ISBN: 978-625-6879-57-7 DOI: 10.5281/zenodo.11093823

MENTAL HEALTH AND NEUROLOGY HOSPITAL LOCATION SELECTION USING THE ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS (AHP) METHOD

Ayşe GÜVENİR KILIÇ[1*], Mürsel ERDAL[2]

[*1] Republic of Türkiye Ministry of Health, Ankara Provincial Health Directorate, Ankara, Türkiye

[2]Gazi University, Technology Faculty, Department of Civil Engineering, Ankara, Türkiye.

ORCID Code: *[1]0000-0001-6260-9266, [2]0000-0002-9338-6162

ABSTRACT

The primary aim of healthcare services is to preserve public health and ensure the effective and efficient delivery of necessary treatment services. Planned healthcare facility investments aimed at achieving this objective are high-cost and long-term investments closely related to public health. The selection of the location for such vital investments holds significant importance in fulfilling this purpose. The rectification of adverse situations that may arise due to errors in healthcare facility location selection is often not possible. In our country, there are a total of 8 Mental Health and Neurology Hospitals, with approximately 3636 beds in service. However, due to the recent significant increase in the number of patients, it is known that the bed capacity is inadequate, and the demand for such a hospital is increasing. Considering the absence of a Mental Health and Neurology Hospital in the Central Anatolia Region, studies have been conducted foreseeing the construction of such a hospital in this region in the future. In this study, an attempt has been made to select a location for a Mental Health and Neurology Hospital, focusing on Ankara province in the Central Anatolia Region. To this end, six alternative districts within Ankara province where the hospital could be constructed were identified, along with the main and sub-criteria that could affect the selection of the hospital location. These criteria were determined as investment cost, building location, building specifications, safety and security, demographic structure, and environmental factors. Both the identification and weighting of the criteria were conducted based on expert opinions. In this context, a survey was conducted on a total of 21 expert personnel working in the Ministry of Health and involved in investment processes, and based on the survey results, the Analytic Hierarchy Process (AHP) method was used to attempt to select the most suitable hospital location. As a result, the Çankaya district was identified as the most suitable location for the

construction of the Mental Health and Neurology Hospital, followed by Yenimahalle, Keçiören, Kızılcahamam, Elmadağ, and Polatlı districts, respectively.

Keywords: Multi-criteria decision-making methods, Hospital location selection, AHP method

ÖZET

Sağlık hizmetlerinin asıl amacı, toplum sağlığının korunması ve gerekli tedavi hizmetinin etkin ve verimli olarak alınabilmesini sağlamaktır. Bu amacı gerçekleştirmek için planlanan sağlık tesisi yatırımları, toplum sağlığını yakından ilgilendiren yüksek maliyetli ve uzun dönemli yatırımlardır. Böylesi hayati bir yatırımın amacına ulaşılabilmesi için sağlık tesisinin yer seçimi çok büyük bir öneme sahiptir. Sağlık tesisi yer seçiminde yapılabilecek hatalar sebebiyle ortaya çıkabilecek olumsuz durumların telafisi de çok mümkün değildir. Ülkemizde yaklaşık olarak 3636 adet yatak kapasitesine sahip 8 adet Ruh ve Sinir Hastalıkları Hastanesi hizmet vermektedir. Ancak, son dönemde hasta sayısının çok artması sebebiyle yatak kapasitesinin yetersiz olduğu bilinmekte ve böyle bir hastaneye duyulan ihtiyaç artmaktadır. İç Anadolu Bölgesi'nde Ruh ve Sinir Hastalıkları Hastanesi bulunmaması sebebiyle ilerleyen dönemde bu bölgeye bir Ruh ve Sinir Hastalıkları Hastanesi yapılabileceği öngörülerek çalışmalar yürütülmüştür. Bu çalışmada, İç Anadolu Bölgesi'nde yer alan Ankara ili özelinde Ruh ve Sinir Hastalıkları Hastanesi için yer seçimi yapılmaya çalışılmıştır. Bunun için öncelikle Ankara ilinde hastanenin yapılabileceği 6 adet alternatif ilçe ile hastane yer seçimini etkileyebilecek ana ve alt kriterler belirlenmiştir. Bu kriterler; yatırım maliyeti, binanın konumu, bina özellikleri, emniyet ve güvenlik, demografik yapı ve çevresel faktörler olarak öngörülmüştür. Hem kriterlerin belirlenmesi hem de ağırlıklandırılması uzman görüşleri doğrultusunda yapılmıştır. Bu bağlamda Sağlık Bakanlığı'nda görevli ve yatırım süreci ile ilişkili faaliyet yürüten toplam 21 adet uzman personele anket uygulanmış ve anket sonuçlarına göre Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) yöntemi kullanılarak en uygun hastane yeri seçilmeye çalışılmıştır. Sonuç olarak Çankaya ilçesi Ruh ve Sinir Hastalıkları Hastanesi yapılması için en uygun yer olarak belirlenmiş ve bunu sırasıyla Yenimahalle, Keçiören, Kızılcahamam, Elmadağ ve Polatlı ilçelerinin takip ettiği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Çok kriterli karar verme yöntemleri, Hastane yer seçimi, AHP yöntemi

ISBN: 978-625-6879-57-7 DOI: 10.5281/zenodo.11093823

GİRİŞ

Dünya genelinde sürekli artan nüfus, toplumun yeni hastanelere olan talebini artırmaktadır (Vahidnia vd., 2009). Artan hastane sayısı ise sağlık işletmeleri arasındaki rekabeti daha da yoğun hale getirmektedir (İnce vd., 2016). Dolayısıyla sağlık hizmetleri sektörünün bu rekabetçi atmosferinde varlıklarını sürdürülebilir kılmayı isteyen hastanelerin doğru, mantıklı ve isabetli kararlar almaları artık bir zorunluluk haline gelmiştir. Bir hastaneye fiziksel erişimin kolay olup olmadığı da rekabet başarısı için oldukça önemli bir husustur. Tam da bu noktada, hastaneler için en uygun kuruluş yeri seçiminin kritik ve stratejik bir role sahip olduğu söylenebilir (Soltani & Marandi, 2011). Yer seçimi kararı ekonomik, ekolojik ve çevresel etkileri olan önemli bir planlama sürecidir (Behzadi & Alesheikh, 2013). Bu süreç hastaneler için daha da bir önem arz etmektedir. Çünkü bir hastane için kuruluş yerine karar vermek, şehir planlamacılarının karşılaştığı en büyük sorunlardan birisidir. Sorun, özellikle kentleşme eğiliminin her geçen gün daha da arttığı gelişmekte olan ülkelerde daha ciddi boyutlardadır (Kumar vd., 2016). Bu nitelikteki ülkelerde sağlık altyapısının en hayati unsurlarından birisi hastanelerdir. Dolayısıyla uygun bir hastane konumu; vatandaşların sağlık hizmetlerine erişimini kolaylaştırır, tıbbi ihtiyaçlarını karşılar ve yaşam kalitelerini yükseltir (Nsaif vd., 2020). Ayrıca bir hastanenin coğrafi konumu ile finansal performansı arasında da ilişki olduğu bilinmektedir (Younis vd., 2006). Bu bağlamda bir hastane için kuruluş yerinin seçim kararı, maliyet ve faydaları beraberinde getirebilecek çok boyutlu bir konudur (Moradian vd., 2017). Yatırım maliyetinin yüksek olduğu alanlardan birisi olan sağlık sektöründe, hastaneler için uygun olmayan bir kuruluş yerinin seçimi finansal kaynakların verimsiz şekilde kullanılmasına yol açacaktır. Dolayısıyla bu türden kararların uzlaşı temelli bilimsel yöntemler ile alınması daha sağlıklı ve mantıklı olacaktır. Literatür incelendiğinde hastaneler için en uygun lokasyonun seçiminde, çok kriterli karar verme yöntemlerinin yardımına sıklıkla başvurulduğu görülmektedir.

Aydın vd,(2009) çalışmalarında, Ankara'da 6 ana kriter, 18 alt kriter ve 5 alternatif lokasyon arasından en uygun hastane yeri seçimi yapılabilmesi için Analitik Hiyerarşi Proses yönteminden faydalanılmışlardır. Bu çalışmada kullanılan ana kriterler; çevresel faktörler, bina özellikleri, rekabet unsurları, yatırım maliyeti, bina konumu, demografik yapıdır.

Vahidnia vd., (2009), İran'da yapılacak bir hastane için kuruluş yeri seçiminde 4 farklı ana kriter ve 5 farklı lokasyon alternatifi kullanılmıştır. Bu kriterler: arteriyel rotalara uzaklık, seyahat süresi, arazi maliyeti ve nüfus yoğunluğudur. Hastanenin en optimal alternatife kurulabilmesi içinse çok kriterli karar verme yöntemlerinden Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci'ne ek olarak Coğrafi Bilgi Sistemleri'nden de faydalanılmıştır.

Şenvar vd., (2016) çalışmalarında İstanbul'da 7 ana kriter, 24 alt kriter ve 4 alternatif yer kullanılarak alternatifler arasından en uygun hastane yeri seçimi yapılabilmesi için Bulanık TOPSIS tekniğinden faydalanılmıştır. Bu çalışmada kullanılan ana kriterler; maliyet, demografik yapı, rekabet şartları, işletme, erişilebilirlik, çalışanlar ve bina özellikleridir.

Zhou & Wu (2012) çalışmasında, Çin'de yapılacak bir hastanenin en optimal yerinin seçimi için gerçekleştirilen bir çalışmada, en önemli ana kriterin mevcut hastanelere uzaklık olduğu ortaya konulmuştur. Diğer ana kriterler ise; yerleşim alanlarına, ana yollara, caddelere, alt caddelere, metroya, nehre ve kamusal tuvaletlere olan mesafe olduğu belirtilmiştir. En uygun hastane yerinin seçiminde kullanılan tekniklerin ise Analitik Hiyerarşi Süreci, En Yüksekten En Düşüğe Sıralama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri olduğu belirlenmiştir.

Nsaif vd., (2020) tarafından Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama Teknikleri kullanılarak hastane yer seçimi yapılan bir çalışmada şu ana kriterler ele alınmıştır: Diğer hastane ve tıp merkezlerine olan mesafe, ana yollara yakınlık, nehirlere uzaklık, nüfus yoğunluğu ve arsanın eğim düzeyidir.

Kumar vd., (2016) tarafından Hindistan'da yapılacak bir hastane için beş farklı alternatif arasından en optimal olan hastane kuruluş yerinin ELECTRE tekniği ile belirlendiği bir çalışmada şu ana kriterler dikkate alınmıştır: Maliyet, yakınlık, nüfusun karakteristikleri, insan kaynağının varlığı, erişilebilirlik ve çevredir.

Ahmed vd., (2016) tarafından yapılan bir çalışmada, Mısır'da yapılacak bir hastane için kuruluş yeri seçiminde üç farklı ana kriter ve üç farklı lokasyon alternatifi kullanılmıştır. Bu ana kriterler: çevresel faktörler, kentsel faktörler ve ekonomik faktörlerdir. En önemli ilk iki alt kriter ise: erişilebilirlik ve coğrafi engellerdir. En uygun hastane yerinin seçilmesinde Analitik Hiyerarşi Süreci'ne ek olarak Coğrafi Bilgi Sistemleri tercih edilmiştir.

Sağlık Bakanlığı tarafından yayınlanan Kamu Hastaneleri İstatistik Raporu'na (2017) göre ülkemizde yaklaşık 3636 adet yatak kapasitesine sahip 8 adet Ruh ve Sinir Hastalıkları Hastanesi bulunmaktadır. Ancak, ülkemizin başkenti ve en fazla ikinci nüfusa sahip olan Ankara'da Ruh ve Sinir Hastalıkları hastanesi bulunmamaktadır. Bu çalışmada, Ankara ilinde Ruh ve Sinir Hastalıkları Hastanesi için en uygun yer seçiminin yapılması amaçlanmıştır. Hastane için belirlenen kriterlerin ağırlıklarının belirlenebilmesi ve alternatif yerlerin sıralanması için çok kriterli karar verme yöntemlerinden niteliksel ve niceliksel faktörleri birlikte değerlendirebilen Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) yöntemi kullanılmıştır.

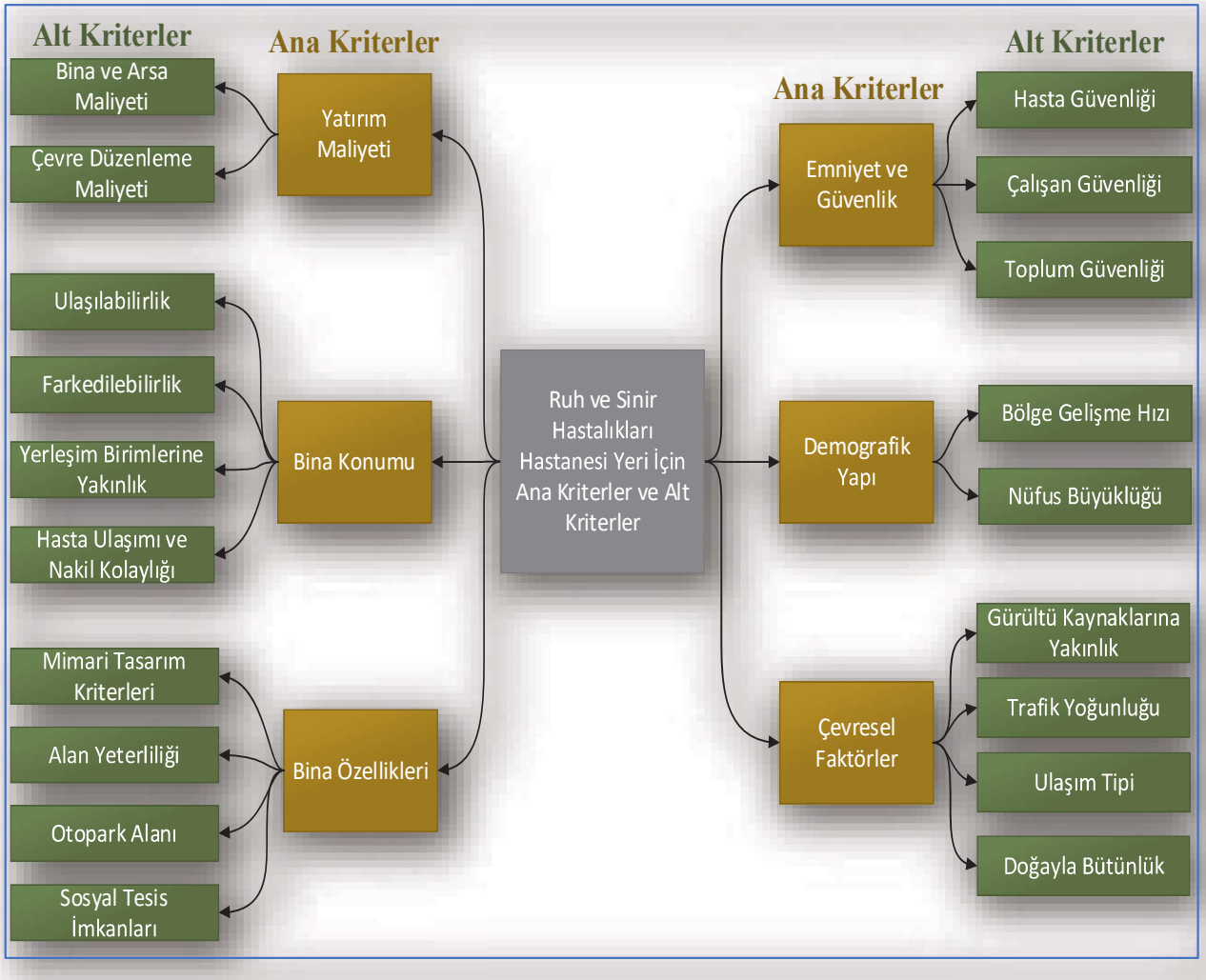
ISBN: 978-625-6879-57-7 DOI: 10.5281/zenodo.11093823

HASTANE YER SEÇİMİ İÇİN BELİRLENEN KRİTERLER VE ALTERNATİF LOKASYONLAR

Ruh ve Sinir Hastalıkları Hastanesi yer seçimi için Sağlık Bakanlığı'nda görevli ve yatırım süreci ile ilişkili faaliyet yürüten toplam 21 adet uzman personelin görüşüne başvurulmuştur. Bu bağlamda hastane yer seçimi için önem arz eden kriterler ve alternatif yerler belirlenerek, uzman üyelerle anket çalışması yapılmıştır. İlk ankette uzmanların ana kriterler ile alt kriterleri Saaty Önem Skalası ile ikili karşılaştırma yapılması istenmiş ve kriterlerin ağırlıkları belirlenmiştir. İkinci ankette ise uzman personellerin alternatif lokasyonları kriterlere göre değerlendirmesi istenmiştir.

Ruh ve Sinir Hastalıkları Hastanesi yer seçimi için uzman personellerle belirlenen 6 ana kriter ve 19 alt kriter Şekil 1'de verilmiştir.

Ruh ve Sinir Hastalıkları Hastanesi için alternatif lokasyonlar olarak Ankara ilinde Çankaya, Yenimahalle, Keçiören, Kızılcahamam, Elmadağ ve Polatlı ilçeleri belirlenmiştir. Çankaya, Yenimahalle, Keçiören alternatifleri Ankara ilçe nüfus sıralamasında en yüksek nüfusa sahip şehir merkezinde bulunan ilçeler olarak seçilmiştir. Ruh ve Sinir Hastalıkları Hastaneleri bölgesel olarak hizmet verdiğinden diğer 3 alternatif için de İstanbul yolunda Kızılcahamam, Samsun yolunda Elmadağ ve Eskişehir yolunda da Polatlı ilçeleri uygun görülmüştür.



Şekil 1. Ruh ve Sinir Hastalıkları Hastanesi Yer Seçimi için Ana Kriterler ve Alt Kriterler

ANALİTİK HİYERARŞİ PROSESİ (AHP) YÖNTEMİ

Sezgisel kararlara ve yorumlara dayalı değerlendirmelerden sayısal sonuçlar elde etmede kullanılan AHP, 1977 yılında Thomas L. Saaty tarafından geliştirilen çok ölçütlü karar verme tekniklerinden biridir. Karmaşık bir karar problemini ikili karşılaştırmalara indirgeyen ve buradan sonuca ulaşmaya çalışan AHP yönteminin uygulama aşamaları şu şekildedir:

Adım 1: Kriter, alt kriter ve alternatiflerin belirlenmesi:

Literatür taraması ve uzman görüşleri neticesinde alternatiflerin değerlendirilmesinde kullanılacak kriterler ve alternatif lokasyonlar belirlenir.

Adım 2: Kriterlerin ikili karşılaştırma karar matrisinin oluşturulması (A matrisi):

ISBN: 978-625-6879-57-7 DOI: 10.5281/zenodo.11093823

İkili karşılaştırma karar matrislerinin oluşturulması AHP'nin en önemli aşamasıdır. Karşılaştırma matrisi Saaty vd., (2008) tarafından önerilen ve Tablo 1'de yer alan karşılaştırma ölçeği doğrultusunda oluşturulur. Uzman görüşleri alınarak Saaty Önem Skalası kullanılarak her bir kriterin kendi aralarında ikili olarak karşılaştırması yapılır ve ağırlıkları belirlenir. Uzman görüşleri neticesinde yapılan değerlendirmelerin geometrik ortalaması alınarak Eş. 1'de gösterilen ikili karşılaştırma (A) matrisi oluşturulur.

Tablo 1. Saaty Önem Skalası

Önem Değeri	**Tanım**
1	Eşit Derecede Önemli
3	Orta Derecede Önemli
5	Kuvvetli Derecede nemli
7	Çok Kuvvetli Derecede Önemli
9	Mutlak Derecede Önemli
2,4,6,8	Ara Değerler

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{n1} \\ a_{21} & a_{21} & \ldots & a_{2n} \\ \vdots & \ldots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \cdots & a_{nn} \end{bmatrix} \quad (1)$$

Adım 3: Kriterlerin normalizasyon matrisinin oluşturulması (A′ matrisi)

Eşitlik 2 kullanılarak ikili karşılaştırma karar matrisi olan A matrisin her bir değerinin, bulunduğu sütun toplamına bölünmesi ile Eş. 3'te verilen normalleştirilmiş A′ matrisi elde edilir.

$$a'_{ij} = \frac{\mathrm{a}}{\sum_{i=1}^{n} a_{ij}} \quad (2)$$

$$\mathrm{A}' = \begin{bmatrix} a_{11}{}' & a_{12}{}' & \cdots & a_{1n}{}' \\ a_{21}{}' & a_{21}{}' & \ldots & a_{2n}{}' \\ \vdots & \ldots & \ddots & \vdots \\ a_{n1}{}' & a_{n2}{}' & \cdots & a_{nn}{}' \end{bmatrix} \quad (3)$$

Adım 4: Özvektörün hesaplanması

Eş. 4'te gösterilen formül kullanılarak normalize edilmiş A′ matrisinin her bir satır değeri toplamının kriter sayısına (n) bölünmesi ile her bir kriterin özvektörü (w sütun matrisi) hesaplanır ve ağırlıklar toplamı 1'dir. Özvektör (Eş. 5), ilgili matristeki her bir kriter ya da alternatifin diğer kriter ya da alternatiflere göre önem derecesini ifade eder.

$$w_{ij} = \frac{\sum_{\mathrm{i=1}}^{\mathrm{n}} a_{ij}'}{\mathrm{n}} \sum_{i=1}^{n} w_{\mathrm{i}}=1 \quad (4)$$

$$\mathrm{w} = \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_n \end{bmatrix} \quad (5)$$

Adım 5: Karşılaştırma matrislerinin tutarlılık analizlerinin yapılması

Özvektör hesaplanarak kriterlere ait göreceli önem dereceleri belirlendikten sonra yapılması gereken, karşılaştırma matrisinin tutarlılığının (CR) hesaplanmasıdır (Hafeez vd., 2007). Yapılan ikili karşılaştırmada karar vericiden kaynaklı bir tutarsızlık olup olmadığının kontrol edilmesi için Tutarlılık Oranı (CR) hesaplanır. CR'nin hesaplanması için aşağıda verilen adımlar izlenir.

Öncelikle ikili karşılaştırmalara ait A matrisi ile özvektör matrisi w çarpılarak w′ öz değer matrisi oluşturulur (Eş. 6). w′ öz değer matrisinin aritmetik ortalaması ise en büyük öz değer olan λ_{max} değerini verir.

$$w' = Axw = \begin{bmatrix} w_1{}' \\ w_2{}' \\ \vdots \\ w_n{}' \end{bmatrix} \quad (6)$$

ISBN: 978-625-6879-57-7 DOI: 10.5281/zenodo.11093823

$$\lambda_{max} = \frac{1}{n}\left(\frac{w_1'}{w_1} + \frac{w_2'}{w_2} + \cdots + \frac{w_n'}{w_n}\right) \quad (7)$$

Tutarlılık göstergesinin (CI) ve tutarlılık oranının (CR) hesaplanması için Eş. 8 ve 9'da yer alan formüller kullanılmaktadır.

Tutarlılık oranı hesaplamasında kullanılan sabit sayılardan meydana gelen ve n değerine göre belirlenen Rassallık Endeksi (RI) değerleri Tablo 2'de verilmiştir.

$$Cl = \frac{(\lambda max - n)}{n-1} \quad (8)$$

$$\boldsymbol{CR} = \frac{Cl}{RI} \quad (9)$$

Tablo 2. Rassallık göstergeleri

n	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
RI	**0**	**0**	**0,58**	**0,90**	**1,12**	**1,24**	**1,32**

Tutarlılık oranı (CR) değerinin 0.10'dan küçük olması, karar vericinin yaptığı karşılaştırmaların tutarlı olduğunu gösterir. CR değerinin 0.10'dan büyük olması ya AHP'deki bir hesaplama hatasını ya da karar verici uzman üyelerinin karşılaştırmalarındaki tutarsızlığını gösterir. Tutarsızlık olması durumunda ise karar verici uzman üyeler, yapılan karşılaştırmaları tekrar gözden geçirmelidir.

Adım 6: Alternatiflerin öncelik vektörü

Bu aşamada kriterlerin kendi aralarında kıyaslanması sürecinde yapılan işlemler tekrarlanır ve her kritere göre alternatiflerin öncelik vektörü belirlenir.

Adım 7: Alternatiflerin sıralaması

Karara esas alternatiflerin nihai sıralamasını elde edebilmek için tüm kriter ve alt kriterlerin öncelik değerleri belirlendikten sonra kriter önceliği değeri ile alt kriter önceliği değeri çarpılır ve kriterlerin genel ağırlıkları belirlenir. Her bir kriterin genel ağırlığı ile alternatiflerin ilgili alt kriterine göre tercih önceliği değeri çarpılır. Her alternatifin ağırlıklı değerleri toplanarak o alternatifin sıralama değeri bulunur. Son olarak elde edilen değerler en büyükten en küçüğe göre sıralandığında alternatiflerin tercih önceliği sırası tespit edilmiş olur (Özbek, 2017).

UYGULAMA

Çok kriterli karar verme yöntemlerinden olan AHP ile Ruh ve Sinir Hastalıkları Hastanesi yeri seçimini etkileyen ana kriterlerin, alt kriterlerin ve alternatiflerin ağırlıkları hesaplanarak; en uygun yer sıralaması yapılmıştır. İkili karşılaştırma karar matrislerinin oluşturulması AHP'nin en önemli aşamasıdır.

Saaty Önem Skalası kullanılarak her bir kriterin uzman görüşleri neticesinde kendi aralarında ikili olarak karşılaştırması yapılmış ve ağırlıklar belirlenmiştir. Uzman görüşleri neticesinde yapılan değerlendirmelerin geometrik ortalaması alınarak Eşitlik 1'de gösterilen ikili karşılaştırma (A Matrisi) matrisi oluşturulmuştur. Ruh ve Sinir Hastalıkları Hastanesi için önem arz eden ana kriter ve alt kriterlerin ağırlıklandırılması ve alternatiflerin sıralanması için izlenecek adımlar şu şekildedir:

Ana Kriterlerin Ağırlıklandırılması

Adım 1: Kriter, Alt Kriter ve Alternatiflerin Belirlenmesi

Ruh ve Sinir Hastalıkları Hastanesi yer seçimine karar verebilmek için "Yatırım Maliyeti, Bina Konumu, Bina Özellikleri, Emniyet ve Güvenlik, Demografik Yapı ve Çevresel Faktörler" olmak üzere Şekil 1'de gösterilen 6 ana kriter ile 19 alt kriter ve Çankaya, Yenimahalle, Keçiören, Kızılcahamam, Elmadağ ve Polatlı olmak üzere toplam 6 alternatif yer belirlenmiştir.

Kriterlerin belirlenmesi ve her bir kriterin Saaty Önem Skalası kullanılarak ikili karşılaştırmalarının yapılabilmesi için Sağlık Bakanlığı'nda görevli ve yatırım süreci ile ilişkili faaliyet yürüten toplam 21 adet uzman personelin görüşüne başvurulmuştur.

Uygulamada kullanılacak alternatif yerler ve kısaltmaları Tablo 3'te, ana ve alt kriterler ile kısaltmaları ise Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 3. Uygulamada kullanılacak alternatif yerler ve kısaltmaları

Alternatif Yerler	Kısaltmalar
Çankaya	ALT-1
Yenimahalle	ALT-2
Keçiören	ALT-3
Kızılcahamam	ALT-4
Elmadağ	ALT-5
Polatlı	ALT-6

ISBN: 978-625-6879-57-7 DOI: 10.5281/zenodo.11093823

Tablo 4. Uygulamada kullanılacak ana ve alt kriterler ile kısaltmaları

Ana Kriterler	Alt Kriterler	Kısaltmalar
1. Yatırım maliyeti (YM)	Bina ve arsa maliyeti	K1
	Çevre düzenleme maliyeti	K2
2. Bina konumu (BK)	Ulaşılabilirlik	K3
	Fark edilebilirlik	K4
	Yerleşim birimlerine yakınlık	K5
	Hasta ulaşımı ve nakil kolaylığı	K6
3. Bina özellikleri (BÖ)	Mimari tasarım kriterleri	K7
	Alan yeterliliği	K8
	Otopark alanı	K9
	Sosyal tesis imkânları	K10
4. Emniyet ve güvenlik (EG)	Hasta güvenliği	K11
	Çalışan güvenliği	K12
	Toplum güvenliği	K13
5. Demografik yapı (DY)	Bölge gelişme hızı	K14
	Nüfus büyüklüğü	K15
6. Çevresel faktörler (ÇF)	Gürültü kaynaklarına yakınlık	K16
	Trafik yoğunluğu	K17
	Ulaşım tipi	K18
	Doğayla bütünlük	K19

Adım 2: Kriterlerin İkili Karşılaştırma Karar Matrisinin Oluşturulması

Ruh ve Sinir Hastalıkları Hastanesi yer seçimi için etkili olan ana kriterler ve alt kriterlerin ikili karşılaştırmalarının yapılabilmesi için Sağlık Bakanlığı'nda görevli ve yatırım süreci ile ilişkili faaliyet yürüten toplam 21 adet uzman personelin görüşlerine başvurulmuş ve kriter karşılaştırmaları değerlendirirken Saaty Önem Skalası kullanılmıştır.

Tam vd., (2001) karşılaştırma matrislerinin tutarlı olabilmesi için uzman görüşlerinin geometrik ortalamasının alınmasını önerdiğinden, yapılan anket sonuçlarının geometrik ortalaması alınarak Eş. 1'de gösterilen ana kriterlerin ikili karşılaştırma matrisi oluşturulmuştur (Tablo 5).

Tablo 5. Ana kriterlerin ikili karşılaştırma matrisi

	YM	BK	BÖ	EG	DY	ÇF
YM	1,000	0,532	0,390	0,235	0,733	0,443
BK	1,881	1,000	0,693	0,293	1,379	0,941
BÖ	2,565	1,442	1,000	0,315	2,852	1,402
EG	4,261	3,414	3,177	1,000	4,677	3,308
DY	1,364	0,725	0,351	0,214	1,000	0,560
ÇF	2,255	1,062	0,713	0,302	1,786	1,000

Adım 3: Kriterlerin Normalizasyon Matrisinin Oluşturulması

Kriterlerin ikili karşılaştırma matrisine Eş. 2 uygulanarak normalize matrisi elde edilmiş ve Tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 6. Ana kriterler için normalize matrisi

	YM	BK	BÖ	EG	DY	ÇF
YM	0,075	0,065	0,062	0,100	0,059	0,058
BK	0,141	0,122	0,110	0,124	0,111	0,123
BÖ	0,192	0,176	0,158	0,133	0,230	0,183
EG	0,320	0,418	0,502	0,424	0,376	0,432
DY	0,102	0,086	0,055	0,091	0,080	0,073
ÇF	2,255	0,130	0,113	0,128	0,144	0,131

ISBN: 978-625-6879-57-7 DOI: 10.5281/zenodo.11093823

Adım 4: Özvektörün Hesaplanması

Eş. 4 kullanılarak özvektör ve önem ağırlıkları hesaplanmış ve Tablo 7'de gösterilmiştir.

Tablo 7. Ana kriterler için özvektör, önem ağırlıkları ve sıralama

Kriterler	w (Özvektör)	Önem ağırlığı (%)	Sıralama
Yatırım maliyet	0,07	7,0	6
Bina konumu	0,121	12,1	4
Bina özellikleri	0,179	17,9	2
Emniyet ve güvenlik	0,412	41,2	1
Demografik yapı	0,082	8,20	5
Çevresel faktörler	0,136	13,6	3
	1,000	**100**	

Adım 5: Karşılaştırma Matrislerinin Tutarlılık Analizlerinin Yapılması

Eş. 6 ve 7 kullanılarak hesaplanan w′ (Öz değer) ve λ_{max} Tablo 8'de verilmiştir. w′ öz değer matrisinin aritmetik ortalaması alınarak en büyük öz değer olan λ_{max}=6,520 bulunmuştur.

Tablo 8. Ana Kriterlerin için w′ (Öz Değer)

Kriterler	w′ (Öz değer)
Yatırım maliyet	0,438
Bina konumu	0,659
Bina özellikleri	1,434
Emniyet ve güvenlik	2,554
Demografik yapı	0,461
Çevresel faktörler	0,978

Hesaplanan önem ağırlıklarının tutarlı olup olmadığını belirlemek için Eş. 8 ve 9 kullanılarak tutarlılık oranı hesaplanmış ve CR=0,076 olarak belirlenmiştir. Altı adet ana kriter olduğu için Tablo 3'de verilen Rassallık Göstergelerinden n=1,24 alınmıştır. Sonuç olarak, CR=0,076<0,10 olduğu için belirlenen kriterlerin ağırlıklarının tutarlı olduğu söylenebilir.

Tablo 8'de ana kriterler için elde edilen sonuçlara bakıldığında Ruh ve Sinir Hastalıkları Hastanesi için en önemli ana kriterin Emniyet ve güvenlik (41,2%) olduğu söylenebilir. Emniyet ve güvenlik kriterini sırasıyla "Bina özellikleri (17,9%), Çevresel faktörler (13,6%), Bina konumu (12,1%), Demografik yapı (8,20%) ve Yaklaşık maliyet (7,0%)" kriterleri izlemektedir.

Alt Kriterlerin Ağırlıklandırılması

Uzman 21 üyenin alt kriterler için yaptığı ikili karşılaştırma sonuçlarının öncelikle geometrik ortalamaları alınarak, ana kriterler için yapılan hesaplamaların aynısı 6 adet ana kriterimize ait her bir alt kriter içinde uygulanmış ve aşağıda verilmiştir.

Yatırım maliyeti alt kriterleri için yapılan hesaplamaların sonuçları Tablo 9'da verilmiştir. Yatırım maliyeti alt kriterleri için $\lambda_{max}=2$ olup; CR=0 olarak hesaplanmıştır. CR=0<0,10 olduğu için yatırım maliyet alt kriter ağırlıklarının tutarlı olduğu söylenebilir.

Tablo 9. Yatırım maliyeti alt kriterleri için özvektör, önem ağırlıkları ve sıralama

Yatırım maliyeti alt kriterleri	w (Özvektör)	Önem ağırlığı (%)	Sıralama
Bina ve arsa maliyeti	0,598	59,8	1
Çevre düzenleme maliyeti	0,402	40,2	2
	1,000	**100**	

Bina konumu alt kriterleri için yapılan hesaplamaların sonuçları Tablo 10'da verilmiştir. Yatırım maliyeti alt kriterleri için $\lambda_{max}=4,042$ olup; CR=0,015 olarak hesaplanmıştır. CR=0,015<0,10 olduğu için bina konumu alt kriter ağırlıklarının tutarlı olduğu söylenebilir.

Tablo 10. Bina konumu alt kriterleri için özvektör, önem ağırlıkları ve Sıralama

Bina konumu alt kriterleri	w (Özvektör)	Önem ağırlığı (%)	Sıralama
Ulaşılabilirlik	0,281	28,1	2
Fark edilebilirlik	0,089	8,90	4
Yerleşim birimlerine yakınlık	0,214	21,4	3
Hasta ulaşım ve nakil kolaylığı	0,416	41,6	1
	1,000	**100**	

ISBN: 978-625-6879-57-7 DOI: 10.5281/zenodo.11093823

Bina özellikleri alt kriterleri için yapılan hesaplamaların sonuçları Tablo 11'de verilmiştir. Bina özellikleri alt kriterleri için λ_{max}=4,067 olup; CR=0,025 olarak hesaplanmıştır. CR=0,025<0,10 olduğu için bina özellikleri alt kriter ağırlıklarının tutarlı olduğu söylenebilir.

Tablo 11. Bina özellikleri alt kriterleri için özvektör, önem ağırlıkları ve sıralama

Bina özellikleri alt kriterleri	w (Özvektör)	Önem ağırlığı (%)	Sıralama
Mimari tasarım kriterleri	0,241	24,1	2
Alan yeterliliği	0,342	34,2	1
Otopark alanı	0,180	18,0	4
Sosyal tesis imkanları	0,237	23,7	3
	1,000	**100**	

Emniyet ve güvenlik alt kriterleri için yapılan hesaplamaların sonuçları Tablo 12'de verilmiştir. Emniyet ve güvenlik alt kriterleri için λ_{max}=3,028 olup; CR=0,024 olarak hesaplanmıştır. CR=0,024<0,10 olduğu için emniyet ve güvenlik alt kriter ağırlıklarının tutarlı olduğu söylenebilir.

Tablo 12. Emniyet ve güvenlik alt kriterleri için özvektör, önem ağırlıkları ve sıralama

Emniyet ve güvenlik alt kriterleri	w (Özvektör)	Önem ağırlığı (%)	Sıralama
Hasta güvenliği	0,298	29,8	2
Çalışan güvenliği	0,406	40,6	1
Toplum güvenliği	0,296	29,6	3
	1,000	**100**	

Demografik yapı alt kriterleri için yapılan hesaplamaların sonuçları Tablo 13'te verilmiştir. Demografik yapı alt kriterleri için λ_{max}=2,0 olup; CR=0 olarak hesaplanmıştır. CR=0<0,10 olduğu için demografik yapı alt kriter ağırlıklarının tutarlı olduğu söylenebilir.

Tablo 13. Demografik yapı alt kriterleri için özvektör, önem ağırlıkları ve sıralama

Demografik yapı alt kriterleri	w (Özvektör)	Önem ağırlığı (%)	Sıralama
Bölge gelişme hızı	0,530	53,0	**1**
Nüfus büyüklüğü	0,470	47,0	**2**
	1,000	**100**	

Çevresel faktörler alt kriterleri için yapılan hesaplamaların sonuçları Tablo 14'te verilmiştir. Çevresel faktörler alt kriterleri için λ_{max}=4,025 olup; CR=0,009 olarak hesaplanmıştır. CR=0,009<0,10 olduğu için çevresel faktörler alt kriter ağırlıklarının tutarlı olduğu söylenebilir.

Tablo 14. Çevresel faktörler alt kriterleri için özvektör, önem ağırlıkları ve sıralama

Çevresel faktörler alt kriterleri	w (Özvektör)	Önem ağırlığı (%)	Sıralama
Gürültü kaynaklarına yakınlık	0,108	10,8	**4**
Trafik yoğunluğu	0,201	20,1	**3**
Ulaşım tipi	0,248	24,8	**2**
Doğayla bütünlük	0,444	44,4	**1**
	1,000	**100**	

Tüm alt kriter için CR tutarlılık değerinin 0,10'dan küçük olduğu görülmektedir. Bu sebeple, karar verici uzman üyeler ile yapılan karşılaştırmaların tutarlı olduğu kabul edilebilir.

Sonuç olarak; AHP uygulaması ile ana kriterler ve alt kriterler için belirlenen kriter önem ağırlıkları (w), bağlı olduğu ana kriterin ağırlık değeri ile çarpılarak alt kriterlerin genel ağırlık değerleri bulunmuş ve Tablo 15'te verilmiştir. Tablo 15'e bakıldığında, alt kriterlere ait en büyük ağırlık değerlerinin "Emniyet ve Güvenlik" ana kriterine ait "Hasta Güvenliği, Toplum Güvenliği ve Çalışan Güvenliği" ne ait olduğu görülmektedir.

ISBN: 978-625-6879-57-7 DOI: 10.5281/zenodo.11093823

Tablo 15. Ruh ve Sinir Hastalıkları Hastanesi Yer Seçimini Etkileyen Parametrelerin Hiyerarşik Sıralaması

Ana Kriterler	Ana Kriter Önem Ağırlığı	Alt Kriterler	Alt Kriter Önem Ağırlığı	Genel Ağırlık Değeri
Yatırım maliyeti	0,070	Bina ve arsa maliyeti (K1)	0,598	0,042
		Çevre düzenleme maliyeti (K2)	0,402	0,028
Bina konumu	0,121	Ulaşılabilirlik (K3)	0,281	0,034
		Fark edilebilirlik (K4)	0,089	0,011
		Yerleşim birimlerine yakınlık (K5)	0,214	0,026
		Hasta ulaşımı ve nakil kolaylığı (K6)	0,416	0,051
Bina özellikleri	0,179	Mimari tasarım kriterleri (K7)	0,241	0,043
		Alan yeterliliği (K8)	0,342	0,061
		Otopark alanı (K9)	0,180	0,032
		Sosyal tesis imkânları (K10)	0,237	0,042
Emniyet ve güvenlik	0,412	Hasta güvenliği (K11)	0,298	0,123
		Çalışan güvenliği (K12)	0,406	0,167
		Toplum güvenliği (K13)	0,296	0,122
Demografik yapı	0,082	Bölge gelişme hızı (K14)	0,530	0,043
		Nüfus büyüklüğü (K15)	0,470	0,038
Çevresel faktörler	0,136	Gürültü kaynaklarına yakınlık (K16)	0,108	0,015
		Trafik yoğunluğu (K17)	0,201	0,027
		Ulaşım tipi (K18)	0,248	0,034
		Doğayla bütünlük (K19)	0,444	0,060

Alternatiflerin Sıralanması

AHP uygulama aşamaları alternatif lokasyonlar için de uygulanmış ve Adım 6 ve 7'nin sonuçları Tablo 16 ve 17'de verilmiştir.

Tablo 17'ye göre, Ankara'da Ruh ve Sinir Hastalıkları Hastanesi için en uygun alternatif lokasyonun ***Çankaya (ALT-1)*** ilçesi olduğu sonucuna varılmıştır. İkinci sırada ***Yenimahalle (ALT-2)*** yer almıştır. Diğer alternatifler ise sırasıyla ***Keçiören (ALT-3), Kızılcahamam (ALT-4), Elmadağ (ALT-5)*** ve ***Polatlı (ALT-6)*** ilçeleridir.

Tablo 16. Alternatiflerin öncelik vektörü

Ana Kriterler	Önem Ağırlığı	Alt Kriterler	Önem Ağırlığı	ALT-1	ALT-2	ALT-3	ALT-4	ALT-5	ALT-6
YM	0,070	K1	0,598	0,195	0,173	0,150	0,168	0,157	0,157
		K2	0,402	0,194	0,186	0,169	0,155	0,145	0,151
BK	0,121	K3	0,281	0,206	0,206	0,191	0,133	0,133	0,129
		K4	0,089	0,226	0,226	0,201	0,125	0,118	0,121
		K5	0,214	0,214	0,205	0,199	0,130	0,121	0,131
		K6	0,416	0,208	0,204	0,197	0,132	0,127	0,132
BÖ	0,179	K7	0,241	0,185	0,182	0,169	0,156	0,153	0,154
		K8	0,342	0,157	0,150	0,151	0,183	0,183	0,177
		K9	0,180	0,159	0,153	0,151	0,185	0,183	0,176
		K10	0,237	0,175	0,169	0,144	0,163	0,167	0,164
EG	0,412	K11	0,298	0,169	0,169	0,162	0,166	0,165	0,166
		K12	0,406	0,171	0,170	0,165	0,165	0,164	0,164
		K13	0,296	0,169	0,168	0,164	0,169	0,167	0,163
DY	0,082	K14	0,530	0,210	0,198	0,184	0,139	0,131	0,138
		K15	0,470	0,209	0,198	0,188	0,137	0,132	0,136
ÇF	0,136	K16	0,108	0,160	0,156	0,152	0,182	0,178	0,172
		K17	0,201	0,174	0,167	0,162	0,170	0,165	0,162
		K18	0,248	0,196	0,197	0,184	0,144	0,140	0,140
		K19	0,444	0,156	0,143	0,136	0,203	0,185	0,177

ISBN: 978-625-6879-57-7 DOI: 10.5281/zenodo.11093823

Tablo 17. Alternatiflerin Sıralaması

Ana Kriterler	Alt Kriterler	Ağırlıklı ALT-1	Ağırlıklı ALT-2	Ağırlıklı ALT-3	Ağırlıklı ALT-4	Ağırlıklı ALT-5	Ağırlıklı ALT-6
YM	K1	0,013	0,010	0,007	0,004	0,004	0,004
	K2	0,006	0,009	0,006	0,002	0,002	0,002
BK	K3	0,013	0,009	0,007	0,001	0,002	0,002
	K4	0,004	0,003	0,002	0,001	0,001	0,001
	K5	0,011	0,007	0,004	0,001	0,001	0,002
	K6	0,021	0,014	0,008	0,002	0,002	0,003
BÖ	K7	0,009	0,007	0,008	0,007	0,006	0,006
	K8	0,004	0,004	0,004	0,022	0,013	0,015
	K9	0,007	0,007	0,006	0,007	0,003	0,003
	K10	0,014	0,011	0,008	0,005	0,003	0,002
EG	K11	0,023	0,021	0,023	0,018	0,019	0,019
	K12	0,031	0,030	0,029	0,027	0,026	0,025
	K13	0,022	0,022	0,021	0,020	0,019	0,019
DY	K14	0,020	0,011	0,007	0,002	0,002	0,002
	K15	0,015	0,009	0,007	0,002	0,003	0,002
ÇF	K16	0,002	0,003	0,003	0,002	0,002	0,002
	K17	0,007	0,006	0,004	0,003	0,004	0,003
	K18	0,012	0,009	0,007	0,002	0,002	0,002
	K19	0,011	0,008	0,005	0,029	0,004	0,002
Toplam		**0,244**	**0,199**	**0,166**	**0,157**	**0,118**	**0,116**
Genel Sıralama		**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**

SONUÇLAR

Bu çalışmada, Ankara İlinde Ruh ve Sinir Hastalıkları Hastanesi yer seçimi için uzman görüşleri alınarak çok kriterli karar verme yöntemlerinden AHP yöntemi kullanılarak altı ilçe arasından en uygun lokasyonun belirlemesi yapılmıştır. Yatırım maliyeti, bina konumu, bina özellikleri, emniyet ve güvenlik, demografik yapı ve çevresel faktörler olmak üzere 6 adet ana kriter ve bu kriterlere ait 19 adet alt kriter belirlenmiştir. Yapılan çalışma sonucunda alternatif yerler, önceliklerine göre sıralanmış ve Çankaya ilçesi ilk sırada yer almıştır. Daha sonra sırasıyla Yenimahalle, Keçiören, Kızılcahamam, Elmadağ, Polatlı en iyi alternatif hastane yerleri olarak belirlenmiştir.

Bu çalışma, farklı ya da hibrit çok kriterli karar verme yöntemleri kullanılarak ya da kararı etkileyebilecek farklı kriter ve alternatifler yerler seçilerek genişletilebilir.

KAYNAKÇA

Ahmed AH, Mahmoud H, Aly AMM (2016). Site suitability evaluation for sustainable distribution of hospital using spatial information technologies and AHP: A case study of Upper Egypt, Aswan City. Journal of Geographic Information System, 8(5): 578-584.

Aydın Ö, Öznehir S, Akçalı E (2009). Ankara için optimal hastane yeri seçiminin analitik hiyerarşi süreci ile modellenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 14(2): 69-86.

Behzadi S, Alesheikh AA (2013). Hospital site selection using a BDI agent model. International Journal of Geography and Geology, 2(4): 36-51.

Hafeez K, Malak N, Zhang Y (2007). Outsourcing non-core assets and competences of a firm using Analytic Hierarchy Process. Computers and Operations Research, 34(12): 3592-3608.

İnce Ö, Bedir N, Eren T (2016). Hastane kuruluş yeri seçimi probleminin AHP ile modellenmesi: Tuzla ilçesi uygulaması. Gazi Sağlık Bilimleri Dergisi, 1(3): 8-21.

Kumar P, Singh RK, Sinha P (2016). Optimal site selection for a hospital using a fuzzy extended ELECTRE approach. Journal of Management Analytics, 3(2): 115–135.

Moradian MJ, Ardalan A, Nejati A, Boloorani AD, Akbarisari A, Rastegarfar B (2017). Risk criteria in hospital site selection: a systematic review. PLoS Currents, 9.

Nsaif QA, Khaleel SM, Khateeb AH (2020). Integration of GIS and remote sensing technique for hospital site selection in Baquba District. Journal of Engineering Science and Technology, 15(3): 1492-1505.

Özbek A (2017). Çok kriterli karar verme yöntemleri ve excel ile problem çözümü. Ankara: Seçkin Yayınevi

Saaty TL (2008). Decision making with the analytic hierarchy process. Int. J. Services Sci., 1(1): 83-86.

Soltani A, Marandi EZ (2011). Hospital site selection using two-stage fuzzy multi-criteria decision making process. Journal of Urban and Environmental Engineering, 5(1): 32-43.

ISBN: 978-625-6879-57-7 DOI: 10.5281/zenodo.11093823

Şenvar O, Otay I, Bolturk E (2016). Hospital site selection via hesitant fuzzy TOPSIS. IFAC-Papers On Line, 49(12): 1140-1145.

Tam MC, Tummala VR (2001). An application of the AHP in vendor selection of a telecommunications system. Omega, 29(2): 171-182.

T.C. Sağlık Bakanlığı Kamu Hastaneleri Genel Müdürlüğü (2018). Kamu Hastaneleri İstatistik Raporu 2017. Ankara: Sağlık Bakanlığı. 248pp

Vahidnia MH, Alesheikh AA, Alimohammadi A (2009). Hospital site selection using fuzzy AHP and its derivatives. Journal of environmental management, 90(10): 3048-3056.

Younis MZ, Younies HZ, Okojie F (2006). Hospital financial performance in the United States of America: A follow-up study. La Revue de Santé de la Méditerranée orientale, 12(5): 670-678.

Zhou L, Wu J (2012). GIS-based multi-criteria analysis for hospital site selection in Haidian district of Beijing. Student Thesis, Master Programme in Geomatics. University of Gävle, Sweden.