke	2018 Savunma Sanayii Geliri (milyon \$)	2017 Savunma Sanayii Geliri (milyon \$)	Savunma Sanayii Geliri Değişim (%)
1	Lockheed Martin	U.S.	50,536.00	47,985.00	5
2	Boeing	U.S.	34,050.00	20,561.00	66
3	Northrop Grumman	U.S.	25,300.00	21,700.00	17
4	Raytheon Company	U.S.	25,163.94	23,573.64	7
5	Aviation Industry Corporation of China	China	24,902.01	22,898.73	9
6	General Dynamics	U.S.	24,055.00	19,587.00	23
7	BAE Systems	U.K.	22,477.48	22,380.04	0
8	China North Industries Group Corporation Limited	China	14,777.77	14,206.36	4
9	Airbus	Netherlands/ France	13,063.82	11,185.91	17
10	China Aerospace Science and Industry Corporation	China	12,130.93	11,206.28	8

Kaynak: (Defence News, 2020.)

Günümüzde ülkelerin savunma harcamalarının zorunlu olarak artmaya devam edeceği yadsınamaz bir gerçektir. Bu nedenle gelişmiş ülkeler savunma sanayiinde elde ettikleri yenilikleri ekonomik güce dönüştürmektedirler. Tablo 1.'de ABD merkezli Defence News grubunun 2019 yılı için şirketlerin savunma sanayii yıllık gelirlerine göre düzenlediği 100 büyük şirket sıralamasının ilk 10'u yer almaktadır. Listeye bakıldığında ilk 10 şirketin 5'ini ABD'li şirketlerin oluşturduğu görülmektedir. Gerek NATO üyesi ülkelere gerekse tüm dünya ülkelerine bakıldığında ABD'nin savunma sanayiinde önemli bir güç olduğunu söylemek mümkündür.

Çalışmanın amacı 2018 verilerine göre, Türkiye'nin de üyesi olduğu, NATO ülkelerinin askeri güçlerinin Entropi temelli SAW ve ARAS Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri (ÇKKV) ile yeniden sıralanmasıdır. Elde edilen sıralama ile Global Firepower sitesinin 2018 yılı verileri ile 2019 yılında düzenlediği NATO üyesi ülkelerin askeri güçlerinin sıralandığı liste karşılaştırılmıştır. Literatüre bakıldığında savunma sanayiinde ÇKKV yöntemleri kullanılarak çalışmalar yapıldığı görülmektedir. Ancak çalışmada olduğu ülkelerin askeri güçlerinin sıralandığı herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu yönüyle ÇKKV yöntemlerinin ülkelerin askeri güçlerinin sıralamasında da kullanılabileceği gösterilmek istenmiştir.

2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Literatürde Entropi ağırlık yöntemi ve ÇKKV yöntemleri olan SAW ve ARAS ile ilgili yapılan birçok çalışma bulunmaktadır. Ancak burada savunma sanayiinde ÇKKV yöntemleri ile yapılan çalışmalar özetlenmiştir.

Karaburun ve Alaykiran (2018) tarafından yapılan çalışmada AHP ve TOPSIS yöntemleri ile silah seçimi yapılmıştır. Çalışmada beş silah alternatifi ve beş kriter kullanılmıştır. Kullanılan kriterler güvenlik sistemi, mekanik yapı, ağırlık, kabza (silahın tetik eliyle tutulan kısmı) ve fiyattır. AHP yöntemi ile elde edilen sonuçlara göre en önemli kriterler güvenlik sistemi ve mekanik yapıdır.

Bozanic vd. (2018), Sırp Ordusunda nehirlerin tankla geçilmesi için yer seçimini hem klasik hem de bulanık AHP-MABAC ÇKKV teknikleri ile değerlendirmişlerdir. Çalışmada altı alternatif ve yedi kriter (su bariyeri genişliği, alt akış yatağının bileşimi, düşmanın etkisi, su akış hızı, nehir setinin özellikleri, su bariyeri derinliği, maskeleye) kullanılmıştır. Hem klasik hem de bulanık AHP yöntemlerine göre en önemli kriterler su bariyeri, düşmanın etkisi ve alt akış yatağının bileşimidir. Hem klasik hem de bulanık MABAC yöntemlerine göre en iyi alternatif üçüncü alternatiftir.

Yağlı ve Arıkan (2018) çalışmalarında, Hava Kuvvetleri Komutanlığı'nda en doğru tedarik kararının verilebilmesi için ÇKKV tekniklerinden faydalanmışlardır. Hava Kuvvetleri Komutanlığı, Malzeme İhtiyaç Planlaması (MİP) için bir Karar Destek Sistemi (KDS) kullanmaktadır. KDS'nin oluşturduğu ihtiyaç listesi, karar verici konumunda olan uzman personel tarafından incelenerek uygun görülen malzemeler için tedarik kararı alınmaktadır. Ancak çalışmada MİP sonuçları TOPSIS ve AHP yöntemlerinin bütünlük kullanımıyla önem derecesine göre sıralanmıştır. MİP sonuçları önem derecesine göre sıralanırken 15 alternatif malzeme 8 ana 5 alt kriter kullanılmıştır.

Uçakcıoğlu ve Eren (2017) tarafından yapılan çalışmada hava savunma sanayiinde faaliyette bulunan bir işletme için yatırım projelerinin seçimi problemi ele alınmıştır. Çalışmada 8 alternatif proje ve 5 kriter (bütçe, proje süresi, bağımlılık durumu, personel sayısı ve ekonomiye katkı) belirlenmiştir. AHP yöntemiyle elde edilen sonuçlara göre en iyi alternatifin 6. proje olduğu sonucuna ulaşıırken VIKOR yöntemine göre en iyi alternative 2. veya 8. yatırım projeleridir.

Wang vd. (2016) Tayvan için askeri anlamda önemli bir taktiksel bölge olan Kinmen adası için taşıma modlarını değerlendirmişler ve ardından en uygun taşıma modunu seçmişlerdir. Kinmen'deki lojistik, özellikle ordu açısından çok önemlidir ve genel olarak Kinmen için gerekli mal ve malzemeler Tayvan'dan gemi veya hava yoluyla taşınmaktadır. Çalışmada Kinmen adası askeri lojistiği için ulaştırma modlarının seçiminde bulanık AHP yöntemi kullanılmıştır. 4 kriter (zamanlama, depolama, fiyatlandırma ve satış) ve 3 alternatif ile yapılan analiz sonucuna göre toplam performansta optimum taşıma modunun birinci alternatif olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Göleç vd. (2016) orduların lojistiği için önemli bir paya sahip olan askeri kargo uçağı seçimini ÇKKV yöntemleri ile değerlendirmişlerdir. Çalışmada 5 kriter (ülkenin projedeki payı, uçağın bakımı, bakım kolaylığı, maliyet etkinliği ve operasyonel etkinliği) ve 3 askeri kargo uçağı alternatifi belirlenmiştir. AHP yöntemiyle kriterlerin ağırlık değerleri hesaplanmış ve AHP, SAW, ELECTRE ve TOPSIS yöntemlerine göre en iyi askeri kargo uçağı belirlenmiştir.

Sanchez-Lozano vd. (2015) askeri eğitim uçaklarının değerlendirmesini çok kriterli karar verme süreçlerinin bulanık mantıkla birleştirmesiyle yapmışlardır. Çalışmada Pilatus PC-21, Beechcraft T-6C, PZL-130 ORlik (TC-II), KT1-Basic Trainer ve CASA C-101 Aviojet olmak üzere beş alternatif ve 12 kriter (servis tavanı, seyir hızı, tutunma hızı, havada kalma süresi,

pozitif limit yük faktörü, negatif limit yük faktörü, kalkış mesafesi, iniş mesafesi, insan faktörü, uçuş ve kullanım özellikleri, güvenlik sistemi ve taktik yeteneği) kullanılmıştır. AHP ile elde edilen kriter ağırlıklarında en önemli kriterler güvenlik sistemi, uçuş ve kullanım özellikleri ve insan faktörü olurken en az önemli kriterler pozitif ve negatif limit yük faktörüdür. Bulanık TOPSIS yöntemi sonucunda elde edilen sıralamada PC-21 askeri eğitim uçağı çıkmıştır.

Can ve Arıkan (2014), tarafından yapılan çalışmada, savunma sanayi sektöründe ARGE çalışmaları yapan bir firmanın, yatırımlarında birlikte çalışacağı alt yüklenici işletmeyi AHP ve Promethee II yöntemleri ile değerlendirilmiştir. 15 alternatif firma ve 6 kriter (bilgi düzeyi, deneyim, zaman, ulaşım, fiyat ve garanti) ile çalışmanın matrisi oluşturulmuştur. AHP yöntemi ile elde edilen en önemli kriterler sırasıyla fiyat, zaman ve garantidir. Promethee II yöntemine göre en iyi alternative 7 numaralı alternatif olurken ikinci sırayı 2 numaralı alternatif takip etmektedir.

Ashari ve Parsaei (2014), silahlı kuvvetler için uygun silah seçimini Simos tabanlı ELECTRE III yöntemiyle değerlendirmişlerdir. Çalışmada 12 alternatif ve 5 kriter (ağırlık, hedefi vurmak için hassas oran, sabit atış için potansiyel ve çeşitli iklim koşullarında uygulama potansiyeli) kullanılmıştır. Simos yöntemi ile edilen en önemli kriterler hedefi vurmak için hassas oran ve sabit atış için potansiyeldir. ELECTRE III yöntemi ile elde edilmiş sonuçlarında optimum seçim, üçüncü alternatif olan silahtır.

Wang vd. (2014) çalışmalarında, ulusal bir savunma sistemi için uygun bir silah sistemi seçimini ÇKKV yöntemleri ile değerlendirmişlerdir. 7 alternatif silah sistemi ve 11 kriter (füzelerin maksimum hızı, hedeflerin maksimum hızı, hedeflerin maksimum aşırı yüklenmesi, ölüm bölgelerinin en yüksek sınırı, ölüm bölgelerinin en uzak sınırı, hedef sayısı, füzelerin tek atış öldürme olasılığı, füze silah sistemlerinin reaksiyon süresi gibi dört faydalı olmayan özellik, ölüm bölgelerinin en düşük sınırı, füzelerin fırlatma ağırlığı ve ölüm bölgelerinin en yakın sınırı) belirlenmiştir. RSM (response surface method) ve GRA (Grey Relational Analysis)'nın hibrid yöntemi ile alternatif silah sistemlerinin sıralaması yapılmıştır. Elde edilen sıralama GRA ve TOPSIS sıralamaları ile karşılaştırılmış ve üç yöntemde göre de birinci alternatifin en uygun olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

3. YÖNTEM

Günlük hayatta ortaya çıkan olaylar veya problemler ile ilgili alınacak kararlar, çoğunlukla birden fazla ve genellikle de birbirleri ile çelişen amaçlar içermektedir. Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV), karar vericinin sayılabilir sonlu ya da sayılamaz sayıda seçenektan oluşan bir küme içinde en az iki kriter kullanarak yaptığı seçim eylemi olarak ifade edilebilir (Ersöz ve Kabak, 2010:99). Bu çalışmada NATO üyesi ülkelerin askeri güçleri Entropi temelli SAW ve ARAS ÇKKV yöntemleri ile sıralanmıştır. Aşağıda bu yöntemler detaylı bir şekilde açıklanmıştır.

Çalışmada kriter ağırlıklarının hesaplanmasında CRITIC ve AHP yöntemleri de denenmiştir. Ancak AHP yönteminin subjektif olması ve CRITIC yöntemine kıyasla Entropi yöntemi ile elde edilen ağırlıkların daha uygun olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Üye ülkelerin sıralamaları MAUT, EDAS ve TOPSIS gibi diğer ÇKKV yöntemleri ile de yapılmış ama ARAS ve SAW yöntemleri ile elde edilen sıralamaların daha anlamlı olduğu kanısına varılmıştır.

3.1. Entropi Yöntemi

Entropi kriterlerin sistem bilgisini ne kadar yansıttığını ve kriterlerin ne kadar belirsiz olduğunu gösteren objektif bir ağırlık belirleme yöntemidir. Yöntem, ölçüm verilerini ve bilgileri kullanarak farklı derecelere sahip kriter ağırlıklarını belirlemektedir (Wang vd., 2009:2272).

Entropi kavramı, fizik, bilgi teorisi, matematik ve diğer pek çok bilim ve mühendislik dalında uygulandığında özellikle dikkate değerdir. İlk olarak 1865 yılında Rudolph Clausius tarafından tanımlanan entropi, termodinamiğin ikinci yasası olarak ortaya konmuştur. Entropi aynı zamanda bir düzensizlik ölçüsüdür; entropi arttıkça düzensizlik de o kadar büyük olur (Zhang vd., 2011:444).

Bilgi entropisi kavramı ise ilk olarak Shannon tarafından tanımlanmıştır. Bilgi teorisinde, entropi, rasgele bir değışkene ilişkin belirsizliğin bir ölçüsüdür. Shannon'ın entropisi, belirli kısıtlamalar altında, herhangi bir iletişimi mümkün olan en iyi şekilde kayıpsız sıkıştırma ile ilgili mutlak bir sınırı temsil eder (Shannon, 1948:623). Entropi yönteminin uygulama aşamaları aşağıdaki gibi gösterilebilir (Karami ve Joahansson, 2014: 524):

Adım 1: Karar Matrisinin Oluşturulması: m sayıda alternatifli ve n sayıda kriterli karar matrisi aşağıdaki gibi oluşturulur.

$$\begin{pmatrix} X_{11} & X_{12} & \dots & X_{1j} & \dots & X_{1n} \\ X_{21} & X_{22} & \dots & X_{2j} & \dots & X_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ X_{i1} & X_{i2} & \dots & X_{ij} & \dots & X_{in} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ X_{m1} & X_{m2} & \dots & X_{mj} & \dots & X_{mn} \end{pmatrix},$$

Adım 2: Normalize Edilmiş Karar Matrisi: Karar matrisi Eşitlik (1) yardımıyla normalize edilir.

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^m x_{ij}} \quad i=1,2,\dots,m, \quad j=1,2,\dots,n \quad (1)$$

Adım 3: Entropi Değerinin Hesaplanması: Eşitlik (2) yardımı ile Entropi değeri hesaplanır.

$$e_j = \frac{-1}{\ln m} \sum_{i=1}^m r_{ij} \ln r_{ij} \quad i=1,2,\dots,m, \quad j=1,2,\dots,n \quad (2)$$

Adım 4: Ağırlık Değerinin Hesaplanması: Eşitlik (3) ile Entropi ağırlık değeri hesaplanır. Eşitlik (4)'te gösterildiği gibi kriter ağırlıklarının toplamı "1" olması gerekir.

$$W_j = \frac{1-e_j}{\sum_{j=1}^n (1-e_j)} \quad i=1,2,\dots,m, \quad j=1,2,\dots,n \quad (3)$$

$$\sum_{j=1}^n W_j = 1 \quad (4)$$

3.2. SAW Yöntemi

SAW (Weighted Sum Model) Churchman ve Ackoff (1954) tarafından geliştirilen, pratik ve basit olması sebebi ile popüler bir Çok Kriterli Karar Verme yöntemidir (Modarres ve Sadi-Nezhad, 2005: 235). Yöntem ağırlıklı ortalamaya dayanmaktadır. Her bir alternatif için, o niteliğin alternatifine verilen ölçekli değer ile karar vericinin doğrudan atadığı görece önemdeki ağırlıklı çarpılarak bir değerlendirme puanı hesaplanır. Bu yöntemin avantajı, ham verilerin orantılı bir doğrusal dönüşümü olmasıdır; bu, standartlaştırılmış puanlardaki büyüklüklerin göreceli sırasının eşit kalması demektir (Afshari vd., 2010:512).

Yöntem, her alternatif için kriter değerlerinin elde edilmesi, bu değerleri içeren karar matrisinin oluşturulması ile başlar (Janic ve Reggiani, 2002:118). SAW yönteminin ayrıntılı aşamaları aşağıda göstermiştir (Stojanov ve Ugrinov, 2013:419):

Adım 1: Normalize edilmiş karar matrisi $R = [r_{ij}]$ oluşturulur. Yöntemde r_{ij} değerleri, aşağıdaki eşitlikler kullanılarak elde edilir:

$$\text{Fayda kriteri için: } r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\max x_{ij}}, \quad i=1, \dots, m, \quad j=1, \dots, n \quad (5)$$

$$\text{Maliyet kriteri için: } r_{ij} = \frac{\min x_{ij}}{x_{ij}}, \quad i=1, \dots, m, \quad j=1, \dots, n \quad (6)$$

Burada:

X_{ij} : i alternatifinin j kriterde gösterdiği performans değeri,

m: alternatif sayısı,

n: kriter sayısı

Adım 2: Ağırlıklandırılmış normalleştirilmiş karar matrisi $V = [v_{ij}]_{m \times n}$ oluşturulur. Ağırlıklı normalize edilmiş değer v_{ij} , aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanır:

$$v_{ij} = w_j r_{ij}, \quad i=1, \dots, m, \quad j=1, \dots, n \quad (7)$$

Burada w_j , j kriterinin ağırlığını temsil eder ve $\sum_{j=1}^n w_j = 1$ 'dir.

Adım 3: Her alternatifin toplam performans değeri belirlenir. Toplam performans değeri S_i aşağıdaki formülle hesaplanır:

$$S_i = \sum_{j=1}^n v_{ij}, \quad i=1, \dots, m \quad (8)$$

Adım 4: En iyi alternatif seçilir ya da alternatiflerin sıralaması yapılır. Alternatifler, S_i büyükten küçüğe sıralandığı için azalan şekilde sıralanır ve en iyi alternatif A^* , aşağıdaki formül kullanılarak belirlenir:

$$A^* \in \{A_i^* | = \max S_i\} \quad (9)$$

3.3. ARAS Yöntemi

Zavadskas ve Turksis (2010) tarafından geliştirilen ARAS Yöntemi ise (Additive Ratio Assessment), basit görece karşılaştırmalar kullanarak karmaşık dünyanın olgusunun anlaşılabilirliği görüşüne dayanmaktadır (Turksis ve Zavadskas, 2010:426). ARAS yöntemi,

her alternatifin performans düzeyini ve her alternatifin ideal alternatife oranını gösteren bir yöntemdir (Dadelo vd., 2012:68).

Yöntemde, araştırmaya konu olan alternatiflerin fayda fonksiyonlarının puanları ile optimal alternatifin fayda fonksiyonunun puanı karşılaştırılır (Sliogerience vd., 2013:13). ARAS yönteminin adımları aşağıdaki gösterilmiştir (Karabasevic vd., 2016:55-56):

Adım 1: Bu adımda, karar verici her kriter için en uygun performans derecesini belirler. Karar vericinin tercihleri yoksa, en uygun performans değerleri şu şekilde hesaplanır:

$$x_{0j} = \max_{ij}, \quad i=1, \dots, m, \quad j=1, \dots, n. \quad (10)$$

Burada:

x_{0j} =j kriterinin optimal değeri,

x_{ij} =i alternatifinin j kriterde gösterdiği performans değeri,

i= alternatif sayısı,

j= her alternatifi tanımlayan kriter sayısını ifade eder.

Adım 2: İkinci aşamada karar matrisi normalize edilir. Normalize edilmiş performans değerleri aşağıdaki formül ile hesaplanır.

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=0}^m x_{ij}}, \quad i=0, 1, \dots, m. \quad (11)$$

Burada r_{ij} i'inci alternatifin j'inci kritere göre normalleştirilmiş performans değerini belirtir.

Adım 3: Bu aşamada ağırlıklandırılmış normalize edilmiş karar matrisi oluşturulur. Kriterlerin normalize edilmiş ağırlıklı değerleri aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$v_{ij} = w_j r_{ij}, \quad i=0, \dots, m. \quad (12)$$

Burada v_{ij} , j kriteri ile i alternatifinin ağırlıklı normalleştirilmiş performans değerini belirtir.

Adım 4: Her alternatif için genel performans değerleri hesaplanır:

$$S_i = \sum_{j=1}^n v_{ij}; \quad i=0, \dots, m. \quad (13)$$

Burada S_i , i alternatifinin genel performans değerini gösterir.

Adım 5: Her alternatif için fayda değerleri hesaplanır. Alternatifler değerlendirilirken, yalnızca en iyi sıralanan alternatifin belirlenmesi değil, aynı zamanda alternatiflerin göreceli performanslarının optimal alternatifle karşılaştırılarak belirlenmesi de önemlidir. Bu amaçla, fayda derecesi aşağıdaki şekilde hesaplanabilir:

$$Q_i = \frac{S_i}{S_0}, \quad i=1, \dots, m \quad (14)$$

Burada Q_i , i alternatifinin fayda derecesini gösterirken, S_0 ise optimum alternatifin genel performans endeksidir.

Adım 6: Son adımda alternatifler artan Qi değerlerine göre sıralanır, en yüksek Qi değerine sahip alternatif en iyisidir.

4. UYGULAMA

Bu bölümde araştırmanın amacı, alternatifler, belirlenen kriterler, kriter değerlerinin ağırlıkları ve ÇKKV yöntemleri ile elde edilen sıralamalar hakkında bilgiler verilerek elde edilen bulgular yorumlanmıştır.

4.1. Araştırmanın Amacı ve Veriler

Global Firepower sitesi tarafından hazırlanan NATO üyesi ülkelerin askeri güçlerinin sıralandığı liste ele alınmıştır. NATO'ya üye olan 29 ülke bulunmaktadır. Ancak İzlanda'nın ordusunun olmaması Lüksemburg'un ise kriterlerinin yetersiz olması nedeni ile bu listeye dahil edilmemiştir. Bu nedenle 27 NATO ülkesinin askeri güçleri Entropi temelli SAW ve ARAS Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) Yöntemleri ile sıralanmıştır. Uzman görüşleri de alınarak; *mevcut insan gücü (A1)*, *toplam askeri personel (A2)*, *toplam hava kuvvetleri gücü (A3)*, *toplam kara kuvvetleri gücü (A4)*, *toplam deniz kuvvetleri gücü (A5)* ve *savunma bütçesi (A6)* olmak üzere 6 kriter belirlenmiştir. Bu kriterler aşağıda açıklanmıştır (Global Fire Power, 2019):

- **Mevcut İnsan Gücü (A1):** Askeri teçhizat toplamının ve algılanan savaş gücünün ötesinde belirli bir askeri gücü oluşturan temel faktör gerçek insan gücüdür. Mevcut insan gücü, olası savaş durumunda savaşa katılabilecek insan gücünü ifade etmektedir.

- **Toplam Askeri Personel (A2):** Bir ülkedeki askeri personel ve zorunlu askerlik hizmetini yapan insan gücü toplamından oluşmaktadır.

- **Toplam Hava Kuvvetleri Gücü (A3):** Bu kriter, tüm hizmet kollarındaki sabit ve döner kanatlı sistemleri içerir. Saldırı uçağı, savaş uçağı, nakliye uçağı, eğitim uçağı, saldırı helikopteri ve diğer helikopterler gibi...

- **Toplam Kara Kuvvetleri Gücü (A4):** Modern savaş alanı için yapılan ilerlemelere rağmen, muharebe tankı ateş gücü, mobilite koruması ve hepsi bir arada bir sistemde kaliteyi bir araya getiren zemin saldırıları için ana öncü olmaya devam etmektedir. Bu kriter kapsamında muharebe tankı, zırhlı savaş araçları, otomatik topçu, çekilen topçu ve roket projektörleri gibi unsurlardan oluşur.

- **Toplam Deniz Kuvvetleri Gücü (A5):** Binlerce yıldır, denizdeki güç dünyadaki herhangi bir gücün belirleyici askeri faktörlerinden biri olmuştur. Bugünün donanmalarının, genellikle görüş açısı gerektirmeyen muharebe ile ev sahiplerinden binlerce mil uzakta çalışması gerekmektedir. Bu kriter uçak gemileri, firkateynler, yok ediciler, korvetler, torpido botları, devriye botları, amfibi destek gemileri ve iniş gemileri gibi savaş kuvvetleri gemilerini içermektedir.

- **Savunma Bütçesi (A6):** Bir ordunun bakımı ve güçlendirilmesine ayrılan fonları gösterir. Karar matrisinde bu kriter ABD doları cinsinden ve altı sıfır (000000) atılarak kullanılmıştır.

Belirlenen kriterler doğrultusunda oluşturulan karar matrisi aşağıda Tablo 2.'de verilmiştir. Karar matrisinde Çek Cumhuriyeti, Macaristan ve Slovakya'nın deniz kıyısı olmamasından dolayı deniz kuvvetleri bulunmamaktadır. Yapılacak hesaplamalarda sıfırın kullanılmasının

sorun yaratması ve bu ülkelerin listeden çıkarılmak istenmemesi sebebi ile (0.000000001) değeri kullanılmıştır.

Tablo 2. Karar Matrisi

NATO Ülkeleri	Mevcut İnsan Gücü (mak.)	Toplam Askeri Personel (mak.)	Toplam Hava Kuvvetleri (mak.)	Toplam Kara Kuvvetleri (mak.)	Toplam Deniz Kuvvetleri (mak.)	Savunma Bütçesi (ABD \$) (x000.000) (mak.)
ABD	145,215,000	2,083,100	13,362	47,648	415	647,000
Fransa	30,000,000	388,635	1,262	6,870	118	40,000
Birleşik Krallık	30,000,000	279,230	832	5,848	76	50,000
Türkiye	41,640,000	710,565	1,056	13,875	194	10,200
Almanya	37,000,000	208,641	714	5,213	81	45,200
İtalya	28,000,000	267,500	828	11,163	143	37,700
İspanya	23,000,000	174,700	524	3,059	46	11,600
Polonya	19,000,000	184,650	466	4,428	83	9,360
Kanada	16,000,000	88,000	413	3,245	63	16,400
Yunanistan	5,000,000	413,750	567	6,716	115	6,540
Çek Cumhuriyeti	5,000,000	29,050	103	820	0.000000001	2,596
Norveç	2,150,000	72,500	128	940	62	7,000
Hollanda	7,800,000	53,205	165	997	56	9,840
Romanya	11,050,000	177,750	135	2,884	48	2,190
Danimarka	2,500,000	75,150	113	742	90	4,440
Macaristan	4,650,000	77,250	35	1,520	0.000000001	1,040
Bulgaristan	3,300,000	52,650	73	2,234	29	700
Slovakya	2,780,000	14,675	49	533	0.000000001	1,025
Portekiz	5,030,000	268,500	93	1,291	41	3,800
Belçika	4,800,000	38,800	164	545	17	5,085
Hırvatistan	2,100,000	21,525	73	829	28	958
Arnavutluk	1,515,000	64,000	23	688	38	138
Slovenya	942,000	15,500	28	385	2	790
Litvanya	1,800,000	23,015	11	486	12	430
Letonya	850,000	17,155	4	270	18	280
Estonya	600,000	35,000	6	384	6	335
Karadağ	153,350	3,390	5	115	18	83

Kaynak: (Global Fire Power, 2019).

4.2. Entropi Yöntemi İle Kriterlerin Ağırlık Değerlerinin Bulunması

Öncelikle Entropi yöntemi ile kriterlerin ağırlık değerleri hesaplanmıştır. Daha sonra SAW ve ARAS yöntemleri NATO üyesi 27 ülkenin askeri güçleri yeniden sıralanmıştır.

Entropi, ÇKKV problemlerinde göreceli öneme sahip objektif ağırlıkların belirlenmesini amaçlayan bir yöntemdir (Dashore vd., 2013:2183). Entropi, bilgi teorisinde kesikli bir olasılık dağılımı ile temsil edilen belirsizlik miktarının bir ölçüsüdür (Huang vd., 2008:1282). Tablo 2.'de gösterilen karar matrisi kullanılarak ve (1) numaralı denklem yardımıyla elde edilen normalize edilmiş karar matrisi Tablo 3.'te gösterilmiştir.

Tablo 3. Entropi Yöntemine Göre Normalize Edilmiş Karar Matrisi

NATO Ülkeleri	Mevcut İnsan Gücü	Toplam Askeri Personel	Toplam Hava Kuvvetleri	Toplam Kara Kuvvetleri	Toplam Deniz Kuvvetleri	Savunma Bütçesi (ABD \$)
ABD	0.3362	0.3568	0.6293	0.3851	0.2307	0.7073
Fransa	0.0695	0.0666	0.0594	0.0555	0.0656	0.0437
Birleşik Krallık	0.0695	0.0478	0.0392	0.0473	0.0422	0.0547
Türkiye	0.0964	0.1217	0.0497	0.1121	0.1078	0.0112
Almanya	0.0857	0.0357	0.0336	0.0421	0.0450	0.0494
İtalya	0.0648	0.0458	0.0390	0.0902	0.0795	0.0412
İspanya	0.0533	0.0299	0.0247	0.0247	0.0256	0.0127
Polonya	0.0440	0.0316	0.0219	0.0358	0.0461	0.0102
Kanada	0.0370	0.0151	0.0195	0.0262	0.0350	0.0179
Yunanistan	0.0116	0.0709	0.0267	0.0543	0.0639	0.0071
Çek Cumhuriyeti	0.0116	0.0050	0.0049	0.0066	0.0000	0.0028
Norveç	0.0050	0.0124	0.0060	0.0076	0.0345	0.0077
Hollanda	0.0181	0.0091	0.0078	0.0081	0.0311	0.0108
Romanya	0.0256	0.0304	0.0064	0.0233	0.0267	0.0024
Danimarka	0.0058	0.0129	0.0053	0.0060	0.0500	0.0049
Macaristan	0.0108	0.0132	0.0016	0.0123	0.0000	0.0011
Bulgaristan	0.0076	0.0090	0.0034	0.0181	0.0161	0.0008
Slovakya	0.0064	0.0025	0.0023	0.0043	0.0000	0.0011
Portekiz	0.0116	0.0460	0.0044	0.0104	0.0228	0.0042
Belçika	0.0111	0.0066	0.0077	0.0044	0.0094	0.0056
Hırvatistan	0.0049	0.0037	0.0034	0.0067	0.0156	0.0010
Arnavutluk	0.0035	0.0110	0.0011	0.0056	0.0211	0.0002
Slovenya	0.0022	0.0027	0.0013	0.0031	0.0011	0.0009

Litvanya	0.0042	0.0039	0.0005	0.0039	0.0067	0.0005
Letonya	0.0020	0.0029	0.0002	0.0022	0.0100	0.0003
Estonya	0.0014	0.0060	0.0003	0.0031	0.0033	0.0004
Karadağ	0.0004	0.0006	0.0002	0.0009	0.0100	0.0001

Her kriter için (2) numaralı denklem yardımıyla Entropi değerleri hesaplanmış ve Tablo 4'te gösterilmiştir.

Tablo 4. Entropi Değerleri

	A1	A2	A3	A4	A5	A6
e_j	0.7338	0.7315	0.4945	0.7043	0.8272	0.4006

Eşitlik (3) yardımıyla hesaplanan Entropi ağırlık değerleri Tablo 5'teki gibi ve ağırlıkların toplamı da eşitlik (4)'te belirtildiği gibi 1'dir.

Tablo 5. Entropi Yöntemi ile Hesaplanan Ağırlık Değerleri

	A1	A2	A3	A4	A5	A6
w_j	0.1263	0.1274	0.2398	0.1403	0.0820	0.2843

Entropi yöntemi ile elde edilen kriterlerin ağırlıkları incelendiğinde en önemli kriter A6 (savunma bütçesi) ikinci sırada ise A3 (toplam hava kuvvetleri) yer almaktadır. Günümüzde ülkelerin savunma sanayileri için harcadıkları rakamlar düşünüldüğünde savunma bütçesinin ilk sırada çıkması şaşırtıcı bir sonuç değildir. A5 (deniz kuvvetleri) ise önem derecesi sıralamasında son sırada bulunmaktadır. A5 kriterine ilişkin değerlerin diğer kriterlere göre birbirine yakın sayılar olması nedeniyle önem derecesinin düşük çıktığı söylenebilir. Öte yandan deniz kuvvetlerinin ordular için önemi yadsınamaz bir gerçektir.

4.3. SAW Yönteminin Uygulanması

SAW yönteminde, her seçeneğin puanı, her kriterin ağırlığını göz önünde bulundurarak, bu seçeneğin değerlerini farklı kriterlerde toplayarak elde edilir ve böylece göreceli ağırlıklar doğrudan karar verici tarafından verilir (Ameri vd., 2018:1390). Tablo 2.'de gösterilen karar matrisi kullanılarak ve (5) numaralı denklem yardımıyla elde edilen normalize edilmiş karar matrisi Tablo 6.'da gösterilmiştir.

Tablo 6. SAW Yöntemine Göre Normalize Edilmiş Karar Matrisi

NATO Ülkeleri	Mevcut İnsan Gücü	Toplam Askeri Personel	Toplam Hava Kuvvetleri	Toplam Kara Kuvvetleri	Toplam Deniz Kuvvetleri	Savunma Bütçesi
ABD	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
Fransa	0.2066	0.1866	0.0944	0.1442	0.2843	0.0618
Birleşik Krallık	0.2066	0.1340	0.0623	0.1227	0.1831	0.0773
Türkiye	0.2867	0.3411	0.0790	0.2912	0.4675	0.0158
Almanya	0.2548	0.1002	0.0534	0.1094	0.1952	0.0699
İtalya	0.1928	0.1284	0.0620	0.2343	0.3446	0.0583
İspanya	0.1584	0.0839	0.0392	0.0642	0.1108	0.0179

Polanya	0.1308	0.0886	0.0349	0.0929	0.2000	0.0145
Kanada	0.1102	0.0422	0.0309	0.0681	0.1518	0.0253
Yunanistan	0.0344	0.1986	0.0424	0.1410	0.2771	0.0101
Çek Cumhuriyeti	0.0344	0.0139	0.0077	0.0172	0.0000	0.0040
Norveç	0.0148	0.0348	0.0096	0.0197	0.1494	0.0108
Hollanda	0.0537	0.0255	0.0123	0.0209	0.1349	0.0152
Romanya	0.0761	0.0853	0.0101	0.0605	0.1157	0.0034
Danimarka	0.0172	0.0361	0.0085	0.0156	0.2169	0.0069
Macaristan	0.0320	0.0371	0.0026	0.0319	0.0000	0.0016
Bulgaristan	0.0227	0.0253	0.0055	0.0469	0.0699	0.0011
Slovakya	0.0191	0.0070	0.0037	0.0112	0.0000	0.0016
Portekiz	0.0346	0.1289	0.0070	0.0271	0.0988	0.0059
Belçika	0.0331	0.0186	0.0123	0.0114	0.0410	0.0079
Hırvatistan	0.0145	0.0103	0.0055	0.0174	0.0675	0.0015
Arnavutluk	0.0104	0.0307	0.0017	0.0144	0.0916	0.0002
Slovenya	0.0065	0.0074	0.0021	0.0081	0.0048	0.0012
Litvanya	0.0124	0.0110	0.0008	0.0102	0.0289	0.0007
Letonya	0.0059	0.0082	0.0003	0.0057	0.0434	0.0004
Estonya	0.0041	0.0168	0.0004	0.0081	0.0145	0.0005
Karadağ	0.0011	0.0016	0.0004	0.0024	0.0434	0.0001

Normalize edilmiş değerler, eşitlik (7) ile gösterildiği gibi, Entropi yöntemi ile elde edilen ağırlık değerleri ile çarpılarak SAW yöntemi için fayda matrisi oluşturulur. Tablo 7.'de SAW yöntemine göre hesaplanmış fayda matrisi gösterilmiştir.

Tablo 7. SAW Yöntemine Göre Hesaplanmış Fayda Matrisi

NATO Ülkeleri	Mevcut İnsan Gücü	Toplam Askeri Personel	Toplam Hava Kuvvetleri	Toplam Kara Kuvvetleri	Toplam Deniz Kuvvetleri	Savunma Bütçesi (ABD \$)
ABD	0.1263	0.1274	0.2398	0.1403	0.0820	0.2843
Fransa	0.0261	0.0238	0.0226	0.0202	0.0233	0.0176
Birleşik Krallık	0.0261	0.0171	0.0149	0.0172	0.0150	0.0220
Türkiye	0.0362	0.0435	0.0189	0.0408	0.0383	0.0045
Almanya	0.0322	0.0128	0.0128	0.0153	0.0160	0.0199
İtalya	0.0244	0.0164	0.0149	0.0329	0.0282	0.0166
İspanya	0.0200	0.0107	0.0094	0.0090	0.0091	0.0051
Polanya	0.0165	0.0113	0.0084	0.0130	0.0164	0.0041

Kanada	0.0139	0.0054	0.0074	0.0096	0.0124	0.0072
Yunanistan	0.0043	0.0253	0.0102	0.0198	0.0227	0.0029
Çek Cumhuriyeti	0.0043	0.0018	0.0018	0.0024	0.0000	0.0011
Norveç	0.0019	0.0044	0.0023	0.0028	0.0122	0.0031
Hollanda	0.0068	0.0033	0.0030	0.0029	0.0111	0.0043
Romanya	0.0096	0.0109	0.0024	0.0085	0.0095	0.0010
Danimarka	0.0022	0.0046	0.0020	0.0022	0.0178	0.0020
Macaristan	0.0040	0.0047	0.0006	0.0045	0.0000	0.0005
Bulgaristan	0.0029	0.0032	0.0013	0.0066	0.0057	0.0003
Slovakya	0.0024	0.0009	0.0009	0.0016	0.0000	0.0005
Portekiz	0.0044	0.0164	0.0017	0.0038	0.0081	0.0017
Belçika	0.0042	0.0024	0.0029	0.0016	0.0034	0.0022
Hırvatistan	0.0018	0.0013	0.0013	0.0024	0.0055	0.0004
Arnavutluk	0.0013	0.0039	0.0004	0.0020	0.0075	0.0001
Slovenya	0.0008	0.0009	0.0005	0.0011	0.0004	0.0003
Litvanya	0.0016	0.0014	0.0002	0.0014	0.0024	0.0002
Letonya	0.0007	0.0010	0.0001	0.0008	0.0036	0.0001
Estonya	0.0005	0.0021	0.0001	0.0011	0.0012	0.0001
Karadağ	0.0001	0.0002	0.0001	0.0003	0.0036	0.0000

Daha sonra her alternatifin değerleri satır satır toplanarak fayda değerleri (S_i) elde edilir ve en yüksek değere sahip alternatif en iyi sonucu verir. Aşağıdaki Tablo 8.'de (S_i) fayda değerleri gösterilmiştir.

Tablo 8. Fayda Değerleri (S_i)

NATO Ülkeleri	(S_i)
ABD	1.0000
Fransa	0.1336
Birleşik Krallık	0.1123
Türkiye	0.1823
Almanya	0.1090
İtalya	0.1332
İspanya	0.0633
Polonya	0.0697
Kanada	0.0559
Yunanistan	0.0852

Çek Cumhuriyeti	0.0115
Norveç	0.0267
Hollanda	0.0313
Romanya	0.0418
Danimarka	0.0307
Macaristan	0.0143
Bulgaristan	0.0200
Slovakya	0.0062
Portekiz	0.0360
Belçika	0.0167
Hırvatistan	0.0128
Arnavutluk	0.0152
Slovenya	0.0041
Litvanya	0.0072
Letonya	0.0063
Estonya	0.0052
Karadağ	0.0044

4.4. ARAS Yönteminin Uygulanması

ARAS yöntemi, normalize edilmiş ve ağırlıklı kriterlerin değerlerinin toplamını göz önünde bulunduran alternatif bir ÇKKV yöntemidir (Kutut vd., 2013:659). ARAS yöntemi uygulanırken öncelikle optimal değerler (mak. ve min.) tespit edilerek karar matrisi oluşturulur. Tablo 9.'de ARAS yöntemine için karar matrisi gösterilmiştir.

Tablo 9. ARAS Yöntemi İçin Karar Matrisi

NATO Ülkeleri	Mevcut İnsan Gücü (mak.)	Toplam Askeri Personel (mak.)	Toplam Hava Kuvvetleri (mak.)	Toplam Kara Kuvvetleri (mak.)	Toplam Deniz Kuvvetleri (mak.)	Savunma Bütçesi (ABD \$) (x000.000) (mak.)
Optimal Değer	145,215,000	2,083,100	13,362	47,648	415	647,000
ABD	145,215,000	2,083,100	13,362	47,648	415	647,000
Fransa	30,000,000	388,635	1,262	6,870	118	40,000
Birleşik Krallık	30,000,000	279,230	832	5,848	76	50,000
Türkiye	41,640,000	710,565	1,056	13,875	194	10,200
Almanya	37,000,000	208,641	714	5,213	81	45,200
İtalya	28,000,000	267,500	828	11,163	143	37,700
İspanya	23,000,000	174,700	524	3,059	46	11,600

Polanya	19,000,000	184,650	466	4,428	83	9,360
Kanada	16,000,000	88,000	413	3,245	63	16,400
Yunanistan	5,000,000	413,750	567	6,716	115	6,540
Çek Cumhuriyeti	5,000,000	29,050	103	820	0.000000001	2,596.47
Norveç	2,150,000	72,500	128	940	62	7,000
Hollanda	7,800,000	53,205	165	997	56	9,840
Romanya	11,050,000	177,750	135	2,884	48	2,190
Danimarka	2,500,000	75,150	113	742	90	4,440
Macaristan	4,650,000	77,250	35	1,520	0.000000001	1,040
Bulgaristan	3,300,000	52,650	73	2,234	29	700
Slovakya	2,780,000	14,675	49	533	0.000000001	1,025
Portekiz	5,030,000	268,500	93	1,291	41	3,800
Belçika	4,800,000	38,800	164	545	17	5,085
Hırvatistan	2,100,000	21,525	73	829	28	958
Arnavutluk	1,515,000	64,000	23	688	38	138
Slovenya	942,000	15,500	28	385	2	790
Litvanya	1,800,000	23,015	11	486	12	430
Letonya	850,000	17,155	4	270	18	280
Estonya	600,000	35,000	6	384	6	335
Karadağ	153,350	3,390	5	115	18	83

Sonraki adımda (11) numaralı denklem yardımıyla normalize edilmiş karar matrisi oluşturulmuş ve Tablo 10.'da gösterilmiştir.

Tablo 10. ARAS Yöntemi İçin Normalize Edilmiş Karar Matrisi

NATO Ülkeleri	Mevcut İnsan Gücü	Toplam Askeri Personel	Toplam Hava Kuvvetleri	Toplam Kara Kuvvetleri	Toplam Deniz Kuvvetleri	Savunma Bütçesi (ABD \$)
Optimal Değer	0.2516	0.2630	0.3863	0.2780	0.1874	0.4143
ABD	0.2516	0.2630	0.3863	0.2780	0.1874	0.4143
Fransa	0.0520	0.0491	0.0365	0.0401	0.0533	0.0256
Birleşik Krallık	0.0520	0.0353	0.0241	0.0341	0.0343	0.0320
Türkiye	0.0722	0.0897	0.0305	0.0810	0.0876	0.0065
Almanya	0.0641	0.0263	0.0206	0.0304	0.0366	0.0289
İtalya	0.0485	0.0338	0.0239	0.0651	0.0646	0.0241
İspanya	0.0399	0.0221	0.0151	0.0178	0.0208	0.0074

Polanya	0.0329	0.0233	0.0135	0.0258	0.0375	0.0060
Kanada	0.0277	0.0111	0.0119	0.0189	0.0285	0.0105
Yunanistan	0.0087	0.0522	0.0164	0.0392	0.0519	0.0042
Çek Cumhuriyeti	0.0087	0.0037	0.0030	0.0048	0.0000	0.0017
Norveç	0.0037	0.0092	0.0037	0.0055	0.0280	0.0045
Hollanda	0.0135	0.0067	0.0048	0.0058	0.0253	0.0063
Romanya	0.0191	0.0224	0.0039	0.0168	0.0217	0.0014
Danimarka	0.0043	0.0095	0.0033	0.0043	0.0407	0.0028
Macaristan	0.0081	0.0098	0.0010	0.0089	0.0000	0.0007
Bulgaristan	0.0057	0.0066	0.0021	0.0130	0.0131	0.0004
Slovakya	0.0048	0.0019	0.0014	0.0031	0.0000	0.0007
Portekiz	0.0087	0.0339	0.0027	0.0075	0.0185	0.0024
Belçika	0.0083	0.0049	0.0047	0.0032	0.0077	0.0033
Hırvatistan	0.0036	0.0027	0.0021	0.0048	0.0126	0.0006
Arnavutluk	0.0026	0.0081	0.0007	0.0040	0.0172	0.0001
Slovenya	0.0016	0.0020	0.0008	0.0022	0.0009	0.0005
Litvanya	0.0031	0.0029	0.0003	0.0028	0.0054	0.0003
Letonya	0.0015	0.0022	0.0001	0.0016	0.0081	0.0002
Estonya	0.0010	0.0044	0.0002	0.0022	0.0027	0.0002
Karadağ	0.0003	0.0004	0.0001	0.0007	0.0081	0.0001

(12) numaralı denklem yardımıyla, alternatiflerin kriter değerleri hesaplanan Entropi ağırlık değerleri ile çarpılarak ağırlıklı normalize edilmiş karar matrisi oluşturulur. Tablo 11.'de ARAS yöntemi için ağırlıklı normalize edilmiş karar matrisi gösterilmiştir.

Tablo 11. ARAS Yöntemi İçin Ağırlıklı Normalize Edilmiş Karar Matrisi

NATO Ülkeleri	Mevcut İnsan Gücü	Toplam Askeri Personel	Toplam Hava Kuvvetleri	Toplam Kara Kuvvetleri	Toplam Deniz Kuvvetleri	Savunma Bütçesi (ABD \$)
Optimal Değer	0.0318	0.0335	0.0926	0.0390	0.0154	0.1178
ABD	0.0318	0.0335	0.0926	0.0390	0.0154	0.1178
Fransa	0.0066	0.0062	0.0087	0.0056	0.0044	0.0073
Birleşik Krallık	0.0066	0.0045	0.0058	0.0048	0.0028	0.0091
Türkiye	0.0091	0.0114	0.0073	0.0114	0.0072	0.0019
Almanya	0.0081	0.0034	0.0049	0.0043	0.0030	0.0082
İtalya	0.0061	0.0043	0.0057	0.0091	0.0053	0.0069
İspanya	0.0050	0.0028	0.0036	0.0025	0.0017	0.0021

Polanya	0.0042	0.0030	0.0032	0.0036	0.0031	0.0017
Kanada	0.0035	0.0014	0.0029	0.0027	0.0023	0.0030
Yunanistan	0.0011	0.0067	0.0039	0.0055	0.0043	0.0012
Çek Cumhuriyeti	0.0011	0.0005	0.0007	0.0007	0.0000	0.0005
Norveç	0.0005	0.0012	0.0009	0.0008	0.0023	0.0013
Hollanda	0.0017	0.0009	0.0011	0.0008	0.0021	0.0018
Romanya	0.0024	0.0029	0.0009	0.0024	0.0018	0.0004
Danimarka	0.0005	0.0012	0.0008	0.0006	0.0033	0.0008
Macaristan	0.0010	0.0012	0.0002	0.0012	0.0000	0.0002
Bulgaristan	0.0007	0.0008	0.0005	0.0018	0.0011	0.0001
Slovakya	0.0006	0.0002	0.0003	0.0004	0.0000	0.0002
Portekiz	0.0011	0.0043	0.0006	0.0011	0.0015	0.0007
Belçika	0.0011	0.0006	0.0011	0.0004	0.0006	0.0009
Hırvatistan	0.0005	0.0003	0.0005	0.0007	0.0010	0.0002
Arnavutluk	0.0003	0.0010	0.0002	0.0006	0.0014	0.0000
Slovenya	0.0002	0.0002	0.0002	0.0003	0.0001	0.0001
Litvanya	0.0004	0.0004	0.0001	0.0004	0.0004	0.0001
Letonya	0.0002	0.0003	0.0000	0.0002	0.0007	0.0001
Estonya	0.0001	0.0006	0.0000	0.0003	0.0002	0.0001
Karadağ	0.0000	0.0001	0.0000	0.0001	0.0007	0.0000

Ağırlıklandırılmış normalize edilmiş karar matrisi elde edildikten sonra eşitlik (13) yardımıyla genel performans değerleri (S_i) ve eşitlik (14) yardımıyla da her alternatif için fayda değerleri (Q_i) hesaplanır. Daha sonra (Q_i) fayda değerleri büyükten küçüğe doğru sıralanarak alternatifler değerlendirilir. Aşağıdaki Tablo 12.'de performans değerleri (S_i) ve fayda değerleri (Q_i) gösterilmiştir.

Tablo 12. ARAS Yöntemi İçin Performans (S_i) ve Fayda (Q_i) Değerleri

NATO Ülkeleri	(S_i)	(Q_i)
Optimal Değer	0.3300	-
ABD	0.3300	1.0000
Fransa	0.0388	0.1177
Birleşik Krallık	0.0335	0.1016
Türkiye	0.0483	0.1462
Almanya	0.0319	0.0966
İtalya	0.0375	0.1135
İspanya	0.0178	0.0539

Polanya	0.0188	0.0568
Kanada	0.0158	0.0477
Yunanistan	0.0226	0.0685
Çek Cumhuriyeti	0.0034	0.0104
Norveç	0.0069	0.0208
Hollanda	0.0084	0.0254
Romanya	0.0107	0.0326
Danimarka	0.0073	0.0221
Macaristan	0.0039	0.0119
Bulgaristan	0.0051	0.0155
Slovakya	0.0018	0.0055
Portekiz	0.0093	0.0283
Belçika	0.0048	0.0146
Hırvatistan	0.0032	0.0097
Arnavutluk	0.0035	0.0107
Slovenya	0.0012	0.0036
Litvanya	0.0018	0.0053
Letonya	0.0014	0.0043
Estonya	0.0013	0.0040
Karadağ	0.0009	0.0027

5. BULGULAR

Tablo 13.'te SAW ve ARAS yöntemleriyle elde edilen sıralamalar ile Global Firepower sitesinin 2019 yılında elde ettiği sıralama gösterilmiştir.

Tablo 13. SAW ve ARAS Yöntemlerine Göre NATO Ülkeleri'nin Sıralanması

Global Firepower Sıralaması	NATO Ülkeleri	SAW Sıralaması	SAW Puanı	ARAS Sıralaması	ARAS Puanı
1	ABD	1	1.0000	1	1.0000
2	Fransa	3	0.1336	3	0.1177
3	Birleşik Krallık	5	0.1123	5	0.1016
4	Türkiye	2	0.1823	2	0.1462
5	Almanya	6	0.1090	6	0.0966
6	İtalya	4	0.1332	4	0.1135
7	İspanya	9	0.0633	9	0.0539
8	Polanya	8	0.0697	8	0.0568
9	Kanada	10	0.0559	10	0.0477
10	Yunanistan	7	0.0852	7	0.0685
11	Çek Cumhuriyeti	21	0.0115	21	0.0104

12	Norveç	15	0.0267	15	0.0208
13	Hollanda	13	0.0313	13	0.0254
14	Romanya	11	0.0418	11	0.0326
15	Danimarka	14	0.0307	14	0.0221
16	Macaristan	19	0.0143	19	0.0119
17	Bulgaristan	16	0.0200	16	0.0155
18	Slovakya	24	0.0062	24	0.0055
19	Portekiz	12	0.0360	12	0.0283
20	Belçika	17	0.0167	17	0.0146
21	Hırvatistan	20	0.0128	21	0.0097
22	Arnavutluk	18	0.0152	19	0.0107
23	Slovenya	27	0.0041	26	0.0036
24	Litvanya	22	0.0072	23	0.0053
25	Letonya	23	0.0063	24	0.0043
26	Estonya	25	0.0052	25	0.0040
27	Karadağ	26	0.0044	27	0.0027

Tablo 13. incelendiğinde SAW ve ARAS yöntemleri ile elde edilen sıralamalarda büyük benzerlikler olduğu görülmektedir. Sıralama sonuçlarına göre ilk 20 ülke sıralaması aynı olduğu tespit edilmiştir. ABD çalışmaya konu olan üç sıralamaya göre de ilk sırada yer almaktadır. Global Firepower sıralamasına göre son sırada yer alan Karadağ ARAS yöntemine göre son sırada yer alırken SAW yöntemine göre bir üst sırada yer almaktadır.

Türkiye, Global Firepower sıralamasına göre dördüncü sırada yer alırken SAW ve ARAS yöntemlerine göre ikinci sırada yer almaktadır. Global Firepower sıralamasında ikinci sırada yer alan Fransa SAW ve ARAS yöntemlerine göre üçüncü sıradadır. Fransa en önemli iki kriter değerleri (A3 toplam hava kuvvetleri ve A6 toplam savunma bütçesi) için Türkiye'ye göre daha iyi durumda olmasına rağmen geriye kalan dört kriter değerlerine (A1 mevcut insan gücü, A2 toplam askeri personel, A4 toplam kara kuvvetleri ve A5 toplam deniz kuvvetleri) göre Türkiye'nin gerisinde yer almaktadır, Bu durum Türkiye'yi 4. sıradan 2. sıraya taşımıştır.

Global Firepower sıralamasında 3. sırada yer alan Birleşik Krallık SAW ve ARAS yöntemlerine göre 5. Sıradadır. Birleşik Krallık A6 (toplam savunma bütçesi) kriteri dışında diğer kriter değerleri bakımından Türkiye'nin gerisinde kalmaktadır. Ancak Global Firepower sitesi tarafından yapılan sıralamada 3. sırada yer almaktadır. Bunun sebebi Global Firepower sitesi sıralama yaparken 55 kriter kullanmıştır. Yapılan çalışmada ise bu 55 alt kriter 6 ana kritere dönüştürülerek kullanılmış ve Birleşik Krallık'ın bu kriterlerdeki sıralaması diğer ülkelerin (Türkiye, Fransa ve İtalya) gerisine düşmüştür.

Yine benzer sebeplerden Almanya SAW ve ARAS yöntemlerine göre 6. sırada yer alırken Global Firepower sıralamasında 5. sırada; İtalya SAW ve ARAS yöntemlerine göre 4. sırada yer alırken Global Firepower sıralamasında 6. sırada; İspanya SAW ve ARAS yöntemlerine göre 9. sırada yer alırken Global Firepower sıralamasında 7. sırada yer almaktadır.

Çek Cumhuriyeti, Macaristan ve Slovakya'nın deniz kıyısı olmaması durumu SAW ve ARAS yöntemlerinde elde edilen sıralamalarda Global Firepower sıralamasından daha geri sıralarda yer almalarına neden olmuştur.

6. SONUÇ

Savunma sanayii ülkelerin varlıklarını devam ettirebilmeleri açısından hayati öneme sahiptir. Özellikle bazı ülkelerin buldukları coğrafi konum ülkelerin sahip olduğu askeri güçlerinin önemini daha da artırmaktadır. Bu çalışmada yakın siyasi ve askeri tarihin en önemli uluslararası kuruluşlarının başında gelen NATO ülkelerinin askeri güçlerinin ÇKKV yöntemleri ile sıralanması amaçlanmıştır. Global Firepower sitesinin 2019 yılında yayınladığı liste ve veriler kullanılarak Entropi temelli SAW ve ARAS yöntemleri ile sıralamalar elde edilmiştir. Daha sonra bu sıralamalar Global Firepower'ın Türkiye'nin de üyesi olduğu NATO üyesi ülkeler için oluşturduğu sıralama ile karşılaştırılmıştır.

Çalışmada ortaya çıkan en önemli sonuç ABD'nin dünyanın en büyük askeri güce sahip olduğudur. Sadece NATO ülkeleri arasında değil yine Global Firepower sitesinin yapmış olduğu dünyanın en güçlü orduları sıralamasında da ilk sırada yer almaktadır. SAW ve ARAS yöntemleri ile de elde edilen sıralamalar kendi içinde oldukça tutarlı olsalar da Global Firepower sitesinin yapmış olduğu sıralamadan bazı farklılıkların olduğu görülmektedir. Bunun belki de temel sebebi Global Firepower sitesinin sıralama yaparken 55 kriter kullanmasıdır. Ancak sitede bu kriterlerin tamamı yayınlanmadığı gibi nasıl bir hesaplama yapıldığı bilgisine de ulaşılammıştır. Yapılan Power Index hesaplamasında kriter ağırlıklarının hesaplandığı bilgisi de belirtilmemiştir. Çalışmada 55 alt kriter 6 ana kritere dönüştürülmüş ve bu 6 kriterin ağırlık değerleri hesaplanarak ÇKKV yöntemleri ile değerlendirmeler yapılmıştır. Bu durum da çalışmanın en önemli kısmını oluşturmuştur. Daha sonraki süreçte çalışmaya yeni kriterler eklenerek ve farklı ÇKKV yöntemleri denenerek geliştirilmesi amaçlanmaktadır.

Literatürde savunma sanayiine ilişkin ÇKKV yöntemleri kullanılarak birçok çalışma olduğu görülmektedir. Ancak ülkelerin askeri güçlerinin sıralandığı benzer herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu yönüyle yapılan çalışmanın literatürdeki bu eksiği giderdiği düşünülebilir. Çalışmada NATO üyesi ülkerin askeri güçleri sıralanmıştır. Ancak benzer kısıt kullanılarak diğer kuruluşlara üye ülkelerin de savunma sanayiileri veya askeri güçleri ÇKKV yöntemleri yardımıyla sıralanabilir.

KAYNAKÇA

- AFSHARI, A., MOJAHED, M. & YUSUFF, R.M. (2010). "Simple Additive Weighting Approach to Personnel Selection Problem". *International Journal of Innovation, Management and Technology*, 1(5): 511-515.
- AMERI, A.A., POURGHASEMI, H.R. & CERDA, A. (2018). "Erodibility Prioritization of Sub-Watersheds Using Morphometric Parameters Analysis and Its Mapping: A Comparison Among TOPSIS, VIKOR, SAW and CF Multi-Criteria Decision Making Models". *Science of The Total Environment*. 613-614: 1385-1400.
- ASHARI, H.E. & PARSAEI, M. (2014). "Application of The Multi-Criteria Decision Method ELECTRE III for The Weapon Selection". *Decision Science Letters*, 3(4): 511-522.
- BOZANIC, D., TESIC, D. & MILICEVIC, J. (2018). "A Hybrid Fuzzy AHP-MABAC Model: Application in The Serbian Army-The Selection of The Location for Deep Wading as A Technique of Crossing the River by Tanks", *Decision Making: Applications in Management and Engineering*. 1(1): 143-164.

- CAN, Ş. & ARIKAN, F. (2014). “Bir Savunma Sanayi Firmasında Çok KRiterli Alt Yüklenici Seçim Problemi ve Çözümü”. Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 29(4): 645-654.
- DADELO, S., TURSKIS, Z., ZAVADSKAS, E.K. & DADELIENE, R. (2012). “Multiple Criteria Assessment of Elite Security Personal on The Basis of ARAS and Expert Methods”. Economic Computation and Economic Cybernetics Studies and Research, 46(4): 65-88.
- DASHORE, K., PAWAR, S.S., SOHANI, N. & VERMA, D.S. (2013). “Product Evaluation Using Entropy and Multi Criteria Decision Making Methods”. International Journal of Engineering Trends and Technology, 41(5): 2183-2187.
- Defence News, <https://www.defensenews.com/>, 12.06.2020.
- DEMİR, S. (2016). “21.Yüzyılda Barış ve Güvenliğin Tesisinde NATO'nun Rolü”, Gazi Akademik Bakış Dergisi. 9(18): 235-252.
- ERSÖZ, F. & KABAK, M. (2010). “Savunma Sanayi Uygulamalarında Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinin Literatür Araştırması”. Savunma Bilimleri Dergisi, 9(1): 97-125.
- Global Fire Power, <https://www.globalfirepower.com/>, 26.02.2019.
- GÖLEÇ, A., GÜRBÜZ, F. & ŞENYİĞİT, E. (2016). “Determination of Best Military Cargo Aircraft with Multi-Criteria Decision-Making Techniques”. Manas Journal of Social Studies, 5(5): 87-101.
- HUANG, J. (2008). “Combining Entropy Weight and TOPSIS Method for Information System”. 2008 IEEE Conference on Cybernetics and Intelligent Systems, Chengdu-China.
- JANIC, M. & REGGIANI, A. (2002). “An Application of The Multiple Criteria Decision Making (MCDM) Analysis to The Selection of a New Hub Airport”. European Journal of Transport and Infrastructure Research, 2(2): 113-141.
- KARABASEVIC, D., ZAVADSKAS, E.K., TURSKIS, Z. & STANUJKIC, D. (2016). “The Framework for The Selection of Personnel Based on The SWARA and ARAS Methods Under Uncertainties”. Informatica, 27(1): 49-65.
- KARABURUN, M.F. & ALAYKIRAN, K. (2018). “Weapon Selection Problem with AHP And Topsis Methods in Multi Criteria Decision Making”. International Journal of Engineering and Applied Sciences, 5(5): 48-52.
- KARAMI, A. & JOHANSSON, R., (2014). “Utilization of Multi Attribute Decision Making Techniques to Integrate Automatic and Manual Ranking of Options”. Journal of Information Science and Engineering, 30: 519-534.
- KUTUT, V., ZAVADSKAS, E.K. & LAZAUSKAS, M. (2013). “Assessment of Priority Options for Preservation of Historic City Centre Buildings Using MCDM (ARAS). Procedia Engineering, 57: 657-661.

- MODARRES, M. & SADI-NEZHAD, S. (2005). "Fuzzy Simple Additive Weighting Method by Preference Ratio", *Intelligent Automation and Soft Computing*, 11(4): 235-244.
- SANCHEZ-LOZANO, J.M., SERNA, J. & DOLON-PAYAN, A. (2015). "Evaluating Military Training Aircrafts Through the Combination of Multi-Criteria Decision Making Processes with Fuzzy Logic: A Case Study in The Spanish Air Force Academy". *Aerospace Science and Technology*, 42: 58-65.
- SHANNON, C.E. (1948). "A Mathematical Theory of Communication". *Bell Labs Technical Journal*, 27(4): 623-656.
- SLIOGERIENE, J., TURSKIS, Z. & STREIMIKIENE, D. (2013). "Analysis and Choice of Energy Generation Technologies: The Multiple Criteria Assessment on the Case Study of Lithuania". *Energy Procedia*, 32: 11-20.
- TARAKÇI, N. (2014). "Askeri Güç ve Dış Siyaset", *Türk Aysa Stratejik Araştırmalar Merkezi* http://www.tasam.org/tr-TR/Icerik/5405/askeri_guc_ve_dis_siyaset. 26.02.2019).
- TURSKIS, Z. & ZAVADSKAS, E.K. (2010). "A new fuzzy additive ratio assessment method (ARAS-F). Case Study: The Analysis of Fuzzy Multiple Criteria in Order to Select the Logistic Centers Location". *Transport*, 25(4): 423-432.
- Türkiye Cumhuriyeti Dışişleri Bakanlığı, <http://www.mfa.gov.tr/nato-tarihce.tr.mfa>. 26.02.2019.
- UÇAKCIOĞLU, B. & EREN, T. (2017). "Analitik Hiyerarşi Prosesi ve VIKOR Yöntemleri ile Hava Savunma Sanayisinde Yatırım Projesi Seçimi". *Harran Üniversitesi Mühendislik Dergisi*, 2(2): 35-53.
- WANG, P., MENG, P. & SONG, B. (2014). "Response Surface Method Using Grey Relational Analysis for Decision Making in Weapon System Selection". *Journal of Systems Engineering and Electronics*, 25(2): 265-272.
- WANG, Y.-J., HAN, T.C. & CHOU, M.T. (2016), "Applying Fuzzy AHP in Selection of Transport Modes for Kinmen Military Logistics", *Journal of Marine Science and Technology*, 24 (2), 222-232.
- WANG, J.J., JING, Y.Y., ZHANG, C.F. & ZHAO, J.H. (2009). "Review on Multi-Criteria Decision Analysis Aid in Sustainable Energy Decision-Making". *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 13:9, 2263-2278.
- YAĞLI, U. & ARIKAN, F. (2018). "Hava Kuvvetleri Komutanlığı Malzeme İhtiyaç Planlaması Tedarik Tavsiye Listesinin ÇKKV Yöntemleri İle Analizi. *Savunma Bilimleri Dergisi*, 17(1): 47-73.
- ZHANG, H., GU, C.L., GU, L.W. & ZHANG, Y. (2011). "The Evaluation of Tourism Destination Competitiveness by TOPSIS&Information Entropy- A Case in The Yangtze River Delta of China". *Tourism Management*, 32(2): 443-451.