
Araştırma Makalesi / Research Article

Özel Bir Hastanenin Yer Seçimi için Bulanık COPRAS Tekniğinin Uygulanması

Rahmi Baki*

*Aksaray Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Yönetim Bilişimleri Sistemi Bölümü, Aksaray
(ORCID: [0000-0003-0981-5006](https://orcid.org/0000-0003-0981-5006))*

Öz

Potansiyel bir hastane için yer seçimi kararı tesisin başarısı veya başarısızlığını etkileyen stratejik bir konudur. Hastane yeri değerlendirilmesi ve seçimi, çok boyutlu doğası nedeniyle karmaşık ve zor bir süreçtir. Kuruluş yeri seçilmeden önce alternatiflerin, farklı kriterler göz önünde bulundurularak incelenmesi gerekmektedir. Bu çalışmada özel bir hastanenin kuruluş yeri alternatiflerinin analiz edilmesi için bulanık COMplex PROportional ASsessment (COPRAS) tekniğine dayalı bir yaklaşım önerilmiştir. Uygulamaya katılan karar vericiler, belirlenen 7 kriterin önem düzeylerini ve 5 farklı kuruluş yeri alternatifini değerlendirmiştir. Sonuç olarak kurulacak özel hastane için en uygun lokasyon belirlenmiştir. Ayrıca çalışmada elde edilen bulgular nüfus yoğunluğu, rekabet ve erişilebilirliğin hastane yer seçimi için en önemli kriterler olduğunu göstermektedir.

Anahtar kelimeler: Hastane yeri seçimi, Hastane yönetimi, Çok kriterli karar verme, Bulanık mantık, COPRAS.

Application of Fuzzy COPRAS Technique for the Location of a Private Hospital

Abstract

The location selection decision for a potential hospital is a strategic issue that affects the success or failure of the facility. Assessment and selection of hospital location is a complex and difficult process due to its multidimensional nature. Before choosing the place of establishment, alternatives should be examined by considering different criteria. In this study, an approach based on the fuzzy COPRAS technique has been proposed to analyse the establishment site alternatives of a private hospital. The decision makers participating in the implementation evaluated the importance levels of 7 criteria and 5 different establishment location alternatives. As a result, the most suitable location for the private hospital to be established has been determined. In addition, the findings of the study show that population density, competition and accessibility are the most important criteria for hospital location selection.

Keywords: Hospital location selection, Hospital management, Multi-criteria decision making, Fuzzy logic, COPRAS.

1. Giriş

Kentsel alanlardaki nüfus artışı, yeni hastanelere olan talebi arttırmakta ve uygun hastane lokasyonunun belirlenmesi giderek daha fazla önem kazanmaktadır. En uygun hastane konumunun seçilmesi sağlık hizmetlerinin etkinliği, kalitesi ve eşitliği için stratejik öneme sahip bir konudur [1]. Potansiyel bir hastanenin yer seçiminde takip edilen süreç, genellikle böyle bir tesisin başarısı veya başarısızlığına neden olmaktadır. Bu nedenle, sahanın seçilmesinden önce alternatiflerin birden çok boyutta değerlendirilmesi gerekmektedir [2].

Yeni bir hastane için yer seçimi tek bir faktörden veya sadece tıbbi faktörlerden etkilenmemektedir. En uygun yerin belirlenmesi teknik, ekonomik, çevresel ve sosyal pek çok faktörün

*Sorumlu yazar: rahmi.baki@hotmail.com

Geliş Tarihi: 09.08.2021, Kabul Tarihi: 05.10.2021

göz önünde bulundurulmasını gerektirmektedir. Karar vericiler, karar vermelerini sağlayacak güvenilir ve sağlam karar araçlarına ihtiyaç duymaktadırlar [3]. Bu nedenle hastane yer seçimi problemlerinin çok boyutlu olduğu ve çözümünü için Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemlerinin uygulanabileceği söylenebilir.

Mevcut çalışmada, yeni kurulacak özel bir hastanenin lokasyonunun seçiminde yardımcı olmak için bulanık COMplex PROportional ASsessment (COPRAS) tekniğini içeren bir model sunulması amaçlanmaktadır. En uygun alternatifin ideal çözüm oranı ile ideal en kötü çözüm oranı arasındaki karşılaştırmaya göre belirlendiği COPRAS tekniğinde çeşitli alternatifler, farklı kriterler açısından değerlendirilmekte ve amaca bağlı olarak sıralanmaktadır. Yöntemin geleneksel kullanımı gerçek dünyadaki karar problemlerinin üstesinden gelmek için yetersiz kalabileceği için bulanık küme teorisi ve COPRAS tekniğinin entegre edildiği bulanık COPRAS yaklaşımı uygulanmıştır. Yapılan araştırmada literatürde hastane yer seçimi ile ilgili yapılan araştırmalar ve tercih edilen kriterler analiz edilmiştir. Bu kriterler çalışmanın konusuna göre incelenmiş ve karar vericiler tarafından değerlendirilmek üzere 7 kriter tespit edilmiştir. Alanlarında tecrübe sahibi karar vericilerden oluşan uzman heyet, kriterlerin önem düzeylerini ve 5 farklı alternatifi değerlendirmiştir. Sonuç olarak yeni kurulacak özel hastane için en uygun lokasyon tespit edilmiştir.

Çalışmanın geri kalanı aşağıdaki şekilde düzenlenmiştir. İkinci bölümde literatürde yapılmış araştırmalara yer verilmiştir. Üçüncü bölümde araştırmada uygulanan bulanık COPRAS tekniğinin adımları tanıtılmıştır. Dördüncü bölümde yöntemin uygulaması hastane yer seçimi problemi ile gösterilmiştir. Çalışmada elde edilen bulgular, çalışmanın sınırlılıkları ve gelecek çalışmalar için tavsiyeler ise beşinci bölümde sunulmuştur.

1.1. Literatür Taraması

Yer seçimi işletme sahipleri, yöneticiler ve karar vericilerin farklı koşullarda karşı karşıya kaldıkları ve karar biliminde her zaman önemli bir konu olan bir problemdir [3]. Özellikle hastane yeri seçim kararları yapısı ve çok kriterli doğası nedeniyle karmaşık ve zaman alıcı bir süreçtir [4]. Bu süreçte karar vericiler maliyet ve sosyal beklentiler gibi pek çok kriteri göz önünde bulundurmalıdır. Yeni bir hastanenin konumunun belirlenmesi hastane yönetimi için büyük önem taşımaktadır. Bu süreçte verilebilecek hatalı bir karar pek çok problemi beraberinde getirecektir. Ayrıca hastane lokasyonunun doğru seçilmesi marka, pazarlama, farklılaşma ve insan kaynakları stratejilerini geliştirecek ve hastanenin rekabet gücünü arttıracaktır [5]. Karar verme biliminin bir parçası olan ÇKKV yaklaşımlarından hastane yeri problemlerinin çözümünde sıklıkla yararlanılmıştır. Literatürde en uygun hastane lokasyonunun belirlenmesi için ÇKKV tekniklerinin kullanıldığı pek çok çalışma bulunmaktadır. Çalışmanın bu bölümünde konu ile alakalı yapılmış çalışmalara yer verilmiştir.

Chatterjee ve Mukherjee [6], AHP tekniğini kullanarak hastane alanlarının çok faktörlü değerlendirmesine odaklanmış ve Hindistan'daki üç potansiyel kırsal hastane alanını değerlendirmiştir. İnce, Bedir ve Eren [7], İstanbul'un Tuzla ilçesinde kurulacak özel bir hastanenin yer seçimi için bölgedeki mahalleleri sınıflandırmış ve bu alternatifleri AHP yöntemiyle analiz etmiştir. Khaksefidi ve Miri [8], AHP, TOPSIS, SAW ve ELECTRE yöntemlerini kullanarak İran'ın Fars Eyaletinin güney bölgesinde yeni bir hastanenin kurulması için uygun yerin belirlenmesi amaçlamıştır. Çalışmanın sonucunda kaza oranı ve nüfus oranı en önemli kriterler olarak belirlenmiştir. Şen ve Demiral [5], çalışmada Grey Relational Analysis (GRA) ve AHP yöntemlerini kullanılarak yeni bir kamu hastanesi yer seçimi problemini incelemiştir. Organ ve Tekin [9], Entropi ve GRA tekniklerini kullanarak Türkiye'de Denizli şehrinde bir şehir hastanesinin kuruluş yerinin tespit edilmesi için aday lokasyonları değerlendirmiştir. Şen [2], ARAS-G yöntemini kullanarak yeni bir kamu hastanesi için hastane yeri seçimini ele almıştır.

Çelikkilek [10], bulanık VIKOR yöntemini kullanarak bir sağlık kurumu için en iyi hastane lokasyonunu seçmeyi amaçlamıştır. Adalı ve Tuş [11], hastane yeri seçimi probleminin çözümü için bir yaklaşım önermiştir. Bu yaklaşımda kriterlerin ağırlıkları CRITIC yönteminden elde edilirken, hastane yeri alternatiflerinin tam sıralaması TOPSIS, EDAS ve CODAS yöntemleri kullanılarak elde edilmiştir. Kahraman vd. [4] hastane yer seçimi probleminin uygulanması için önerdikleri küresel bulanık TOPSIS tekniğini test etmiştir. Miç ve Antmen [12], sağlık tesisi lokasyonunun değerlendirilmesi için bulanık TOPSIS yaklaşımını Adana ilinde bölgesel hastane yeri seçimi için bir vaka çalışmada uygulamıştır. Şahin, Ocak ve Top [1], Türkiye'nin Muğla şehrinde bir hastane lokasyonu seçimi için AHP yöntemine

dayalı bir karar destek modeli önermiştir. Zolfani vd. [3], COVID-19 hastaları için geçici bir hastanenin yer seçimi için CRITIC ve Combined Compromise Solution (CoCoSo) yöntemleri aracılığıyla gri tabanlı bir karar destek çerçevesi sunmuştur. Aydın ve Seker [13], tarafından yapılan çalışmada COVID-19 ile alakalı hafif ve orta şiddette semptomları olan hastalara hizmet veren bir izolasyon hastanesi için en uygun yeri seçmek amacıyla Delphi, Best-Worst Method (BWM) ve bulanık TOPSIS yöntemlerinin entegre edildiği bir yaklaşım geliştirilmiştir. Geliştirilen yaklaşım 5 alternatif lokasyonun değerlendirilmesinde kullanılmıştır. Yapılan literatür taramasında etkin hastane yeri seçimini amaçlayan ve farklı ÇKKV tekniklerinin kullanıldığı çalışmalara rastlanmıştır. Konuyla ilgili yapılan çalışmalar, kullanılan yöntemler ve kriterler Tablo 1’de sunulmuştur.

Tablo 1. Literatür Özeti

Referans	Yöntem	Kriter
Chatterjee ve Mukherjee [6]	AHP	Maliyet, Topografya, Mülkiyeti, Bakım maliyeti, Nüfus, Eğitim, Ekonomi, Toplu taşıma, Gelecekteki inşaatlar için alan, Altyapı, Pazara yakınlık
İnce, Bedir ve Eren [7]	AHP	Bina özellikleri, Çevresel faktörler, Rekabet, Demografi, Bina konumu, Maliyet
Khaksefidi ve Miri [8]	AHP, TOPSIS, SAW, ELECTRE	Kazalar, Nüfus, Yol kalitesi, İl merkezine uzaklık, Diğer iki şehre uzaklık, İklim
Şen ve Demiral [5]	GRA, AHP	Saha koşulları, Erişilebilirlik, Hasta / acil erişim değerlendirmesi, Maliyet, Gelecekteki düşünceler, Rahatsızlık
Şen [2]	ARAS-G	Saha koşulları, Erişilebilirlik, Hasta / acil erişim değerlendirmesi, Maliyet, Gelecekteki düşünceler, Rahatsızlık
Çelikbilek [10]	Bulanık VIKOR	Bina Maliyeti, Nüfus yoğunluğu, Muhtemel Nüfus, Sosyal Merkezlere Uzaklık, Tıbbi Tedarikçilere Uzaklık, Diğer Kurumlara Uzaklık, Ambulanlara Kolay Erişim, Ulaşım Kolay Erişim, Lokasyondaki Hastane Talebi, Park Yeri
Adalı ve Tuş [11]	CRITIC, TOPSIS, EDAS, CODAS	Maliyet, Arazi stratejisi, Piyasa koşulları, Ulaşım, Çevresel hususlar, Demografi, Jeolojik faktörler, Hükümetten mali destek
Kahraman vd. [4]	Bulanık TOPSIS	Kurulum Maliyetleri, Hedef alana yakınlık, Çevresel faktörler, Demografik altyapı, Ulaşım fırsatları
Miç ve Antmen [12]	Bulanık TOPSIS	Demografi, Yatırım maliyetleri, Seyahat süresi / masrafları, Çevresel faktörler, Altyapı, Konum
Şahin, Ocak ve Top [1]	AHP	Rakipler, Talep faktörleri, Çevre koşulları, Ulaşılabilirlik, İlgili endüstri
Zolfani vd. [3]	CRITIC, CoCoSo	Trafik, Yollarla erişilebilirlik, Havaalanları üzerinden erişilebilirlik, İlçedeki sağlık merkezleri, Nüfuslu yerleşim alanlarından uzaklık, Arsa fiyatı, Taşıma ücreti, Genişleme potansiyeli, Sanayi bölgelerine olan uzaklık, Yerel düzenleme
Aydın ve Seker [13]	Delphi, BWM, Bulanık TOPSIS	Arazi alanı, Mesafe ve zaman açısından erişilebilirlik, Araçların erişimi için coğrafi engeller, Lokasyonun nüfus yoğunluğu, Genişletilebilirlik, Sosyal kolaylık, Normal hastanelere uzaklık, Otopark, İnşaat maliyeti ve süresi

2. Materyal ve Metot

İlk olarak Zavadskas ve Kaklauskas [14] tarafından önerilen COPRAS sıralama, karar verme, önceliklendirme, seviyelendirme ve en iyi alternatifin seçimini amaçlayan bir ÇKKV yöntemidir [15]. COPRAS tekniğinde önem ve fayda dereceleri açısından kriterler sıralanarak alternatifler değerlendirilmektedir. Yöntemde en uygun alternatif, ideal çözüm oranı ile ideal en kötü çözüm oranı arasındaki karşılaştırmaya göre belirlenir [16]. Ayrıca nicel ve nitel kriterler bir arada ele alınabilmektedir. Çeşitli alternatifler, birden çok kriter açısından bağımsız olarak değerlendirilmekte ve amaca bağlı olarak önceliklendirilmektedir.

Yöntemin geleneksel kullanımında kriter ağırlıkları ve alternatiflerin derecelendirmelerinde kullanılan veriler gerçek dünyadaki karar problemlerinin üstesinden gelmek için belirsiz ve yetersiz kalabilir [18]. Bu yetersizliği çözebilmek için bulanık küme teorisi ve COPRAS tekniklerinin entegre edildiği bulanık COPRAS yöntemi kullanılmaktadır. Bu nedenle mevcut çalışmada hastane yeri seçimi için kriter ve alternatiflerin değerlendirilmesinde bulanık COPRAS tekniği tercih edilmiştir.

Yapılan çalışmada Yazdani, Alidoosti ve Zavadskas [17] tarafından önerilen bulanık COPRAS yaklaşımı benimsenmiştir. Yazdani, Alidoosti ve Zavadskas [17] geliştirdikleri modeli kritik altyapı

sistemlerinin risk seviyelerini derecelendirmek için test etmiştir. Önerilen yaklaşımın belirsizliklerle başa çıkma yeteneğiyle, ideal çözüm oranı ve ideal en kötü çözüm oranını birlikte değerlendirilmesiyle ve verimliliğiyle ön plana çıktığı vurgulanmıştır. Geliştirilen teknik, Hafezi [15] tarafından kentsel ulaşım stratejilerinin sürdürülebilir kalkınma endeksine göre değerlendirilmesinde, Khorasani [18] tarafından ise yeşil tedarikçilerin değerlendirmesi ve seçilmesi amacıyla kullanılmıştır. Uygulamada takip edilen adımlar aşağıda verilmiştir.

Adım 1. Kriterler ve alternatifler dilsel terimler aracılığıyla değerlendirilir ve dilsel terimler bulanık sayılara dönüştürülür. Kriterlerin önem ağırlıkları için kullanılan dilsel terimler Tablo 2'de, alternatif değerlendirmelerine ilişkin dilsel terimler Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 2. Kriter değerlendirmesi için kullanılan dilsel terimler

Dilsel Terimler	Bulanık Değerler
Çok Önemli	(0.75,1,1)
Önemli	(0.5,0.75,1)
Orta Derecede Önemli	(0.25,0.5,0.75)
Önemsiz	(0,0.25,0,5)
Çok Önemsiz	(0,0,0.25)

Tablo 3. Alternatif değerlendirmesi için kullanılan dilsel terimler

Dilsel Terimler	Bulanık Değerler
Çok Başarılı	(7.5,10,10)
Başarılı	(5,7.5,10)
Orta Derecede Başarılı	(2.5,5,7.5)
Başarısız	(0,2.5,5)
Çok Başarısız	(0,0,2.5)

Adım 2. Üçgensel bulanık sayılar ($\tilde{R}_i = (L\tilde{R}_i, M\tilde{R}_i, U\tilde{R}_i)$) Eşitlik (1) kullanılarak net değerlere (\tilde{P}_i) dönüştürülür ve karar matrisi elde edilir. Ardından geometrik ortalamaları alınarak birleştirilmiş bulanık karar matrisi hesaplanır.

$$\tilde{P}_i = \frac{(U\tilde{R}_i - L\tilde{R}_i) + (M\tilde{R}_i - L\tilde{R}_i)}{3} + L\tilde{R}_i \quad (1)$$

Adım 3. Karar matrisi Eşitlik (2) aracılığıyla normalize edilir. Böylece kriter ağırlıkları ve alternatifler için normalize karar matrisi elde edilir. Bu aşamada n ifadesi kriterleri, m ifadesi alternatifleri belirtmektedir.

$$\bar{X}_{ij} = \frac{X_{ij}}{\sum_{i=1}^m X_{ij}}, \quad i=1,2,\dots,m, \quad j=1,2,\dots,n \quad (2)$$

Adım 4. Normalize karar matrisi, kriter ağırlıkları ile, Eşitlik (3) kullanılarak çarpılır ve ağırlıklı normalize karar matrisi elde edilir. Burada \bar{W}_j değeri j. kriterin ağırlığın ifade etmektedir.

$$\hat{X}_{ij} = \bar{X}_{ij} \bar{W}_j, \quad i=1,2,3,\dots,m, \quad j=1,2,\dots,n \quad (3)$$

Adım 5. Her bir alternatif için fayda tipi kriterlerin toplamı (P_i) ve maliyet tipi kriterlerin toplamı (R_i) Eşitlik (4) ve Eşitlik (5) kullanılarak elde edilir. Fayda tipi kriterler daha yüksek olması arzu edilen kriterler iken, maliyet tipi kriterler daha düşük olması arzu edilen kriterlerdir.

$$P_i = \sum_{j=1}^K \hat{X}_{ij} \quad (4)$$

$$R_i = \sum_{j=k+1}^n \hat{X}_{ij} \quad (5)$$

Adım 6. Eşitlik (6) kullanılarak R_i ifadelerinin minimum değeri tespit edilir. Daha sonra bütün alternatiflerin göreceli ağırlıkları (Q_i) Eşitlik (7) aracılığıyla elde edilir.

$$R_{min} = \min_i R_i, i=1,2,\dots,m \quad (6)$$

$$Q_i = P_i + \frac{R_{min} \sum_{i=1}^m R_i}{R_i \sum_{i=1}^m \frac{R_{min}}{R_i}} \quad (7)$$

Adım 7. Optimallik kriteri (Q_{max}), Eşitlik (8) aracılığıyla elde edilir. Ardından alternatiflerin performans indeksleri (N_i), Eşitlik (9) kullanılarak hesaplanır. Bir alternatifin N_i değeri ne kadar yüksekse o alternatife atanan öncelik o kadar yüksektir.

$$Q_{max} = \max_i Q_i, i=1,2,\dots,m \quad (8)$$

$$N_i = \left(\frac{Q_i}{Q_{max}}\right)100, 1=1,2,\dots,m \quad (9)$$

3. Bulgular ve Tartışma

Bir hastanenin yer seçim süreci ekonomik, sosyal ve çevresel pek çok faktörle ilişkilidir [3]. Yapılan çalışmada yeni kurulacak bir özel hastane için en uygun yerleşkenin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda bulanık COPRAS yöntemine dayalı bir yaklaşım önerilmiştir. Önerilen yaklaşımın özel bir hastane yeri seçimi probleminin çözümünde uygulanabilirliğini göstermek için gerçek bir vaka çalışmasında test edilmiştir.

Öncelikle literatürde konuyla ilgili yapılmış çalışmalar ve bu çalışmalarda kullanılan kriterler kapsamlı bir biçimde incelenmiştir. Hastane yer seçimi ile ilgili yapılan araştırmalarda, çalışmanın içeriği temel alınarak pek çok farklı kriter göz önünde bulundurulmuştur. Yapılan çalışmada incelenen kriterler mevcut araştırmanın konusuna göre değerlendirilmiş ve sonuç olarak 7 kriter tespit edilmiştir. Uygulamada kullanılan kriterler; maliyet (M), nüfus yoğunluğu (NY), rekabet (R), erişilebilirlik (E), altyapı yeterliliği (AY), genişleme potansiyeli (GP) ve gürültü kaynaklarına yakınlık (GY) biçiminde sıralanmaktadır.

Kriter ağırlıklarının ve en uygun hastane lokasyonunun belirlenebilmesi için 5 karar verici değerlendirme sürecine dâhil edilmiştir. Alanında uzman olan karar vericiler, bir üniversitenin sağlık yönetimi bölümünde eğitim veren bir akademisyen (KV_1), bir üniversitenin işletme bölümünde eğitim veren bir akademisyen (KV_2), özel bir hastanede çalışan işletme direktörü (KV_3), özel bir hastanede çalışan genel koordinatör (KV_4) ve bir şehir bölge planlama uzmanından (KV_5) oluşmaktadır. Karar vericiler hastanenin kurulması için belirlenen 5 alternatifi (A_1, A_2, A_3, A_4 ve A_5) belirlenen kriterlere göre değerlendirmiş ve sonuç olarak en uygun kuruluş yeri tespit edilmiştir. Uygulamada takip edilen adımlar aşağıda verilmiştir.

Adım 1. Karar vericiler, kriter ve alternatifleri Tablo 2 ve Tablo 3'de verilen dilsel terimler aracılığıyla değerlendirmiştir. Ardından dilsel terimler bulanık sayılara dönüştürülmüştür.

Adım 2. Eşitlik (1) aracılığıyla üçgensel bulanık sayıların net değerlere dönüştürülmesiyle karar matrisleri hesaplanır. Daha sonra geometrik ortalamaları alınarak kriter (Tablo 4) ve alternatifler (Tablo 5) için birleştirilmiş karar matrisleri elde edilir.

Tablo 4. Kriterler için Birleştirilmiş Karar Matrisi

M	NY	R	E	AY	GP	GY
0,391	0,872	0,829	0,713	0,678	0,204	0,354

Tablo 5. Alternatifler için Birleştirilmiş Karar Matrisi

Alternatifler	M	NY	R	E	AY	GP	GY
A_1	6,121	6,377	2,872	1,611	6,121	5,880	6,121
A_2	5,422	1,038	2,442	2,872	3,789	1,611	4,109
A_3	4,109	3,789	3,494	3,789	2,442	4,353	3,789
A_4	5,119	5,880	6,121	6,916	6,121	6,377	4,353
A_5	6,377	6,638	6,910	6,121	5,644	4,353	3,789

Adım 3. Kriter ve alternatiflerin birleştirilmiş karar matrisleri Eşitlik (2) kullanılarak normalize edilir. Bu işlemin sonucunda kriter ağırlıklarına (Tablo 6) ve alternatifler için normalize karar matrisine (Tablo 7) ulaşılmır.

Tablo 6. Kriter Ağırlıkları

Kriterler	M	NY	R	E	AY	GP	GY
Kriter Ağırlıkları	0,097	0,216	0,205	0,176	0,168	0,051	0,088

Tablo 7. Normalize Karar Matrisi

Alternatifler	M	NY	R	E	AY	GP	GY
A_1	0,225	0,269	0,131	0,076	0,254	0,260	0,276
A_2	0,200	0,044	0,112	0,135	0,157	0,071	0,185
A_3	0,151	0,160	0,160	0,178	0,101	0,193	0,171
A_4	0,189	0,248	0,280	0,325	0,254	0,282	0,196
A_5	0,235	0,280	0,316	0,287	0,234	0,193	0,171

Adım 4. Normalize karar matrisinin, Eşitlik (3) kullanılarak, kriter ağırlıkları ile çarpılması sonucunda ağırlıklı normalize karar matrisine ulaşılmır (Tablo 8).

Tablo 8. Ağırlıklı Normalize Karar Matrisi

Alternatifler	M	NY	R	E	AY	GP	GY
A_1	0,022	0,058	0,027	0,013	0,043	0,013	0,024
A_2	0,019	0,009	0,023	0,024	0,026	0,004	0,016
A_3	0,015	0,034	0,033	0,031	0,017	0,010	0,015
A_4	0,018	0,053	0,058	0,057	0,043	0,014	0,017
A_5	0,023	0,06	0,065	0,051	0,039	0,01	0,015

Adım 5. Eşitlik (4) ve Eşitlik (5)'ten faydalanarak her bir alternatif için fayda tipi kriterlerin (P_i) ve maliyet tipi kriterlerin (R_i) toplamı hesaplanır. Mevcut çalışmada fayda tipi kriterler NY, R, E, AY ve OP kriterleridir. Maliyet tipi kriterler ise; M, R ve GY olarak sıralanır. Alternatiflerin P_i ve R_i değerleri Tablo 9'da sunulmuştur.

Tablo 9. Alternatiflerin P_i ve R_i değerleri

Alternatifler	P_i	R_i
A_1	0,127	0,073
A_2	0,063	0,059
A_3	0,093	0,062
A_4	0,168	0,093
A_5	0,160	0,103

Adım 6. Her karar alternatifi için göreceli önem değeri (Q_i) Eşitlik (7) aracılığıyla elde edilir (Tablo 10).

Tablo 10. Alternatiflerin Q_i değerleri

Alternatifler	Q_i
A_1	0,206
A_2	0,162
A_3	0,185
A_4	0,230
A_5	0,216

Adım 7. Her bir hastane bölge alternatifi için performans indeks değeri (N_i), Eşitlik (9) aracılığıyla elde edilir (Tablo 11). Bir özel hastanenin kuruluş yerinin belirlenmesine yönelik bulanık COPRAS tekniği kullanılarak gerçekleştirilen uygulamanın sonuçlarına göre hastane kuruluş yeri için en uygun alan A_4 'dür. Aday bölgeler etkinlik sıralarına göre A_4 , A_5 , A_1 , A_3 ve A_2 biçiminde sıralanmaktadır.

Tablo 11. Alternatiflerin N_i değerleri

Alternatifler	Q_i
A_1	89,794
A_2	70,528
A_3	80,596
A_4	100,000
A_5	94,170

3.1. Duyarlılık Analizi

Duyarlılık analizinde bir model uygulamasının girdi ve çıktıları arasındaki ilişkiler araştırılır [19]. Bir modelin çıktı varyasyonunun niteliksel veya niceliksel olarak farklı kaynaklara nasıl paylaştırılabileceğinin ve modelin kendisine verilen bilgilere nasıl bağlı olduğunun incelenmesidir [20]. ÇKKV problemlerini duyarlılık analizi prosedürleriyle geliştirmek, model davranışları ve sınırlılıklarının anlaşılması açısından çok önemlidir. Duyarlılık analizi aracılığıyla ağırlık değişikliklerine duyarlı olan kriterler tanımlanır ve değişen kriter ağırlıklarının model sonuçları üzerindeki etkileri analiz edilir. Girdi verilerindeki küçük değişikliklere karşı nihai sonucun sağlamlığını kontrol etmek için kullanılabilir [21]. Duyarlılık analizi prosedürleri belirli girdi parametrelerinde yapılan küçük değişikliklerin değerlendirme sonuçları üzerindeki etkisini göstererek, ÇKKV problemlerindeki belirsizliğin azaltılmasına katkıda bulunur [19]. Çalışmanın bu bölümünde uygulama modelinin hassasiyetinin incelenmesine yönelik bir duyarlılık analizi yaklaşımı sunulmuştur.

Yapılan duyarlılık analizinde ilk olarak bütün kriter ağırlıkları için aday yerleşke sıralamasının değişmediği aralıklar saptanmıştır. Mevcut sıralamayı kriter ağırlığındaki en ufak değişiklikle değiştiren kriter, kritik kriter olarak tanımlanmıştır [22]. Değişiklikler mutlak ve oransal değişiklik olarak iki farklı biçimde değerlendirilmiştir. Mutlak değişim mevcut ağırlığın alt ve üst limit ile farkı ile elde edilirken, oransal değişim mutlak değişimin kriter ağırlığına bölünmesi ile hesaplanmıştır. Bütün kriterler için mevcut sıralamanın değişmediği ağırlıklar, kriter ağırlıklarının mutlak ve oransal farklılıkları Tablo 12'de verilmiştir.

Mutlak değişiklik açısından incelendiğinde alt limite göre en kritik kriter E, üst limite göre en kritik kriterler R ve GY'dir. E kriterinin ağırlığındaki 0,093 birimlik azalış alternatiflerin sıralamasını değiştirmektedir. Öte yandan R kriter ağırlığındaki 0,069 birimlik veya GY kriter ağırlığındaki 0,199 birimlik artışlar aday sıralamasını değiştirir. Oransal değişiklik açısından değerlendirildiği zaman alt limit perspektifinde en kritik kriter E, üst limit perspektifinde en kritik kriterler R ve E'dir. E kriterinin ağırlığındaki %52.8'lik bir azalış alternatif sıralamasını değiştirir. Ayrıca R kriterinin ağırlığındaki %33.7'lik bir artış veya E kriter ağırlığındaki %117.6'lık bir artış da sıralamayı değiştirecektir. Bununla birlikte M, R, AY, GP ve GY kriter ağırlıklarındaki herhangi bir azalış veya GP kriterinin ağırlığındaki bir artış mevcut sıralamayı değiştirmemektedir.

Tablo 12. Duyarlılık analizi sonuçları

Kriterler	Mevcut Ağırlık	Alt Limit	Üst Limit	Mutlak Fark		Oransal Fark	
				Alt Limitten	Üst Limitten	Alt Limitten	Üst Limitten
M	0,097	0*	0,334	-	0,237	-	2,443
NY	0,216	0,021	0,635	0,195	0,419	0,903	1,94
R	0,205	0*	0,274	-	0,069	-	0,337
E	0,176	0,083	0,383	0,093	0,207	0,528	1,176
AY	0,168	0*	0,581	-	0,413	-	2,458
GP	0,051	0*	1*	-	-	-	-
GY	0,088	0*	0,287	-	0,199	-	2,261

• Ağırlığın 0'a ve 1'e eşit alınması sıralamayı değiştirmez

4. Sonuç ve Öneriler

ÇKKV problemleri doğaları karmaşık ve zor bir süreçten oluşmaktadır [23]. Kurulacak potansiyel bir hastane yerinin seçimi de değerlendirilecek pek çok kriteri bünyesinde barındıran bir ÇKKV problemidir. Bu çalışmada özel bir hastanenin kuruluş yeri seçim sürecinde kullanılmak üzere bulanık

COPRAS yaklaşımı sunulmuştur. Yapılan literatür taramasında yakın geçmişte hastane alanlarının çok kriterli değerlendirilmesiyle ilgili bazı çalışmalar yapıldığı görülse de, bu çalışmalarda genellikle AHP tekniğinin kullanıldığı ve COPRAS tekniğinin hiç tercih edilmediği tespit edilmiştir.

Hastane seçim sürecinde tek bir bakış açısı yeterli olmamakta ve konunun farklı açılardan değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu nedenle değerlendirilme sürecinde 2 akademisyen, işletme direktörü, genel koordinatör ve şehir bölge planlama uzmanından oluşan bir karar verme ekibi oluşturulmuştur. Karar vericiler belirlenen yedi kriteri değerlendirmiştir. Değerlendirme sürecinin sonucuna göre hastane yeri seçimini etkileyen en önemli kriter, bölgenin nüfus yoğunluğudur. Kriterler önem derecelerine göre nüfus yoğunluğu, rekabet, erişilebilirlik, altyapı yeterliliği, maliyet, gürültü kaynaklarına yakınlık ve genişleme potansiyeli olarak sıralanmaktadır.

Yapılan duyarlılık analizinde kriterlerin ağırlıklarındaki değişikliklerin alternatif sıralamasını nasıl değiştirdiği gözlemlenmiştir. Buna göre alt limit açısından en kritik kriterin erişilebilirlik, üst limit açısından en kritik kriterin ise rekabet olduğu görülmüştür. Erişilebilirlik kriterinin ağırlığındaki 0,093 birimlik (%52,8) bir azalma alternatiflerin başarı sırasını değiştirmektedir. Bununla birlikte kriterinin ağırlığındaki 0,069 birimlik (%33,7) artış aday sıralamasının değişmesine neden olacaktır.

Yapılan çalışmada karar vericiler bölge alternatiflerini belirlenen kriterleri temel alarak değerlendirmiştir. Buna göre alternatifler A_4 , A_5 , A_1 , A_3 ve A_2 biçiminde sıralanmaktadır. Önerilen yaklaşım basit hesaplama süreci, kavramların anlaşılabilirliği, belirsizliklerle başa çıkma yeteneği ve verimliliğiyle ön plana çıkmıştır. Çalışmada geliştirilen model planlamacılar ve sağlık yöneticileri tarafından kuruluş yeri projesine girmeden önce bir prototip olarak kullanılabilir.

İleride yapılacak çalışmalarda önerilen yaklaşım eğitim hastaneleri, özel dal hastaneleri ve şehir hastaneleri gibi farklı hizmet türlerindeki hastaneler için uygulanabilir. Bu tür hastanelerin değerlendirilmesi için farklı faktörlerle önerilen model genişletilmelidir. Ayrıca sonuçlar özel ve kamu hastanelerinin seçim sürecine dair karşılaştırmalı bir analiz ile değerlendirilebilir. Bununla birlikte sağlık tesisi yeri tespit edildikten sonra departmanlarının yerleşiminin ele alınması literatüre katkı sağlayabilecek bir araştırma konusudur.

Çıkar Çatışması Beyanı

Mevcut çalışmada herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Araştırma ve Yayın Etiği Beyanı

Yapılan çalışmada araştırma ve yayın etiğine uyulmuştur.

Kaynaklar

- [1] Şahin T., Ocak S., Top M. 2019. Analytic hierarchy process for hospital site selection. Health Policy and Technology, 8 (1): 42-50.
- [2] Şen, H. 2017. Hospital location selection with ARAS-G. The Eurasia Proceedings of Science Technology Engineering and Mathematics, (1): 359-365.
- [3] Zolfani H. S., Yazdani M., Torkayesh A. E., Derakhti A. 2020. Application of a gray-based decision support framework for location selection of a temporary hospital during COVID-19 pandemic. Symmetry, 12 (6): 886.
- [4] Kahraman C., Gundogdu F. K., Onar S. C., Oztaysi B. 2019. Hospital Location Selection Using Spherical Fuzzy TOPSIS. In 11th Conference of the European Society for Fuzzy Logic and Technology EUSFLAT 2019, 77-82.
- [5] Şen H., Demiral, M. F. 2016. Hospital location selection with grey system theory. European Journal of Economics and Business Studies, 2(2): 66-79.
- [6] Chatterjee D., Mukherjee B. 2013. Potential hospital location selection using AHP: A study in rural India. International Journal of Computer Applications, 71 (17): 1-7.
- [7] İnce Ö., Bedir N., Eren, T. 2016. Hastane kuruluş yeri seçimi probleminin analitik hiyerarşi süreci ile modellenmesi: Tuzla ilçesi uygulaması. Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi, 1 (3): 08-21.

- [8] Khaksefidi M., Miri M. 2016. Hospital location in the southern Fars province by using multi criteria decision making techniques. *European Online Journal of Natural and Social Sciences: Proceedings*, 4 (3): 638-645.
- [9] Organ A., Tekin B. 2017. Şehir hastanesi kuruluş yeri seçimi için gri ilişkisel analiz yaklaşımı: Denizli ili örneği. *Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 4 (3): 256-278.
- [10] Çelikbilek Y. 2018. Group decision making for hospital location selection using VIKOR under fuzzy environment. *Istanbul Gelisim University Journal of Health Sciences*, 5: 435-450.
- [11] Adalı E. A., Tuş A. 2019. Hospital site selection with distance-based multi-criteria decision-making methods. *International Journal of Healthcare Management*, 1-11.
- [12] Miç P., Antmen Z. F. 2019. A healthcare facility location selection problem with fuzzy TOPSIS method for a regional hospital. *European Journal of Science and Technology*, 16: 750-757.
- [13] Aydın N., Seker S. 2021. Determining the location of isolation hospitals for COVID-19 via Delphi-based MCDM method. *International Journal of Intelligent Systems*, 1: 1-24.
- [14] Zavadskas E. K., Kaklauskas A. 1996. Determination of an efficient contractor by using the new method of multicriteria assessment. In *International Symposium for The Organization and Management of Construction, Shap Theory and Pract*, 2: 94–104.
- [15] Hatefi S. M. 2018. Strategic planning of urban transportation system based on sustainable development dimensions using an integrated SWOT and fuzzy COPRAS approach. *Global Journal of Environmental Science and Management*, 4 (1): 99-112.
- [16] Nguyen H. T., Dawal S. Z. M., Nukman Y., Aoyama H., Case K. 2015. An integrated approach of fuzzy linguistic preference based AHP and fuzzy COPRAS for machine tool evaluation. *PloS one*, 10 (9): 1-24.
- [17] Yazdani M., Alidoosti A., Zavadskas E. K. 2011. Risk analysis of critical infrastructures using fuzzy COPRAS. *Economic Research-Ekonomska Istraživanja*, 24 (4): 27-40.
- [18] Khorasani S. T. 2018. Green supplier evaluation by using the integrated fuzzy AHP model and fuzzy COPRAS. *Process Integration and Optimization for Sustainability*, 2 (1): 17-25.
- [19] Chen Y., Yu J., Khan S. 2010. Spatial sensitivity analysis of multi-criteria weights in GIS-based land suitability evaluation. *Environmental Modelling & Software*, 25 (12): 1582-1591.
- [20] Saltelli A., Chan K., Scott M., 2000. *Sensitivity Analysis, Probability and Statistics Series*. John Wiley & Sons, New York.
- [21] Zoras S., Triantafyllou A. G., Hurley P. J. 2007. Grid sensitivity analysis for the calibration of a prognostic meteorological model in complex terrain by a screening experiment. *Environmental Modelling & Software*, 22 (1): 33-39.
- [22] Arıkan M., Gökbek B. 2014. Çok ölçütlü karar verme yaklaşımlarına dayalı tedarikçi seçimi: Elektronik sektöründe bir uygulama. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fen Bilimleri Dergisi*, 30 (5): 346-354.
- [23] Baki R. 2021. An integrated, multi-criteria approach based on environmental, economic, social, and competency criteria for supplier selection. *RAIRO: Recherche Opérationnelle*, 55: 1487-1500.