

## PİSAGOR BULANIK WASPAS YÖNTEMİYLE ÖZELLİKLİ TIBBİ HİZMET BİRİMLERİNİN YER SEÇİMİ

Muhammet Yasir Koç

Endüstri Mühendisliği Bölümü, Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Ankara

Anahtar Kelimeler	Öz
Sağlık Hizmetleri Planlaması, Yer Seçimi, Pisagor WASPAS, Çok Kriterli Karar Verme	<i>Sağlık hizmetleri planlamasında mevcut kaynakların, toplumun ihtiyaç ve beklentilerini karşılayacak şekilde en etkin şekilde kullanılması hedeflenmektedir. Ülkeden ülkeye değişen beklenti, ihtiyaçlar ve şartların olması nedeniyle, sağlık hizmetleri planlaması, çok kriterli karar verme problemi olarak düşünülebilir. Bu çalışmada, yüksek maliyetli ve insan kaynağı planlaması gerektiren özellikli sağlık hizmet birimlerinin yer seçimi problemi ele alınmıştır. Özellikli sağlık hizmet birimlerinin yer seçimi problemi için 4 ana kriterler belirlenmiş ve 9 alternatifin tercih sırası yapılmıştır. Bu çalışmada, Pisagor bulanık kümeleri kullanılarak değerlendirmelerdeki belirsizlikler modele dahil edilerek, Ağırlıklı Çarpım Modeli (WPM) ve Ağırlıklı Toplam Model (WSM) entegrasyonu olan WASPAS yöntemi kullanılmıştır.</i>

## LOCATION SELECTION OF SPECIALIZED MEDICAL SERVICE UNITS WITH THE PYTHAGOREAN FUZZY WASPAS METHOD

Keywords	Abstract
Max 5 keywords	<i>In health services planning, it is aimed to use the existing resources in the most effective way to meet the needs and expectations of the society. Health services planning can be thought of as a multi-criteria decision-making problem, due to the varying expectations, needs and conditions from country to country. In this study, the problem of location selection of specific health service units, which requires high cost and human resource planning, is discussed. 4 main criteria were determined for the location selection problem of specialty health service units and the order of preference of 9 alternatives was made. In this study, the WASPAS method, which is an integration of Weighted Product Model (WPM) and Weighted Sum Model (WSM), was used by incorporating the uncertainties in the evaluations into the model using Pythagorean fuzzy sets.</i>

Araştırma Makalesi	Research Article
Başvuru Tarihi : 15.06.2022	Submission Date : 15.06.2022
Kabul Tarihi : 17.09.2022	Accepted Date : 17.09.2022

## 1. Giriş

Türkiye’de yaşlı nüfus olarak kabul edilen 65 ve daha yukarı yaştaki nüfus, 2015 yılında 6 milyon 495 bin 239 kişi iken beş yılda yüzde 22,5 artarak 2020 yılında 7 milyon 953 bin 555 kişi olmuştur (Türkiye İstatistik Kurumu, 2021). Yaşlı nüfusun, ortalama yaşam süresinin ve kronik hastalıkların görülme sıklığının artması, sağlık hizmetlerinde beklenti ve ihtiyaçları da artırmaktadır. Sağlık hizmetleri, ihtiyaç ve beklentilerin ülkeden ülkeye hatta bölgeden bölgeye farklılık göstermesi nedeniyle planlanması en zor hizmetlerden biridir. Sağlık hizmetleri planlaması ile mevcut kaynaklara göre toplumun sağlık alanındaki ihtiyaç ve beklentilerinin en akılcı şekilde karşılanması hedeflenmektedir. Bu doğrultuda, nitelikli sağlık personeli ve ileri teknoloji gerektiren, yüksek maliyetli özellikli tıbbi hizmet birimlerinin bölgesel odaklı bir yaklaşımla planlanması ve bu planlar doğrultusunda faaliyet geçilmesi gereklidir (Akdağ ve diğerleri, 2011).

Özellikli tıbbi hizmet birimlerinde optimal yer seçimi, planlamanın verimliliği için stratejik bir öneme sahiptir. Optimal yer seçimi, hizmete erişim, finans, insan kaynakları ve sürdürülebilirlik verimliliğini ve etkinliğini artıracaktır. Hizmet birimleri için yer seçimi yapılırken hastane yeterliliği, yerleşim yerine uzaklık, yaşlı nüfus yoğunluğu, hastanenin yatak sayısı gibi birçok kriter dikkate alınmalıdır. Bu nedenle, özellikli tıbbi hizmet birimlerinin yer seçimi problemi tüm kriterlerin bir arada değerlendirildiği, bilimsel ve sistematik bir yaklaşım sunan çok kriterli karar verme (ÇKKV) problemi olarak düşünülebilir.

WASPAS (Weighted Aggregated Sum Product Assessment) Ağırlıklı Çarpım Modeli (WPM) ve Ağırlıklı Toplam Modelinin (WSM) entegrasyonudur (Zavadskas ve diğerleri, 2012). Zavadskas, Turskis, Antucheviciene ve Zakarevicius, WASPAS yaklaşımının, WPM ve WSM yaklaşımlarından daha doğru olduğunu savunmuştur ve 2012 yılında WASPAS yaklaşımını önermiştir. Bu yöntem birçok karar verme uygulamasında ve probleminde kullanılmıştır. Ancak, Türk sağlık hizmetlerinde ve planlamasında WASPAS yaklaşımı veya yaklaşımın genişletilmiş uygulamalarını kullanan araştırmanın çok az sayıda olduğu görülebilir. Ek olarak mevcut literatür incelendiğinde, Türk sağlık hizmetlerinde özellikli tıbbi hizmet birimlerinin karar verme süreçlerini inceleyen ve çok kriterli karar verme yöntemlerini kullanan çalışmanın olmadığı sonucuna varılabilir. Çalışmamızda Pisagor bulanık mantığı ile WASPAS yöntemini entegre eden bir yöntem kullanılmıştır. Pisagor bulanık kümeleri kullanılarak uzmanların görüşlerini daha özgür ifade etmeleri için alan sağlanmıştır. Bu çalışmanın, yüksek maliyet ve ihtiyacın olduğu bu hizmet birimlerinin karar süreçlerine katkı sağlayacağına inanıyoruz. Bu çalışmada temel amaç özellikli tıbbi hizmet birimlerinin yer seçimi probleminde kriterlerin belirlenmesi ve alternatiflerin değerlendirilmesidir.

## 2. Pisagor Bulanık WASPAS

Pisagor Bulanık WASPAS yöntemi, ağırlıklı toplam modeli (WSM) ve ağırlıklı çarpım modelinin (WPM) birleşimiyle kullanılan bir modeldir. WSP ve WPM yöntemlerine göre daha doğru sonuçlar vermesi ve matematiksel ifadesinin basit olması ÇKKV yöntemleri arasında tercih edilmesini artırmaktadır. Diğer taraftan, Pisagor bulanık setleri, karar süreçlerinde kesinlik ve belirsizliğin dahil edilmesine izin verir. Çalışmada, Pisagor bulanık mantık ile WASPAS yöntemi birlikte kullanılarak, WSM ve WPM modellerine göre daha doğru değerlendirme yapılmış ve belirsizlikler daha iyi yansıtılmıştır. Bu çalışmada, özellikli tıbbi hizmet birimleri planlamasında, stratejik bir karar olan yer seçimi problemi için önerilmiştir. Çalışmada yöntemin adımları sırasıyla aşağıdaki gibi uygulanmıştır.

- 1. Adım:** Karar vericilerin dilsel değerlendirmeleri ve/veya verilerin karşılıkları dokuz seviyeli karşılaştırma ölçeğine göre Pisagor bulanık sayılara dönüştürülür. Elde edilen sayılar ile birleştirilmiş karar matrisi oluşturulur.

**2. Adım:** Elde edilen birleştirilmiş karar matrisindeki verilerin normalize edilmesi için ilk olarak Formül (1) kullanılır. Kriterler fayda temelli ise Formül (2), maliyet temelli ise Formül (3) kullanılır. Böylece kriterler için durulaştırılmış değerler bulunur.

$$p = \frac{\lambda_L + \lambda_U + \sqrt{1 - v_L^2} + \sqrt{1 - v_U^2} + \lambda_L \lambda_U - \sqrt{\sqrt{1 - v_L^2} \sqrt{1 - v_U^2}}}{4} \tag{1}$$

$$\tilde{r}_{ij} = \frac{\tilde{x}_{ij}}{\max_i p_{ij}} \tag{2}$$

$$\tilde{r}_{ij} = \frac{\min_i p_{ij}}{\tilde{x}_{ij}} \tag{3}$$

**3. Adım:** Formül (4) kullanılarak, birleştirilmiş karar matrisindeki tüm değerler için normalize karar matrisi elde edilir.

$$\lambda_{\tilde{p}} = \left( \left[ \sqrt{1 - (1 - \mu_L^2)^\lambda}, \sqrt{1 - (1 - \mu_U^2)^\lambda} \right], [v_L^2, v_U^2] \right) \tag{4}$$

**4. Adım:** Karar vericilerin dilsel değerlendirmeleri ve/veya verilerin önem dereceleri Pisagor bulanık sayılara dönüştürülür.

**5. Adım:** WASPAS yöntemine göre ağırlık toplam değeri Formül (5) kullanılarak bulunmaktadır. Bu adımda ilk olarak, normalize karar matrisinde elde edilen değerler, dördüncü adımda bulunan kriter ağırlıkları ile Formül (6) kullanılarak çarpılır ve elde edilen veriler Formül (7) kullanılarak toplanır. Tüm alternatiflerin Pisagor ağırlıklı toplam değerlerine ulaşılır.

$$Q_i^{(1)} = \sum_{j=1}^n \tilde{r}_{ij} \tilde{w}_{ij} \tag{5}$$

$$p_1 \otimes p_2 = \left( [\mu_L \mu_L^*, \mu_U \mu_U^*], \left[ \sqrt{v_L^2 + v_L^{*2} - v_L^2 v_L^{*2}}, \sqrt{v_U^2 + v_U^{*2} - v_U^2 v_U^{*2}} \right] \right) \tag{6}$$

$$p_1 \oplus p_2 = \left( \left[ \sqrt{\mu_L^2 + \mu_L^{*2} - \mu_L^2 \mu_L^{*2}}, \sqrt{\mu_U^2 + \mu_U^{*2} - \mu_U^2 \mu_U^{*2}} \right], [v_L v_L^*, v_U v_U^*] \right) \tag{7}$$

**6. Adım:** WASPAS yöntemine göre ağırlık çarpım değeri Formül (8) kullanılarak bulunmaktadır. Bu adımda ilk olarak, normalize karar matrisinde elde edilen değerler, dördüncü adımda bulunan kriter ağırlıkları ile Formül (9) kullanılarak hesaplanır ve elde edilen veriler Formül (6) kullanılarak çarpılır. Tüm alternatiflerin Pisagor ağırlıklı çarpım değerlerine ulaşılır.

$$Q_i^{(2)} = \prod_{j=1}^n \tilde{r}_{ij}^{\tilde{w}_{ij}} \tag{8}$$

$$p^\lambda = \left( [\mu_L^\lambda, \mu_U^\lambda], \left[ \sqrt{1 - (1 - v_L^2)^\lambda}, \sqrt{1 - (1 - v_U^2)^\lambda} \right] \right) \tag{9}$$

- 7. Adım:** Beşinci adımda bulunan Pisagor ağırlıklı toplam değerleri ile altıncı adımda bulunan Pisagor ağırlıklı çarpım değerleri Formül (1) kullanılarak durulaştırılır. Durulaştırılan iki değer arasındaki önem derecesini ifade eden  $\lambda$  katsayı değeri belirlenir. Daha sonra, durulaştırılan değerler ve  $\lambda$  katsayı değeri kullanılarak Formül (10) uygulanır ve değerler birleştirilir. İşlemlerin sonucunda toplam göreceli önem değerleri elde edilir. Bu önem değerleri sıralanır ve tercih sıralaması bulunur.

$$Q_i = \lambda Q_i^{(1)} + (1 - \lambda) Q_i^{(2)} \quad (10)$$

### 3. Literatür Araştırması

Literatür araştırmasının ilk bölümünde, yer seçimi problemlerinde ÇKKV yöntemleri ile yapılan çalışmaların kısa özetleri sunulmaktadır. Site selection, yer seçimi, hospital site selection, hastane yer seçimi, multi-criteria decision making, çok kriterli karar verme anahtar kelimeleri ile ulusal ve uluslararası yayımların içerisinde literatür taraması yapılmıştır. Bu bağlamda çalışmamız açısından faydalı olduğu düşünülen çalışmalar Tablo 1'de sunulmuştur.

**Tablo 1.** Yer Seçimi Problemlerinde ÇKKV Yöntemleri Uygulama Literatürü

Yıl	Yazarlar	Uygulama Alanı	Yöntem	Kısa Özet
2021	Ruinan Dang, Xingmei Li, Chentao Li, Chuanbo Xu	Fotovoltaik şarj istasyonunun yer seçimi	VIKOR, AHP	Elektrikli gemilerin şarj talebi ile adalarda şarj istasyonları kurma problemi ele alınmıştır. 'Aşırı hava olasılığı' ve 'Geminin şarj mesafesi' olmak üzere iki ek kriter önerilmiştir. Karar verme çerçevesinin kararlılığını doğrulamak için duyarlılık analizi yapılmıştır.
2021	Melike Yılmaz, Tankut Atan	Hastane yer seçimi	EDAS	Hastane yer seçimi ile ilgili literatürde bulunan beş ana kriter ve 17 alt kriterden oluşan bir set kullanılmıştır. Bu kriterler, üç ilçeden hastane yerini seçmek için üç karar verici tarafından değerlendirilmiştir. Bulanık EDAS yönteminin tavsiyesi daha sonra sık kullanılan bir bulanık ÇKKV yönteminin sonucuyla karşılaştırılmıştır.
2021	Aslı Çalış Boyacı, Aziz Şişman	Salgın hastanesi yer seçimi	AHP, TOPSIS	Uzman bir ekibin görüşlerinden elde edilen yedi kritere dayalı haritalar üretmek için mekânsal analiz gerçekleştirilmiştir. Kriterlerin ağırlık değerlerindeki değişikliklerin alternatiflerin sıralamasını nasıl etkilediğini araştırmak için duyarlılık analizi yapılmıştır.

2020	Ali Kardeşan, İhsan Kaya, Melike Erdoğan	Elektrikli otomobiller için şarj istasyonu konumu seçilmesi	DEMATEL, AHP, TOPSIS	Elektrikli otomobiller için şarj istasyonu için en sürdürülebilir konunun seçilmesi, elektrikli otomobillerin yaşam döngüsünde önemli bir rol oynamaktadır. Çalışmada sezgisel bulanık kümeler kullanılmıştır. Önerilen bulanık tabanlı model, İstanbul için bir örnek olay incelemesine uygulanmıştır.
2020	Mingwei Lin, Chao Huang, Zeshui Xu	Araba paylaşım istasyonları için yer seçimi	MULTIMOORA	Araba paylaşım istasyonun toplu taşıma sistemlerinde etkili olduğu ve istasyona uygun bir alanın nasıl seçileceğinin büyük bir zorluk olduğu savunulmuştur. Önerilen ÇKKV modeli, Beijing'deki araba paylaşım istasyonları için yer seçimini çözmek için uygulanmıştır.
2019	Yunna Wu, Ting Zhang, Chuanbo Xu, Buyuan Zhang, Lingwenying Li, Yiming Ke, Yudong Yan, Ruhang Xu	Rüzgâr enerji santrallerinin optimal yerini seçmek	TODIM	İki aşamalı bir değerlendirme modeline dayalı bulanık çok kriterli karar verme önerilmiştir. Önerilen modelin etkinliğini doğrulamak için Çin'de bir vaka çalışması yürütülmüştür.
2019	Tezcan Şahin, Saffet Ocak, Mehmet Top	Hastane yer seçimi	AHP	Çalışma 6 kriter ve 19 alt kriter üzerinden yapılmıştır. Hiyerarşi modelinin analizi Super Decisions 2.2.6 yazılım programı kullanılarak yapılmıştır. Çalışma, uygun hastane sahasının belirlenmesinde talebin en önemli faktör olduğunu ve bunu erişilebilirlik, rakipler, devlet, ilgili endüstri ve çevre koşullarının izlediğini göstermektedir.
2017	Slobodan Zečević, Snežana Tadić, Mladen Krstić	Taşımacılık terminalinin yer seçimi	ANP, DANP, DVIKOR	Taşımacılık terminalini daha rekabetçi hale getirmek için, konumu hakkında yeterli kararın verilmesinin çok önemli olduğu değerlendirilmiştir. Belirsizliğin üstesinden gelmek için bulanık ortamda geliştirilmiştir. Modelin geçerliliği ve uygulanabilirliği, Belgrad Şehri'nde taşımacılık terminalinin yerini seçme sorununun başarılı bir şekilde çözülmesiyle gösterilmiştir.

2016	Manoj Govind Kharat, Sheetal Jaisingh Kamble, Rakesh D. Raut, Sachin S. Kamble, Sudheer M. Dhume	Atık gömme arazisi yer seçimi	AHP, TOPSIS	Yaklaşımı göstermek için Mumbai şehri örneği kullanılmıştır. Model, sosyoekonomik ve düzenleyici düzene uyacak şekilde geliştirildiği savunulmuştur. Arazi seçim prosedürünün doğruluğu, geleneksel yöntemlere kıyasla önemli ölçüde artırılacağı, böylece gereken maliyet ve zaman azaltıldığı değerlendirilmiştir.
2009	Mohammad H. Vahidnia, Ali A. Alesheikh, Abbas Alimohammadi	Hastane yer seçimi	FAHP	Yönetim kriterlerini hesaplamak ve sınıflandırmak için GIS kullanılırken, karar faktörlerini ve bunların alternatif sahalar üzerindeki etkilerini değerlendirmek için FAHP kullanılmıştır. Yeni hastane alanının kullanılabilirliği, nüfus yoğunluğunun seyahat süresine oranı olarak tanımlanan bir erişilebilirlik endeksi hesaplanarak değerlendirilir.

İkinci bölümde ise, Pisagor Bulanık WASPAS yönteminin uygulama alanları incelenmiştir. Tablo 2’de Pisagor Bulanık WASPAS metodunun kullanıldığı uygulama alanlarının kısa özetleri sunulmuştur. Literatürde yöntemin birçok problem tipinin çözüm önerisinde kullanıldığı görülmüştür. Literatür taraması Pisagor Bulanık WASPAS ve Pythagorean Fuzzy WASPAS anahtar kelimeleri ile ulusal ve uluslararası yayımların içerisinde yapılmıştır.

**Tablo 2.** Pisagor Bulanık WASPAS Yöntemi Uygulama Literatürü

Yıl	Yazarlar	Uygulama Alanı	Yöntem
2022	Abdullah Al-Barakati, Arunodaya Raj Mishra, Abbas Mardani, Pratibha Rani	Yenilenebilir seçeneklerin önceliklendirilmesi için bir değerlendirme modeli	Aralık değerli Pisagor bulanık kümelerinde karar verme problemlerine etkili bir çözüm sağlayacak şekilde WASPAS yöntemine dayalı entegre bir yöntem önerilmiştir.
2021	Arunodaya Raj Mishra, Pratibha Rani	Sağlık atık merkezlerinin yer seçimi	Bu çalışmada, Fermatean bulanık kümeleri (FFS) bağlamında puan fonksiyonunu, entropi ölçüsünü ve klasik WASPAS yaklaşımını birleştiren yöntem önerilmiştir. Kriter ağırlıklarının tahmin etmek için entropi ve puan fonksiyonunu kullanan birleştirilmiş bir prosedür önerilmiştir.
2021	Melfi Alrasheedi, Abbas Mardani, Arunodaya Raj Mishra, Pratibha Rani, Nanthakumar Loganathan	Sürdürülebilir tedarikçiyi değerlendirmek için karar verme	Bu çalışmada, Pisagor bulanık kümeleri altında entropi, SWARA ve WASPAS yöntemleri entegre edilmiştir.

2021	Ertuğrul Ayyıldız, Melike Erdoğan, Alev Taşkın Gümüş	Mülteciler için kurulan kampların yer seçimi	Bu çalışmada, Pisagor Bulanık AHP ve Pisagor Bulanık WASPAS yöntemlerinin entegrasyonu ile yeni bir model önerilmiştir.
2020	Ertuğrul Ayyıldız, Alev Taşkın Gümüş	Akaryakıt istasyonu yer seçimi	Yeni küresel bulanık AHP – entegre küresel WASPAS metodolojisi kullanılmıştır.
2019	Cengiz Kahraman, Sezi Çevik Onar, Başar Öztayşi, Esra İlkbahar	En iyi hizmet kalitesine sahip GSM operatörünün seçimi	Bu çalışmada, WASPAS yönteminin genişletilmesi için Pisagor bulanık kümeleri kullanılmıştır.
2019	Esra İlkbahar, Selçuk Çebi, Cengiz Kahraman	Yenilenebilir enerji alternatiflerinin değerlendirilmesi	Bu çalışmada, aralık değerli Pisagor Bulanık WASPAS yöntemi kullanılmıştır.
2018	Esra İlkbahar, Cengiz Kahraman	Perakende mağazalarının performansını değerlendirmek	Yeni bir aralık değerli Pisagor Bulanık WASPAS yöntemi geliştirilmiştir. Elde edilen sonuçlar kesin WASPAS ve aralık değerli sezgisel WASPAS yöntemleri ile karşılaştırılmıştır.
2016	Mehdi Keshavarz Ghorabae, Edmundas Kazimieras Zavadskas, Maghsoud Amiri, Ahmad Esmaceli	Yeşil tedarikçi seçimi	Pisagor kümeler ile çok kriterli grup karar verme problemlerini ele almak için WASPAS yöntemine dayalı yeni bir bütünleşik yaklaşım önerilmiştir.

#### 4. Uygulama

Sağlık hizmetlerinde kalitenin ve erişimin artırılması ülkelerin ekonomileri ile doğru orantılıdır. Sağlık hizmetlerine yeterince kaynak ayıramayan ülkelerde ortalama yaşam süresi azalmaktadır. Dünya Sağlık Örgütü'nün yayınladığı rapora göre, doğumda beklenen ortalama yaşam süresi, Afrika'da 65 yıl iken, Avrupa'da bu süre 85 yıl düzeyindedir (World Health Organization, 2022). Bu durumda sağlık harcamalarında, kaynakların verimli ve etkin kullanılması stratejik bir hedeftir.

Özellikli sağlık hizmet birimleri, yüksek maliyetli ileri teknolojik tıbbi cihaz ve nitelikli sağlık personeli gerektirmesi nedeniyle sağlık hizmetleri harcamalarında önemli bir paya sahiptir. Sağlık hizmetinde, özellikli tıbbi hizmet birimlerinin optimal yer seçimi, hizmete erişim, insan kaynakları ve finans verimliliğini artıracaktır. Yapılan uygulamada, Pisagor Bulanık WASPAS yöntemi kullanılarak özellikli tıbbi hizmet birimi yer seçimi problemine çözüm önerilmiştir.

Özellikli sağlık hizmetleri, hastanelerin teknolojik ve insan kaynağı altyapısının geliştirilmesi ile sağlanmaktadır. Bu birimlerin optimal yer seçimi yapılırken mevcut hastane durumları 4 ana kriter ile değerlendirilmiştir. Bu kriterler, hastane yeterliliği, yoğun bakım yatak sayısı, yerleşim yerlerine uzaklık, bölgedeki yaşlı nüfus oranı olarak belirlenmiştir. Uygulamanın adımları sırasıyla açıklanmıştır.

**1. Adım:** Tablo 3'de verilen dokuz seviyeli karşılaştırma ölçeği ile kriterlere göre alternatiflerin derecelendirmeleri Pisagor bulanık sayısına dönüştürülerek ve Tablo 4'deki sunulan birleşik karar matrisi oluşturulur.

**Tablo 3.** Dokuz Seviyeli Karşılaştırma Ölçeği

Derecelendirme	$\mu_L$	$\mu_U$	$v_L$	$v_U$
Aşırı Derecede İyi	0,75	0,90	0,03	0,18

Çok İyi	0,66	0,81	0,12	0,27
İyi	0,57	0,72	0,21	0,36
Kısmen İyi	0,48	0,63	0,30	0,45
Eşit	0,39	0,54	0,39	0,54
Kısmen Kötü	0,30	0,45	0,48	0,63
Kötü	0,21	0,36	0,57	0,72
Çok Kötü	0,12	0,27	0,66	0,81
Aşırı Derecede Kötü	0,03	0,18	0,75	0,90

2. **Adım:** Tablo 5’de verilen maksimum durulaştırılmış değerler Formül (1) kullanılarak bulunur. Bu değerler kullanılarak Tablo 6’da sunulan normalize karar matrisi oluşturulur. Tüm kriterlerin derecelendirmesi fayda temelli sunulduğu için, karar matrisi oluşturulurken, Formül (2) ve Formül (4) kullanılır.

**Tablo 4.** Birleşik Karar Matrisi

Alternatifler	Yerleşim Yerine Uzaklık (UZ)				Bölge Yaşlı Nüfus Oranı (YN)			
	$\mu_L$	$\mu_U$	$v_L$	$v_U$	$\mu_L$	$\mu_U$	$v_L$	$v_U$
Alternatif 1	0,39	0,54	0,39	0,54	0,48	0,63	0,30	0,45
Alternatif 2	0,75	0,90	0,03	0,18	0,66	0,81	0,12	0,27
Alternatif 3	0,57	0,72	0,21	0,36	0,57	0,72	0,21	0,36
Alternatif 4	0,66	0,81	0,12	0,27	0,66	0,81	0,12	0,27
Alternatif 5	0,75	0,90	0,03	0,18	0,75	0,90	0,03	0,18
Alternatif 6	0,57	0,72	0,21	0,36	0,57	0,72	0,21	0,36
Alternatif 7	0,75	0,90	0,03	0,18	0,75	0,90	0,03	0,18
Alternatif 8	0,66	0,81	0,12	0,27	0,66	0,81	0,12	0,27
Alternatif 9	0,66	0,81	0,12	0,27	0,66	0,81	0,12	0,27
Alternatifler	Hastane Yeterlilik Durumu (YD)				Yoğun Bakım Yatak Sayısı (YS)			
	$\mu_L$	$\mu_U$	$v_L$	$v_U$	$\mu_L$	$\mu_U$	$v_L$	$v_U$
Alternatif 1	0,66	0,81	0,12	0,27	0,75	0,90	0,03	0,18
Alternatif 2	0,75	0,90	0,03	0,18	0,75	0,90	0,03	0,18
Alternatif 3	0,75	0,90	0,03	0,18	0,57	0,72	0,21	0,36
Alternatif 4	0,57	0,72	0,21	0,36	0,30	0,45	0,48	0,63
Alternatif 5	0,66	0,81	0,12	0,27	0,66	0,81	0,12	0,27
Alternatif 6	0,66	0,81	0,12	0,27	0,75	0,90	0,03	0,18
Alternatif 7	0,66	0,81	0,12	0,27	0,39	0,54	0,39	0,54
Alternatif 8	0,75	0,90	0,03	0,18	0,75	0,90	0,03	0,18
Alternatif 9	0,57	0,72	0,21	0,36	0,48	0,63	0,30	0,45

**Tablo 5.** Durulaştırılmış Değerler

Alternatifler	UZ	YN	YD	YS
Alternatif 1	0,506	0,584	0,746	0,829
Alternatif 2	0,829	0,746	0,829	0,829
Alternatif 3	0,664	0,664	0,829	0,664
Alternatif 4	0,746	0,746	0,664	0,428
Alternatif 5	0,829	0,829	0,746	0,746



Alternatif 6	0,664	0,664	0,746	0,829
Alternatif 7	0,829	0,829	0,746	0,506
Alternatif 8	0,746	0,746	0,829	0,829
Alternatif 9	0,746	0,746	0,664	0,584
Maksimum	0,829	0,829	0,829	0,829
(1/Maksimum)	1,206	1,206	1,206	1,206

Tablo 6. Normalize Karar Matrisi

Alternatifler	Yerleşim Yerine Uzaklık (UZ)				Bölge Yaşlı Nüfus Oranı (YN)			
	$\mu_L$	$\mu_U$	$v_L$	$v_U$	$\mu_L$	$\mu_U$	$v_L$	$v_U$
Alternatif 1	0,425	0,583	0,321	0,476	0,520	0,676	0,234	0,382
Alternatif 2	0,794	0,930	0,015	0,126	0,706	0,851	0,078	0,206
Alternatif 3	0,614	0,765	0,152	0,292	0,614	0,765	0,152	0,292
Alternatif 4	0,706	0,851	0,078	0,206	0,706	0,851	0,078	0,206
Alternatif 5	0,794	0,930	0,015	0,126	0,794	0,930	0,015	0,126
Alternatif 6	0,614	0,765	0,152	0,292	0,614	0,765	0,152	0,292
Alternatif 7	0,794	0,930	0,015	0,126	0,794	0,930	0,015	0,126
Alternatif 8	0,706	0,851	0,078	0,206	0,706	0,851	0,078	0,206
Alternatif 9	0,706	0,851	0,078	0,206	0,706	0,851	0,078	0,206
Alternatifler	Hastane Yeterlilik Durumu (YD)				Yoğun Bakım Yatak Sayısı (YS)			
	$\mu_L$	$\mu_U$	$v_L$	$v_U$	$\mu_L$	$\mu_U$	$v_L$	$v_U$
Alternatif 1	0,706	0,851	0,078	0,206	0,794	0,930	0,015	0,126
Alternatif 2	0,794	0,930	0,015	0,126	0,794	0,930	0,015	0,126
Alternatif 3	0,794	0,930	0,015	0,126	0,614	0,765	0,152	0,292
Alternatif 4	0,614	0,765	0,152	0,292	0,328	0,489	0,413	0,573
Alternatif 5	0,706	0,851	0,078	0,206	0,706	0,851	0,078	0,206
Alternatif 6	0,706	0,851	0,078	0,206	0,794	0,930	0,015	0,126
Alternatif 7	0,706	0,851	0,078	0,206	0,425	0,583	0,321	0,476
Alternatif 8	0,794	0,930	0,015	0,126	0,794	0,930	0,015	0,126
Alternatif 9	0,614	0,765	0,152	0,292	0,520	0,676	0,234	0,382

3. **Adım:** Tablo 7’de kriterlerin önemini karşılaştıran bir ölçek sunulmuştur. Karşılaştırma ölçeği ile önem dereceleri Pisagor bulanık sayılarına dönüştürülerek Tablo’8 de sunulan kriterlerin ağırlıkları hesaplanır.

Tablo 7. Dokuz Seviyeli Karşılaştırma Ölçeği

Derecelendirme	$\mu_L^*$	$\mu_U^*$	$v_L^*$	$v_U^*$
Çok Önemli	0,70	0,90	0,06	0,26
Önemli	0,54	0,74	0,22	0,42
Eşit	0,38	0,58	0,38	0,58

Önemsiz	0,22	0,42	0,54	0,74
Çok Önemsiz	0,06	0,26	0,70	0,90

**Tablo 8.** Kriter Ağırlıkları

Kriterler	$\mu_L$	$\mu_U$	$\nu_L$	$\nu_U$
UZ	0,54	0,74	0,22	0,42
YN	0,54	0,74	0,22	0,42
YD	0,70	0,90	0,06	0,26
YS	0,38	0,58	0,38	0,58

4. **Adım:** Formül (6) kullanılarak, normalize karar matrisinde elde edilen değerler, kriter ağırlıkları ile çarpılır ve Tablo 9'da sunulan ağırlıklı toplam değeri için normalize karar matrisi bulunur. Elde edilen veriler Formül (7) kullanılarak toplanır ve Tablo 10'da gösterilen Pisagor ağırlıklı toplam değerleri bulunur.

**Tablo 9.** Ağırlıklı Toplam Değeri için Normalize Karar Matrisi

Alternatifler	Yerleşim Yerine Uzaklık (UZ)				Bölge Yaşlı Nüfus Oranı (YN)			
	$\mu_L$	$\mu_U$	$\nu_L$	$\nu_U$	$\mu_L$	$\mu_U$	$\nu_L$	$\nu_U$
Alternatif 1	0,229	0,432	0,383	0,602	0,281	0,500	0,317	0,544
Alternatif 2	0,429	0,688	0,220	0,435	0,381	0,630	0,233	0,460
Alternatif 3	0,332	0,566	0,265	0,496	0,332	0,566	0,265	0,496
Alternatif 4	0,381	0,630	0,233	0,460	0,381	0,630	0,233	0,460
Alternatif 5	0,429	0,688	0,220	0,435	0,429	0,688	0,220	0,435
Alternatif 6	0,332	0,566	0,265	0,496	0,332	0,566	0,265	0,496
Alternatif 7	0,429	0,688	0,220	0,435	0,429	0,688	0,220	0,435
Alternatif 8	0,381	0,630	0,233	0,460	0,381	0,630	0,233	0,460
Alternatif 9	0,381	0,630	0,233	0,460	0,381	0,630	0,233	0,460
Alternatifler	Hastane Yeterlilik Durumu (YD)				Yoğun Bakım Yatak Sayısı (YS)			
	$\mu_L$	$\mu_U$	$\nu_L$	$\nu_U$	$\mu_L$	$\mu_U$	$\nu_L$	$\nu_U$
Alternatif 1	0,494	0,766	0,098	0,327	0,302	0,539	0,380	0,589
Alternatif 2	0,556	0,837	0,062	0,287	0,302	0,539	0,380	0,589
Alternatif 3	0,556	0,837	0,062	0,287	0,233	0,444	0,405	0,627
Alternatif 4	0,430	0,689	0,163	0,383	0,125	0,283	0,539	0,744
Alternatif 5	0,494	0,766	0,098	0,327	0,268	0,494	0,387	0,604
Alternatif 6	0,494	0,766	0,098	0,327	0,302	0,539	0,380	0,589
Alternatif 7	0,494	0,766	0,098	0,327	0,161	0,338	0,482	0,698
Alternatif 8	0,556	0,837	0,062	0,287	0,302	0,539	0,380	0,589
Alternatif 9	0,430	0,689	0,163	0,383	0,198	0,392	0,437	0,658

**Tablo 10.** Ağırlıklı Toplam Değerleri

Alternatifler	UZ	YN	YD	YS
Alternatif 1	0,683	1,143	0,005	0,063
Alternatif 2	0,854	1,350	0,001	0,034
Alternatif 3	0,764	1,235	0,002	0,044
Alternatif 4	0,701	1,158	0,005	0,060
Alternatif 5	0,827	1,321	0,002	0,037
Alternatif 6	0,745	1,225	0,003	0,048
Alternatif 7	0,799	1,278	0,002	0,043
Alternatif 8	0,831	1,324	0,001	0,036
Alternatif 9	0,717	1,187	0,004	0,053

5. **Adım:** Normalize karar matrisinde elde edilen değerler, kriter ağırlıkları ile Formül (9) kullanılarak hesaplanır ve Tablo 11’ de sunulan ağırlıklı çarpım değeri için normalize karar matrisi bulunur. Daha sonra, Tablo 12’de gösterilen alternatifler için ağırlıklı çarpım değerleri hesaplanırken Formül (6) kullanılır.

**Tablo 11.** Ağırlıklı Çarpım Değeri için Normalize Karar Matrisi

Alternatifler	Yerleşim Yerine Uzaklık (UZ)				Bölge Yaşlı Nüfus Oranı (YN)			
	$\mu_L$	$\mu_U$	$v_L$	$v_U$	$\mu_L$	$\mu_U$	$v_L$	$v_U$
Alternatif 1	0,630	0,671	0,154	0,320	0,703	0,748	0,111	0,253
Alternatif 2	0,883	0,948	0,007	0,082	0,829	0,887	0,036	0,134
Alternatif 3	0,769	0,820	0,072	0,191	0,769	0,820	0,072	0,191
Alternatif 4	0,829	0,887	0,036	0,134	0,829	0,887	0,036	0,134
Alternatif 5	0,883	0,948	0,007	0,082	0,883	0,948	0,007	0,082
Alternatif 6	0,769	0,820	0,072	0,191	0,769	0,820	0,072	0,191
Alternatif 7	0,883	0,948	0,007	0,082	0,883	0,948	0,007	0,082
Alternatif 8	0,829	0,887	0,036	0,134	0,829	0,887	0,036	0,134
Alternatif 9	0,829	0,887	0,036	0,134	0,829	0,887	0,036	0,134
Alternatifler	Hastane Yeterlilik Durumu (YD)				Yoğun Bakım Yatak Sayısı (YS)			
	$\mu_L$	$\mu_U$	$v_L$	$v_U$	$\mu_L$	$\mu_U$	$v_L$	$v_U$
Alternatif 1	0,784	0,865	0,019	0,106	0,916	0,959	0,009	0,096
Alternatif 2	0,851	0,937	0,004	0,065	0,916	0,959	0,009	0,096
Alternatif 3	0,851	0,937	0,004	0,065	0,831	0,856	0,094	0,224
Alternatif 4	0,711	0,786	0,038	0,151	0,655	0,660	0,262	0,454
Alternatif 5	0,784	0,865	0,019	0,106	0,876	0,911	0,048	0,158
Alternatif 6	0,784	0,865	0,019	0,106	0,916	0,959	0,009	0,096
Alternatif 7	0,784	0,865	0,019	0,106	0,722	0,731	0,201	0,372
Alternatif 8	0,851	0,937	0,004	0,065	0,916	0,959	0,009	0,096
Alternatif 9	0,711	0,786	0,038	0,151	0,780	0,797	0,146	0,295

**Tablo 12.** Ağırlıklı Çarpım Değerleri

Alternatifler	UZ	YN	YD	YS
---------------	----	----	----	----

Alternatif 1	0,318	0,416	0,191	0,432
Alternatif 2	0,571	0,755	0,038	0,196
Alternatif 3	0,418	0,540	0,138	0,357
Alternatif 4	0,320	0,409	0,269	0,515
Alternatif 5	0,535	0,707	0,052	0,223
Alternatif 6	0,424	0,558	0,104	0,306
Alternatif 7	0,441	0,568	0,202	0,404
Alternatif 8	0,535	0,707	0,052	0,223
Alternatif 9	0,381	0,493	0,159	0,382

6. **Adım:** Dördüncü adımda bulunan Pisagor ağırlıklı toplam değerleri ile beşinci adımda bulunan Pisagor ağırlıklı çarpım değerleri Formül (1) kullanılarak durulaştırılarak Tablo 13'de gösterilen durulaştırılmış değerler bulunur. Durulaştırılan iki değer arasındaki önem derecesini ifade eden  $\lambda$  katsayı 0,5 olarak kabul edilmiş ve Formül (10) kullanılarak hesaplanan alternatiflerin göreceli önem değerleri Tablo 14'de gösterilmiştir. Bu önem değerlerine göre alternatifler tercih sırasına göre, Formül (11)'de sıralanmıştır.

$$A2 > A8 > A5 > A7 > A3 > A6 > A9 > A4 > A1 \quad (11)$$

**Tablo 13.** Durulaştırılmış Ağırlıklandırılmış Toplam ve Çarpım Değerleri

Alternatifler	Toplam Değerleri	Çarpım Değerleri
Alternatif 1	0,901	0,452
Alternatif 2	1,089	0,687
Alternatif 3	0,985	0,537
Alternatif 4	0,917	0,443
Alternatif 5	1,060	0,652
Alternatif 6	0,971	0,548
Alternatif 7	1,024	0,552
Alternatif 8	1,064	0,652
Alternatif 9	0,939	0,504

**Tablo 14.** Göreceli Önem Değerleri

Alternatifler	Önem Değerleri
Alternatif 1	0,677
Alternatif 2	0,888
Alternatif 3	0,761

Alternatif 4	0,680
Alternatif 5	0,856
Alternatif 6	0,759
Alternatif 7	0,788
Alternatif 8	0,858
Alternatif 9	0,722

## 5. DUYARLILIK ANALİZİ

Bu bölümde, çalışmada kullanılan kriterlerin önem derecelerinin değişmesi sonucunda alternatiflerin sıralamasında meydana gelen değişimler incelenerek duyarlılık analizi yapılmıştır. Bu amaçla, belirlenen kriterlerin önem dereceleri Tablo 15'deki gibi değiştirilmiştir.

**Tablo 15.** Değiştirilen Kriter Ağırlıkları

Kriterler	$\mu_L$	$\mu_U$	$v_L$	$v_U$
UZ	0,7	0,9	0,06	0,26
YN	0,06	0,26	0,70	0,9
YD	0,06	0,26	0,70	0,9
YS	0,06	0,26	0,70	0,9

Yapılan değişim sonucunda elde edilen alternatiflerin sıralaması Formül (12)' de sunulmuştur. Tablo 15'de sunulan değiştirilmiş kriter ağırlıklarına göre, uzaklık kriteri için çok önemli, diğer kriterler için ise çok önemsiz derecelendirmesi uygulanmıştır. Bu durumun sonucu olarak alternatiflerin sıralaması incelendiğinde, uzaklık kriteri için aşırı derecede iyi değerlendirmesine sahip olan alternatif 2, alternatif 5 ve alternatif 7'nin ilk sıralarda yer aldığı görülmektedir. Diğer taraftan, uzaklık kriteri için diğer kriterlere göre değerlendirmesi daha düşük olan alternatif 1'in sıralamanın sonunda yer aldığı görülmektedir. Bu sonuçlara göre kriterler için belirlenen ağırlık değerleri arasındaki önem derecelerinin farklarının etkisi görülmektedir.

$$A2 > A5 > A7 > A8 > A9 > A4 > A6 > A3 > A1 \quad (12)$$

## 6. Sonuç ve Tartışma

Sağlık hizmetlerinde kaynakların etkili kullanılması ve maliyetlerin düşürülmesi için fayda sağlayacağı öngörülen özellikli tıbbi hizmet birimlerinin planlaması için yapılan çalışmanın literatüre katkı sağladığı düşünülmektedir. Hastanelerin altyapıları, yerleşim yerlerine uzaklık ve yaşlı nüfus oranı gibi kriterler değerlendirilerek yapılan analiz sonucunda, alternatifler sıralanmıştır. Çalışmada kesinlik ve belirsizlikleri modele dahil etmek ve daha doğru sonuçlar elde edildiği öngörülen Pisagor Bulanık WASPAS yöntemi kullanılmıştır. Gelecek araştırmalarda önerilen yaklaşım sağlık hizmetleri planlamasında yer seçimi problemleri için kullanılabilir. Birden fazla hizmet biriminin açılması öngörüldüğünde, açılan hizmet biriminin etki alanı hesaplanarak sıralamanın tekrar yapılması ve sonuçların incelenmesi literatüre katkı sağlayacaktır. Ayrıca özellikli tıbbi hizmet birimlerinin yer seçimi problemi için çeşitli bulanık ÇKKV yaklaşımları kullanılmasının da literatüre katkı sağlayacağı öngörülmektedir.

### Araştırmacıların Katkısı ve Çıkar Çatışması

Bu araştırmada, Muhammet Yasir Koç, uzmanlar ile yapılan görüşmeler, verilerin elde edilmesi, problemin çözülmesi, bilimsel yayın araştırması ve makalenin oluşturulması, Babek Erdebilli, problem çözüm sürecinin takibi, kontrolü konularında katkı sağlamışlardır. Yazarlar tarafından herhangi bir çıkar çatışması beyan edilmemiştir.

### Kaynakça

- Türkiye İstatistik Kurumu. (2021, March 18). İstatistiklerle Yaşlılar, 2020. *Türkiye İstatistik Kurumu Haber Bülteni*, 1–10. <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=İstatistiklerle-Yaslılar-2020-37227>
- Akdağ, R., Tosun, N., Çinal, A., Yeşilyurt, H., Şencan, İ., Koç, O., Dilsiz, A., Bayraktar, G., Küçük, A., Yastı, A. Ç., Baş, A. Y., Kervan, Ü., & Göksel, F. (Eds.). (2011). *Türkiye’de Özellikli Planlama Gerektiren Sağlık Hizmetler 2011-2023*. T.C. Sağlık Bakanlığı Tedavi Hizmetleri Genel Müdürlüğü.
- Zavadskas, E. K., Turskis, Z., & Antucheviciene, J. (2012). Optimization of Weighted Aggregated Sum Product Assessment. *Electronics and Electrical Engineering*, 122(6), 3–6. doi: <https://doi.org/10.5755/j01.eee.122.6.1810>
- Dang, R., Li, X., Li, C., & Xu, C. (2021). A MCDM framework for site selection of island photovoltaic charging station based on new criteria identification and a hybrid fuzzy approach. *Sustainable Cities and Society*, 74, 103230. doi: <https://doi.org/10.1016/j.scs.2021.103230>
- Yılmaz, M., & Atan, T. (2021). Hospital site selection using fuzzy EDAS method: case study application for districts of İstanbul. *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, 41(2), 2591–2602. doi: <https://doi.org/10.3233/JIFS-201757>
- Boyacı, A. Ç., & Şişman, A. (2022). Pandemic hospital site selection: a GIS-based MCDM approach employing Pythagorean fuzzy sets. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(2), 1985–1997. doi: <https://doi.org/10.1007/s11356-021-15703-7>
- Karaşan, A., Kaya, İ., & Erdoğan, M. (2020). Location selection of electric vehicles charging stations by using a fuzzy MCDM method: a case study in Turkey. *Neural Computing and Applications*, 32(9), 4553–4574. doi: <https://doi.org/10.1007/s00521-018-3752-2>
- Lin, M., Huang, C., & Xu, Z. (2020). MULTIMOORA based MCDM model for site selection of car sharing station under picture fuzzy environment. *Sustainable Cities and Society*, 53, 101873. doi: <https://doi.org/10.1016/j.scs.2019.101873>
- Wu, Y., Zhang, T., Xu, C., Zhang, B., Li, L., Ke, Y., Yan, Y., & Xu, R. (2019). Optimal location selection for offshore wind-PV-seawater pumped storage power plant using a hybrid MCDM approach: A two-stage framework. *Energy Conversion and Management*, 199, 112066. doi: <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2019.112066>
- Şahin, T., Ocak, S., & Top, M. (2019). Analytic hierarchy process for hospital site selection. *Health Policy and Technology*, 8(1), 42–50. doi: <https://doi.org/10.1016/j.hlpt.2019.02.005>
- Zečević, S., Tadić, S., & Krstić, M. (2017). Intermodal Transport Terminal Location Selection Using a Novel Hybrid MCDM Model. *International Journal of Uncertainty, Fuzziness and Knowledge-Based Systems*, 25(06), 853–876. doi: <https://doi.org/10.1142/S0218488517500362>

- Kharat, M. G., Kamble, S. J., Raut, R. D., Kamble, S. S., & Dhume, S. M. (2016). Modeling landfill site selection using an integrated fuzzy MCDM approach. *Modeling Earth Systems and Environment*, 2(2), 53. doi: <https://doi.org/10.1007/s40808-016-0106-x>
- Vahidnia, M. H., Alesheikh, A. A., & Alimohammadi, A. (2009). Hospital site selection using fuzzy AHP and its derivatives. *Journal of Environmental Management*, 90(10), 3048–3056. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2009.04.010>
- Al-Barakati, A., Mishra, A. R., Mardani, A., & Rani, P. (2022). An extended interval-valued Pythagorean fuzzy WASPAS method based on new similarity measures to evaluate the renewable energy sources. *Applied Soft Computing*, 120, 108689. doi: <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2022.108689>
- Mishra, A. R., & Rani, P. (2021). Multi-criteria healthcare waste disposal location selection based on Fermatean fuzzy WASPAS method. *Complex & Intelligent Systems*, 7(5), 2469–2484. doi: <https://doi.org/10.1007/s40747-021-00407-9>
- Alrasheedi, M., Mardani, A., Mishra, A. R., Rani, P., & Loganathan, N. (2022). An extended framework to evaluate sustainable suppliers in manufacturing companies using a new Pythagorean fuzzy entropy-SWARA-WASPAS decision-making approach. *Journal of Enterprise Information Management*, 35(2), 333–357. doi: <https://doi.org/10.1108/JEIM-07-2020-0263>
- Ayyildiz, E., Erdogan, M., & Taskin Gumus, A. (2021). A Pythagorean fuzzy number-based integration of AHP and WASPAS methods for refugee camp location selection problem: a real case study for Istanbul, Turkey. *Neural Computing and Applications*, 33(22), 15751–15768. doi: <https://doi.org/10.1007/s00521-021-06195-0>
- Ayyildiz, E., & Taskin Gumus, A. (2020). A novel spherical fuzzy AHP-integrated spherical WASPAS methodology for petrol station location selection problem: a real case study for İstanbul. *Environmental Science and Pollution Research*, 27(29), 36109–36120. doi: <https://doi.org/10.1007/s11356-020-09640-0>
- Kahraman, C., Onar, S. Ç., Öztayşi Başar, & İlbahar, E. (2019). Selection Among GSM Operators Using Pythagorean Fuzzy WASPAS Method. *Journal of Multiple-Valued Logic & Soft Computing*, 33(4/5), 459–469.
- İlbahar, E., Cebi, S., & Kahraman, C. (2019). A state-of-the-art review on multi-attribute renewable energy decision making. *Energy Strategy Reviews*, 25, 18–33. doi: <https://doi.org/10.1016/j.esr.2019.04.014>
- İlbahar, E., & Kahraman, C. (2018). Retail store performance measurement using a novel interval-valued Pythagorean fuzzy WASPAS method. *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, 35(3), 3835–3846. doi: <https://doi.org/10.3233/JIFS-18730>
- Keshavarz Ghorabae, M., Zavadskas, E. K., Amiri, M., & Esmaeili, A. (2016). Multi-criteria evaluation of green suppliers using an extended WASPAS method with interval type-2 fuzzy sets. *Journal of Cleaner Production*, 137, 213–229. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.07.031>
- World health statistics 2022: monitoring health for the SDGs, sustainable development goals. (2022). World Health Organization. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.