

BULANIK ANALİTİK HİYERARŞİ SÜRECİ VE BULANIK ARAS YÖNTEMLERİ İLE POLİS MERKEZİ KURULUŞ YERİ SEÇİMİ: ISPARTA ÖRNEĞİ¹

DETERMINATION OF POLICE CENTER PLACE TO SET IN ISPARTA BY USING FUZZY ANALYTIC HIERARCHY PROCESS AND FUZZY ARAS METHODS

Kenan Oğuzhan ORUÇ*, Mustafa ARICAN**

* Doç. Dr., Süleyman Demirel Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Ekonometri Bölümü,
kenanoruc@sdu.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0002-2276-8956>

** Polis Memuru, Isparta Emniyet Müdürlüğü, mustafarican15@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-0716-2729>

ÖZ

İnsanların karşılaştığı suç olaylarına karşı ilk müracaat noktası olan polis merkezleri için uygun bir kuruluş yerinin seçilmesi, güvenlik hizmetinin hızlı ve verimli bir şekilde yapılabilmesi için çok önemlidir. Kuruluş yeri seçimi problemleri birden fazla kriter içeren, çok kriterli karar problemleridir. Bu çalışmada Isparta ilinde yeni bir polis merkezi için yer seçimi Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci ve Bulanık ARAS yöntemleri ile yapılmıştır. Çalışmada 11 uzman, 3 alternatifi, 6 kritere göre değerlendirmiştir. Uygulama sonunda her iki yöntemle elde edilen sıralamalar değişmemiş, en uygun kuruluş yerinin Çünür Mahallesi olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Çok Kriterli Karar Verme, Bulanık AHS, Bulanık ARAS, Polis Merkezi, Yer Seçimi.

JEL Kodları: C44, C61, L30.

ABSTRACT

Choosing an appropriate location of the police station, which is the first point of contact against the crime, is very important for the fast and efficient security service. The location selection problems are multi-criteria decision problems with multiple criteria. In this study, the choice of place for a new police station in Isparta province was made by Fuzzy Analytic Hierarchy Process and Fuzzy ARAS methods. 11 experts in the study, 3 alternatives, evaluated according to 6 criteria. At the end of the application, the rankings obtained by both methods were not changed and it was determined that the most suitable place of establishment was Çünür neighborhood.

Keywords: Multi-criteria Decision Making, Fuzzy AHP, Fuzzy ARAS, Police Station, Site Selection.

Jel Codes: C44, C61, L30.

¹ Bu makale yüksek lisans tezinden türetilmiştir

1. GİRİŞ

Güvenlik, insanoğlunun fizyolojik ihtiyaçlarından sonra en önemli ihtiyaçlarından birisidir. Toplumsal hayatta güvenlik ihtiyacı kolluk kuvvetleri tarafından sağlanmaktadır. Ülkemizde adli ve önleyici güvenlik hizmetleri il ve ilçe sınırları içinde Emniyet Genel Müdürlüğü'nün taşra teşkilatlarındaki temel hizmet birimi olan Polis Merkezleri aracılığıyla yürütülmektedir. İl ve ilçelerdeki polis sorumluluk alanlarında; genel güvenliği ve kamu düzenini sağlamak, polislik hizmetlerini yürütmek ve bu hizmetlere yönelik başvuru noktası olarak görev yapmak üzere, belirli coğrafi alanlardan ve nüfus büyüklüğünden sorumlu olacak şekilde polis merkezi kurulu (Polis Merkezi Amirliği Kuruluş, Görev ve Çalışma Yönetmeliği [PMAKGÇY], 2011: m. 5). Yeni kurulacak bir polis merkezinin yer seçiminin doğru yapılması; bir suç olayının gerçekleşmesini önleyebilmek veya gerçekleşen adli olaylara zamanında müdahale edebilmek için, yani önleyici ve adli güvenlik hizmetlerinin etkin olarak gerçekleştirilebilmesi için çok önemlidir.

Birden fazla karar alternatifini ve bu karar alternatifleri arasında doğru alternatifin belirlenmesi sürecinde birbiri ile çelişebilen kriterlerin bulunduğu karar verme problemlerinin çözümü için Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemleri kullanılmaktadır. Polis merkezi yer seçimi problemi de yapısı itibarıyla bir ÇKKV problemidir.

Gerçek yaşam karar problemleri karmaşık yapıdadır ve belirsizlikler içerir. Bu belirsizliğin en önemli nedeni ise problemin verilerinin dilsel ifadelerden oluşması, nicel veriler içermemesi ya da nicel veriler olsa bile ölçülmesinin çok zor olmasıdır. Bu tür problemlerin çözümünde, insan düşünce yapısını çözüme dâhil etmek ve daha etkin sonuçlar elde etmek için Zadeh (1965) tarafından geliştirilen bulanık küme teorisi ve bulanık mantıktan yoğun olarak yararlanılmaktadır. ÇKKV yöntemleri de

bulanık mantık ile entegre edilerek Bulanık ÇKKV yöntemleri geliştirilmiştir.

Bu makalede, Isparta'da yeni kurulacak bir polis merkezinin kuruluş yeri seçimi yapılmıştır. Çalışmada Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci (B-AHS) yöntemi kriter ağırlıklarını belirlemek için, B-AHS ve Bulanık ARAS (B-ARAS-Additive Ratio Assesment) yöntemleri alternatifleri sıralamak ve en iyi alternatifini belirlemek için kullanılmıştır. Çalışmada 6 ayrı kriterle, 3 karar alternatifini, 11 uzman tarafından değerlendirilmiştir. Yöntemlerin işlem adımlarını uygulamak için Microsoft Excel 2013 programından yararlanılmıştır.

Çalışmanın birinci bölümünde kuruluş yeri seçimi, bulanık ÇKKV, kriter ağırlıklandırılması ile ilgili literatür özetine yer verilmiştir. İkinci bölümde; çalışmanın metodolojisi olan bulanık ÇKKV, bulanık küme teorisi, B-AHS ve B-ARAS yöntemleri ve bu yöntemlerin uygulama adımları hakkında bilgilere yer verilmiştir. Makalenin uygulaması ise üçüncü bölümde yapılmış olup, son bölümde sonuç ve önerilere yer verilmiştir.

2. LİTERATÜR TARAMASI

Literatürde ÇKKV yöntemleri ile çözüm önerisi sunulan çok sayıda karar verme problemine ulaşmak mümkündür. Bu bölümde, ÇKKV yöntemleri ile ele alınmış tesis yeri seçimine yönelik çalışmalar ile B-AHS ve B-ARAS yöntemi ile yapılan çalışmalara ait kısa bir literatür özeti sunulmuştur. Yapılan çalışmalar incelendiğinde polis merkezi yer seçimine yönelik bir çalışmaya ulaşılamamıştır.

Eleren (2006), deri sektöründe faaliyet gösteren bir işletme için uygun kuruluş yeri seçimi yapmıştır. Ön araştırmada dericilik sektöründe faaliyet gösteren 30 işletmeye uygulanan anket ile kuruluş yeri seçiminde etkili olan 6 kriter ile 6 alternatif şehir değerlendirilmiştir. Problemin çözümünde AHS yöntemi kullanılmıştır.

Kaboli vd. (2007), Chang'ın Genişletilmiş B-AHS yöntemine dayanan yeni bir matematiksel model önermişlerdir. Önerilen matematiksel model, bir şirketin 5 alternatif arasından en uygun tesis yeri seçiminin belirlenmesi için uygulanmıştır. Bulanık objektif faktör değerlerinin çözüme dâhil edildiği bu yaklaşımda, karar vericinin kararına ve tercihine bağlı olan faktör karar ağırlıklarının farklı değerleri için yer seçimleri yapılmış ve doğru faktör ağırlığı değerini belirlemenin önemi vurgulanmıştır.

Aydın (2009), Ankara ilinde açılacak bir hastane için en uygun yer seçimini 5 semt arasından yapmıştır. Çalışmada, kriterler ve alt kriterler 4 kişilik uzman ekip tarafından belirlenmiş, yöntem olarak B-AHS kullanılmıştır.

Turskis ve Zavadskas (2010), ARAS yönteminde kriterlerin öznelliğinin ve belirsizliğinin üçgen bulanık sayılarla tanımlanmasını sağlayan B-ARAS yöntemini bu çalışma ile önermişlerdir. Çalışmada lojistik merkezi yer seçimi için 4 alternatif ve 4 kriter belirlenmiş, değerlendirme sürecinde 7 uzmanın görüşünden yararlanılmıştır. Önerilen yöntemde kriter ağırlıklarının belirlenmesinde AHS, karar verme sürecinde B-ARAS yöntemi kullanılmıştır.

Kersulienė ve Turskis (2011), bir tasarım firması için yeni işe alınacak mimar seçiminde 3 kişinin görüşlerinden yararlanarak SWARA yöntemiyle kriter ağırlıklarını belirlemiştir. 8 kritere göre yapılan değerlendirme dilsel terimlerle yapılmıştır. Bu dilsel terimler üçgen bulanık sayılara dönüştürülerek, seçim işlemi B-ARAS yöntemiyle yapılmıştır.

Ertuğrul ve Karakaşoğlu (2010), işletmelerde karar vermeye yardımcı olmak için ELECTRE ve B-AHS yöntemlerinin bir arada kullanılmasına dayanan bir yaklaşım sunmuşlar ve bu yaklaşımın uygulanabilirliğini göstermek için bir işletmede dizüstü bilgisayar seçim problemini ele almışlardır.

Choudhary ve Shankar (2011), Hindistan'da kurulacak olan 3 güneş enerjisi santrali için tesis yeri seçimi yapmışlardır. Bunun için 9 kişiden oluşan uzman heyet; 5 alternatifi, 6 ana ve 20 alt kriter ile değerlendirmiştir. Kriter, alt kriter ve alternatiflerin ağırlıkları Chang'ın Genişletilmiş B-AHS yöntemi kullanılarak belirlenmiş, en uygun 3 yer TOPSIS yöntemi ile seçilmiştir.

Şengül vd. (2012), belediyenin toplu taşıma araçlarının seçimi için B-AHS yöntemi ile karar alternatiflerinin bulanık derece değerlerini elde etmiş, bu bulanık değerler Kareli Ortalama ve Kwong-Bai yöntemi ile reel sayıya dönüştürülmüştür. Yöntemler sıralama açısından birbirine çok yakın sonuçlar vermiştir.

Liao vd. (2016) yaptıkları çalışmada, yeşil tedarik zinciri modeline göre saat üretimi yapmakta olan bir firma için en uygun tedarikçiyi belirlemiştir. Alternatif 5 tedarikçiyi değerlendirmek için Delphi tekniği ve Nominal Grup Tekniği ile 5 kriter belirlenmiştir. Çalışmada kriter ağırlıklarının belirlenmesi için B-AHS yöntemi kullanılmıştır. Alternatif tedarikçiler ise B-ARAS yöntemiyle performans değerlerine göre sıralanmış, en iyi alternatif belirlenmiştir.

Bunlar dışında; Yücel ve Ulutaş (2009) ELECTRE, Athawale ve Chakraborty (2010) PROMETHEE II, Turskis vd. (2012) B-ARAS, Devi ve Yadav (2013) sezgisel bulanık ELECTRE, Wey (2015) Chang'ın Genişletilmiş B-AHS yöntemleri ile yer seçimi problemlerine çözüm önerisi sunulan eserlerden bazılarıdır.

3. BULANIK ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME

Karar verme, olası tüm alternatifler arasından en iyi alternatifin seçilmesi sürecidir. Karar verme bazen sezgisel değerlendirme ve tecrübeler ile yapılabilirken, günümüz dünyasının girift yapısı bu süreci oldukça karmaşık hale getirmiştir. Bu karmaşıklığın sebeplerinden birisi alternatifleri değerlendirme sürecinde

kullanılan kriterlerin doğasından kaynaklanmaktadır. Çünkü karar verme sürecinde kullanılan kriterler çoğu zaman birbiri ile çelişebilmekte, farklı ölçü birimine sahip olabilmekte veya nitel veri olabilmektedir.

Birden fazla alternatifin olduğu, birbiri ile çelişebilen ve farklı ölçü birimine sahip olabilen birden fazla kriterin olduğu bu tür karar problemleri ÇKKV problemi olarak adlandırılmaktadır. ÇKKV problemlerinin çözümü sürecinde kullanılan yöntemler; alternatiflerin değerlendirilmesi için kriter oluşturma, kriterlerin önem derecesini belirtmek için kriter ağırlıkları belirleme, kriterleri göz önünde bulundurarak alternatifleri puanlama, sınıflandırma ve sıralama üzerine odaklanmaktadır (Shih vd., 2001: 2712). Problemlere gerçekçi çözümler üretmesi, kriterleri ölçü birimlerinden arındırması, nitel ve nicel verilerle analiz yapabilmesi ve karmaşık matematiksel işlemler gerektirmemesi ÇKKV yöntemlerinin yaygın bir şekilde kullanılmasını sağlamıştır. Günümüzde önerilmiş olan 70’den fazla ÇKKV yöntemi vardır (Zopounidis ve Pardalos, 2010: 103).

Klasik ÇKKV problemleri için önerilen yöntemlerde karar matrisi verilerinin ve kriter ağırlıklarının ölçülebilir nicel veriler olması gerekmekte, eğer veriler ölçülebilir nicel değilse veya dilsel ifadelerden oluşan nitel veriler ise çeşitli ölçeklerle nicel veriye dönüştürülmektedir. Ancak ÇKKV yöntemlerinde kullanılan dilsel ifade ölçeği özellikle kesikli bir ölçek olduğu için insanın düşünce şeklini tam yansıtamamasından dolayı eleştirilmektedir. Zadeh (1965) tarafından geliştirilen bulanık küme teorisi ve bu teoriden hareketle tanımlanan bulanık sayılar, insanın düşünce şeklini gerçek hayat problemlerine daha gerçekçi ve esnek olarak yansıtmamasından dolayı oldukça yoğun kullanılmaktadır. Bu noktadan hareketle, klasik ÇKKV yöntemlerinden olan AHS, PROMETHEE, VIKOR, TOPSIS ve ARAS gibi yöntemler, bulanık mantık ve bulanık küme teorisi ile entegre edilerek bulanık ÇKKV yöntemleri geliştirilmiştir. Bu çalışmada bunlardan B-AHS ve B-ARAS yöntemleri ele alınmıştır.

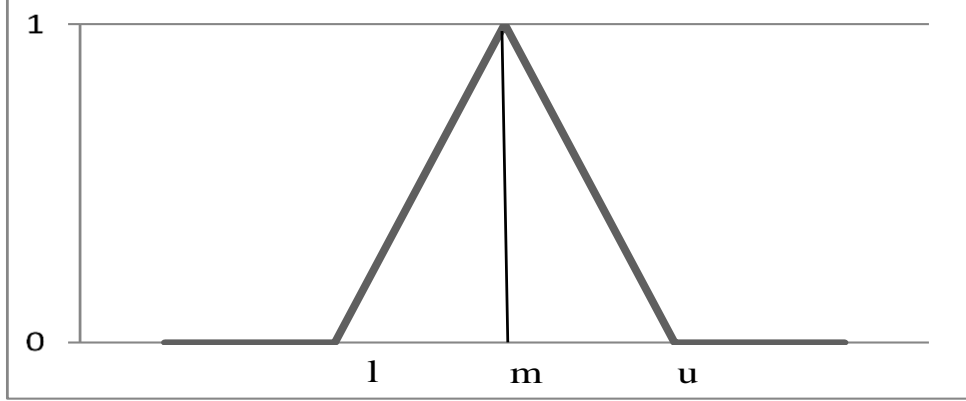
3.1. Bulanık Küme Teorisi

İnsanoğlu günlük hayatta kompleks yapılı birçok sorunla karşılaşmaktadır. Karşılaştığı bu sorunları ifade ederken matematiğin deterministik kalıplarına sığmayan, belirsizlik içeren birçok kavram kullanılmaktadır. Belirsizlik içeren sorunları tanımlamak, modellemek ve çözmek için doğru (1) ve yanlış (0) olmak üzere iki doğruluk değeri olan Klasik (Aristo) Mantık yetersiz kalmaktadır (Baral, 2011: 3). Klasik mantık ve kümelerde bir elemanın üyelik derecesinin (o kümeyle ait olma derecesi) 1 olması kümeyle üye olmayı, üyelik derecesinin 0 olması ise kümeyle ait olmamayı ifade eder. Ancak gerçek hayatta çoğu zaman nesnelerin kümeyle aidiyet durumları 1 ve 0 ile ifade edilememektedir. Örneğin; imsak vakti güneşin doğmaya başladığı anı ifade ederken, takvimlerde yer alan güneş vakti ise güneşin tam olarak doğduğu anı ifade etmektedir. Klasik küme yaklaşımına göre güneş vaktinden sonrası “güneş doğmuştur” kümesinin elemanı olurken, güneşin doğma anından öncesi ise “güneş doğmamıştır” kümesine ait olmaktadır. Bu yaklaşım imsak ile güneş vakitleri arasında güneşin yavaş yavaş doğduğu ve yeryüzünü aydınlattığı gerçeğini göz ardı etmektedir. Bulanık küme teorisine göre ise “güneş doğmuştur” kümesine ait imsak vakti ile güneş vakti arasındaki her an için $[0,1]$ aralığında üyelik dereceleri atanabilmektedir.

Bulanık küme teorisinde bir elemanın o kümeyle ait olma derecesinin ölçülmesinde kullanılan üyelik fonksiyonlarının doğru ve uygulama ile örtüşen bir şekilde belirlenmesi çok önemlidir. Çünkü üyelik fonksiyonları belirlendikten sonra bulanık olan herhangi bir şey kalmamaktadır (Özkan, 2003: 10). Literatürde tanımlanmış olan çok sayıda üyelik fonksiyonu çeşidi mevcuttur. Bulanık küme teorisine göre, bulanık kümelerin özel bir alt kümesi olan bulanık sayılar da üyelik fonksiyonu ile ifade edilmektedir (Özkan, 2003: 59). Bu çalışmada kullanılacak olan herhangi bir $\tilde{A}=(l, m, u)$ bulanık sayısına ait üçgen

üyelik fonksiyonu şu şekilde tanımlanır (Baykal ve Beyan, 2004: 79):

Şekil 1. \tilde{A} Üçgen Bulanık Sayısı



Kaynak: Baykal, N. ve Beyan, T. (2004). Bulanık Mantık, İlke ve Temelleri, Bıçaklar Kitabevi, Ankara: 79.

$$\mu_{\tilde{A}}(x; l, m, u) = \begin{cases} 0, & x < l \text{ veya } x > u \\ \frac{x-l}{m-l}, & l \leq x \leq m \\ \frac{u-x}{u-m}, & m \leq x \leq u \end{cases} \quad (1)$$

Burada l , \tilde{A} sayısının alt sınırını, m orta değerini, u üst sınırını ifade etmektedir. Üçgen bulanık sayılar arasındaki aritmetik işlemler ise aşağıdaki gibi yapılmaktadır (Ar vd., 2014: 98-99):

$$\text{Toplama İşlemi: } \tilde{A} + \tilde{B} = (l_1 + l_2, m_1 + m_2, u_1 + u_2) \quad (2)$$

$$\text{Çarpma İşlemi: } \tilde{A} \otimes \tilde{B} = (l_1 * l_2, m_1 * m_2, u_1 * u_2) \quad (3)$$

$$\text{Bölme İşlemi: } \tilde{A} / \tilde{B} = \left(\frac{l_1}{l_2}, \frac{m_1}{m_2}, \frac{u_1}{u_2} \right) \quad (4)$$

$$\text{Tersini Alma: } \tilde{A}^{-1} = \left(\frac{1}{u_1}, \frac{1}{m_1}, \frac{1}{l_1} \right) \quad (5)$$

3.2. B-AHS Yöntemi

B-AHS ile ilgili ilk çalışma Van Laarhoven ve Pedrycz (1983) tarafından, üçgen üyelik fonksiyonları ile tanımlanmış karar problemleri için, bulanık oranlar karşılaştırılarak yapılmıştır (Topel, 2006: 66). Bunun dışında Buckley (1985), Chang (1996) ile Enea ve Piazza (2004) tarafından önerilmiş B-AHS modelleri vardır. Bu çalışmada Chang (1996) tarafından önerilmiş olan Genişletilmiş B-AHS

Yöntemi kullanılmıştır. Yöntem, üçgen bulanık sayılar içeren karar problemleri için kullanılabilir.

Genişletilmiş B-AHS yöntemi; $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ bir kriterler kümesi ve $G = \{g_1, g_2, \dots, g_n\}$ bir amaçlar kümesini göstermek üzere, ele alınan her kriter için, her amaca göre genişleme analizi (derece analizi) yapılması temel prensibine dayanmaktadır. Genişletme analizi ile bu kriterlerin amacı ne kadar gerçekleştirdiği ifade edilmektedir ve her kriter için m tane genişletme analiz değeri elde edilir. Her bir amaca göre genişletme analizi değerleri

$$M_{g_i}^1, M_{g_i}^2, \dots, M_{g_i}^m \quad (i=1, 2, \dots, n) \quad (6)$$

şeklinde ifade edilir ve hepsi üçgen bulanık sayıdır (Chang, 1996: 650).

Genişletilmiş B-AHS yönteminin algoritması aşağıda verilmiştir (Gök, 2015: 58-61; Topel, 2006: 89-92; Çakır, 2015: 74-77; Choudhary ve Shankar, 2012: 513-515; Chang, 1996: 649-651):

Adım 1: Problemin Tanımlanması ve Hiyerarşik Modelin Oluşturulması

Problemin tanımlanmasında karar sürecini etkileyen tüm nitel ve nicel faktörler dikkate alınacak şekilde sırasıyla amaç, kriterler, alt kriterler ve alternatifler belirlenerek hiyerarşik bir model

oluşturulur. Problemin karmaşıklığına göre hiyerarşideki seviye sayısı değişebilmektedir (Gök, 2015: 52). Hiyerarşi, problemi temsil edebilecek kadar büyük, öğeler üzerindeki değişikliklere tepki verecek kadar küçük olmalıdır. Hiyerarşi oluşturulurken aynı seviyedeki öğelerin birbirinden bağımsız oldukları varsayılır. Hiyerarşik yapının oluşturulması, problemin daha küçük parçalara ayrılarak incelenmesi için sistematik bir prosedürün oluşturulabilmesine olanak sağlar (Karakaoğlu, 2008: 25).

Adım 2: İkili Karşılaştırmalar Matrislerinin Oluşturulması

Probleminin hiyerarşik yapısı oluşturulduktan sonra kriterlerin ve

alternatiflerin karşılaştırılarak birbirlerine göre önceliklerinin belirlenmesi gerekmektedir. Her seviyedeki kriterler ve alternatifler arasında yapılan ikili karşılaştırmalar ile göreceli önem ağırlıkları hesaplanmaktadır. Göreceli önem ağırlıklarının belirlenmesi, elemanların hiyerarşinin en üst seviyesindeki amaca olan katkılarının saptanmasını sağlamaktadır (Öztürk, 2011: 137). Bu ikili karşılaştırmaların yapılabilmesi için literatürde dilsel ifadeleri değerlendirmeler için farklı bulanık ölçekler kullanılmaktadır. Bu çalışmada ikili karşılaştırmaların yapılmasında Tablo 1'deki bulanık ölçek kullanılmıştır.

Tablo 1: Kriterlerin ve Alternatiflerin Değerlendirilmesinde Kullanılan Dilsel İfadeler İçin İkili Karşılaştırmalar Ölçeği

Dilsel Ölçek	Bulanık Ölçek	Karşılık Ölçek
Eşit Önemli	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)
Zayıf Derecede Önemli	(2, 3, 4)	(1/4, 1/3, 1/2)
Güçlü Derecede Önemli	(4, 5, 6)	(1/6, 1/5, 1/4)
Çok Güçlü Derecede Önemli	(6, 7, 8)	(1/8, 1/7, 1/6)
Kesinlikle Önemli	(8, 9, 10)	(1/10, 1/9, 1/8)

Kaynak: Chou, W.C. ve Cheng, Y.P. (2012). "A Hybrid Fuzzy MCDM Approach for Evaluating Website Quality of Professional Accounting Firms", *Expert Systems with Applications*, 39: 2785.

Yukarıda gösterilen ölçeğe göre yapılan ikili karşılaştırmalar sonrasında ise herhangi bir \tilde{X} ikili karşılaştırmalar matrisi,

$$\tilde{X} = \begin{bmatrix} (1, 1, 1) & \dots & (l_{1n}, m_{1n}, u_{1n}) \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ (l_{n1}, m_{n1}, u_{n1}) & \dots & (1, 1, 1) \end{bmatrix}$$

şeklinde gösterilebilir. Tüm karar vericilerden elde edilen ikili karşılaştırma matrisleri, geometrik ortalama alınarak tek bir ikili karşılaştırmalar matrisine dönüştürülmektedir.

Adım 3: Bulanık Yapay Derece Değerlerinin Hesaplanması

Yapay derece değeri; beklenen işlevi görebilecek fakat tam karşılığı vermeyen belirsizliğe sahip temsili bir sayı anlamına gelmektedir (Turgut, 2015: 84). Bu değer bir nevi klasik ÇKKV modellerindeki normalizasyon işlemi adıdır. i. nesneye

göre bulanık yapay derece değeri aşağıdaki şekilde hesaplanmaktadır:

$$S_i = \sum_{j=1}^m M_{g_i}^j \otimes \left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{g_i}^j \right]^{-1} \quad (7)$$

$\sum_{j=1}^m M_{g_i}^j$ terimini elde etmek için m adet derece analizi değerine (8)'de gösterildiği gibi bulanık toplama işlemi (2) uygulanmaktadır:

$$\sum_{j=1}^m M_{g_i}^j = (\sum_{j=1}^m l_j, \sum_{j=1}^m m_j, \sum_{j=1}^m u_j) \quad (8)$$

$\left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{g_i}^j \right]^{-1}$ terimi ise bulanık sayıların tersi (5) ile aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır:

$$\left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{g_i}^j \right]^{-1} = \left(\frac{1}{\sum_{i=1}^n u_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n m_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n l_i} \right) \quad (9)$$

Adım 4: Olabilirlik Derecelerinin Hesaplanması

$\tilde{M}_1=(l_1,m_1,u_1)$ ve $\tilde{M}_2=(l_2,m_2,u_2)$ iki bulanık sayıyı ifade etmek üzere $\tilde{M}_1 \geq \tilde{M}_2$ durumunun olabilirlik derecesi (tercih edilme olasılığı) bulanık sayılarda genişleme ilkesinden hareketle aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır:

$$V(\tilde{S}_1 \geq \tilde{S}_2) = \sup_{x \geq y} [\min(\mu_{\tilde{M}_1}(x), \mu_{\tilde{M}_2}(y))] \quad (10)$$

$$V(\tilde{S}_2 \geq \tilde{S}_1) = \text{hgt}(\tilde{S}_1 \cap \tilde{S}_2) = \mu_{\tilde{M}_1}(d) \quad (11)$$

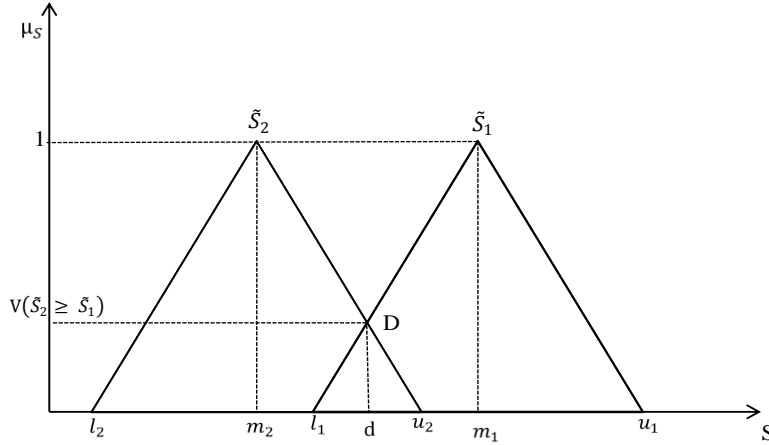
Burada d terimi, $\mu_{\tilde{M}_1}(x)$ ve $\mu_{\tilde{M}_2}(y)$ arasındaki en yüksek kesişim noktası olan D 'nin ordinatını temsil etmektedir. $\mu_{\tilde{M}_1}(x) = \mu_{\tilde{M}_2}(y)$ ilişkisini sağlayan (x, y)

çifti söz konusu olduğunda olabilirlik derecesi $V(\tilde{S}_2 \geq \tilde{S}_1) = 1$ olarak elde edilmektedir. \tilde{M}_1 ve \tilde{M}_2 konveks bulanık sayılar olduğu için $V(\tilde{S}_2 \geq \tilde{S}_1)$ değerleri aşağıdaki gibi ifade edilmektedir:

$$V(\tilde{S}_2 \geq \tilde{S}_1) = \text{hgt}(\tilde{S}_1 \cap \tilde{S}_2) = \begin{cases} 1 & , \text{ eğer } m_2 \geq m_1 \\ 0 & , \text{ eğer } l_1 \geq u_2 \\ \frac{l_1 - u_2}{(m_2 - u_2) - (m_1 - l_1)} & , \text{ diğer durumlarda} \end{cases} \quad (12)$$

\tilde{S}_1 ve \tilde{S}_2 'nin karşılaştırılabilmesi için $V(\tilde{S}_2 \geq \tilde{S}_1)$ ve $V(\tilde{S}_1 \geq \tilde{S}_2)$ değerlerinin her ikisine de ihtiyaç duyulmaktadır. \tilde{S}_1 ve \tilde{S}_2 sayılarının kesişim noktası Şekil 2'de gösterilmiştir.

Şekil 2: \tilde{S}_1 ve \tilde{S}_2 Sayılarının Kesişim Noktası



Kaynak: Chang, D. Y. (1996). "Applications of the Extend Analysis Method on Fuzzy AHP", European Journal of Operational Research, 95 (3): 651.

Adım 5: Ağırlık Vektörünün Hesaplanması

k adet bulanık sayıdan daha büyük olan konveks bir bulanık sayının olabilirlik derecesi, her seçeneğe ait olabilirlik derecelerinin minimumu alınarak hesaplanabilir:

$$V(\tilde{S} \geq \tilde{S}_1, \dots, \tilde{S}_k) = \min V(\tilde{S} \geq \tilde{S}_i), \quad i=(1,2,\dots,k) \quad (13)$$

Buradan $d'(A_i) = \min V(S_i \geq S_k)$ olmak üzere ağırlık vektörü aşağıdaki gösterildiği gibi belirlenebilir:

$$W' = (d'(A_1), d'(A_2), \dots, d'(A_n))^T \quad (14)$$

Normalize edilmiş ağırlık vektörü ise,

$$d(A_i) = \frac{d'(A_i)}{\sum_{i=1}^n d'(A_i)} \quad (15)$$

olmak üzere,

$$W = ((d(A_1), d(A_2), \dots, d(A_n))^T \quad (16)$$

şeklinde elde edilir

3.3. B-ARAS Yöntemi

Klasik ARAS yöntemi Zavadskas ve Turskis (2010) tarafından önerilmiş bir ÇKKV yöntemidir. Yöntemin temeli, karmaşık problemlerin basit görelî karşılaştırmalar kullanılarak çözülebileceği savına dayanmaktadır. B-ARAS yöntemi ise klasik ARAS yönteminde olduğu gibi her alternatifi kuramsal bir ideal değerle karşılaştırmayı temel alan, Turskis ve Zavadskas (2010) tarafından önerilmiş bir yöntemdir. Bulanık ARAS yönteminin adımları aşağıdaki gibidir (Kersulienė ve Turskis 2011: 651-654):

Adım 1: Bulanık Karar Matrisinin Oluşturulması

m adet tercih edilebilir alternatifin satırlarda, n adet kriterin sütunlarda gösterildiği bulanık karar matrisi oluşturulur. Bu matriste i. alternatifin j. kritere göre bulanık performans değeri (\tilde{x}_{ij}) ifadesi ile gösterilir. Bu matrisin ilk satırında yer alan (\tilde{x}_{0j}), j kriterinin ideal değerini ifade etmektedir.

$$\tilde{X} = \begin{bmatrix} \tilde{x}_{01} & \dots & \tilde{x}_{0j} & \dots & \tilde{x}_{0n} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{x}_{i1} & \dots & \tilde{x}_{ij} & \dots & \tilde{x}_{in} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{x}_{m1} & \dots & \tilde{x}_{mj} & \dots & \tilde{x}_{mn} \end{bmatrix} \quad i=1,2,\dots,m, \quad j=1,2,\dots,n$$

İdeal değeri bilinmeyen j kriterleri için ideal değer,

- Eğer j kriteri fayda (maksimizasyon) yönlü ise: $\tilde{x}_{0j} = \max_i \tilde{x}_{ij}$

- Eğer j kriteri maliyet (minimizasyon) yönlü ise: $\tilde{x}_{0j} = \min_i \tilde{x}_{ij}$

ile hesaplanır.

Adım 2: Normalize Bulanık Karar Matrisinin Oluşturulması

Kriterler farklı ölçü birimlerine sahip olabileceği için kriterlerin karşılaştırılabilir hale getirilmesi için ölçek dönüşümü yapılarak karar matrisi birimlerden arındırılarak normalize bulanık karar matrisi elde edilir. Normalize etme işlemi kriterlerin fayda veya maliyet yönlü olmasına göre değişiklik göstermektedir.

- Eğer kriter fayda yönlü ise,

$$\tilde{\tilde{x}}_{ij} = \frac{\tilde{x}_{ij}}{\sum_{i=0}^m \tilde{x}_{ij}} \quad j=0,1,\dots,n \quad (17)$$

- Eğer kriter maliyet yönlü ise,

$$\tilde{\tilde{x}}_{ij} = \frac{1/\tilde{x}_{ij}}{\sum_{i=0}^m 1/\tilde{x}_{ij}} \quad j=0,1,\dots,n \quad (18)$$

ile normalize edilir. Normalize edilmiş değerler bulunduktan sonra normalize karar matrisi aşağıdaki gibi elde edilir:

$$\tilde{\tilde{X}} = \begin{bmatrix} \tilde{\tilde{x}}_{01} & \dots & \tilde{\tilde{x}}_{0j} & \dots & \tilde{\tilde{x}}_{0n} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{\tilde{x}}_{i1} & \dots & \tilde{\tilde{x}}_{ij} & \dots & \tilde{\tilde{x}}_{in} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{\tilde{x}}_{m1} & \dots & \tilde{\tilde{x}}_{mj} & \dots & \tilde{\tilde{x}}_{mn} \end{bmatrix} \quad i=1,2,\dots,m, \quad j=1,2,\dots,n$$

Adım 3: Ağırlıklı Normalize Karar Matrisinin Hesaplanması

Normalize edilmiş karar matrisinin elemanları bulanık kriter ağırlıkları (\tilde{w}_j) ile çarpılarak normalize edilmiş ağırlıklı bulanık karar matrisi hesaplanır.

$$\tilde{\tilde{x}}_{ij} = \tilde{\tilde{x}}_{ij} \tilde{w}_j \quad j=0,1,\dots,n \quad (19)$$

Normalize edilmiş ağırlıklı bulanık karar matrisi aşağıdaki gibi ifade edilebilir:

$$\tilde{\tilde{X}} = \begin{bmatrix} \tilde{\tilde{x}}_{01} & \dots & \tilde{\tilde{x}}_{0j} & \dots & \tilde{\tilde{x}}_{0n} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{\tilde{x}}_{i1} & \dots & \tilde{\tilde{x}}_{ij} & \dots & \tilde{\tilde{x}}_{in} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{\tilde{x}}_{m1} & \dots & \tilde{\tilde{x}}_{mj} & \dots & \tilde{\tilde{x}}_{mn} \end{bmatrix} \quad i=1,2,\dots,m, \quad j=1,2,\dots,n$$

Adım 4: Alternatiflerin Bulanık ve Durulaştırılmış Fonksiyon Değerinin Hesaplanması

Her bir alternatif için bulanık fonksiyon değeri (\tilde{S}_i), ağırlıklı normalleştirilmiş performans değerlerinin toplamı olarak aşağıdaki denklem kullanılarak hesaplanabilir:

$$\tilde{S}_i = \sum_{j=1}^n \tilde{\tilde{x}}_{ij} \quad i=0, 1,2,\dots,m \quad (20)$$

\tilde{S}_i değerleri bulanık bir sayı olduğu için durulaştırılması gerekmektedir. Durulaştırma için ağırlık merkezi yöntemi pratik ve basit yöntemdir. Her bir alternatifin genel

performans değerleri (S_i) değerleri ağırlık merkezi yöntemi kullanılarak durulaştırılır:

$$S_i = \frac{1}{3}(\tilde{S}_{il} + \tilde{S}_{im} + \tilde{S}_{iu}) \quad i=0,1,2,\dots,m \quad (21)$$

Adım 5: Alternatiflerin Fayda Derecelerinin Hesaplanması

(S_i), ideal performans derecesi (S_0) ile karşılaştırılarak alternatiflerin fayda dereceleri belirlenmektedir. i . alternatifin fayda derecesi (K_i) aşağıda gösterildiği gibi hesaplanmaktadır:

$$(K_i) = \frac{S_i}{S_0} \quad i=0,1,2,\dots,m \quad (22)$$

(K_i), [0, 1] aralığında değerler alır ve en büyük (K_i) değerini alan alternatif en iyi alternatiftir. En düşük (K_i) değerini alan alternatif ise en kötü alternatiftir.

Tablo 2: Isparta Merkezindeki Polis Merkezleri

	Nüfus			Suç Sayısı		
	2015	2016	2017	2015	2016	2017
Halkent	65.958	83.078	95.145	1.988	2.089	2.319
Sanayi ŞFK.	70.801	61.135	60.660	3.226	3.084	2.755
Gülistan	72.850	77.944	77.965	2.648	2.901	2.741

Kaynak: Isparta Valiliği.

Tablo 2 incelendiğinde Isparta ilinde son yıllarda şehir merkezinde nüfus ve suç sayısının arttığı görülmektedir. Ayrıca yeni kurulan ve büyüyen mahalleler Isparta ili merkezinde yeni bir polis merkezi kurulmasını gerekli hale getirmiştir. Bu çalışmada, bulanık ÇKKV yöntemlerinden B-AHS ve B-ARAS yöntemleri kullanılarak Isparta'da yeni kurulması planlanan bir polis merkezi için kuruluş yeri seçimi yapılmıştır. Çalışmada aday 3 polis merkezi alternatifi ve bu alternatifleri değerlendirmede kullanılan 6 kriter Emniyet Müdürlüğü Lojistik Şube Müdürlüğü'nde görevli 4 uzman tarafından belirlenmiştir. Belirlenen kriter ve alternatiflerin ikili karşılaştırmalarının yapılması sürecinde ise 11 uzmanın görüşüne başvurulmuştur. Bu uzmanlardan; 2'si Isparta Belediyesi İmar ve Şehircilik Müdürlüğünde mimar ve 9'u Isparta Emniyet Müdürlüğü'nde görevli polis memuru, kıdemli baş polis, komiser ve emniyet müdürü rütbelilerindeki kişilerdir.

4. UYGULAMA

4.1. Isparta Merkez'deki Polis Merkezleri'nin Genel Durumu

Isparta il merkezinde 2018 yılı itibarıyla Sanayi Şehit Faruk Kaplan, Gülistan ve Halikent Polis Merkezi Amirliği olmak üzere üç adet polis merkezi amirliği bulunmaktadır. Bu polis merkezleri arasında en son kurulan Halikent Polis Merkezi Amirliği'nin faaliyete geçtiği 2007 yılında Isparta'nın nüfusu yaklaşık 206.000 iken, 2018 yılında yaklaşık %25 artış göstererek 251.000 olmuştur. Polis merkezlerinin 2015, 2016 ve 2017 yıllarına ait sorumluluk alanlarındaki yüzölçümü, nüfus ve suç sayıları Tablo 2'de verilmiştir.

4.2. Kriterlerin Belirlenmesi

Kriterlerin belirlenmesi sürecinde; yer seçimi ile ilgili literatür, PMAKGÇY ve Isparta Emniyet Müdürlüğü Lojistik Şube Müdürlüğü'nde görevli uzman görüşlerinden yararlanılmıştır. PMAKGÇY'ne göre,

“Polis Merkezlerinin kurulacağı ve sorumlu olacağı yerin nüfusuna ve genel güvenlik durumuna göre A Tipi, B Tipi ve C Tipi olmak üzere üç ayrı şekilde kuruluşu yapılabilir. A tipi polis merkezi nüfusu 100 binin üzerinde olan yerleşim yerlerinde kurulurken, B tipi polis merkezi nüfusu 20 bin ile 100 bin arasında olan yerleşim yerlerinde kurulur. C tipi polis merkezi ise nüfusu 20 bine kadar olan yerleşim yerlerinde kurulur. Bir polis merkezinin sorumluluk alanındaki yerleşik veya hareketli nüfusun yukarıda belirtilen üst sınırlardan fazla olmaması esastır. Nüfusu yeterli olmamasına rağmen bir yerleşim

yerinin; stratejik konumu ve risk durumu, coğrafi genişliği, ekonomik yapısı, işyerlerinin sayısı ve ticari niteliği gibi nedenler dikkate alınarak o yerin nüfusu için öngörülenden bir üst veya alt tipteki polis merkezine dönüştürülebilir ya da yeni bir polis merkezi kurulabilir. Polis merkezi hizmet binaları, mıntıkasına hâkim, ulaşımı kolay ve mıntıkanın işlek yerlerinde inşa edilir. Binaların inşa edilmesinde ve yerlerinin belirlenmesinde bölgenin iklim koşulları ile genel güvenlik durumu da dikkate alınır. İmkânlar ölçüsünde polis merkezi binalarının adliye binalarına güvenli geçiş sağlanacak şekilde yakın olmasına özen gösterilir. Polis merkezi binalarında hizmetlerin yürütülmesi bakımından hizmet taşıtları için yeterli olacak şekilde kapalı veya açık otopark bulunması zorunludur” (PMAKGÇY, 3.8.2011).

Yönetmelikte geçen bu temel açıklamalar ve uzman görüşlerinden hareketle belirlenen 6 kriter ve bu kriterlerin seçim sebepleri aşağıda verilmiştir.

Güvenlik (K1): Polis merkezi kuruluş yeri belirlenirken olası saldırılardan uzak bir yerin seçilmesine özen gösterilmelidir. Polis merkezinin güvenli bir noktada olması personelin asli görevine odaklanmasını kolaylaştıracaktır. Çünkü PMAKGÇY'nin 36. maddesinin 8. fıkrasında “güvenliğinin sağlanması için gerekli her türlü teknik ve diğer alt yapı donanımının bulunduğu ve genel güvenlik açısından risk taşımayan polis merkezi hizmet binalarının güvenliği için ayrıca çevre koruma nöbetçisi görevlendirilmez” denilmektedir.

Nüfus Yapısı (K2): Polis merkezi yer seçimi yapılırken; nüfusun gelir durumu, eğitim durumu ve yaş gruplarına göre dağılımı göz önünde bulundurulmalıdır. PMAKGÇY'nin 6. maddesinin 3. fıkrasında “nüfusu yeterli olmamasına rağmen bir yerleşim yerinin nüfus yapısı ve hareketliliği dikkate alınarak yeni bir polis merkezi kurulabilir” denilmektedir.

Nüfusun Artma Potansiyeli (K3): Kamu yatırımları, özel sektör yatırımları ve belediyelerin imar kararları gibi etkenlerle

nüfusun artma potansiyeli yükseliş gösterebilir. Böyle durumların olduğu yerlerde konutlaşma zamanla artacaktır. Bu sebeple nüfusun artma potansiyeli yüksek olan yerler polis merkezi yer seçimi yapılırken dikkat edilmesi gereken kriterlerden birisi olarak alınmıştır.

Ulaşım (K4): Ulaşım, hem polis merkezine ulaşım kolaylığını, hem de polis merkezi görevlilerinin sorumlu olduğu mıntıkaya ulaşımının kolay olmasını ifade etmektedir. Polis merkezi; mıntıkanın merkezinde, bireysel ve toplu ulaşım araçlarıyla kolay ulaşılabilir bir noktada olmalıdır. PMAKGÇY'nin 6. maddesinin 3. fıkrasında “nüfusu yeterli olmamasına rağmen bir yerleşim yerinin coğrafi genişliği ve ulaşım olanakları dikkate alınarak yeni bir polis merkezi kurulabilir” denilmektedir.

Olay Sayısı (K5): Polis merkezi kuruluş yerinin olay sayısının yüksek olduğu ve şahsa karşı işlenen suçların fazla olduğu yerlere yakın olması gerekmektedir. PMAKGÇY'nin 6. maddesinin 3. fıkrasında “nüfusu yeterli olmamasına rağmen bir yerleşim yerinde meydana gelen olay sayısı ve olay türleri dikkate alınarak yeni bir polis merkezi kurulabilir” denilmektedir.

Maliyet (K6): Arsa, inşaat ve işçilik maliyetlerini ifade etmektedir. Emniyet Genel Müdürlüğü bünyesinde yeni yapılacak binalar için Defterdarlıktan veya Milli Emlak Müdürlüğünden arsa talebinde bulunmaktadır. Bu durumda maliyet, talepte bulunan İl Emniyet Müdürlüğünün bağlı bulunduğu belediye arsa rayiç değerine göre belirlenmektedir. Arsa tahsis sağlandıktan sonra bina yapımı için ihale yapılmaktadır. Yeni yapılacak Polis Merkezleri için Emniyet Genel Müdürlüğü İnşaat Emlak Dairesi Başkanlığı'na uygun görülen projelere bağlı kalınması esastır.

4.3. Alternatiflerin Belirlenmesi

Bu çalışma kapsamında değerlendirilecek olan 3 alternatif polis merkezi yeri, Isparta Emniyet Müdürlüğü Lojistik Şube Müdürlüğünde görevli 2, Asayiş Şube

Müdürlüğünden görevli 2 uzman emniyet görevlisiyle yapılan görüşmeler neticesi belirlenmiştir.

Çünür Mh. Alternatifi: Çünür Mahallesi Süleyman Demirel Bulvarı üzerinde bulunan Trafik Denetleme Şube Müdürlüğü'nün bulunduğu yere yapılabilecek bir polis merkezi yeri alternatifidir.

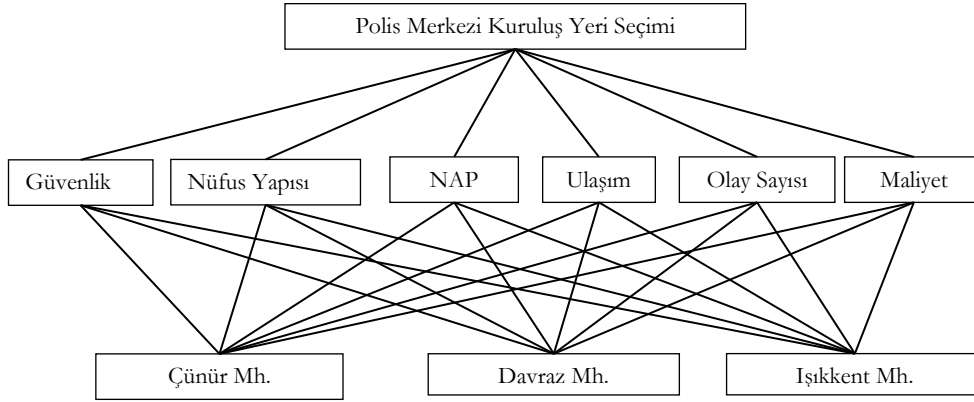
Davraz Mh. Alternatifi: Davraz Mahallesi 142. Cadde üzerinde bulunan eski polis

lojmanının bulunduğu araziye yapılabilecek bir polis merkezi alternatifidir.

Işıkkent Mh. Alternatifi: Işıkkent Mahallesi 259. Cadde üzerinde bulunan bir araziye yapılabilecek bir polis merkezidir alternatifidir.

Polis Merkezi Yer Seçimi Probleminin çözümüne yönelik hazırlanan hiyerarşik yapı ise Şekil 3'te verilmiştir.

Şekil 3: Hiyerarşik Model



4.4. Kriter Ağırlıklarının Hesaplanması

Uygulamanın ilk aşamasında, karar problemine ilişkin oluşturulan modelde yer alan kriterlerin ağırlıklarının hesaplanması gerekmektedir. Kriter ağırlıkları Chang'ın Genişletilmiş BAHS yöntemi ile hesaplanmıştır. Bir önceki başlıkta belirlenen kriterler doğrultusunda Tablo 1'deki ölçek kullanılarak hazırlanan anket yoluyla 11 uzmanın kriterleri ikili karşılaştırmalara tabi tutmaları ve kriterlerin birbirlerine göre önem derecelerini belirlemeleri istenmiştir. 11 uzmanın verdiği cevapların geometrik ortalaması alınarak hesaplanan kriterlere ait bulanık karar matrisi Tablo 3'te gösterilmiştir. Tablo 3 kullanılarak hesaplanan kriterlere ait bulanık yapay derece değerleri Tablo 4'te, bulanık yapay derece değerlerinden hareketle hesaplanan kriterlerin olabilirlik dereceleri ise Tablo 5'te gösterildiği gibi hesaplanmıştır.

Hesaplanan bu olabilirlik derecelerinden hareketle her bir kriterin ağırlık vektörü (W'), eşitlik (14) kullanılarak

$$W' = [d(S_G), d(S_{NY}), d(S_{NAP}), d(S_U), d(S_{OS}), d(S_M)] = (1, 0, 0.197, 0.375, 0.713, 0)$$

şeklinde oluşturulmuştur.

Bu vektörün normalize edilmesi ile bulanık olmayan ağırlık vektörü (W) ise eşitlik (15) kullanılarak,

$$W = (0.438, 0, 0.086, 0.164, 0.312, 0)$$

değerleri elde edilmiştir.

Kriter ağırlıkları incelendiğinde; en yüksek öneme sahip kriterin güvenlik, en düşük öneme sahip kriterlerin ise nüfus yapısı ve maliyet olduğu tespit edilmiştir. Güvenlik % 43.78, olay sayısı % 31.21, ulaşım %16.4, nüfusun artma potansiyeli % 8.61, nüfusun yapısı ve maliyet ise % 0 ağırlığa sahiptir.

Tablo 3: Kriterlere Ait Bulanık Karar Matrisi

	Güvenlik	Nüfus Yapısı	Nüfusun AP	Ulaşım	Olay Sayısı	Maliyet
Güvenlik	(1, 1, 1)	(2.33, 2.70, 3.07)	(2.51, 2.91, 3.34)	(0.45, 0.53, 0.63)	(1.46, 1.85, 2.30)	(4.59, 5.39, 6.17)
Nüfus Yapısı	(0.33, 0.37, 0.43)	(1, 1, 1)	(0.29, 0.34, 0.40)	(0.44, 0.52, 0.63)	(0.35, 0.40, 0.48)	(2.60, 3.29, 4.02)
Nüfusun AP	(0.30, 0.34, 0.40)	(2.51, 2.96, 3.42)	(1, 1, 1)	(0.66, 0.79, 0.95)	(0.45, 0.54, 0.65)	(2.51, 3.14, 3.77)
Ulaşım	(1.59, 1.88, 2.21)	(1.58, 1.91, 2.27)	(1.05, 1.26, 1.51)	(1, 1, 1)	(0.71, 0.83, 0.98)	(2.29, 2.83, 3.45)
Olay Sayısı	(0.43, 0.54, 0.69)	(2.10, 2.48, 2.84)	(1.50, 1.86, 2.28)	(1.02, 1.20, 1.40)	(1, 1, 1)	(4.09, 4.95, 5.77)
Maliyet	(0.16, 0.19, 0.22)	(0.25, 0.30, 0.38)	(0.26, 0.32, 0.58)	(0.29, 0.35, 0.44)	(0.17, 0.20, 0.24)	(1, 1, 1)

Tablo 4: Kriterler İçin Yapay Derece (Si) Değerleri

	$\sum_{j=1}^m M_{g_i}^j$	\otimes	$\left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{g_i}^j \right]^{-1} = \left(\frac{1}{\sum_{i=1}^n u_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n m_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n l_i} \right)$	S_i
SGüvenlik	(12.34, 14.38, 16.52)	\otimes	(1/61.91, 1/53.20, 1/45.28)	(0.1993, 0.2703, 0.3648)
SNüfus Y.	(5.01, 5.93, 6.96)			(0.0809, 0.1115, 0.1536)
SNAP	(7.43, 8.78, 10.19)			(0.1199, 0.1650, 0.2250)
SUlaşım	(8.23, 9.70, 11.41)			(0.1329, 0.1824, 0.2519)
SOlay Sayısı	(10.14, 12.04, 13.98)			(0.1637, 0.2262, 0.3086)
SMaliyet	(2.14, 2.36, 2.86)			(0.0345, 0.0444, 0.0631)

Tablo 5: Kriterlerin Olabilirlik Dereceleri

$V(S_G \geq S_{NY})=1$	$V(S_G \geq S_{NAP})=1$	$V(S_G \geq S_U)=1$	$V(S_G \geq S_{OS})=1$	$V(S_G \geq S_M)=1$
$V(S_{NY} \geq S_G)=0$	$V(S_{NY} \geq S_{NAP})=0.386$	$V(S_{NY} \geq S_U)=0.226$	$V(S_{NY} \geq S_{OS})=0$	$V(S_{NY} \geq S_M)=1$
$V(S_{NAP} \geq S_G)=0.197$	$V(S_{NAP} \geq S_{NY})=1$	$V(S_{NAP} \geq S_U)=0.841$	$V(S_{NAP} \geq S_{OS})=0.5$	$V(S_{NAP} \geq S_M)=1$
$V(S_U \geq S_G)=0.375$	$V(S_U \geq S_{NY})=1$	$V(S_U \geq S_{NAP})=1$	$V(S_U \geq S_{OS})=0.668$	$V(S_U \geq S_M)=1$
$V(S_{OS} \geq S_G)=0.713$	$V(S_{OS} \geq S_{NY})=1$	$V(S_{OS} \geq S_{NAP})=1$	$V(S_{OS} \geq S_U)=1$	$V(S_{OS} \geq S_M)=1$
$V(S_M \geq S_G)=0$	$V(S_M \geq S_{NY})=0$	$V(S_M \geq S_{NAP})=0$	$V(S_M \geq S_U)=0$	$V(S_M \geq S_{OS})=0$

4.5. Alternatiflerin Sıralanması

4.5.1. B-AHS Yöntemi ile Alternatiflerin Sıralanması

Tablo 1'deki ölçek kullanılarak 11 uzmana yapılan alternatiflerin kriterlere göre ikili karşılaştırılması anketi sonucu elde edilen

değerlerin geometrik ortalaması alınarak, bulanık karar matrisi elde edilmiştir. Bu matris Tablo 6'da verilmiştir. Alternatiflerin; Tablo 7'de yapay derece değerleri, Tablo 8'de olabilirlik değerleri verilmiştir

Tablo 6: Alternatiflerin Bulanık Karar Matrisi

Güvenlik			
	Çünür Mh.	Davraz Mh.	Işıkkent Mh.
Çünür Mh.	(1, 1, 1)	(1.23, 1.44, 1.71)	(2.03, 2.44, 2.92)
Davraz Mh.	(0.58, 0.69, 0.82)	(1, 1, 1)	(2.17, 2.52, 2.87)
Işıkkent Mh.	(0.34, 0.41, 0.49)	(0.35, 0.40, 0.46)	(1, 1, 1)
Nüfusun Yapısı			
	Çünür Mh.	Davraz Mh.	Işıkkent Mh.
Çünür Mh.	(1, 1, 1)	(1.14, 1.34, 1.56)	(2.87, 3.48, 4.17)
Davraz Mh.	(0.64, 0.75, 0.88)	(1, 1, 1)	(2.13, 2.60, 3.09)
Işıkkent Mh.	(0.24, 0.29, 0.35)	(0.32, 0.39, 0.46)	(1, 1, 1)
Nüfusun Artma Potansiyeline			
	Çünür Mh.	Davraz Mh.	Işıkkent Mh.
Çünür Mh.	(1, 1, 1)	(2.95, 3.48, 4.12)	(3.11, 3.67, 4.27)
Davraz Mh.	(0.24, 0.29, 0.34)	(1, 1, 1)	(0.49, 0.59, 0.73)
Işıkkent Mh.	(0.23, 0.27, 0.32)	(1.37, 1.69, 2.05)	(1, 1, 1)
Ulaşım			
	Çünür Mh.	Davraz Mh.	Işıkkent Mh.
Çünür Mh.	(1, 1, 1)	(1.17, 1.39, 1.66)	(2.63, 3.00, 3.35)
Davraz Mh.	(0.60, 0.72, 0.86)	(1, 1, 1)	(1.23, 1.34, 1.45)
Işıkkent Mh.	(0.30, 0.33, 0.38)	(0.69, 0.75, 0.81)	(1, 1, 1)
Olay Sayısı			
	Çünür Mh.	Davraz Mh.	Işıkkent Mh.
Çünür Mh.	(1, 1, 1)	(0.48, 0.56, 0.66)	(1.37, 1.63, 2.00)
Davraz Mh.	(1.51, 1.78, 2.06)	(1, 1, 1)	(2.71, 3.27, 3.81)
Işıkkent Mh.	(0.50, 0.61, 0.76)	(0.26, 0.31, 0.37)	(1, 1, 1)
Maliyet			
	Çünür Mh.	Davraz Mh.	Işıkkent Mh.
Çünür Mh.	(1, 1, 1)	(1.68, 1.92, 2.16)	(1.43, 1.69, 1.98)
Davraz Mh.	(0.46, 0.52, 0.59)	(1, 1, 1)	(0.84, 0.99, 1.16)
Işıkkent Mh.	(0.51, 0.59, 0.7)	(0.86, 1.01, 1.19)	(1, 1, 1)

Tablo 7: Her Kriter İçin Alternatiflerin Yapay Derece (S_i) Değerleri

	Güvenlik	Nüfus Yapısı	Nüfusun AP	Ulaşım	Olay Sayısı	Maliyet
S_{ÇM}	(0.35, 0.45, 0.58)	(0.37, 0.49, 0.65)	(0.48, 0.63, 0.82)	(0.42, 0.51, 0.62)	(0.23, 0.29, 0.37)	(0.38, 0.47, 0.58)
S_{DM}	(0.31, 0.39, 0.48)	(0.28, 0.37, 0.48)	(0.12, 0.14, 0.18)	(0.25, 0.29, 0.34)	(0.41, 0.54, 0.70)	(0.21, 0.26, 0.31)
S_{İM}	(0.14, 0.17, 0.20)	(0.12, 0.14, 0.17)	(0.18, 0.23, 0.30)	(0.17, 0.20, 0.23)	(0.14, 0.17, 0.22)	(0.22, 0.27, 0.33)

Tablo 8: Alternatiflerin Olabilirlik Değerleri

Güvenlik		Ulaşım	
$V(S_{ÇM} \geq S_{DM})=1$	$V(S_{DM} \geq S_{ÇM})=0.688$	$V(S_{ÇM} \geq S_{DM})=1$	$V(S_{DM} \geq S_{ÇM})=0.0$
$V(S_{ÇM} \geq S_{İM})=1$	$V(S_{İM} \geq S_{ÇM})=0.0$	$V(S_{ÇM} \geq S_{İM})=1$	$V(S_{İM} \geq S_{ÇM})=0.0$
$V(S_{DM} \geq S_{İM})=1$	$V(S_{İM} \geq S_{DM})=0.0$	$V(S_{DM} \geq S_{İM})=1$	$V(S_{İM} \geq S_{DM})=0.0$
Nüfus Yapısı		Olay Sayısı	
$V(S_{ÇM} \geq S_{DM})=1$	$V(S_{DM} \geq S_{ÇM})=0.465$	$V(S_{ÇM} \geq S_{DM})=0.0$	$V(S_{DM} \geq S_{ÇM})=1$
$V(S_{ÇM} \geq S_{İM})=1$	$V(S_{İM} \geq S_{ÇM})=0.0$	$V(S_{ÇM} \geq S_{İM})=1$	$V(S_{İM} \geq S_{ÇM})=0.0$
$V(S_{DM} \geq S_{İM})=1$	$V(S_{İM} \geq S_{DM})=0.0$	$V(S_{DM} \geq S_{İM})=1$	$V(S_{İM} \geq S_{DM})=0.0$
Nüfusun Artma Potansiyeli		Maliyet	
$V(S_{ÇM} \geq S_{DM})=1$	$V(S_{DM} \geq S_{ÇM})=0.0$	$V(S_{ÇM} \geq S_{DM})=1$	$V(S_{DM} \geq S_{ÇM})=0.0$
$V(S_{ÇM} \geq S_{İM})=1$	$V(S_{İM} \geq S_{ÇM})=0.00$	$V(S_{ÇM} \geq S_{İM})=1$	$V(S_{İM} \geq S_{ÇM})=0.0$
$V(S_{DM} \geq S_{İM})=0.07$	$V(S_{İM} \geq S_{DM})=1$	$V(S_{DM} \geq S_{İM})=0.913$	$V(S_{İM} \geq S_{DM})=1$

Hesaplanan bu olabilirlik derecelerinin her birinin minimumu seçilerek elde edilen ağırlık vektörünün normalize edilmesi ile

elde edilen alternatiflerin toplam öncelik vektörleri ve bu öncelik vektörlerinin kriter ağırlıkları ile çarpılarak elde edilen toplam öncelik vektörü ise Tablo 9’da verilmiştir.

Tablo 9: Alternatiflerin Toplam Öncelik Vektörü

	Güvenlik	Nüfus Yapısı	Nüfusun Artma P.	Ulaşım	Olay Sayısı	Maliyet	T.Ö.V.
Kriter Ağırlıkları	0.438	0	0.086	0.164	0.312	0	
Çünür Mahallesi	0.593	0.683	1.0	1.0	0.0	1.0	0.51
Davraz Mahallesi	0.407	0.318	0.0	0.0	1.0	0.0	0.49
Işıkkent Mahallesi	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0

B-AHS’ye göre Çünür Mahallesindeki bir polis merkezinin kurulmasının en uygun alternatif olduğu görülmektedir. İkinci sırada Davraz Mahallesi alternatifi yer alırken, Işıkkent Mahallesinin polis merkezi yer seçimi için uygun olmadığı bulunmuştur.

4.5.2. B-ARAS Yöntemi ile Alternatiflerin Sıralanması

B-ARAS yöntemi ile alternatiflerin sıralamasını elde etmek için öncelikle

bulanık karar matrisinin oluşturulması gerekmektedir. 11 uzmana yapılan anket ile elde bulanık karar matrisi Tablo 10’da, normalize bulanık karar matrisi Tablo 11’de verilmiştir. B-AHS yöntemi ile elde edilen kriter ağırlıklarının normalize bulanık karar matrisi ile çarpılması ile elde edilen ağırlıklandırılmış normalize karar matrisi ise Tablo12’de verilmiştir.

Tablo 10: Bulanık Karar Matrisi

	Güvenlik	Nüfus Yapısı	Nüfusun Artma P.	Ulaşım	Olay Sayısı	Maliyet
İdeal Değerler	(1.30, 1.63, 1.88)	(1.67, 1.94, 2.24)	(2.35, 2.71, 3.13)	(1.60, 1.80, 2.00)	(1.74, 2.11, 2.31)	(1.38, 1.54, 1.71)
Çünür Mh.	(1.30, 1.63, 1.88)	(1.67, 1.94, 2.24)	(2.35, 2.71, 3.13)	(1.60, 1.80, 2.00)	(0.94, 1.066, 1.22)	(1.38, 1.54, 1.71)
Davraz Mh.	(1.25, 1.40, 1.56)	(1.26, 1.45, 1.66)	(0.58, 0.63, 0.69)	(0.94, 1.02, 1.10)	(1.74, 2.11, 2.31)	(0.77, 0.84, 0.92)
Işıkkent Mh.	(0.56, 0.60, 0.65)	(0.52, 0.56, 0.61)	(0.87, 0.99, 1.12)	(0.66, 0.69, 0.73)	(0.59, 0.64, 0.71)	(0.79, 0.87, 0.96)

Tablo 11: Normalize Bulanık Karar Matrisi

	Güvenlik	Nüfus Yapısı	Nüfusun Artma P.	Ulaşım	Olay Sayısı	Maliyet
İdeal Değerler	(0.295, 0.309, 0.314)	(0.326, 0.33, 0.332)	(0.383, 0.385, 0.388)	(0.333, 0.339, 0.343)	(0.348, 0.352, 0.353)	(0.32, 0.322, 0.323)
Çünür Mh.	(0.295, 0.309, 0.314)	(0.326, 0.33, 0.332)	(0.383, 0.385, 0.388)	(0.333, 0.339, 0.343)	(0.186, 0.187, 0.187)	(0.32, 0.322, 0.323)
Davraz Mh.	(0.262, 0.267, 0.283)	(0.245, 0.245, 0.246)	(0.085, 0.089, 0.094)	(0.189, 0.192, 0.197)	(0.348, 0.352, 0.353)	(0.173, 0.175, 0.178)
Işıkkent Mh.	(0.109, 0.114, 0.127)	(0.09, 0.095, 0.102)	(0.139, 0.14, 0.141)	(0.125, 0.131, 0.138)	(0.108, 0.111, 0.117)	(0.181, 0.182, 0.183)

Tablo 12: Ağırlıklandırılmış Normalize Bulanık Karar Matrisi

	Güvenlik	Nüfus Yapısı	Nüfusun Artma P.	Ulaşım	Olay Sayısı	Maliyet
İdeal Değerler	(0.129, 0.135, 0.138)	(0.0, 0.0, 0.0)	(0.0329, 0.0332, 0.0334)	(0.0546, 0.0556, 0.0563)	(0.1085, 0.1097, 0.110)	(0.0, 0.0, 0.0)
Çünür Mh.	(0.129, 0.135, 0.138)	(0.0, 0.0, 0.0)	(0.0329, 0.0332, 0.0334)	(0.0546, 0.0556, 0.0563)	(0.0579, 0.0581, 0.0583)	(0.0, 0.0, 0.0)
Davraz Mh.	(0.115, 0.117, 0.124)	(0.0, 0.0, 0.0)	(0.0074, 0.0077, 0.008)	(0.031, 0.0315, 0.0322)	(0.1085, 0.1097, 0.110)	(0.0, 0.0, 0.0)
Işıkkent Mh.	(0.048, 0.050, 0.056)	(0.0, 0.0, 0.0)	(0.0119, 0.0120, 0.0122)	(0.0206, 0.0214, 0.0226)	(0.0338, 0.0348, 0.0367)	(0.0, 0.0, 0.0)

Alternatiflerin bulanık performans değerleri (\tilde{S}_i), bu değerlerin ağırlık merkezi yöntemi kullanılarak durulaştırılması ile elde edilen genel performans (S_i) değerleri,

alternatiflerin fayda dereceleri (K_i) ve alternatiflerin sıralaması ise Tablo 13'te verilmiştir.

Tablo 13: Bulanık ARAS Yöntemi Sonuçları

Alternatifler	\tilde{S}_i	S_i	K_i	Sıralama
İdeal Değerler	(0.327, 0.334, 0.336)	0,332	1	Optimum
Çünür Mh.	(0.275, 0.282, 0.286)	0,281	0,846	1
Davraz Mh.	(0.261, 0.266, 0.274)	0,268	0,804	2
Işıkkent Mh.	(0.114, 0.118, 0.127)	0,120	0,361	3

Alternatiflerin sıralamasına bakıldığında en iyi alternatifin Çünür Mahallesi, en kötü alternatifin ise Işıkkent Mahallesi olduğu görülmektedir.

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

İnsanlığın birincil ihtiyaçlarından olan güvenlik ihtiyacı, toplumsal hayatta kolluk kuvvetleri tarafından sağlanmaktadır. Ülkemizde İçişleri Bakanlığına bağlı olan polis ve jandarma birimleri iç güvenliği sağlamaktadır. Emniyet teşkilatının temel hizmet birimi ise polis merkezleridir. Polis merkezi yer seçiminde yapılacak hatalar zamanla suç sayılarında ciddi artışa neden olabileceği gibi, bölge halkında da ciddi toplumsal sorunlara yol açabilecektir. Ayrıca, polis merkezi kurulduktan sonra yerinin değiştirilmesi zor ve maliyetlidir.

Polis merkezi yer seçimini etkileyen birçok kriter bulunmaktadır. Bu çalışmada güvenlik, nüfusun yapısı, nüfusun artma potansiyeli, ulaşım, olay sayısı ve maliyet olmak üzere 6 kriter belirlenmiştir. Bu kriterlerin önem dereceleri ise güvenlik %43.78, olay sayısı %31.21, ulaşım %16.4, nüfusun artma potansiyeli %8.61, nüfusun yapısı ve maliyet %0 olarak bulunmuştur. Kriter ağırlıklarından maliyet ve nüfusun yapısı kriterlerinin 0 ağırlık değeri almasının iki temel sebepten kaynaklandığı düşünülmektedir. Bunlardan ilkinin Tablo 1'deki ölçek olduğu, ikincisininse ağırlık değerleri belirlenirken olabilirlik değerlerinin minimumunun alınarak

hesaplanmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Ancak; farklı bir bulanık ölçek kullanılsa veya yöntemde genişleme ilkesi kullanılsa bile uzmanların verdiği cevaplardan dolayı en düşük ağırlığa sahip kriterlerin bu iki kriter olacağı düşünülmektedir.

Uzmanlarla yapılan görüşmeler sonucu Isparta ilinde Polis Merkezi kurulması için 3 alternatif belirlenmiştir. Bunlar: Çünür Mahallesi, Davraz Mahallesi ve Işıkkent Mahallesi alternatifleridir. B-AHS ve B-ARAS yöntemlerinin her ikisi ile de Çünür Mahallesinin en iyi alternatif olduğu görülürken, ikinci sırada Davraz Mahallesi yer almaktadır. Yöntemlerin sonuçları incelendiğinde sıralamanın değişmediği ancak B-AHS yönteminde Işıkkent Mahallesi alternatifinin polis merkezi yer seçimi için uygun bir alternatif olmadığı görülmektedir. Bunun sebebinin maliyet ve nüfus yapısı kriter ağırlıklarındaki benzer sebeplerden olduğu düşünülmektedir.

Bu çalışma ile bulanık ÇKKV yöntemlerinin kamu kurumlarında yeni kurulacak binalar için yer seçimi, performans ölçümü ve personel seçimi gibi problemlere uygulanarak bilimsel bir yaklaşım getirilmesi sağlanabileceğinin gösterildiği düşünülmektedir. Bundan sonra yapılacak çalışmalarda, farklı kriterlerin kullanılması ve alt kriterlerinin belirlenmesi ile daha farklı sonuçlara ulaşılabilir. Alternatiflerin sorumluluk bölgeleri farklı yöntemler kullanılarak çalışmaya dâhil edilebilir. Uzman grubuna üniversitelerin

Şehir ve Bölge Planlama Anabilim dalından akademisyenler, Emniyet Genel Müdürlüğü Lojistik Daire Başkanlığında görevli polis ve amirlerin dâhil edilmesi ile kriter ve kriter ağırlıkları yeniden yapılandırılabilir.

Gelecek çalışmalarda kriter ağırlıkları ve alternatiflerin sıralanması için farklı karar verme teknikleri bütünleşik olarak kullanılabilir.

KAYNAKÇA

1. AR, İ. M., BAKİ, B. ve ÖZDEMİR, F. (2014). “Kuruluş Yeri Seçiminde Bulanık AHS- VIKOR Yaklaşımının Kullanımı: Otel Sektöründe Bir Uygulama”, Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi, 7 (13): 93-114.
2. ATTHAWALE, V. M. ve CHAKRABORTY, S. (2010). “Facility Selection Using PROMETHEE II Method”, International Conference On Industrial Engineering and Operations Management. 9-10 Ocak, Bangladeş: 59-64.
3. AYDIN, Ö. (2009). “Bulanık AHP ile Ankara için Hastane Yer Seçimi”, Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 24 (2): 87-104.
4. BARAL, G. (2011) Bulanık Mantık Kuramını Kullanarak Belirsizlik Şartlarında Maliyet- Hacim- Kar Analizleri. Yayımlanmamış Doktora Tezi, Sakarya Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Sakarya.
5. BAYKAL, N. ve BEYAN, T. (2004). Bulanık Mantık, İlke ve Temelleri, Bıçaklar Kitabevi, Ankara.
6. BUCKLEY, J.J. (1985) “Fuzzy Hierarchical Analysis”, Fuzzy Sets and Systems, 17 (3): 233-247.
7. CHANG, D. Y. (1996). “Applications of the Extend Analysis Method on Fuzzy AHP”, European Journal of Operational Research, 95 (3): 649-655.
8. CHOUDHARY, D. ve SHANKAR, R. (2012). “A Step-Fuzzy AHP-TOPSIS Framework for Evaluation and Selection of Thermal Power Plant Location: A Case Study From India”, Energy, 42 (1): 510-521.
9. CHOU, W.C. ve CHENG, Y.P. (2012). “A Hybrid Fuzzy MCDM Approach for Evaluating Website Quality of Professional Accounting Firms”, Expert Systems with Applications, 39: 2783-2793.
10. ÇAKIR, E. (2015), Bulanık Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinin Altı Sigma Projeleri Seçiminde Uygulanması. Yayımlanmamış Doktora Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Aydın.
11. DEVI, K. ve YADAV, S. P. (2013). “A Multi Criteria Intuitionistic Fuzzy Group Decision Making for Plant Location Selection with ELECTRE Method”, The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 66 (9): 1219-1229.
12. ELEREN, A. (2006). “Kuruluş Yeri Seçiminin Analitik Hiyerarşi Süreci Yöntemi İle Belirlenmesi; Deri Sektörü Örneği”, Atatürk Üniversitesi İİBF Dergisi, 20 (2): 405-416.
13. ENEA, M. ve PIAZZA, T. (2004). “Project Selection by Constrained Fuzzy AHP”, Fuzzy Optimization and Decision Making, 3 (1): 39-62.
14. ERTUĞRUL, İ. ve KARAKAŞOĞLU, N. (2010). “ELECTRE ve Bulanık AHP Yöntemleri ile Bir İşletme İçin Bilgisayar Seçimi”, Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 25 (2): 23-41.
15. GÖK, A. C. (2015). Performans Değerlendirmesinde Bulanık Çok Kriterli Karar Verme Yaklaşımı: Türk

- İmalat İşletmeleri Örneği, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Trabzon.
16. KABOLI, A., ARYANEZHAD, M. B., SHAHANAGHI, K. ve NIROOMAND, I. (2007). "A New Method for Plant Location Selection Problem: A Fuzzy- AHP Approach", IEEE International Conference On Systems, Man And Cybernetics. 7-10 Ekim 2010, Montreal, 582-586.
 17. KARAKAŞOĞLU, N. (2008) Bulanık Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ve Uygulama, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Denizli.
 18. KERSULIENE, V. ve TURSKIS, Z. (2011). "Integrated Fuzzy Multiple Criteria Decision Making Model for Architect Selection", Technological and Economic Development of Economy, 17 (4): 645-666.
 19. LIAO, C. N., FU, Y. K. ve WU, L. C. (2016). "Integrated FAHP, ARAS-F and MSGP Methods for Green Supplier Evaluation and Selection", Technological and Economic Development of Economy, 22 (5): 651-669.
 20. ÖZKAN, M. (2003), Bulanık Hedef Programlama, Ekin Kitabevi, Bursa.
 21. ÖZTÜRK, B. (2011). Çok Kriterli Karar Verme Tekniklerinden Bulanık TOPSIS ve Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Uludağ Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Bursa.
 22. POLİS MERKEZİ AMİRLİĞİ KURULUŞ, GÖREV VE ÇALIŞMA YÖNETMELİĞİ.
<https://kms.kaysis.gov.tr/Home/Goster/139344>, (erişim tarihi: 10.12.2018).
 23. SHIH, H. S., LIN, W. Y. ve LEE, E. S. (2001). "Group Decision Making for TOPSIS", In Proceedings Joint 9th IFSA World Congress and 20th NAFIPS International Conference, Vancouver, 2712-2717.
 24. ŞENGÜL, Ü., EREN, M. ve ESİLAN SHİRAZ, S. (2012). "Bulanık AHP İle Belediyelerin Toplu Taşıma Araç Seçimi", Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 40: 143-165.
 25. TOPEL, A. (2006). Analitik Hiyerarşi Prosesinin Bulanık Mantık Ortamındaki Uygulamaları- Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
 26. TURGUT, E. Ç. (2015). Tedarik Zinciri Yönetiminde AHP ve Bulanık AHP Yöntemi Kullanılarak Tedarikçilerin Performansının Ölçülmesi, Yeni Yöntem Önerileri Ve Uygulamaları. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir.
 27. TURSKIS, Z., LAZAVSKAS, M. ve ZAVADSKAS, E. K. (2012). "Fuzzy Multiple Criteria Assessment of Construction Site Alternatives for Non-Hazardous Waste Incineration Plant in Vilnius City, Applying ARAS-F and AHP Methods", Journal of Environmental Engineering And Landscape Management, 20 (2): 110-120.
 28. TURSKIS, Z. ve ZAVADSKAS, E. K. (2010), "A New Fuzzy Additive Ratio Assessment Method (ARAS-F). Case Study: The Analysis of Fuzzy Multiple Criteria in Order to Select the Logistic Centers Location", Transport, 25 (4): 423-432.
 29. VAN LAARHOVEN, P.J.M. ve PEDRYCZ, W. (1983). "A Fuzzy Extension of Saaty's Priority Theory", Fuzzy Sets and Systems, 11: 229-241.
 30. WEY, W. M. (2015), "Smart Growth and Transit-Oriented Development Planning in Site Selection for a New Metro Transit Station in Taipei,

- Taiwan”, *Habitat International*: 47: 158-68.
31. YÜCEL, M. ve ULUTAŞ, A. (2009). “Çok Kriterli Karar Yöntemlerinden ELECTRE Yöntemiyle Malatya'da Bir Kargo Firması İçin Yer Seçimi”, *Sosyal Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 9 (17): 327-344.
 32. ZADEH, L.A. (1965). “Fuzzy Sets”, *Information and Control*, 8: 338-353.
 33. ZAVADSKAS, E. K. ve TURSKIS, Z. (2010), “A New Additive Ratio Assessment (ARAS) Method in Multi Criteria Decision-Making”, *Technological and Economic Development of Economy*, 16 (2): 159-172.
 34. ZOPOUNIDIS, C. ve PARDALOS, P. M. (2010), *Handbook of Multicriteria Analysis*, Springer Science & Business Media.