SÖZLÜ BİLDİRİ/ORAL PRESENTATION

Çok Kriterli Karar Verme Yöntemiyle Milli Güç Analizi

National Power with Multi-Criteria Decision-Making Method Analysis

Serdar Öztürk*

ORCID: 0000-0001-7740-0107

İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Enformatik Bölümü, İstanbul, Türkiye

Dr. Öğr. Üyesi İnci Zaim GÖKBAY

ORCID: 0000-0002-4488-1642

İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Enformatik Bölümü, İstanbul, Türkiye

** Corresponding Author/Sorumlu Yazar*

ÖZET

Günümüzde güç kavramı üzerine yapılan araştırmalar, güç denince ilk akla gelen; asker, savaş gemileri, füzeler vb., askeri güç unsurlarının önemini korumakla birlikte, ekonomi, teknolojik gelişmişlik gibi öğelerin de güç kavramı üzerinde oldukça etkili olduğunu ortaya koymuştur. Küreselleşen dünyada barış ve huzuru korumak adına imzalan askeri güç sınırlandırma antlaşmaları ve/veya sözleşmeleri de diğer güç öğelerinin öneminin artmasına katkı sağlamıştır. Askeri gücün çoğunlukla caydırıcı etkisinden faydalanılan günümüz dünyasında, ülkeler kendi menfaatleri için yapılmasını istedikleri veya istemedikleri konularda diğer ülkeleri, diplomasi, ekonomik yardım veya tam tersi yaptırım- ambargo, teknoloji transferi, diplomasi gibi alternatif güç unsurları vasıtası ile etkileyebilmektedir. Ülkelerinin gücüne etki eden bu olumlu veya olumsuz güç unsurlarının kriter olarak seçildiği bu çalışmada milli güç kavramının niceliksel ifadesi için bir matematik model oluşturulmuştur. Modelde; güç ağırlıklarının hesaplanmasında entropi ve uzman görüşü yöntemleri, çok kriterli karar verme yöntemi olarak ise TOPSIS kullanılmıştır. Yapılan çalışma, makine öğrenmesi algoritmaları kullanılarak gerçekleştirilecek milli güç araştırmaları için ilk bir ön çalışma niteliğindedir.

Anahtar Kelimeler: Milli Güç, Milli Gücün Matematiksel Modellenmesi, TOPSIS.

ABSTRACT

Today, research on the concept of power, the first thing that comes to mind when said power; military, warships, missiles, etc., while maintaining its importance, has revealed that elements such as economy and technological development are also very effective on the concept of power. Military power limitation agreements and / or contracts signed to protect peace and peace in the globalizing world have also contributed to the increasing importance of other power elements. In today's world, where the deterrent effect of military power is mostly used, countries can influence other countries on the subjects they want or do not want for their own interests through alternative power factors such as diplomacy, economic aid or vice versa, embargo, technology transfer, diplomacy. In this study where these positive or negative power factors that affect the power of their countries are selected as criteria; a mathematical model was created for the quantitative expression of the concept of national power. In the model, entropy and expert opinion methods were used in the calculation of power weights, and TOPSIS was used as a multi-criteria decision-making method. The study is the first preliminary study for national power research to be carried out using machine learning algorithms.

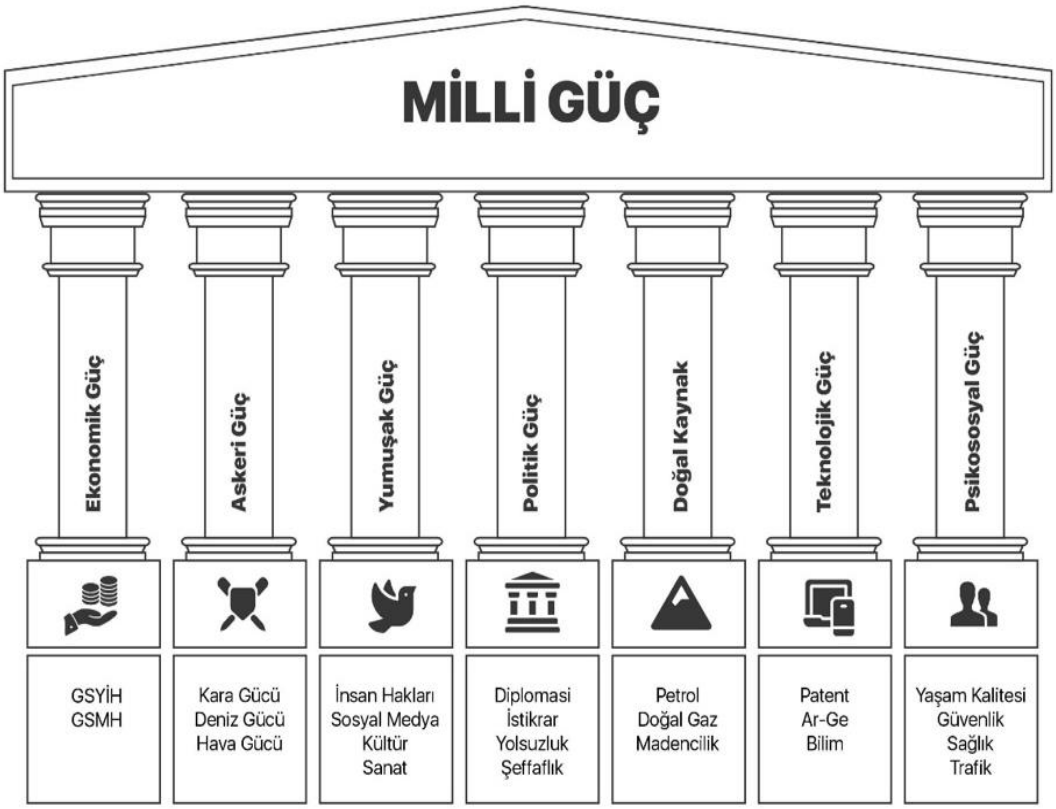
Key Words: National Power, Mathematical Modelling of National Power, TOPSIS.

GİRİŞ

Endüstri devrimleri ile devletler tarım, sanayi ve bilgi toplumuna dönüşmüş ve bu dönüşüm; politik, ekonomik, askeri vb. birçok alanda değişime neden olmuştur [1]. Bu değişimler güç kavramı üzerinde de değişim sağlamış ve bu kavramın form değiştiren dinamik bir yapıda olmasını açıklamaktadır. Dinamik bir kavram olan güç, farklı dönemlerde farklı şekillerde tanımlanmıştır. Karl W. Deutsch gücü, çatışmalarda üstün gelme ve engelleri aşma yeteneği olarak tanımlamıştır [2]. Michael P. Sulivan ise gücü büyüklük ile, büyüklüğü etki ile ve etkiyi de diğer ülkeleri etkilemekle ilişkilendirmiştir [3].

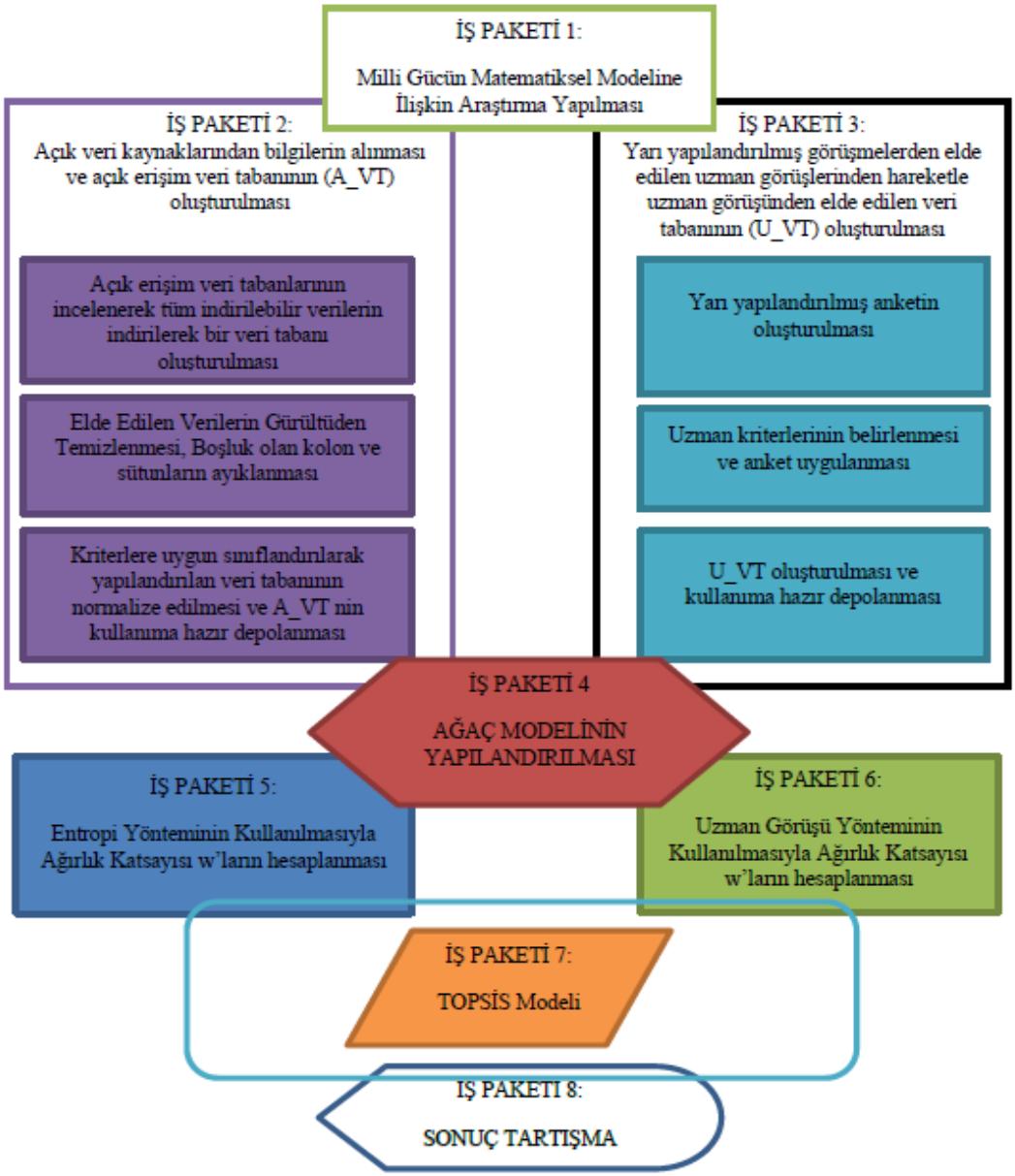
Milli güç (MG); bir ülkenin diğer ülkelere yönelik tutum ve eylemlerini sahip olduğu askeri imkanlar, ekonomik kapasite, kültürel zenginlik, savunulan değerler, izlenilen politikalar ve kültürel öğeler gibi unsurlarla meşru göstermesidir. MG kavramının ihtiva ettiği güç unsurları da araştırmacıya göre değişiklik göstermektedir. Şekil 1'de örnek MG unsuru dağılımları gösterilmiştir.

Figür 1. MG unsurları



Gelişen teknoloji, ülkelerin MG'leri üzerinde hızla değişime neden olmaktadır. Ancak yapılan literatür araştırmasında bu hızlı değişimin analizini gerçekleştirecek, stratejik planlamalara destek verecek, MG'nin matematiksel bir modeline rastlanmamıştır. Çok kriterli karar verme (ÇKKV) yöntemleri ile gerçekleştirilen bu ön çalışmada TOPSIS ile hesaplama yapılmıştır. Oluşturulan çok katmanlı karar destek modeli, kendi içerisinde 8 iş paketinden oluşmaktadır. Şekil 2'de akış şeması gösterilmektedir.

Figür 2. Akış şeması



YÖNTEM & UYGULAMA

Bu bölümde; öncelikle iş paketi 2 ve 3'e uygun olarak veri tabanları yapılandırılmış sonrasında ise oluşturulan modele uygun olarak entropi ve uzman görüşü yöntemleriyle güç kriterlerinin ağırlıklandırılması yapılmıştır. Elde edilen ağırlık katsayıları TOPSIS yönteminde kullanılarak seçilen ülkelerin MG sıralaması hesaplanmıştır.

A_VT Yapılandırılması

A_VT'nin yapılandırılmasında açık kaynaklardan elde edilen veriler kullanılmıştır. AV_T kapsamında; askeri güç (AG), ekonomik güç (EG), teknolojik güç (TG), doğal kaynaklar (DK), politik güç (PG), yumuşak güç (YG), psikososyal güç (PSG) ve terörizm (T) kriterleri kullanılmış ve oluşturulan matematiksel modelle uygun veri tabanı oluşturulmuştur. Seçilen kriterlere ait endeks verileri ve elde edilen kaynaklar aşağıda açıklanmıştır.

AG; devletin fiziki gücü olarak nitelendirilmektedir. Çalışmada AG için Global Firepower'ın (GFP) yayımladığı '*Military Strength Ranking*' adlı endeks verisi kullanılmıştır [4].

EG; ekonomik hareketlilik, iş gücü miktarı, temel göstergeler, merkez bankası verileri, vb. kavramlardan oluşmaktadır. Bu çalışmada satın alma gücü paritesine dayalı GSYİH verisi kullanılmıştır [5].

TG; patent başvuru sayıları, bilim ve teknoloji alanındaki yatırımlar, bilimsel yayın sayısı, ARGE çalışmaları vb. unsurlardan oluşmaktadır. Çalışmada OECD'nin geliştirdiği '*Main Science and Technology Indicators'* verisi kullanılmıştır [6].

DK; altın, pırlanta, gümüş, gibi yer altı zenginliklerinden, petrol, doğal gaz gibi kaynaklardan oluşmaktadır. Çalışmada '*Natural Resource Governance Institute'* tarafından geliştirilen '*Resource Governance Index*' [7] ve '*The Global Economy*' tarafından hazırlanan '*Natural resources income*' endeksleri kullanılmıştır [8].

PG; demokrasi, siyasal sistem, parti sayısı, hükümet etkinliği, liderlik, yolsuzlukla mücadele vb. unsurlardan oluşmaktadır. Çalışmada '*The Global Economy*' tarafından hazırlanan '*Government effectiveness index*' verisi kullanılmıştır [9].

PSG; satın alma gücü, ulusal moral, sağlık, gelir dağılımı, yaşam maliyeti, toplumsal uyum vb. unsurlardan oluşmaktadır. Çalışmada '*Numbeo'* tarafından hazırlanan '*Quality of Life Index*' verisi kullanılmıştır [10].

YG; eğitim ve öğretim, kültür, katılım, uluslararası topluma katkı, bilgi işlem, girişim, iletişim vb. unsurlardan oluşmaktadır. Çalışmada '*Brand Finance*' tarafından geliştirilen '*Global Soft Power Index*' verisi kullanılmıştır [11].

Terörizm; baskı, yıldırma ve her türlü şiddet kullanımını ifade eden terimdir. Bu çalışmada, '*The Institute for Economics and Peace*' tarafından hazırlanan '*Global Terrorism Index*' verileri kullanılmıştır [12].

Kullanılan endeks verileri tek bir otorite tarafından geliştirilmediği için standart bir yapı yoktur. Çalışma kapsamında, farklı birimlerce geliştirilen endeks verilerinin 0 ile 10 arasındaki skala karşılıkları hesaplanarak A_VT oluşturulmuş ve böylece veriler analiz için uygun hale getirilmiştir.

U_VT Yapılandırılması

Çalışma kapsamında; en az 15 yıl mesleki deneyimi olan, 30-40 yaş aralığında, en az lisans mezunu, çeşitli meslek içi kurslar almış alanında uzman 6 kişiye, seçilen 8 güç kriterlerinin ağırlıklandırılabilmesi için anket yapılmıştır. Hazırlanan anketle; üzerinde 5 skala bulunan kapalı uçlu sorular yöneltilen uzmanlardan seçilen kriterlerin ülkelerin güç kapasitesi üzerindeki ağırlıkları hakkındaki görüşleri alınmıştır. Altı uzmanın her bir kriterle ilgili seçmiş olduğu ağırlık değerleri toplanarak U_VT yapılandırılmış ve elde edilen veriler TOPSIS uygulamasında katsayı olarak kullanılmıştır.

Figür 3. U_VT anket formu

Milli gücün çok kriterli karar verme sistemleri ile matematiksel modelinin çıkarılması için yapılan analiz çalışması kapsamında uzman görüşlerine ihtiyaç duyulmuştur. Aşağıda listelenen 8 güç unsurunun (kriterin) her birisi için yanda bulunan kutulardan size göre en doğru olanını işaretleyiniz. Kriterler milli güce olumlu veya olumsuz olarak etki edebilmektedir. Teşekkürler.		Etkisi yok	Biraz etkili	Etkili	Çok etkili	Kritik etkili
1.	Askeri Güç (asker sayısı, savunma harcamaları, silah sitemleri vb.)	☐	☐	☐	☐	☐
2.	Ekonomik Güç (iş gücü miktarı, MB verileri, temel göstergeler vb.)	☐	☐	☐	☐	☐
3.	Doğal kaynak (petrol, doğal gaz, elektrik üretimi vb.)	☐	☐	☐	☐	☐
4.	Teknolojik Güç (ARGE çalışmaları, patent başvuru sayıları, bilimsel yayın sayısı vb.)	☐	☐	☐	☐	☐
5.	Politik Güç (hükümet etkinliği, demokrasi, şiddet ve terörizm sıralaması vb.)	☐	☐	☐	☐	☐
6.	Psiko-sosyal Güç (toplumsal hafıza, milli refleks, gelir dağılımı, sağlık, toplumsal uyum vb.)	☐	☐	☐	☐	☐
7.	Yumuşak Güç (kültür, eğitim ve öğretim, uluslararası topluma katkı, katılım, iş birliği, bilgi işlem, iletişim, girişim vb.)	☐	☐	☐	☐	☐
8.	Terörizm	☐	☐	☐	☐	☐

Çok Katmanlı Karar Verme Yapısının Ağaç Tasarımı

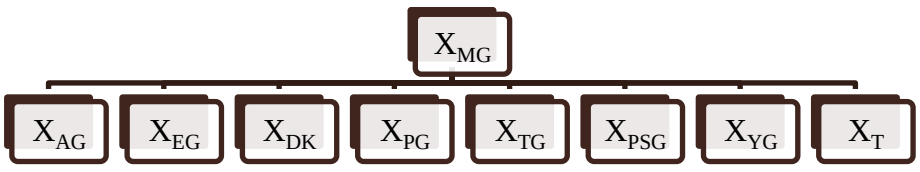
Çalışmada MG, X_{MG}, vektörü $[X]$ stokastik rasgele olay kümesi olarak düşünülmüş ve "n" ayrık olayın $\{x_i\}$ birleşiminden oluştuğu varsayılmıştır. {X} ifadesi; denklen 1.a da genel gösterimi ise denklem 1.b'de gösterilmiştir:

$$\{X\} = \{x_1, x_2, \dots, x_n\} = \{x_1\} \cup \{x_2\} \cup \{x_3\} \dots \cup \{x_n\} \quad (1.a)$$

$$\{X\} = \{X \cap x_1\} \cup \{X \cap x_2\} \cup \{X \cap x_3\} \cup \dots \cup \{X \cap x_n\} \quad (1.b)$$

Bu ifadede yer alan ayrık olaylar MG'nin tanımlandığı stokastik rasgele olay kümesinde $x_1 = \{X_{AG}\} = \{AG\}, x_2 = \{X_{EG}\} = \{EG\}, x_3 = \{X_{DKG}\} = \{DK\}, \dots, x_7 = \{X_T\} = \{T\}$ gibi alt olayları tanımlamaktadır. Buradan hareketle modelleme için dallanmalardan oluşan n-katmanlı ($K^{(n)}$) hiyerarşik bir ağaç yapısı şekil 4'te gösterildiği gibi oluşturulmuştur. Katman 1 ($K^{(1)}$)'de, MG, sekiz dalın doğrusal toplamından oluşmaktadır (denklem 2.a).

Figür 4. MG'nin ağaç gösterimi- katman 1



$$X_{MG} = X_{AG} + X_{EG} + X_{DK} + X_{TG} + X_{PG} + X_{PSG} + X_{YG} - X_T \quad (2.a)$$

Denklem 1.a'da ifade edilen dallar genel matematiksel gösterimle $x_1 = \{X_{AG}\}, x_2 = \{X_{EG}\}, x_3 = \{X_{DKG}\}, \ldots, x_7 = \{X_T\}$ biçiminde genelleştirilebilir ve ağırlıklı toplamlar biçiminde denklem 2.b.'deki gibi ifade edilebilir.

$$X_{MG} = \sum_{i=1}^{7} \omega_i x_i = \omega_1 x_1 + \omega_2 x_2 + \omega_3 x_3 + \omega_4 x_4 + \omega_5 x_5 + \omega_6 x_6 + \omega_7 x_7 \quad (2.b)$$

X_{MG}'nin her katman için genel formu X_ω olarak adlandırılabilir ve bundan sonra durum vektörü olarak anılarak şöyle ifade edilmesi mümkündür;

$$X_\omega = \omega_1 x_1 + \omega_2 x_2 + \omega_3 x_3 + \cdots + \omega_n x_n = [W]^T [X] = [X]^T [W] \quad (2.c)$$

Denklem (2.c.)'deki [W] ifadesi 'ağırlık matrisi' olarak anılacak ve içinde $\omega_i \geq 0$ olan negatif olmayan ağırlık katsayılarını barındıracaktır. $[\chi]$ ifadesi durum vektörü olarak anılacak ve denklem 2.c.'de gösterildiği gibi X_ω, ağırlıklı toplamlar biçiminde yazılabilecek bir fayda fonksiyonunu temsil edecektir. Ve ifadenin matris biçiminde gösterimi de denklem 2.d.'deki gibi olacaktır,

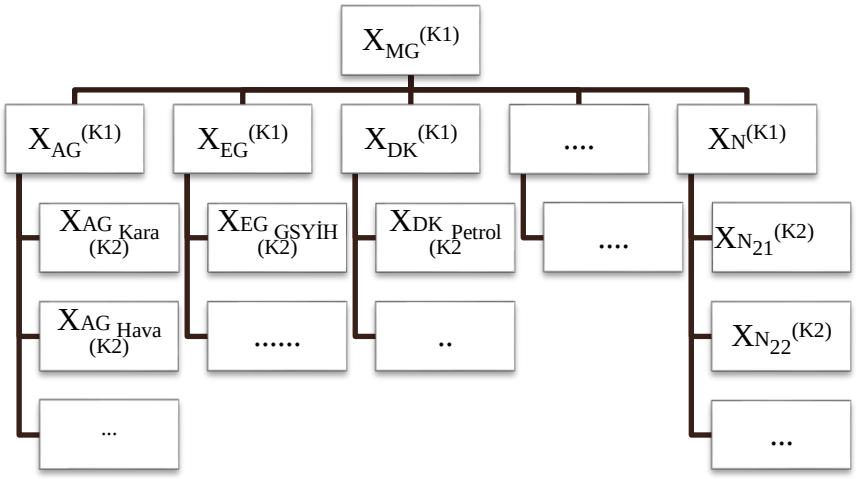
$$[\chi_\omega] = \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ w_3 \\ \cdots \\ w_n \end{bmatrix}^T \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ \cdots \\ x_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ \cdots \\ x_n \end{bmatrix}^T \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ w_3 \\ \cdots \\ w_n \end{bmatrix} \quad (2.d)$$

Bu durumda negatif olmayan gerçek skaler X_ω ifadesi Stokastik Rasgele Olay (SRO)'ın performans ölçütünü gösterecektir. Tüm $\{\omega_i, x_i\}$, rasgele değişkenlerinin düzgün biçimde normalize edilmesi halinde X_ω SRO'nun başarı niteliğini ifade edecektir. Birçok uygulamada olduğu gibi giriş vektörü $[X]$ ve ağırlık giriş vektörü $[W]$ Denklem 3'te verilen eşitsizlikleri sağlayacak biçimde normalleştirilmektedir:

$$\begin{gathered} 0 \leq x_i \leq 1 \\ 0 \leq w_i \leq 1 \\ w_{sum} = w_1 + w_2 + w_3 + \cdots + w_n = 1 \end{gathered} \quad (3)$$

Katman-2'ye gelindiğinde Katman 1'de denklem 1'deki ifadesiyle ayrık olay kümesi denklem 2'deki ifadesiyle giriş vektörü ifadesi olan $X_{AG}, X_{EG}, X_{DK}, X_{PG}, X_{PSG}, X_{YG}\ ve\ X_T$ bu katman içinde kendi özellerinde stokastik rasgele olaylara dönüşerek kendi kümelerinin içinde ayrık olaylara- giriş vektörlerine dallanmaktadır.

Figür 5. Katman 1'den katman 2'ye geçiş dağılımı



Bu durumda K^1 katmanında ağırlık katsayıları $w_i^{(K^1)}$ ve giriş vektörü $x_i^{(K^1)}$ olarak adlandırılmaktadır. Her bir $x_i^{(K^1)}$ ana değişkeni, N_2 gibi geçici veya eş değer olarak, alt değişkenlerle ilişkili olabilmektedir.

$$\left\{x_i^{(K^1)}\right\} \rightarrow \left\{x_{i_1}^{(K^2)}, x_{i_2}^{(K^2)}, \dots, x_{i_{N_2}}^{(K^2)}\right\}; i = 1,2,3, \dots, N_1 \tag{4}$$

ya da ağırlık katsayıları $w_{ij}^{(K^2)}$ile fayda fonksiyonu $x_{iw}^{(K^1)}$ aşağıdaki gibi ifade edilebilir.

$$x_{iw}^{(K^1)} = w_{i_1}^{(K^2)} x_{ii_1}^{(K^2)} + w_{i_2}^{(K^2)} x_{i_2}^{(K^2)} + \cdots + w_{i_{N_2}}^{(K^2)} x_{i_{N_2}}^{(K^2)} = \sum_{j=1}^{N2} w_{ij}^{(K^2)} x_{ij}^{(K^2)} \tag{5}$$

$i = 1,2, \dots N_1, j = 1,2, \dots N_2$

Ağaç yapısında kullanılacak matematik modeller istatistik tabanlı, olasılık tabanlı veya yeni nesil teknolojiye hizmet eden hibrid biçimde konumlandırılabilmektedir. Bu çalışmada temel hedef ağaç yapısının altında ÇKKV modellerinin verimli çalışıp çalışmadığının değerlendirmesini yapmaktır. Bu nedenle 2. Katmandan itibaren TOPSIS ÇKKV modeliyle analiz gerçekleştirilmiştir.

Entropi Yöntemi Kullanılmasıyla Ağırlık Katsayılarının Hesaplanması

Entropi, termodinamikte düzensizlik ve dağınıklık ölçütü olarak kullanılan bir terimdir. Entropi kavramından yola çıkan Shannon, enformasyon entropisi modelini geliştirmiştir [13]. Buna göre entropi, rassal değişkenlerle ilgili belirsizliğin ölçüsü olarak ifade edilebilmektedir [14]. Bu yöntemle, karar vericilerin değerlendirmelerine gerek duyulmaksızın alternatiflere ilişkin objektif sonuçlar elde edilmektedir [15]. Aşağıda adım adım entropi yönteminin nasıl uygulandığı açıklanmıştır.

Adım 1: Karar Matrisinin Oluşturulması:

$$X = \begin{bmatrix} X_{11} & X_{12} & \cdots & X_{1n} \\ X_{21} & X_{22} & \cdots & X_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ X_{m1} & X_{m2} & \cdots & X_{mn} \end{bmatrix} \tag{6}$$

Karar matrisinin bir tarafında alternatifler (seçilen ülkeler) diğer tarafında ise kriterler (güç unsurları) bulunmaktadır. Açık kaynaktan elde edilen güç endekslerinden yola çıkarak yapılandırılan A_VT verileri kullanılarak karar matrisi oluşturulmuştur

Adım 2: Normalize Edilmiş Karar Matrisinin Elde Edilmesi: Denklem (7) yardımıyla gerçekleştirilen normalizasyon işlemi sonucunda $R = [r_{ij}]_{mxn}$ normalize edilmiş karar matrisi oluşturulmuştur.

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^{j} x_{ij}} \tag{7}$$

Adım 3: Kriterlere İlişkin Entropi Değerlerinin Bulunması: Kriterlerin entropi değerleri aşağıda görülen denklem (8) yardımıyla bulunmaktadır:

$$e_j = -k \sum_{j=1}^{n} r_{ij}.\ln(r_{ij})\ (i = 1,2,\dots,m\ ve\ j = 1,2,\dots,n) \tag{8}$$

Adım 4: Bilginin Farklılaşma Derecesinin (d_j) Hesaplanması:

$$d_j = 1 - e_j \qquad (i = 1,2,\dots.,m\ ve\ j = 1,2,\dots.,n) \tag{9}$$

Denklem (9) yardımıyla elde edilen (d_j) değerlerinin yüksek olması kriterlere ilişkin alternatif skorları arasındaki uzaklığın veya farklılaşmanın fazla olduğunu göstermektedir. Bu adımda bir önceki adımda elde edilen entropi değerleri denklem (9) yardımıyla 1'den çıkarılmış ve (d_j) değerleri hesaplanmıştır.

Adım 5: Entropi Kriter Ağırlıklarının Hesaplanması: Bu adımdan entropi kriter ağırlıkları Denklem 10 ile hesaplanmaktadır.

$$w_j = \frac{1 - e_j}{\sum_{i=1}^{n}(1 - e_j)} \tag{10}$$

Yukarıdaki formülde yer alan e_j değeri kriterlere ait entropi değerlerini gösterirken, w_j değeri ağırlık değerlerini ifade etmektedir. Entropi olasılık değerlerinin toplamı daima 1'e eşittir. Bu adımda seçilen güç unsurlarına ilişkin entropi ağırlık değerleri denklem (10) yardımıyla hesaplanmış ve Tablo 1 ile gösterilmiştir.

TABLO 1. ENTROPİ AĞIRLIK KATSAYILARI

AG	EG	DK	TG	PG	PSG	YG	T
0,1483	0,3421	0,2265	0,1395	0,0183	0,0117	0,0836	0,0301

Uzman Görüşü Kullanılarak Ağırlık Katsayılarının Hesaplanması

MG unsurlarının ağırlık katsayısı hesabı için sübjektif ağırlıklandırma yöntemi olan uzman görüşü yöntemi de kullanılmıştır. Böylece entropi yöntemi ile hesaplanan objektif ağırlıklandırma sonuçlarının mukayesesi mümkün olmuştur. Şekil 3 ile gösterilen anket sonuçları denklem 11 yardımıyla normalize edilerek hesaplanmıştır. Tablo 2'de uzman görüşüyle elde edilen ağırlık katsayıları gösterilmiştir.

$$x' = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^{j} x_{ij}} \tag{11}$$

TABLO 2. UZMAN GÖRÜŞÜ AĞIRLIK KATSAYILARI

AG	EG	DK	TG	PG	PSG	YG	T
0,1484	0,1538	0,0934	0,1319	0,0989	0,1154	0,1429	0,1154

TOPSIS Modeli

TOPSIS modeli Hwang ve Yoon tarafından geliştirilmiş, yaygın olarak kullanılan ÇKKV modelidir. Modelde, pozitif-ideal çözüme en yakın ve negatif-ideal çözüme en uzak alternatiflerin performans sıralaması yapılmaktadır [16]. En uygun seçenek; ideal çözüme en yakın olan seçenektir. TOPSIS modeli ile yapılan analiz çalışması aşağıda adım adım listelenmiştir.

Adım 1: Veri setinin hazırlanması ve karar matrislerinin oluşturulması: Karar problemine ait, karşılaştırmaya konu olacak m adet faktör serisi denklem 12 ile gösterildiği şekilde belirlenmektedir.

$$x_i\big(x_i(j),\dots,x_i(n)\big), \quad i = 1,2,3,\dots.m \quad j = 1,2,3,\dots.,n \qquad (12)$$

Bu çalışmada MG analizine dahil edilen ülkeler ve bu ülkeler için toplanan verilerden oluşan karar matrisi Tablo 3'te gösterilmiştir.

TABLO 3. KARAR MATRİSİ

Güç Kodu / Ülkeler	Max AG	Max EG	Max DK	Max TG	Max PG	Max PSG	Max YG	Min T
Türkiye Cumhuriyeti	2,85	0,81	0,81	1,06	5,02	6,36	3,01	6,53
Rusya Federasyonu	8,89	1,5	4,61	1,04	4,88	5,12	5,96	4,9
Güney Afrika Cumhuriyeti	1,16	0,27	6,18	0,83	5,68	6,6	2,25	4,51
Japonya	4	1,96	0,16	3,20	8,36	8,4	8,26	2,29
Yunanistan	1,09	0,1	0,04	1,27	5,68	6,65	2,3	4,17
Birleşik Krallık	3,49	1,07	8,82	1,76	7,68	8,14	8,67	5,41
Irak	0,71	0,24	3,68	0,05	2,36	2,77	0,05	9,24
İran	2,72	0,5	3,68	1,01	4,14	3,71	1,01	4,72
Suudi Arabistan	1,95	0,67	3,42	0,45	5,64	7,53	3,64	5,24
Finlandiya	0,66	0,09	0,15	2,79	8,96	9,52	4,37	2,03
Katar	0,18	0,12	4,34	0,35	6,26	8,12	2,78	0,03

Adım 2: Normalize edilmiş karar matrisinin elde edilmesi: Denklem (13)'dan faydalanılarak yukarıda yer alan karar matrisi normalize edilmiştir.

$$n_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^{m} a_{ij}^2}} \qquad (13)$$

Adım 3: Ağırlıklandırılmış karar matrisinin oluşturulması: Bu adımda normalize edilen değerler tek tek kriter ağırlıklarıyla çarpılmaktadır. Hesaplamalarda denklem (14) kullanılmıştır.

$$v_{ij} = r_{ij}.w_{ij} \tag{14}$$

Adım 4: Pozitif ideal ($A+$) ve negatif ideal ($A-$) çözümlerin belirlenmesi: Bu adımda, ağırlıklandırılmış matriste, denklem 15 ve 16 ile gösterildiği üzere her bir sütunda yer alan maksimum ve minimum değerler belirlenmektedir.

$$A^{+} = \{(max_i\, v_{ij}\,|j\ \in J), (min_i v_{ij}|j \in J)\} \tag{15}$$

$$A^{-} = \{(min_i\, v_{ij}\,|j\ \in J), (max_i v_{ij}|j \in J)\} \tag{16}$$

Adım 5: Alternatifler arası uzaklığın ölçülmesi: Alternatiflerin, maksimum ve minimum ideal noktalara olan uzaklıkları hesaplanmaktadır. Bu adımda ağırlıklandırılmış karar matrisinden yola çıkarak alternatiflerin (seçilen ülkelerin), maksimum ve minimum ideal noktalara olan uzaklıkları ($\boldsymbol{s_i^+}$ ve $\boldsymbol{s_i^-}$ değerleri) denklem (17) ve (18) ile hesaplanmıştır.

$$s_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^{n}(v_{ij} - v_j^+)^2} \tag{17}$$

$$s_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^{n}(v_{ij} - v_j^-)^2} \tag{18}$$

Adım 6: İdeal çözüme göreli yakınlığın hesaplanması: Belirlenen her bir alternatifin ideal çözüme göreli yakınlığı denklem (19) ile hesaplanmıştır. Tablo 4'te alternatiflerin (seçilen ülkelerin) belirlenen kriterlere (MG unsurlarına) göre hesaplanan ideal puanları $\boldsymbol{(c_i^+)}$ ve alternatiflerin birbiri arasında sıralamaları (ülkelerin seçilen güç unsurlarına göre sıralamaları) gösterilmiştir.

$$c_i^+ = \frac{s_i^-}{s_i^- + s_i^+} \tag{19}$$

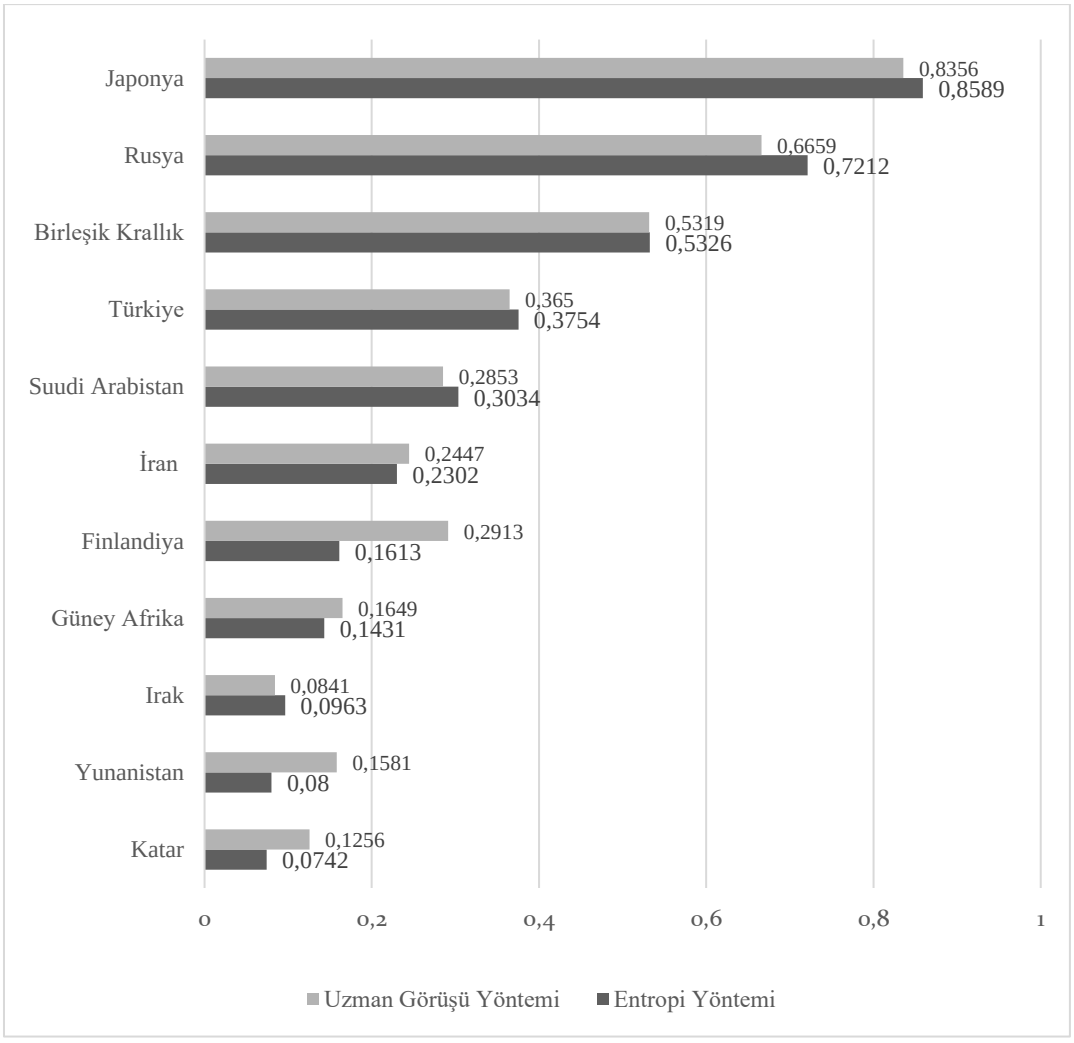
TABLO 4. ENTROPİ VE UZMAN GÖRÜŞÜ YÖNTEMİNE GÖRE ALTERNATİFLERİN SIRALANMASI

	Entropi Yöntemi				Uzman Görüşü Yöntemi			
Ülkeler	$\boldsymbol{s_i^+}$	$\boldsymbol{s_i^-}$	$\boldsymbol{c_i^+}$,	**Sıra**	$\boldsymbol{s_i^+}$	$\boldsymbol{s_i^-}$	$\boldsymbol{c_i^+}$,	**Sıra**
Türkiye Cumhuriyeti	0,0474	0,0285	0,3754	4	0,0243	0,0140	0,3650	4
Rusya Federasyonu	0,0216	0,0559	0,7212	2	0,0137	0,0273	0,6659	2
Güney Afrika Cumhuriyeti	0,0671	0,0112	0,1431	8	0,0331	0,0065	0,1649	8
Japonya	0,0122	0,0742	0,8589	1	0,0072	0,0367	0,8356	1

Yunanistan	0,0739	0,0064	0,0800	10	0,0353	0,0066	0,1581	9
Birleşik Krallık	0,0357	0,0407	0,5326	3	0,0182	0,0207	0,5319	3
Irak	0,0693	0,0074	0,0963	9	0,0356	0,0032	0,0841	11
İran	0,0583	0,0174	0,2302	6	0,0290	0,0094	0,2447	7
Suudi Arabistan	0,0528	0,0230	0,3034	5	0,0277	0,0110	0,2853	6
Finlandiya	0,0737	0,0142	0,1613	7	0,0343	0,0141	0,2913	5
Katar	0,0734	0,0059	0,0742	11	0,0365	0,0052	0,1256	10

Tablo 4 incelendiğinde; seçilen alternatiflerin belirlenen kriterler çerçevesine ideal sıralamasının yapıldığı görülmektedir. Entropi ve uzman görüşü yöntemi kullanılarak yapılan farklı ağırlıklandırmalara rağmen seçilen alternatifler özelinde ilk beş ülkenin sıralaması aynı çıkmıştır. Şekil 6'da iki farklı yöntemle hesaplanan ideal puanlarının karşılaştırılması gösterilmiştir.

Figür 6: Entropi ve uzman görüşüne göre sıralama



SONUÇ & ÖNERİLER

Açık kaynakta yer alan ve farklı birçok alt güç unsurunun hesaplamalara dahil edildiği global güç indeks verilerinin girdi olarak kullanıldığı bu çalışmada, seçilen MG unsurlarının ağırlıklandırılması için entropi ve uzman görüşü olmak üzere iki farklı yöntem kullanılmıştır. Entropi yöntemi ile yapılan ağırlıklandırmada mevcut verilerle objektif olarak ağırlıklandırma yapılırken uzman görüşünde herhangi bir endeks verisine dair bilgi olmaksızın sadece mesleki deneyim ve birikimler ile ağırlıklandırma yapılmıştır. Böylece açık kaynaklardan elde edilen verilerle oluşturulan veri tabanının mesleki konuda uzmanlaşmış kişilerin görüşlerini yansıtıp yansıtmadığı ortaya çıkarılmıştır. Entropi yöntemi ile yapılan ağırlıklandırma sonuçları incelendiğinde; MG üzerinde en büyük etki yapan güç unsurunun EG olduğu ve bunu DK, AG ve TG takip ettiği sonucuna ulaşılmıştır. Uzman görüşü ile yapılan ağırlıklandırmada elde edilen ağırlık katsayıları incelendiğinde ise yine ilk sırayı EG almış olmakla birlikte bu güç unsurunu AG, YG ve TG takip etmiştir. Her iki yöntemle yapılan ağırlıklandırmada da EG AG'den üstün çıkmış olması dikkat çekicidir.

TOPSIS yöntemi ile yapılan MG analizinde, iki farklı ağırlık yöntemi kullanılmasına rağmen ilk dört ülke sıralaması aynı çıkmıştır. Bu ülkeler Japonya, Rusya, Birleşik Krallık ve Türkiye'dir. Elde edilen sonuçlar incelendiğinde; entropi ve uzman görüşü ağırlık katsayıları ile yapılan hesaplamalarda en büyük fark Finlandiya'da görülmüştür. Uzman görüşlerine göre YG ağırlık katsayısının DK ağırlık katsayısına oranla daha yüksek olması bu farkın oluşmasında etkili olmuştur. Oluşturulan A_VT'ye göre; Rusya AG verisinin Japonya'ya oranla yaklaşık iki kat yüksek olmasına rağmen TOPSIS yöntemi ile yapılan her iki sıralamada da Japonya'nın MG sıralamasında Rusya'nın önünde çıkması dikkat oldukça çekicidir. Bu durum gerek entropi gerekse de uzman görüşü ile yapılan ağırlıklandırmada önde çıkan EG'nin MG acısından çok önemli olduğunu açıklamaktadır.

Kullanılan TOPSIS yöntemi dinamik bir yapıya sahip değildir. Çalışmada mevcut veriler üzerinden işlem gerçekleştirilmiştir. Veri tahmini veya tamamlaması yapılmaması için seçilen endeks verilerinin belirlenen ülkelerin tamamıyla ilgili veri ihtiva ediyor olmasına dikkat edilmiştir. Yayımlanan güç endekslerinin her ülkeyi kapsamıyor olması nedeniyle bu ülke verilerinin de doğru tahmin edilmesini sağlayacak çalışmalara ihtiyaç olduğu sonucuna varılmıştır. Bu kapsamda makine öğrenmesi algoritmalarının kullanıldığı modeller geliştirilerek çalışmanın geliştirilmesi hedeflenmiştir.

REFERANSLAR

1. Tocqueville, Alexis de (1995). *Eski Rejim ve Devrim*. Çev. Turhan Ilgaz, İstanbul, Kesin Yayıncılık, 1995, s. 103

2. Karl W. Deutsch, The Analysis of International Relations, Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall, 1968, s.22 ve ayrıca aynı yazarın The Nerves of Goverment, Models of Political Communication and Control, New York: Free Press, 1966, s. 110-127.

3. Michael P. Sullivan, Power in Contemporary International Politics, Colombia: University of South Corolina Press, 1990, s.76.

4. Global Firepower, "2021 Military Strength Ranking", https://www.globalfirepower.com/countries-listing.asp, Son erişim tarihi: 09 Kasım 2021.

5. *World Economic Outlook Database* (2021). International Monetary Fund (IMF).

6. *Main Science and Technology Indicators* (2021). Organization for Economic Co-operation and Development (OECD).

7. *Resource Governance Index* (2021). Natural Resource Governance Institute, New York.

8. *Natural resources income* (2021). The Global Economy.

9. *Government effectiveness index* (2021). The Global Economy.

10. Quality of Life Index (2021). Numbeo, Belgrad.

11. *Global Soft Power Index* (2020). Brand Finance, London.

12. *Global Terrorism Index* (2019). The Institute for Economics and Peace, Sydney.

13. Shannon, Claude E (1948). "A Mathematical Theory of Communication", *The Bell System Technical Journal*, Cilt 27, s. 10-14.

14. Zhang, Hong et al. (2011). "The Evaluation of tourism Destination Competitiveness by TOPSIS & Information Entropy–A Case in the Yangtze River Delta of China", *Tourism Management*, Cilt 32, No 2, s. 443-451.

15. Alp, İhsan at al. (2015). "Entropi Tabanlı Maut Yöntemi ile Kurumsal Sürdürülebilirlik Performansı Ölçümü: Bir Vaka Çalışması", *Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, Cilt 11, No 2, s. 65-81.

16. Hwang, Ching-Lai ve Yoon, Kwangsun (1981). "Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications a State-of-the-Art Survey (Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems)", Cilt 186, Springer, Berlin, Heidelberg.