



A novel fuzzy group decision making approach for buying a house in pandemic process

Ahmet Çalık^{1*}, Ahmet Ergülen²

¹Department of International Trade and Logistics, Faculty of Economics and Administrative Sciences, KTO Karatay University, 42020, Konya, Türkiye

²Department of Business, Faculty of Economics and Administrative Sciences, Balıkesir University, 10145, Balıkesir, Türkiye

Highlights:

- Identification of criteria for buying a house in pandemic process
- Development of an integrated fuzzy AHP and fuzzy MAIRCA methodology
- Comparison of ranking results with some MCDM methods

Keywords:

- Fuzzy AHP
- Fuzzy MAIRCA
- Buying a house

Article Info:

Research Article

Received: 06.09.2021

Accepted: 15.04.2022

DOI:

10.17341/gazimmfd.991787

Correspondence:

Author: Ahmet Çalık

e-mail:

ahmetcalik51@gmail.com

phone: +90 332 444 1251 / 7651

Graphical/Tabular Abstract

Buying a house although being a very important area for people is still less researched especially usage of multi criteria decision-making (MCDM) methods. With the aim to address these gaps, this study aims to determine preferences of buying a house through household opinions and developing a novel MCDM methodology as given in Figure A.

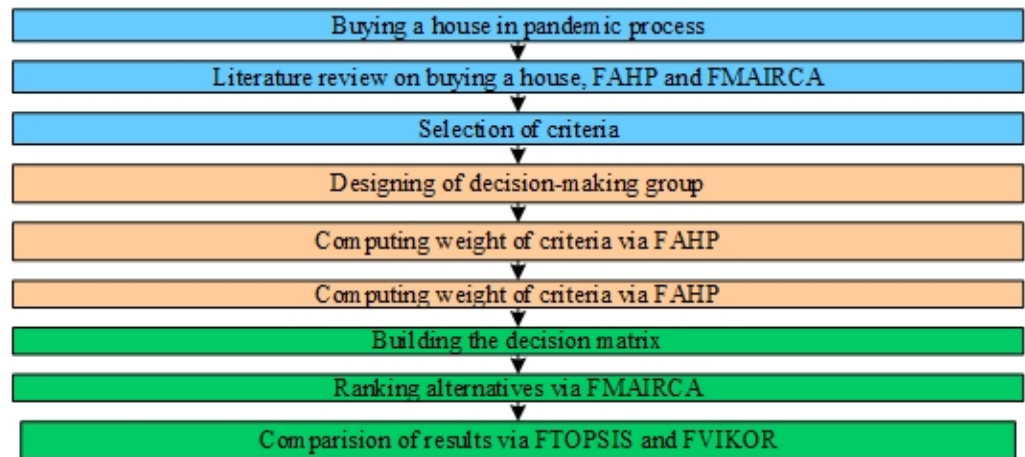


Figure A. The developed integrated framework for buying a house

Purpose: Buying a house for households is a MCDM problem influenced by many criteria. For this aim, a novel decision making model is developed to calculate the importance levels of evaluation criteria and evaluate alternatives in the selection of buying a house in pandemic process. Firstly, Fuzzy Analytic Hierarchy Process (FAHP) method is used to determine the weighting coefficients of the criteria. Secondly, fuzzy Multi-Attribute Ideal Real Comparative Analysis (FMAIRCA) method is used to rank the alternatives.

Theory and Methods: Preferences of people have changed with pandemic process. Especially low-cost loan rates were reflected in the mortgage loan volume and housing sales broke a record. Thus, this study develops a decision making model consisting of three stages to evaluate the alternatives in pandemic process. At first, a literature review is conducted in the context of buying a house, FAHP, and FMAIRCA methods. Next, the weights of criteria are computed with the help of the FAHP, and the alternatives are assessed by using the FMAIRCA. Finally, a comprehensive sensitivity analysis and comparative analysis is carried out to test the developed model.

Results: According to the results, the credit eligibility criterion is determined as the most important criterion. A3 is the most advantageous house by using FAHP and FMAIRCA methods in the pandemic process. The variation in the loan interest rate in new and old houses is one of the factors affecting the buying of a house for households, and we concluded that credit eligibility took the first place in the preference of households.

Conclusion: In the present study, the integrated framework consisting of FAHP and FMAIRCA methods yields a decision tool for households, especially in the pandemic process. This study contributes by identifying criteria for buying a house in the pandemic process and introducing a novel decision making model based on FAHP and FMAIRCA methods. To illustrate the robustness of the obtained results a sensitivity and comparative analysis has been carried out in both pandemic and pre-pandemic processes.



Pandemi döneminde konut satın alma problemi için yeni bir bulanık grup karar verme yaklaşımı

Ahmet Çalık^{1*}, Ahmet Ergülen²

¹KTO Karatay Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Uluslararası Ticaret ve Lojistik Bölümü, 42020, Konya, Türkiye

²Balıkesir Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İşletme Bölümü, 10145, Balıkesir, Türkiye

Ö N E Ç I K A N L A R

- Pandemi sürecinde konut satın alma için kriterlerin belirlenmesi
- Bütünleşik bulanık AHS ve bulanık MAIRCA metodolojisinin geliştirilmesi
- Bazı ÇKKV yöntemleri ile sonuç sıralamasının karşılaştırılması

Makale Bilgileri

Araştırma Makalesi
Geliş: 06.09.2021
Kabul: 15.04.2022

DOI:

10.17341/gazimmfd.991787

Anahtar Kelimeler:

Bulanık AHS,
bulanık MAIRCA,
konut satın alma

ÖZ

İlk resmi COVID-19 vakasının Mart 2020'de tespitinden sonra pandeminin etkilerini en aza indirmek için Türkiye'de "Ekonomik İstikrar Kalkanı" adı verilen yeni paket hayata geçirilmiştir. Tüm sektörlerde olduğu gibi gayrimenkul sektöründe de salgın çeşitli değişikliklere sebep olmuştur. Salgın döneminde uzun süre evlerde kalan vatandaşların konut alırken talepleri de değişikliğe uğramıştır. Bu çalışma, gayrimenkul sektöründe konut satın alma kriterleri için seçim kriterlerinin önemini araştırmayı ve Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yaklaşımıyla en uygun konutu belirlemeyi amaçlamaktadır. Bu çalışmada, Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci (BAHS) ve Multi-Attribute Ideal Real Comparative Analysis (BMAIRCA) yöntemleri bir arada kullanılarak konut satın alma değerlendirme kriterleri ve aday konutlar değerlendirilmektedir. Bu değerlendirme yapılırken, kriterlerin ağırlıklarını belirlemek için Konya'da yaşayan beş hane halkından veri toplanarak ikili karşılaştırmalar ile bulanık ortam altında kriter ağırlıkları elde edilmiştir. Daha sonra, aday konutları ailelerin görüşlerine göre sıralamak için BMAIRCA yöntemi kullanılmıştır. Araştırma sonucunda pandemi sürecinde krediye uygunluk kriterinin en önemli kriter olduğu tespit edilmiştir. Örnek vaka çalışması için, bulanık TOPSIS ve bulanık VIKOR'un konut satın alma performansı üzerine karşılaştırma analizi gerçekleştirilmiştir. Örnek vaka çalışması için karşılaştırma analizimiz, üç bulanık yöntemin aynı sıralamalara ulaştığını göstermektedir.

A novel fuzzy group decision making approach for buying a house in pandemic process

H I G H L I G H T S

- Identification of criteria for buying a house in pandemic process
- Development of an integrated fuzzy AHP and fuzzy MAIRCA methodology
- Comparison of ranking results with some MCDM methods

Article Info

Research Article
Received: 06.09.2021
Accepted: 15.04.2022

DOI:

10.17341/gazimmfd.991787

Keywords:

Fuzzy AHP,
fuzzy MAIRCA,
buying a house

ABSTRACT

After the detection of the first official case diagnosed with COVID-19 on March 2020, the new package called as "Economic Stability Shield" have been implemented in Turkey to minimize the effects of the pandemic. As in all sectors, the epidemic caused various changes in the real estate sector. The demands of citizens who stayed in homes for a long time during the epidemic period have also changed when buying a house. This study aims to investigate the importance of selection criteria for buying a house criterion in the real estate sector and to determine the most suitable house of via a Multi-Criteria Decision Making (MCDM) approach. By integrating Fuzzy Analytic Hierarchy Process (FAHP) and Multi-Attribute Ideal Real Comparative Analysis (FMAIRCA), the assessment criteria of buying house and suitable houses are evaluated. While making this evaluation, the weights of the criteria are obtained by pairwise comparisons under fuzzy environment through collected from five households living in Konya. Next, the FMAIRCA method is used to rank the candidate houses according to the views of the households. As a result of the study, it has been determined that the criteria of eligibility for credit are the most important criteria. For the case study, we perform a comparative analysis on the performance of fuzzy TOPSIS and fuzzy VIKOR in buying a house. Our comparative analysis for this case study shows that the three fuzzy MCDM methods achieve the identical rankings.

1. Giriş (Introduction)

Ömrü boyunca birçok karar almak zorunda kalan insanlar için, konut sahibi olabilmek genellikle zor ve önemli bir adım olmak ile birlikte konut satın alınması, genellikle hane halkının aile yaşam döngüsündeki en büyük yatırımdır. Hanenin konut kararlarına nasıl ulaştığı, neden belirli kararlar aldığı ve karar verme süreçlerini nasıl yönettiği çok karmaşık ve oldukça önemlidir [1]. İster yatırım amaçlı, isterse de oturma amaçlı olsun binanın yaşından, konumuna, oda sayısından otoparkına gibi birçok kriterin bu süreçte irdelenmesi gerekir. Çeşitli özelliklerinin yanı sıra, alternatif konut sayısının fazla olması da satın almak isteyen kişileri birçok seçenek arasında kendilerine en uygun olan konutu tercih etmeye zorlamaktadır.

Konut satın alma sürecinde hane halkı, bir konuttan beledikleri mümkün olduğunca konforlarına uygun en düşük maliyetdeki bir konutu (arama) edinme eğilimindedirler. Ancak, konutların sahip olduğu konum, sosyal imkânları ve hatta teknolojik özellikleri gibi farklı faktörler karar verme sürecini zorlaştırmaktadır. Genellikle konut satın alma süreci şu şekilde ilerlemektedir: Başlangıçta: hane halkı mevcut bütçelerine göre miktarı belirlenmiş bir konut satın alabileceklerine karar vermekte, ardından satın almak istediği konutun gerekli özelliklerini belirlemekte ve şehirdeki (birkaç emlakçıyı) emlak satış ofislerini ziyaret ederek en uygun olan konutu aramaya başlamaktadır. Ardından birçok kriterlere göre alternatifler arasında tercihler daraltılarak ya da çoğaltılarak elemeler yapıp en uygun seçenek belirlenmektedir. Son adımda da, konut sahibine veya emlakçıya konut için ödenebilecek fiyat sunulmakta ve uzlaşmaya çalışılmaktadır. Ancak, gerekli özelliklere veya uygun seçeneklere sahip konut bulunabilmesi çoğu zaman uzun süre alabilmektedir. Çünkü konut satın alma geri dönüşü olmayan ve belki de insan hayatında bir kez geçilebilecek bir eylem olabilmektedir. Bu nedenle, kişiler çok karmaşık bir karar verme sorunu ile karşı karşıyadırlar [2].

Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemleri, çok sayıda ve çelişen değerlendirme kriterleri (ölçütleri), ve farklı alternatifler arasında en çok tercih edilen alternatif seçmek için kullanılabilir [3]. Bu nedenle, ÇKKV yöntemleri karar vericilere mevcut bilgilerini organize etmede, alternatifler arasında değerlendirme yapmada, karar vericilerin algılarını ve ihtiyaçlarını keşfetmede uygun bir araç olarak kabul edilmektedir [4]. Geleneksel ve bulanık olarak sınıflandırılan ÇKKV yöntemleri arasında geleneksel ÇKKV yöntemleri insani düşünme tarzını yeterince yansıtamamaktadır. Özellikle, karar vericilerin iki alternatif karşılaştırırken duygularını kesin, pozitif gerçek sayılarla ifade etmeleri çok zor olmaktadır [5]. Bu nedenle, karar verme sürecinde belirsizlikle baş edebilmek için bulanık kümeler altında ÇKKV yöntemlerinin uygulanması önerilmektedir [6].

2019'un sonunda, yeni bir korona virüs hastalığı (COVID-19) aniden patlak vermiş ve küresel bir salgın haline gelerek hızla yayılmıştır. Eylül 2020'nin sonlarına doğru, COVID-19 dünya çapında 35 milyondan fazla insanı enfekte etmiştir. Can kaybına ek olarak, COVID-19 salgını da ticaret ve tedarik zincirlerini ciddi şekilde kesintiye uğratmış ve ülke ekonomileri üzerinde önemli bir etkiye sahip olmuştur. İlk sokağa çıkma ilan edildiğinde pazarlardaki talep aniden artmış ve marketlerde temel ihtiyaç maddelerinin stokları en düşük seviyeye kadar inmiştir. COVID-19 salgınına karşı ekonomik ve sosyal hayatın canlanması için hükümetlerin aldığı destek paketleri ile birçok sektörde olduğu gibi konut sektöründe de iyileşmeler gözlenmiştir. Bu bağlamda, konut satışları Türkiye'de 2020 Ağustos ayında bir önceki yılın aynı ayına göre %54.2 artarak 170 bin 408 olmuştur. Konut satışlarında İstanbul 30292 konut satışı ve %17.8 ile en yüksek paya sahip il olarak karşımıza çıkmaktadır [7].

Verilen bilgiler ışığında, çalışmanın amaçları şunlardır: (1) literatür taraması ve hane halkları ile yapılacak görüşmelerle konut seçiminde etkili olan değerlendirme kriterlerini belirlemek; (2) BAHS kullanarak belirlenen kriterleri önceliklendirmek; (3) BMAIRCA ile aday konutları sıralamak. Bu çalışmada, BAHS yöntemi konut seçiminde etkili olan kriterlerin ağırlıklarını sıralamak için kullanılmış BMAIRCA yöntemi ise konutlar arasından en iyi alternatifini belirlemek için kullanılmıştır. Bu çalışma, aynı zamanda konut seçiminde birbiriyle çelişen kriterleri ele alacak ve bunlara odaklanacaktır.

Bölüm 2'de konut seçimi ve ÇKKV yaklaşımları için literatür taraması, Bölüm 3'de yöntemler ve uygulama adımları verilerek, yapılan hesaplamaların ayrıntıları da gösterilecektir. Bölüm 4'de konut seçimi problemini ele almak için entegre BAHS ve BMAIRCA yöntemlerinin sonuçları ve bulguları, Bölüm 5'de de sonuç verilecektir.

2. Literatür Araştırması (Literature Research)

Saaty [8] tarafından önerilen AHS, çok farklı alanlarda çok kriterli karar verme problemleri için kapsamlı bir şekilde uygulanmıştır. Bununla birlikte, geleneksel AHS, karar verme sürecindeki belirsiz ve muğlak bilgileri ele alamaz [9]. Bu nedenle, karar verme sürecindeki belirsizlik ve muğlaklığın üstesinden gelmek için, birçok çalışmada AHS yöntem bulanık mantıkla birleştirilmiştir. MAIRCA yöntemi ilk olarak Pamučar [10] tarafından geliştirilmiştir. Bu yöntemin temel fikri, ideal ve deneysel düşünce arasındaki boşluğu belirlemektir. Yöntemin genel avantajları: karar vericilerin en iyi alternatifini seçmede eşit olasılık tanınması [11], basit matematiksel hesaplamaları, çözüm kararlılığı ve diğer yöntemlerle birleştirilmesinin kolay olmasıdır [10, 11]. Bu nedenle, AHS yöntemini MAIRCA yöntemi ile bulanık kümeler altında birleştirerek konut seçimi değerlendirmesinin doğruluğunu artırmak için güçlü bir yöntem olabilir.

Bu bölüm üç alt bölüme ayrılmıştır: Birinci alt bölüm, konut seçimi ile ilgili çalışmaları, ikinci alt bölüm BMAIRCA ve üçüncü alt bölüm BAHS ile ilgili güncel çalışmaları içermektedir.

Wong [1] ekonomik perspektiften teorik kavramları kullanarak hane halkının konut karar verme süreci için oluşturulan kavramsal modeli Singapur'daki hane halklarından elde edilen verilerle test etmiştir. Aliyeva [12] ev satın alma problemini bulanık tip-2 ÇKKV yaklaşımını uygulamıştır. Karadağ ve Gültekin [13] konut seçimini etkileyen faktörler ölçeğini Ankara'da 415 kişiyle anket çalışması gerçekleştirerek geliştirmişlerdir. Obeidat vd. [2] AHS ile uygun bir daire seçimi problemini 305 katılımcı ile Ürdün emlak piyasasında bulunan 10 farklı daire alternatifinin önceliklerini elde ederek değerlendirmişlerdir. Elde edilen sonuçlara göre, %39,5 ağırlıkla apartman konumunun en önemli kriter ve ardından %32,3 ağırlıkla apartman tasarımı olduğu tespit edilmiştir. Gürbüz [14] Isparta'da AHS yöntemini kullanarak yürütülen çalışma sonucunda evin fiyatını en önemli kriter olarak tespit etmiştir. İpek [15] AHS ve gri ilişkisel analiz yöntemlerini konut seçimi için kullanmış ve en yüksek ağırlığa sahip kriteri fiyat olarak belirlemiştir. İpek ve Şahin [16] Isparta'da yaşayan dört kişilik bir aile için konut satın alma problemini AHS ve gri ilişkisel analiz ile ele almışlar ve en çok önem verilen kriteri fiyat olarak bulmuşlardır. Memiş [17] AHS yöntemi ile konut tercihini etkileyen kriterleri incelemiş ve en önemli kriterin konutun konumu olduğunu tespit etmiştir.

MAIRCA, Belgrad Savunma Üniversitesi Lojistik Araştırma Merkezi'nde Pamučar vd. [10] tarafından yeni geliştirilmiş bir ÇKKV yöntemidir. Pamučar vd. [10] demiryolu hemzemin geçit seçimi için bulanık DEMATEL MAIRCA yöntemini birleştirilmiştir. Gigović vd.

[18] mühimmat deposu için en uygun yeri seçmek üzere DEMATEL, ANP ve MAIRCA yöntemlerini birleştirmiştir. Boral vd. [19] hata modu etki analizi ile ilgili karar verme problemini çözmek için BAHS ve BMAIRCA'yı birleştirerek yeni bir entegre ÇKKV yaklaşımı önermişlerdir. Boral vd. [20] hata modlarını risk seviyelerine göre uygun şekilde önceliklendirmek için, aralık tip-2 bulanık DEMATEL ve BMAIRCA yöntemlerini entegre ederek yeni bir ÇKKV yaklaşımı geliştirmişlerdir. Gul ve Ak [21] en iyi-en kötü yöntem (BWM) ve MAIRCA yöntemlerini bulanık ortamda birleştirerek risk değerlendirmesi için yeni bir model geliştirmişlerdir. Gul vd. [22] Fine-Kinney iş sağlığı ve güvenliği risk değerlendirme yöntemini bulanık BWM ve BMAIRCA yöntemleri ile geliştirmişlerdir.

BAHS literatürde birçok farklı alanda uygulamaya konu olmuştur: Havayolu sektöründe e-hizmet kalitesinin değerlendirilmesi [23], fotovoltaik gelişmelerdeki engellerin önceliklendirilmesi [24], elektrikli araç paylaşım istasyonlarının yer seçimi [25], helal gıda tedarik zinciri için risk unsurlarını belirlemenmesi ve sıralanması [26], inşaat arazi azaltma projelerinin başarısına dayalı kilit başarı faktörlerinin analizi [27], madencilik sektöründe sürdürülebilir tedarikçi seçimi [28], hedef pazar seçimi [29], sıcak ve nemli ortamların risk değerlendirmesi [30], yeşil tedarikçi seçimi [31], konaklama endüstrisinde yeşil uygulamaları tanımlayan göstergeleri sıralamak [32], uzmanlık katsayısının belirlemek [33], bunlardan bazılarıdır.

Üç farklı alt bölümde sunulan literatür taraması ve yazarların bilgilerine göre, bugüne kadar literatürde bulanık kümeler altında konut seçimi için AHS-MAIRCA yöntemlerini bir arada uygulayan hiçbir yaklaşım geliştirilmemiştir. Bu nedenle, mevcut çalışma ile pandemi sürecinde konut seçimi ele alınarak bulanık ortam altında yeni bir ÇKKV yaklaşımı önerilmesi hedeflenmektedir.

3. Yöntemler (Methods)

3.1. Bahs Yöntemi (Fahp Method)

Buckley [34]'in Bulanık AHS yöntemi aşağıdaki adımlardan oluşmaktadır:

Adım 1: Bulanık ikili karşılaştırma matrisi oluşturulduktan sonra $(\tilde{A} = [\tilde{a}_{ij}], i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n)$ her satırın geometrik ortalaması Eş. 1'e göre hesaplanır. Burada, \tilde{a}_{ij} , i . kriterin j . kritere göre bulanık karşılaştırmasını, \tilde{z}_i , i . kriterin tüm bulanık kriterler ile karşılaştırma değerinin geometrik ortalamasını ve n kriter sayısını göstermektedir.

$$\tilde{z}_i = \left[\prod_{j=1}^n \tilde{a}_{ij} \right]^{1/n}, \forall i \quad (1)$$

Burada, \tilde{a}_{ij} , i . kriterin j . kritere göre bulanık karşılaştırmasını, \tilde{z}_i , i . kriterin tüm bulanık kriterler ile karşılaştırma değerinin geometrik ortalamasını ve n kriter sayısını göstermektedir.

Adım 2: Bulanık ağırlıklar (\tilde{w}_i) Eş. 2'ye göre hesaplanır. Burada, \tilde{w}_i , i . kriterin ağırlığını göstermektedir.

$$\tilde{w}_i = \tilde{z}_i \oplus \left[\sum_{j=1}^n \tilde{z}_j \right]^{-1} \quad (2)$$

3.2. Bmairca Yöntemi (Fmairca Method)

Aşağıdaki adımlarda, BMAIRCA yönteminin adımları açıklanmıştır [19]:

Adım 1: Ele alınan kriterlere göre alternatiflerin dilsel değerlendirmesine dayalı olarak, başlangıç dilsel karar matrisi (D_L) oluşturulur.

$$D_L = \begin{pmatrix} L_{11}^1, \dots, L_{11}^k & L_{12}^1, \dots, L_{12}^k & \dots & L_{1n}^1, \dots, L_{1n}^k \\ L_{21}^1, \dots, L_{21}^k & L_{22}^1, \dots, L_{22}^k & \dots & L_{2n}^1, \dots, L_{2n}^k \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ L_{m1}^1, \dots, L_{m1}^k & L_{m1}^1, \dots, L_{m1}^k & \dots & L_{m1}^1, \dots, L_{mn}^k \end{pmatrix} \quad (3)$$

Burada L_{mn}^k , m . alternatifin k . karar verici tarafından n . kritere göre dilsel değerlendirmesini ifade etmektedir.

Adım 2: Bulanık sayılar aracılığıyla alternatifleri değerlendirme ölçeğine göre, dilsel değerlendirmelerin her biri, Eş. 4'de gösterildiği gibi karşılık gelen bulanık sayısıyla değiştirilir.

$$\begin{aligned} \tilde{D}^{(1)} &= \begin{pmatrix} \tilde{A}_{11}^{(1)} & \tilde{A}_{12}^{(1)} & \dots & \tilde{A}_{1n}^{(1)} \\ \tilde{A}_{21}^{(1)} & \tilde{A}_{22}^{(1)} & \dots & \tilde{A}_{2n}^{(1)} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{A}_{m1}^{(1)} & \tilde{A}_{m2}^{(1)} & \dots & \tilde{A}_{mn}^{(1)} \end{pmatrix}, \dots, \\ \tilde{D}^{(k)} &= \begin{pmatrix} \tilde{A}_{11}^{(k)} & \tilde{A}_{12}^{(k)} & \dots & \tilde{A}_{1n}^{(k)} \\ \tilde{A}_{21}^{(k)} & \tilde{A}_{22}^{(k)} & \dots & \tilde{A}_{2n}^{(k)} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{A}_{m1}^{(k)} & \tilde{A}_{m2}^{(k)} & \dots & \tilde{A}_{mn}^{(k)} \end{pmatrix} \end{aligned} \quad (4)$$

Adım 3: Eş. 5 ile gösterildiği gibi bulanık birleştirilmiş karar matrisi oluşturulur. Burada $\tilde{A}_{11} = \frac{\tilde{A}_{11}^{(1)} + \tilde{A}_{11}^{(2)} + \dots + \tilde{A}_{11}^{(k)}}{k}$.

$$\tilde{D} = \begin{pmatrix} \tilde{A}_{11} & \tilde{A}_{12} & \dots & \tilde{A}_{1n} \\ \tilde{A}_{21} & \tilde{A}_{22} & \dots & \tilde{A}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{A}_{m1} & \tilde{A}_{m2} & \dots & \tilde{A}_{mn} \end{pmatrix} \quad (5)$$

Adım 4: Bu adımda, P_{A_i} alternatiflerinin seçimine göre tercihleri tanımlanır. Herhangi bir alternatif eşit olasılıkla seçilebildiğinden, her biri için tercihler Eş. 6 ile temsil edilebilir.

$$P_{A_i} = \frac{1}{m}, \sum_{i=1}^m P_{A_i} = 1 \quad (6)$$

Adım 5: Bulanık teorik değerlendirme matrisinin (\tilde{T}_{P_A}) elemanları, P_{A_i} alternatiflerinin tercihleri ve BAHS kullanılarak elde edilen bulanık kriter ağırlıkları çarpılarak Eş. 7'deki gibi hesaplanır.

$$\begin{aligned} \tilde{T}_{P_A} &= \begin{pmatrix} \frac{1}{m} \tilde{w}_1 & \frac{1}{m} \tilde{w}_2 & \dots & \frac{1}{m} \tilde{w}_n \\ \frac{1}{m} \tilde{w}_1 & \frac{1}{m} \tilde{w}_2 & \dots & \frac{1}{m} \tilde{w}_n \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{1}{m} \tilde{w}_1 & \frac{1}{m} \tilde{w}_2 & \dots & \frac{1}{m} \tilde{w}_n \end{pmatrix} = \\ & \begin{pmatrix} \tilde{t}_{p_{11}} & \tilde{t}_{p_{12}} & \dots & \tilde{t}_{p_{1n}} \\ \tilde{t}_{p_{21}} & \tilde{t}_{p_{22}} & \dots & \tilde{t}_{p_{2n}} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{t}_{p_{m1}} & \tilde{t}_{p_{m2}} & \dots & \tilde{t}_{p_{mn}} \end{pmatrix} \end{aligned} \quad (7)$$

Adım 6: Üçüncü adımda elde edilen bulanık birleştirilmiş karar matrisi normalize edilir ve bulanık normalize karar matrisi (\tilde{N}) oluşturulur. Bu çalışmada Boral vd. [19] tarafından önerilen ve Eş. 8'de verilen normalleştirme tekniği kullanılmıştır.

$$\begin{aligned}
 n_{ij}^l &= \frac{a_{ij}^l}{\sqrt{\sum_{i=1}^m [(a_{ij}^l)^2 + (a_{ij}^m)^2 + (a_{ij}^u)^2]}} \\
 n_{ij}^m &= \frac{a_{ij}^m}{\sqrt{\sum_{i=1}^m [(a_{ij}^l)^2 + (a_{ij}^m)^2 + (a_{ij}^u)^2]}} \\
 n_{ij}^u &= \frac{a_{ij}^u}{\sqrt{\sum_{i=1}^m [(a_{ij}^l)^2 + (a_{ij}^m)^2 + (a_{ij}^u)^2]}} \quad (8)
 \end{aligned}$$

Adım 7: Gerçek değerlendirme matrisinin (\tilde{T}_{rA}) bulanık elemanları hesaplanır. Bu adım, Adım 6’da elde edilen normalize karar matrisi ile Adım 5’de gerçek düşünme matrisinin çarpılmasıyla Eş. 9’daki gibi elde edilir.

$$\tilde{T}_{rA} = \begin{pmatrix} \tilde{t}_{r_{11}} & \tilde{t}_{r_{12}} & \dots & \tilde{t}_{r_{1n}} \\ \tilde{t}_{r_{21}} & \tilde{t}_{r_{22}} & \dots & \tilde{t}_{r_{2n}} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{t}_{r_{m1}} & \tilde{t}_{r_{m2}} & \dots & \tilde{t}_{r_{mn}} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \tilde{n}_{11} \otimes \tilde{t}_{p_{11}} & \tilde{n}_{12} \otimes \tilde{t}_{p_{12}} & \dots & \tilde{n}_{1n} \otimes \tilde{t}_{p_{1n}} \\ \tilde{n}_{21} \otimes \tilde{t}_{p_{21}} & \tilde{n}_{22} \otimes \tilde{t}_{p_{22}} & \dots & \tilde{n}_{2n} \otimes \tilde{t}_{p_{2n}} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{n}_{m1} \otimes \tilde{t}_{p_{m1}} & \tilde{n}_{m2} \otimes \tilde{t}_{p_{m2}} & \dots & \tilde{n}_{mn} \otimes \tilde{t}_{p_{mn}} \end{pmatrix} \quad (9)$$

Adım 8: Her bir kritere göre alternatiflerin teorik ve fiili değerlendirmesi arasındaki fark (boşluk) hesaplanır. Toplam fark matrisinin elemanları Eş. 10 kullanılarak hesaplanmıştır.

$$g_{ij} = \sqrt{\frac{1}{3} \left[(t_{p_{ij}}^l - t_{r_{ij}}^l)^2 + (t_{p_{ij}}^m - t_{r_{ij}}^m)^2 + (t_{p_{ij}}^u - t_{r_{ij}}^u)^2 \right]} \quad (10)$$

Adım 9: Her bir kritere göre her alternatif için fark değerlerini toplanır ve Eş. 11 kullanılarak kriter fonksiyonlarının son değeri elde edilir. Hesaplanan değerlere göre, alternatiflerin sıralamalarını bulmak için artan sırada düzenlenir.

$$Q_i = \sum_{j=1}^m g_{ij}, i = 1, 2, \dots, m \quad (11)$$

3.3. Konut Satın Alma Problemi İçin Önerilen Yaklaşım (Proposed Approach for Buying House Problem)

Konut satın alma problemi için bulanık kümeler altında ÇKKV yöntemlerinin bir arada kullanıldığı sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmada BAHS ve BMAIRCA yöntemleri bir arada kullanılarak konut satın alma probleminin gözden geçirilmesi bir dizi kriter ve alternatifler dikkate alınarak Şekil 1’deki gibi oluşturulmuştur. Konut satın alma seçim kriterleri hane halkları ile yapılan görüşme sonucunda belirlenmiştir. Araştırmaya Konya’da ikamet eden beş hane halkı katılmış, hane halklarının ilk evlerini satın almak isteyen bireylerden homojen grup halinde oluşturulmasına dikkat edilmiştir. Hane halklarına ait özellikler Tablo 1’de

özetlemiştir. Alternatif konutlar site içerisinde 2+1 iki daire (A1, A2), site içerisinde 3+1 iki daire (A3, A4), site içerisinde 4+1 iki daire (A5, A6) ve iki müstakil evden (A7, A8) oluşmaktadır. Konut sayısının çok fazla olması ve semt/mahalle algısı da konut satın alımında etkili olabileceğinden sadece Konya’nın Meram ilçesinden benzer özelliklere sahip konutlar bulunarak araştırmaya dâhil edilmiştir. Konutların en fazla beş yaşında olması, açık/kapalı otopark alanına sahip olması ve spor ve sosyal alanların olması alternatif sayısının azaltılmasında etkili olmuştur. Hane halkları ile yapılan görüşmeler sonucunda alternatif sekiz konut uygulamaya alınmıştır.

4. Uygulama (Application)

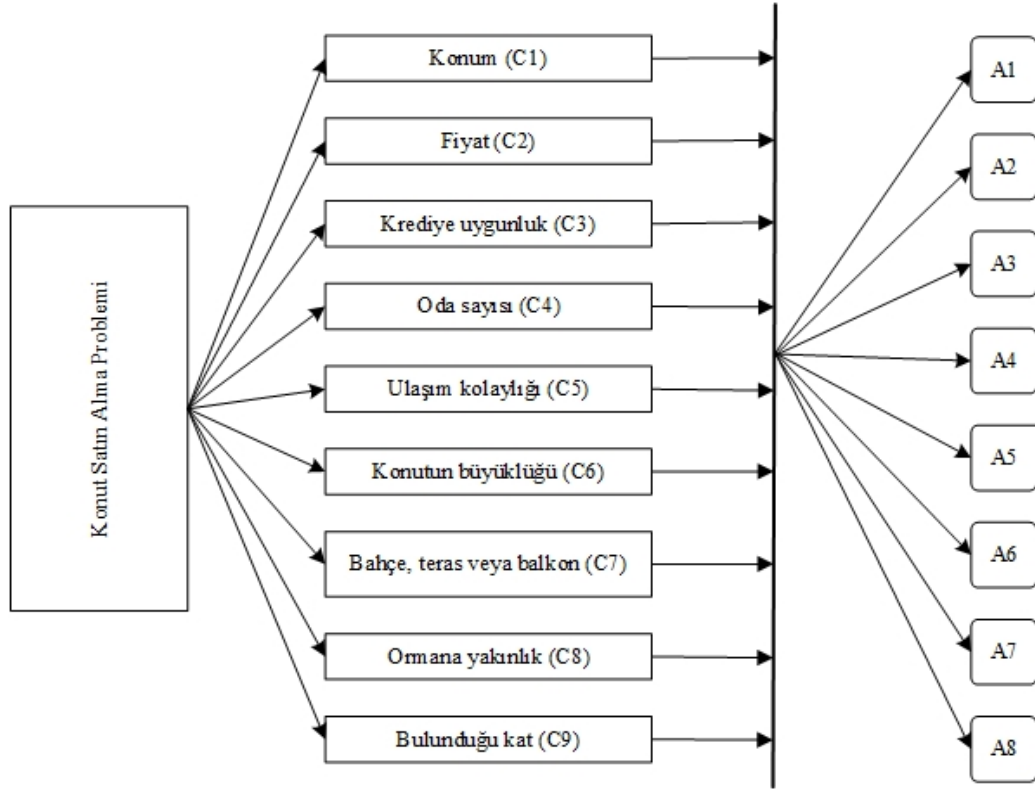
Ana kriterler ve alternatif konutlar, konut satın almak isteyen beş hane halkı tarafından kendi içlerinde fikir birliğine varılarak değerlendirilmiştir. Öncelikle, kriterlerin ağırlıklarını elde etmek için Tablo 2’de verilen dilsel değerlendirme ölçeği kullanılarak kriterlerin ikili karşılaştırmaları elde edilmiştir. Tablo 3, hane halkları tarafından ortaya konan ikili karşılaştırmaları sunmaktadır. Tablo 3’te yan yana verilen beş değerlendirme sırasıyla hane halklarının görüşlerini göstermektedir. Hane halklarının değerlendirmelerinin tutarlılığı dilsel değişkenlerin karşılık gelen kesin sayıları kullanılarak kontrol edilmiş tutarlılıkları sırasıyla 0,099, 0,099, 0,081, 0,099 ve 0,09 bulunmuştur. Sonuç olarak, her ikili karşılaştırma matrislerinin tutarlılığının 0,1’in altında olduğu belirlenmiştir. Daha sonra, birleştirilmiş ikili karşılaştırma matrisi, dilsel değerlendirmelerin karşılık gelen bulanık sayılara dönüştürülmesiyle oluşturulmuştur (Tablo 4). Ardından, her bir kriterin amaca göre ağırlıklarını belirlemek için Bölüm 3.1’de sunulan BAHS yöntemi adımları kullanılmış ve sonuçlar Şekil 2’de sunulmuştur. Konut seçimin probleminde, kriterlerin önceliklendirilmesinde krediye uygunluk (C3) kriterinin 0,2009 en yüksek ağırlığı ile en önemli kriter olduğu tespit edilmiştir. Fiyat (C2) 0,1996 ağırlık elde ederek ikinci önemli kriter, bahçe, teras veya balkon (C7) kriteri 0,1299 önem düzeyi ile üçüncü sırada yer almıştır.

Tablo 2. Dilsel değerlendirme ölçeği ve karşılık gelen üçgensel bulanık sayılar (Linguistic rating scale and corresponding triangular fuzzy numbers)

Dilsel Değişken	Önem Düzeyi	Bulanık Ölçek
Eşit derecede önemli (EDÖ)	1	(1, 1, 1)
Orta (O2)	2	(1, 2, 3)
Zayıf derecede önemli (ZDÖ)	3	(2, 3, 4)
Orta (O4)	4	(3, 4, 5)
Kuvvetli derecede önemli (KÖ)	5	(4, 5, 6)
Orta (O6)	6	(5, 6, 7)
Çok kuvvetli derecede önemli (ÇKÖ)	7	(6, 7, 8)
Orta (O8)	8	(7, 8, 9)
Kesinlikle daha önemli (KDÖ)	9	(9, 9, 9)

Tablo 1. Karar vericilerin özellikleri (Characteristics of decision makers)

	Ortalama Gelir	Evlilik Süresi	Yaş Grubu	Eğitim Durumu	Meslek	İkamet Süresi
Hane halkı I	6001-8000	7	30-45 yaş	Baba: Lisans Anne: Lise	Serbest Meslek Çalışanı	16-25 yıl arası
Hane halkı II	8001-10000	5	30-45 yaş	Baba: Lisans Anne: Lisans	Özel Sektör Çalışanı	16-25 yıl arası
Hane halkı III	10000 ve üzeri	10	30-45 yaş	Baba: Lisansüstü Anne: Lisans	Kamu Çalışanı	26 yıl ve üzeri
Hane halkı IV	2000-4000	1	30-45 yaş	Baba: Lise Anne: Lise	Özel Sektör Çalışanı	5 yıl ve daha az süre
Hane halkı V	4001-6000	2	30-45 yaş	Baba: Lisans Anne: Lise	Kamu Çalışanı	6-15 yıl arası



Şekil 1. Konut satın alma için geliştirilen hiyerarşi modeli (Developed hierarchy model the selection for buying a house)

Tablo 3. Hane halklarına göre kriterlerin ikili karşılaştırmaları (Pairwise comparisons of criteria according to households)

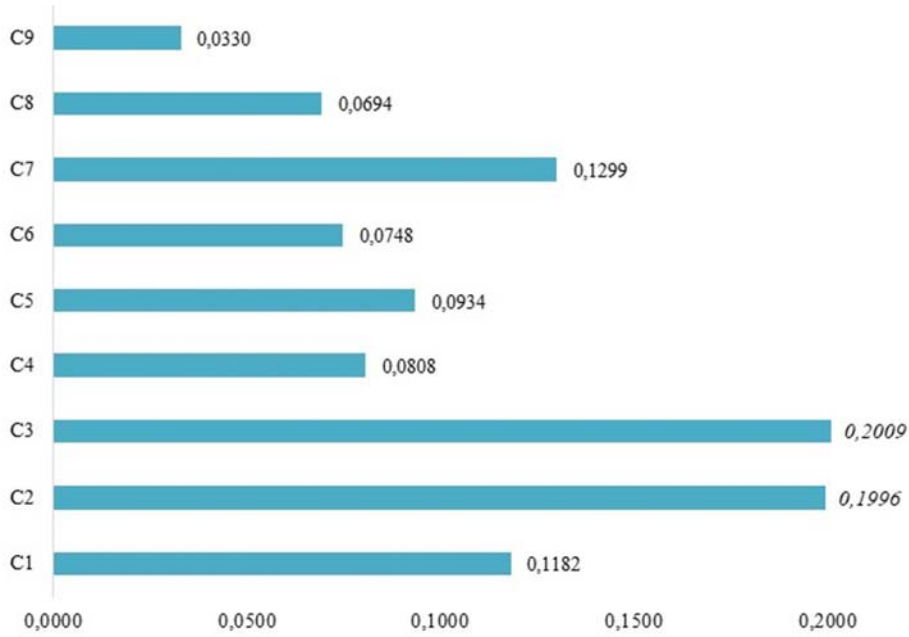
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9
C1	(EDÖ, EDÖ, EDÖ, EDÖ)	(1/ÇKÖ, ZDÖ, KÖ, 1/ZDÖ, 1/ZDÖ)	(1/KÖ, 1/O2, ÇKÖ, O2, 1/ÇKÖ, 1/ZDÖ)	(1/ZDÖ, KDÖ, ZDÖ, O4, EDÖ)	(1/KÖ, KDÖ, KÖ, O6, O4, 1/KDÖ)	(1/ÇKÖ, KÖ, O6, O4, 1/ZDÖ)	(1/KDÖ, ÇKÖ, O6, ZDÖ, 1/ÇKÖ)	(1/KDÖ, KDÖ, ÇKÖ, O2, 1/O8)	(1/O2, O6, O6, ZDÖ, EDÖ)
C2		(EDÖ, EDÖ, EDÖ, EDÖ)	1/ZDÖ, O2, ZDÖ, 1/ZDÖ	(ZDÖ, O6, O2, KÖ, ZDÖ)	(EDÖ, ÇKÖ, ZDÖ, O4, EDÖ)	(KÖ, O4, O4, ZDÖ, KÖ)	(1/ZDÖ, O4, O4, ZDÖ, 1/ZDÖ)	(EDÖ, O8, KÖ, O4, EDÖ)	(O6, KÖ, KÖ, KÖ, O6)
C3			(EDÖ, EDÖ, EDÖ, EDÖ)	(ZDÖ, ÇKÖ, EDÖ, KÖ)	(ZDÖ, O6, O2, O2, KÖ)	(ZDÖ, KÖ, ZDÖ, ZDÖ)	(1/ZDÖ, KÖ, ZDÖ, O2, 1/ZDÖ)	(EDÖ, KDÖ, O4, O4, EDÖ)	(KÖ, O6, ZDÖ, ZDÖ, KÖ)
C4				(EDÖ, EDÖ, EDÖ)	(1/KÖ, O2, O2, O2, 1/ZDÖ)	(1/O2, 1/ZDÖ, ZDÖ, O2, EDÖ)	(1/ZDÖ, 1/ZDÖ, KÖ, KÖ, 1/ZDÖ)	(1/ZDÖ, KÖ, O6, KÖ, 1/ZDÖ)	(1/ZDÖ, KÖ, KÖ, ÇKÖ, KDÖ, 1/ZDÖ)
C5					(EDÖ, EDÖ, EDÖ, EDÖ)	(ZDÖ, 1/ZDÖ, O2, ZDÖ, ZDÖ)	(1/KÖ, 1/O4, ZDÖ, KÖ, 1/ZDÖ)	(1/ZDÖ, ZDÖ, ZDÖ, ZDÖ, 1/ZDÖ)	(KÖ, 1/O2, O6, O6, KÖ)
C6						(EDÖ, EDÖ, EDÖ, EDÖ)	(1/KÖ, EDÖ, EDÖ, ZDÖ, 1/ZDÖ)	(1/KÖ, ÇKÖ, O2, O2, 1/KÖ)	(ZDÖ, O6, O4, O4, ZDÖ)
C7							(EDÖ, EDÖ, EDÖ, EDÖ)	(ZDÖ, KÖ, ZDÖ, ZDÖ, ZDÖ)	(ÇKÖ, KÖ, O4, ZDÖ, KÖ)
C8								(EDÖ, EDÖ, EDÖ, EDÖ)	(ZDÖ, 1/ZDÖ, KÖ, ÇKÖ, KÖ)
C9									(EDÖ, EDÖ, EDÖ, EDÖ)

Alternatif konutların sıralamasını elde etmek için BMAIRCA yöntemi kullanılmıştır. Hane halkları tarafından konutlar Tablo 5’te verilen bulanık değerlendirme ölçeğini kullanmışlar ve Tablo 6’da sunulan sonuçları elde etmişlerdir. Bulanık birleştirilmiş karar matrisi Eş. 5 kullanılarak elde edilmiştir. Eş. 6 ile alternatiflerin tercihleri elde edilmiştir. Çalışmamızda konutların sayısı sekiz olduğu için $P_{A_i} = 0,125$. Bu işlem, alternatiflerin her birine eşit tercihlerin verildiği anlamına gelmektedir. Eş. 7 kullanılarak, Tablo 7’de gösterildiği gibi bulanık teorik değerlendirme matrisini elde ederiz. Tablo 7’nin her bir

sütunu, söz konusu kriter için alternatiflerin teorik değerlendirmesini göstermektedir. Ardından, Eş. 8 kullanılarak Tablo 8’de gösterilen bulanık normalize karar matrisi elde edilir. Eş. 9 kullanılarak, Tablo 9’da gösterildiği gibi gerçek değerlendirme matrisi elde edilir. Eş. 10 ve 11 kullanılarak, Tablo 10’da sunulan teorik ve fiili değerlendirme arasındaki farklar ve kriterlerin son değerleri (Q_i) elde edilmiştir. BMAIRCA yöntemi sonuçları, A6 konutunun en iyi alternatif olarak seçildiğini ve konutların sıralamasının; $A6 > A4 > A2 > A3 > A8 > A7 > A5 > A1$ olduğunu göstermektedir.

Tablo 4. Birleştirilmiş ikili karşılaştırma matrisi (Aggregated pairwise comparison matrix)

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9
C1	(1,000; 1,000; 1,000)	(0,574; 0,750; 1,000)	(0,530; 0,725; 1,000)	(1,683; 2,048; 2,460)	(1,272; 1,431; 1,600)	(1,134; 1,417; 1,773)	(0,964; 1,149; 1,329)	(0,922; 1,118; 1,279)	(1,755; 2,221; 2,874)
C2	(1,000; 1,332; 1,741)	(1,000; 1,000; 1,000)	(0,500; 0,740; 1,084)	(2,402; 3,519; 4,580)	(2,048; 2,426; 2,759)	(3,104; 4,129; 5,144)	(1,024; 1,398; 1,904)	(2,426; 2,759; 3,064)	(4,373; 5,378; 6,382)
C3	(1,000; 1,380; 1,888)	(0,922; 1,351; 2,000)	(1,000; 1,000; 1,000)	(2,169; 2,537; 2,862)	(2,091; 3,245; 4,324)	(2,297; 3,323; 4,338)	(0,871; 1,272; 1,783)	(2,408; 2,702; 2,954)	(3,170; 4,227; 5,261)
C4	(0,407; 0,488; 0,594)	(0,218; 0,284; 0,416)	(0,349; 0,394; 0,461)	(1,000; 1,000; 1,000)	(0,530; 0,882; 1,275)	(0,699; 1,000; 1,431)	(0,758; 0,985; 1,351)	(1,380; 1,755; 2,290)	(1,683; 2,036; 2,551)
C5	(0,625; 0,699; 0,786)	(0,362; 0,412; 0,488)	(0,231; 0,308; 0,478)	(0,784; 1,134; 1,888)	(1,000; 1,000; 1,000)	(1,149; 1,783; 2,491)	(0,582; 0,758; 1,000)	(0,871; 1,246; 1,741)	(2,661; 3,393; 4,460)
C6	(0,564; 0,706; 0,882)	(0,194; 0,242; 0,322)	(0,231; 0,301; 0,435)	(0,699; 1,000; 1,431)	(0,401; 0,561; 0,871)	(1,000; 1,000; 1,000)	(0,608; 0,725; 0,871)	(0,699; 1,023; 1,351)	(2,825; 3,866; 4,891)
C7	(0,752; 0,871; 1,037)	(0,525; 0,715; 0,977)	(0,561; 0,786; 1,149)	(0,740; 1,016; 1,320)	(1,000; 1,320; 1,719)	(1,149; 1,380; 1,644)	(1,000; 1,000; 1,000)	(2,297; 3,323; 4,338)	(3,565; 4,618; 5,650)
C8	(0,782; 0,894; 1,084)	(0,326; 0,362; 0,412)	(0,339; 0,370; 0,415)	(0,437; 0,570; 0,725)	(0,574; 0,803; 1,149)	(0,740; 0,978; 1,431)	(0,231; 0,301; 0,435)	(1,000; 1,000; 1,000)	(2,169; 2,809; 3,565)
C9	(0,348; 0,450; 0,570)	(0,157; 0,186; 0,229)	(0,190; 0,237; 0,315)	(0,392; 0,491; 0,594)	(0,224; 0,295; 0,376)	(0,204; 0,259; 0,354)	(0,177; 0,217; 0,280)	(0,280; 0,356; 0,461)	(1,000; 1,000; 1,000)



Şekil 2. Kriterlerin ağırlıkları (Weights of criteria)

Tablo 5. Alternatiflerin bulanık değerlendirme ölçeği (Fuzzy rating scale of alternatives)

Dilsel terimler	Bulanık sayı karşılıkları
Çok Kötü (ÇK)	(0, 1, 2)
Kötü (K)	(1, 2, 3)
Orta Kötü (OK)	(2, 3, 5, 5)
Orta (O)	(4, 5, 6)
Orta İyi (Oİ)	(5, 6, 5, 8)
İyi (İ)	(7, 8, 9)
Çok İyi (Çİ)	(8, 9, 10)

Tablo 6. Kriterlere göre konutların dilsel değerlendirmeleri (Linguistic evaluation of houses according to criteria)

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9
A1	(K, Çİ, ÇK, K, ÇK)	(İ, K, K, K, ÇK)	(K, O, O, OK, OK)	(Çİ, Oİ, Oİ, O, K)	(İ, ÇK, ÇK, O, K)	(O, İ, İ, K, İ)	(K, Çİ, Çİ, O, O)	(İ, OK, OK, OK, O)	(İ, OK, OK, OK, K)
A2	(İ, OK, K, O, İ)	(K, İ, İ, Çİ, İ)	(İ, İ, İ, İ, O)	(O, ÇK, ÇK, K, OK)	(Çİ, O, O, K, OK)	(İ, OK, OK, Oİ, İ)	(Çİ, O, O, İ, O)	(Çİ, İ, İ, K, O)	(Oİ, İ, İ, K, K)
A3	(Çİ, Çİ, OK, Oİ, İ)	(OK, OK, OK, Oİ, İ)	(Oİ, Oİ, Oİ, Oİ, OK)	(İ, İ, İ, İ, OK)	(K, K, K, O, İ)	(Çİ, Çİ, Çİ, O, O)	(O, O, O, Çİ, İ)	(OK, OK, OK, K, OK)	(O, O, O, O, Oİ)
A4	(İ, İ, Oİ, İ, Çİ)	(İ, İ, Oİ, İ, Çİ)	(O, Çİ, İ, Oİ, O)	(Oİ, Çİ, İ, O, K)	(Oİ, O, İ, O, O)	(Oİ, Oİ, Oİ, Oİ, İ)	(İ, İ, Çİ, O, K)	(O, İ, İ, İ, O)	(Çİ, Çİ, Çİ, İ, O)
A5	(ÇK, ÇK, Oİ, İ, Oİ)	(Oİ, Oİ, Oİ, İ, İ)	(ÇK, ÇK, ÇK, K, Oİ)	(İ, İ, İ, O, O)	(ÇK, ÇK, ÇK, Çİ, Oİ)	(K, K, K, K, O)	(ÇK, ÇK, ÇK, Çİ, O)	(OK, OK, OK, Oİ, İ)	(K, K, K, İ, İ)
A6	(Oİ, Çİ, Çİ, Oİ, İ)	(Oİ, İ, İ, İ, İ)	(Çİ, Çİ, Çİ, İ, İ)	(OK, İ, Çİ, İ, İ)	(İ, İ, Çİ, Çİ, İ)	(İ, İ, İ, Oİ)	(Çİ, Çİ, Çİ, O, O)	(Oİ, Oİ, O, O, İ)	(Çİ, İ, Çİ, İ, Çİ)
A7	(İ, İ, Çİ, İ, OK)	(K, K, K, O, O)	(Oİ, Oİ, Oİ, OK, İ)	(Çİ, Çİ, Çİ, İ, İ)	(K, K, K, K, Oİ)	(O, O, O, O, Oİ)	(OK, OK, OK, K, ÇK)	(Oİ, Oİ, Oİ, K, K)	(OK, OK, OK, OK, OK)
A8	(K, K, K, O, İ)	(OK, OK, OK, O, Çİ)	(İ, İ, İ, O, İ)	(K, K, K, Oİ, Oİ)	(Oİ, Oİ, Oİ, İ, O)	(Oİ, Oİ, Oİ, İ, İ)	(O, O, O, O, K)	(Çİ, Çİ, Çİ, Oİ, OK)	(İ, İ, İ, İ, ÇK)

Tablo 7. Bulanık teorik değerlendirme matrisi (Fuzzy matrix of theoretical ponder)

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9
A1	(0,010; 0,015; 0,023)	(0,016; 0,025; 0,039)	(0,015; 0,025; 0,040)	(0,006; 0,010; 0,016)	(0,007; 0,011; 0,019)	(0,006; 0,009; 0,015)	(0,010; 0,016; 0,026)	(0,006; 0,009; 0,014)	(0,003; 0,004; 0,006)
A2	(0,010; 0,015; 0,023)	(0,016; 0,025; 0,039)	(0,015; 0,025; 0,040)	(0,006; 0,010; 0,016)	(0,007; 0,011; 0,019)	(0,006; 0,009; 0,015)	(0,010; 0,016; 0,026)	(0,006; 0,009; 0,014)	(0,003; 0,004; 0,006)
A3	(0,010; 0,015; 0,023)	(0,016; 0,025; 0,039)	(0,015; 0,025; 0,040)	(0,006; 0,010; 0,016)	(0,007; 0,011; 0,019)	(0,006; 0,009; 0,015)	(0,010; 0,016; 0,026)	(0,006; 0,009; 0,014)	(0,003; 0,004; 0,006)
A4	(0,010; 0,015; 0,023)	(0,016; 0,025; 0,039)	(0,015; 0,025; 0,040)	(0,006; 0,010; 0,016)	(0,007; 0,011; 0,019)	(0,006; 0,009; 0,015)	(0,010; 0,016; 0,026)	(0,006; 0,009; 0,014)	(0,003; 0,004; 0,006)
A5	(0,010; 0,015; 0,023)	(0,016; 0,025; 0,039)	(0,015; 0,025; 0,040)	(0,006; 0,010; 0,016)	(0,007; 0,011; 0,019)	(0,006; 0,009; 0,015)	(0,010; 0,016; 0,026)	(0,006; 0,009; 0,014)	(0,003; 0,004; 0,006)
A6	(0,010; 0,015; 0,023)	(0,016; 0,025; 0,039)	(0,015; 0,025; 0,040)	(0,006; 0,010; 0,016)	(0,007; 0,011; 0,019)	(0,006; 0,009; 0,015)	(0,010; 0,016; 0,026)	(0,006; 0,009; 0,014)	(0,003; 0,004; 0,006)
A7	(0,010; 0,015; 0,023)	(0,016; 0,025; 0,039)	(0,015; 0,025; 0,040)	(0,006; 0,010; 0,016)	(0,007; 0,011; 0,019)	(0,006; 0,009; 0,015)	(0,010; 0,016; 0,026)	(0,006; 0,009; 0,014)	(0,003; 0,004; 0,006)
A8	(0,010; 0,015; 0,023)	(0,016; 0,025; 0,039)	(0,015; 0,025; 0,040)	(0,006; 0,010; 0,016)	(0,007; 0,011; 0,019)	(0,006; 0,009; 0,015)	(0,010; 0,016; 0,026)	(0,006; 0,009; 0,014)	(0,003; 0,004; 0,006)

Tablo 8. Bulanık normalize karar matrisi (Fuzzy normalized decision matrix)

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9
A1	(0,066; 0,099; 0,132)	(0,067; 0,101; 0,134)	(0,082; 0,120; 0,158)	(0,148; 0,187; 0,225)	(0,092; 0,131; 0,169)	(0,166; 0,198; 0,230)	(0,182; 0,218; 0,255)	(0,120; 0,166; 0,212)	(0,094; 0,138; 0,182)
A2	(0,138; 0,174; 0,211)	(0,201; 0,235; 0,268)	(0,203; 0,234; 0,266)	(0,045; 0,080; 0,116)	(0,146; 0,188; 0,230)	(0,147; 0,189; 0,230)	(0,175; 0,215; 0,255)	(0,190; 0,226; 0,261)	(0,142; 0,179; 0,216)
A3	(0,197; 0,237; 0,276)	(0,121; 0,168; 0,215)	(0,139; 0,187; 0,234)	(0,193; 0,228; 0,264)	(0,108; 0,146; 0,184)	(0,205; 0,237; 0,269)	(0,197; 0,233; 0,269)	(0,063; 0,113; 0,162)	(0,142; 0,179; 0,216)
A4	(0,224; 0,260; 0,296)	(0,228; 0,265; 0,302)	(0,177; 0,212; 0,247)	(0,161; 0,196; 0,232)	(0,184; 0,227; 0,269)	(0,173; 0,217; 0,262)	(0,197; 0,233; 0,269)	(0,205; 0,240; 0,275)	(0,236; 0,270; 0,304)
A5	(0,112; 0,151; 0,191)	(0,194; 0,238; 0,282)	(0,038; 0,073; 0,108)	(0,187; 0,219; 0,251)	(0,100; 0,142; 0,184)	(0,051; 0,083; 0,115)	(0,087; 0,124; 0,160)	(0,127; 0,176; 0,226)	(0,115; 0,148; 0,182)
A6	(0,217; 0,257; 0,296)	(0,221; 0,258; 0,295)	(0,247; 0,279; 0,310)	(0,200; 0,235; 0,270)	(0,284; 0,323; 0,361)	(0,211; 0,246; 0,281)	(0,233; 0,269; 0,306)	(0,176; 0,219; 0,261)	(0,256; 0,290; 0,324)
A7	(0,204; 0,240; 0,276)	(0,074; 0,107; 0,141)	(0,152; 0,196; 0,241)	(0,245; 0,277; 0,309)	(0,069; 0,111; 0,154)	(0,134; 0,169; 0,205)	(0,051; 0,098; 0,146)	(0,120; 0,166; 0,212)	(0,067; 0,118; 0,169)
A8	(0,092; 0,125; 0,158)	(0,121; 0,164; 0,208)	(0,203; 0,234; 0,266)	(0,084; 0,122; 0,161)	(0,200; 0,250; 0,300)	(0,185; 0,227; 0,269)	(0,124; 0,160; 0,197)	(0,219; 0,261; 0,303)	(0,189; 0,223; 0,256)

Tablo 9. Bulanık gerçek değerlendirme matrisi (Matrix of fuzzy actual ponder)

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9
A1	(0,001; 0,001; 0,003)	(0,001; 0,003; 0,005)	(0,001; 0,003; 0,006)	(0,001; 0,002; 0,004)	(0,001; 0,001; 0,003)	(0,001; 0,002; 0,003)	(0,002; 0,004; 0,007)	(0,001; 0,001; 0,003)	(0,000; 0,001; 0,001)
A2	(0,001; 0,003; 0,005)	(0,003; 0,006; 0,011)	(0,003; 0,006; 0,011)	(0,000; 0,001; 0,002)	(0,001; 0,002; 0,004)	(0,001; 0,002; 0,003)	(0,002; 0,003; 0,007)	(0,001; 0,002; 0,004)	(0,000; 0,001; 0,001)
A3	(0,002; 0,004; 0,006)	(0,002; 0,004; 0,008)	(0,002; 0,005; 0,009)	(0,001; 0,002; 0,004)	(0,001; 0,002; 0,004)	(0,001; 0,002; 0,004)	(0,002; 0,004; 0,007)	(0,000; 0,001; 0,002)	(0,000; 0,001; 0,001)
A4	(0,002; 0,004; 0,007)	(0,004; 0,007; 0,012)	(0,003; 0,005; 0,010)	(0,001; 0,002; 0,004)	(0,001; 0,003; 0,005)	(0,001; 0,002; 0,004)	(0,002; 0,004; 0,007)	(0,001; 0,002; 0,004)	(0,001; 0,001; 0,002)
A5	(0,001; 0,002; 0,004)	(0,003; 0,006; 0,011)	(0,001; 0,002; 0,004)	(0,001; 0,002; 0,004)	(0,001; 0,002; 0,004)	(0,000; 0,001; 0,002)	(0,001; 0,002; 0,004)	(0,001; 0,002; 0,003)	(0,000; 0,001; 0,001)
A6	(0,002; 0,004; 0,007)	(0,004; 0,007; 0,012)	(0,004; 0,007; 0,012)	(0,001; 0,002; 0,004)	(0,002; 0,004; 0,007)	(0,001; 0,002; 0,004)	(0,002; 0,004; 0,008)	(0,001; 0,002; 0,004)	(0,001; 0,001; 0,002)
A7	(0,002; 0,004; 0,006)	(0,001; 0,003; 0,006)	(0,002; 0,005; 0,010)	(0,002; 0,003; 0,005)	(0,000; 0,001; 0,003)	(0,001; 0,002; 0,003)	(0,001; 0,002; 0,004)	(0,001; 0,001; 0,003)	(0,000; 0,000; 0,001)
A8	(0,001; 0,002; 0,004)	(0,002; 0,004; 0,008)	(0,003; 0,006; 0,011)	(0,001; 0,001; 0,003)	(0,001; 0,003; 0,006)	(0,001; 0,002; 0,004)	(0,001; 0,003; 0,005)	(0,001; 0,002; 0,004)	(0,001; 0,001; 0,002)

4.1. Duyarlılık Analizi (Sensitivity Analysis)

Duyarlılık analizi, sıralama sonuçlarının geçerliliğini doğrulamak ve uzmanlar tarafından herhangi bir önyargıyı ortadan kaldırmak için yaygın olarak kullanılmaktadır. Kriter ağırlıklarını değiştirmek için basit bir model izleyerek farklı deney setleri oluşturulmuştur. Her deney setinde bir kriter en yüksek ağırlığa, diğer bir kriter en düşük ağırlığa ve diğer kriterlerin en düşük ve en yüksek ağırlıklar arasında bazı değerlere sahip olarak deneyler yapılmıştır. Deney setlerindeki değerler Keshavarz Ghorabae vd. [35] çalışması dikkate alınarak oluşturulmuştur. Çalışmamızdaki kriter sayısına göre, bu analiz için dokuz ağırlık seti oluşturulmuştur. Bir sonraki adımda, kriter ağırlıklarını BMAIRCA yönteminde kullanılmış ve 10 farklı çalışma için alternatiflerin sıralamaları hesaplanmıştır. Şekil 3, alternatiflerin sıralaması için duyarlılık analizi sonuçlarını sunmaktadır.

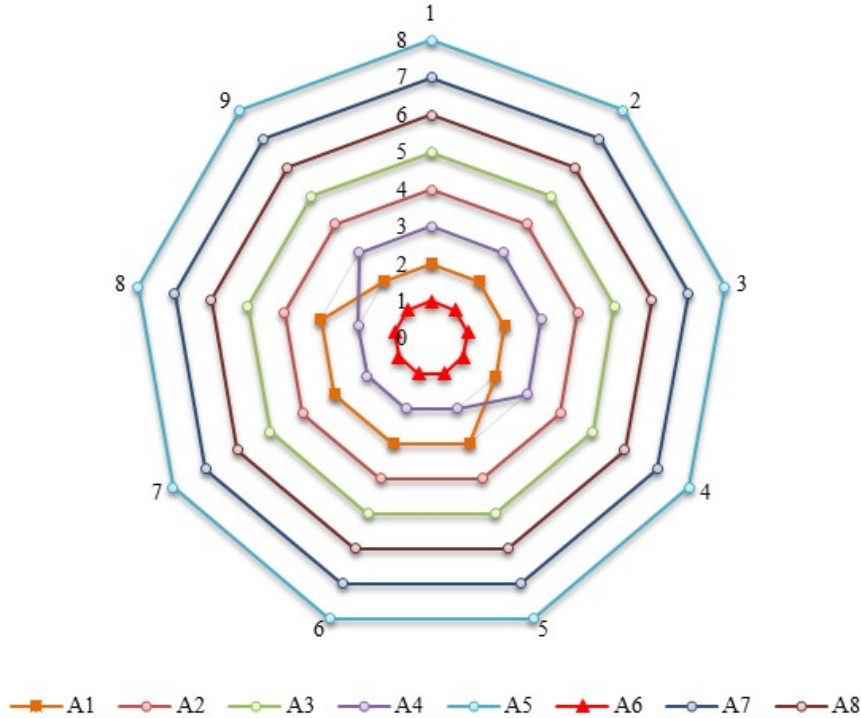
Şekil 3, alternatiflerin sıralamalarında çok fazla değişkenlik olmadığını ve sıralamaların ağırlıklardan çok fazla etkilenmediğini göstermektedir. BAHS yönteminden elde edilen ağırlıkların kullanılması sonucunda elde edilen mevcut çözümde A6 alternatifi en iyi alternatif olarak belirlenmiştir. Yapılan 9 deney setinin tamamında A6 alternatifi birinci olarak elde edilmiştir. Bu nedenle, önerilen analiz herhangi bir önyargı içermemekte ve önerilen yaklaşım sağlamdır (Şekil 3).

Duyarlılık analizinin ikinci adımında, pandeminin hane halklarının görüşleri üzerindeki etkisini ölçebilmek amacıyla ikinci bir görüşme gerçekleştirilmiştir. Bu görüşmede “Eğer pandemi olmasaydı kararlarımız ne olurdu?” sorusuna yanıt aranmıştır. Hane halklarına pandemi olmaması durumunda kriterleri ikili olarak karşılaştırmaları istenmiş ve Tablo 11’de sunulan sonuçlar elde edilmiştir. BAHS yönteminin işlem adımları uygulanması sonucunda elde edilen kriter ağırlıkları Şekil 3’de belirtilmiştir. Belirlenen kriter ağırlıklarının BMAIRCA yönteminde kullanılması sonucunda Tablo 12’de sunulan sonuçlar elde edilmiştir.

Son olarak, BAHS yönteminin duyarlılığını gösterebilmek adına BWM ile kriter ağırlıkları elde edilerek sonuçlar karşılaştırılmıştır. BWM, daha az miktarda veri (ikili karşılaştırma matrisleri) gerektirdiği için avantaja sahiptir ve AHS ile karşılaştırdığı zaman BWM sonuçlarını daha tutarlı olduğu Rezaei [36] tarafından gösterilmiştir. Hane halkları en iyi ve en kötü kriterleri seçtikten sonra, diğer tüm kriterlere göre en iyi kriterlerin tercihini ve ardından tüm kriterlerin en kötü kriterlere göre tercih derecesini 1-9 arasında sayılar kullanarak belirlemişlerdir. Elde edilen değerlerine göre en iyi ve diğerlerine göre en kötü derecelendirmeler Tablo 13’te gösterilmektedir. Hane halkları tarafından kriterler ikili olarak karşılaştırıldıktan sonra, kriterlerin ağırlıkları elde edilerek Tablo 14’de sunulmuştur.

Tablo 10. Konutların BMAIRCA yöntemine göre sıralaması (Ranking of houses according to the FMAIRCA method)

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	Kriter işlevlerinin değeri	Sıralama
A1	0,0148	0,0251	0,0247	0,0092	0,0114	0,0084	0,0142	0,0080	0,0039	0,1198	8
A2	0,0135	0,0213	0,0216	0,0104	0,0106	0,0085	0,0142	0,0075	0,0038	0,1113	3
A3	0,0124	0,0230	0,0227	0,0087	0,0112	0,0080	0,0139	0,0085	0,0038	0,1122	4
A4	0,0121	0,0204	0,0222	0,0091	0,0101	0,0082	0,0139	0,0073	0,0033	0,1065	2
A5	0,0139	0,0210	0,0262	0,0089	0,0112	0,0097	0,0159	0,0079	0,0039	0,1185	7
A6	0,0121	0,0206	0,0203	0,0086	0,0088	0,0079	0,0132	0,0075	0,0032	0,1023	1
A7	0,0124	0,0249	0,0225	0,0082	0,0116	0,0087	0,0163	0,0080	0,0040	0,1166	6
A8	0,0144	0,0231	0,0216	0,0099	0,0097	0,0081	0,0152	0,0071	0,0036	0,1127	5



Şekil 3. Duyarlılık analizi sonuçları (Results of sensitivity analysis)

Konut satın alma problemi seçimi için kriterlerin ağırlıkları elde edildikten sonraki adım, bu kriterlere göre en iyi alternatifin (konutun) seçilmesidir. Diğer çözüm aşamalarında tartışıldığı gibi BMAIRCA alternatiflerin sıralarını elde etmek için kullanılmış ve Tablo 15’de verilen sonuçlar elde edilmiştir.

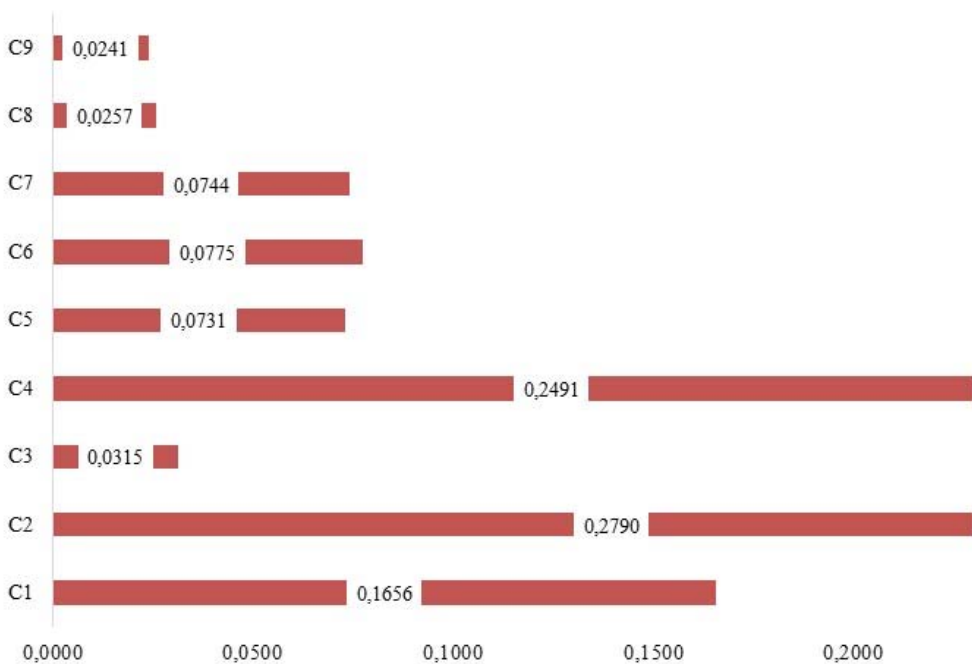
4.2. Karşılaştırma Analizi (Comparative Analysis)

Önerilen yaklaşımın etkinliğini doğrulamak için bazı sıralama yöntemleriyle karşılaştırılmıştır. Bu sıralama modelleri arasında

bulanık ortam atında TOPSIS ve VIKOR yöntemleri yer almaktadır. Bulanık TOPSIS (BTOPSIS) yöntemi için [37], bulanık VIKOR (BVIKOR) yöntemi için [38] çalışmaları örnek alınmıştır. Eş. 5 kullanılarak elde edilen bulanık karar matrisleri BTOPSIS ve BVIKOR yöntemlerinde kullanılmıştır. BTOPSIS ve BVIKOR yöntemleri için kriterlerin ağırlıkları BAHS yönteminden alınmıştır. Bu yöntemlerle alternatiflerin nihai değerlerinin ve sıralamaların sonuçları sırasıyla Şekil 4’de verilmiştir. Elde edilen nihai değerler ve sıralamalar arasında ilişki olup olmadığı korelasyon analizi ile incelenmiştir. BTOPSIS ve BVIKOR yöntemlerinde aynı sıralamalar

Tablo 11. Pandemi olmaması durumunda hane halklarına göre kriterlerin ikili karşılaştırmaları (Pairwise comparisons of criteria in the absence of the pandemic according to households)

C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9
(EDÖ, EDÖ, EDÖ, EDÖ, C1 EDÖ)	(1/ZDÖ, 1/ZDÖ, 1/KÖ, 1/KÖ, 1/KÖ)	(KÖ, KÖ, KÖ, ZDÖ, KÖ)	(1/ZDÖ, EDÖ, KÖ, 1/KÖ, 1/KÖ)	(ZDÖ, ZDÖ, KÖ, ÇKÖ, KÖ)	(KÖ, ZDÖ, ZDÖ, ZDÖ, ZDÖ)	(ZDÖ, ZDÖ, ZDÖ, ZDÖ, ZDÖ)	(KÖ, KÖ, KÖ, KÖ, KÖ)	(KDÖ, KDÖ, KDÖ, ÇKÖ, KÖ)
(ZDÖ, ZDÖ, KÖ, KÖ, C2 KÖ)	(EDÖ, EDÖ, EDÖ, EDÖ, EDÖ)	(ÇKÖ, ÇKÖ, KDÖ, KÖ, KÖ)	(ZDÖ, ZDÖ, ZDÖ, EDÖ, 1/KÖ)	(KÖ, ZDÖ, KÖ, ZDÖ, ZDÖ)	(KÖ, ZDÖ, KÖ, ZDÖ, ZDÖ)	(ÇKÖ, KÖ, KÖ, ZDÖ, KÖ)	(KDÖ, ÇKÖ, ÇKÖ, ÇKÖ, ÇKÖ)	(KDÖ, KDÖ, ÇKÖ, ÇKÖ, KÖ)
(1/KÖ, 1/KÖ, 1/KÖ, 1/ZDÖ, C3 1/KÖ)	(1/ÇKÖ, 1/ÇKÖ, 1/KÖ, 1/KÖ, 1/KÖ)	(EDÖ, EDÖ, EDÖ, EDÖ, EDÖ)	(1/KDÖ, 1/KDÖ, 1/KÖ, 1/KDÖ, 1/ÇKÖ)	(1/ZDÖ, 1/ZDÖ, 1/ZDÖ, EDÖ, 1/ÇKÖ)	(1/KÖ, 1/KÖ, 1/ZDÖ, EDÖ, 1/KÖ)	(1/ZDÖ, 1/ZDÖ, 1/ZDÖ, EDÖ, 1/KÖ)	(ZDÖ, KÖ, EDÖ, ZDÖ, EDÖ)	(ZDÖ, ZDÖ, EDÖ, EDÖ, 1/ZDÖ)
(ZDÖ, EDÖ, 1/KÖ, KÖ, C4 KÖ)	(1/ZDÖ, 1/ZDÖ, 1/ZDÖ, EDÖ, KÖ)	(KDÖ, KDÖ, KÖ, KDÖ, ÇKÖ)	(EDÖ, EDÖ, EDÖ, EDÖ, EDÖ)	(KÖ, KÖ, ZDÖ, KÖ, KÖ)	(KÖ, ZDÖ, EDÖ, KÖ, KDÖ)	(ÇKÖ, KÖ, ZDÖ, KÖ, ÇKÖ)	(KDÖ, KÖ, KDÖ, KDÖ, KDÖ)	(KDÖ, KDÖ, ÇKÖ, KDÖ, KDÖ)
(1/ZDÖ, 1/ZDÖ, 1/KÖ, 1/ÇKÖ, C5 1/KÖ)	(1/KÖ, 1/ZDÖ, 1/ZDÖ, 1/ZDÖ, 1/ZDÖ)	(ZDÖ, ZDÖ, ZDÖ, EDÖ, ÇKÖ)	(1/KÖ, 1/KÖ, 1/ZDÖ, 1/KÖ, 1/KDÖ)	(EDÖ, EDÖ, EDÖ, EDÖ, EDÖ)	(1/ZDÖ, ZDÖ, EDÖ, 1/KÖ, EDÖ)	(ZDÖ, EDÖ, ZDÖ, 1/ZDÖ, EDÖ)	(KÖ, ZDÖ, ZDÖ, ZDÖ, ZDÖ)	(KÖ, KÖ, ZDÖ, ZDÖ, ZDÖ)
(1/KÖ, 1/ZDÖ, 1/ZDÖ, 1/ZDÖ, C6 1/ZDÖ)	(1/KÖ, 1/ZDÖ, 1/ZDÖ, 1/ZDÖ, 1/ZDÖ)	(KÖ, KÖ, ZDÖ, EDÖ, KÖ)	(1/KÖ, 1/ZDÖ, EDÖ, 1/KÖ, 1/KDÖ)	(ZDÖ, 1/ZDÖ, EDÖ, KÖ, 1/KÖ)	(EDÖ, EDÖ, EDÖ, EDÖ, EDÖ)	(ZDÖ, ZDÖ, 1/ZDÖ, 1/ZDÖ, 1/ZDÖ)	(KÖ, KÖ, ZDÖ, ZDÖ, ZDÖ)	(KÖ, KÖ, KÖ, KÖ, ZDÖ)
(1/ZDÖ, 1/ZDÖ, 1/ZDÖ, 1/ZDÖ, C7 1/ZDÖ)	(1/ÇKÖ, 1/KÖ, 1/KÖ, 1/ZDÖ, 1/KÖ)	(ZDÖ, ZDÖ, KÖ, KÖ, KÖ)	(1/ÇKÖ, 1/KÖ, 1/ZDÖ, 1/KÖ, 1/ÇKÖ)	(1/ZDÖ, EDÖ, 1/ZDÖ, ZDÖ, EDÖ)	(1/ZDÖ, 1/ZDÖ, ZDÖ, ZDÖ, ZDÖ)	(EDÖ, EDÖ, EDÖ, EDÖ, EDÖ)	(KÖ, ZDÖ, ZDÖ, KÖ, KÖ)	(ZDÖ, ZDÖ, ZDÖ, ZDÖ, ZDÖ)
(1/KÖ, 1/KÖ, 1/KÖ, 1/KÖ, C8 1/KÖ)	(1/KDÖ, 1/ÇKÖ, 1/ÇKÖ, 1/ÇKÖ, 1/ÇKÖ)	(1/ZDÖ, 1/KÖ, EDÖ, 1/ZDÖ, EDÖ)	(1/KDÖ, 1/KÖ, 1/KÖ, 1/ÇKÖ, 1/KDÖ)	(1/KÖ, 1/ZDÖ, 1/ZDÖ, 1/ZDÖ, 1/ZDÖ)	(1/KÖ, 1/KÖ, 1/ZDÖ, 1/ZDÖ, 1/ZDÖ)	(1/KÖ, 1/ZDÖ, 1/ZDÖ, 1/KÖ, 1/KÖ)	(EDÖ, EDÖ, EDÖ, EDÖ, EDÖ)	(1/ZDÖ, ZDÖ, ZDÖ, EDÖ, EDÖ)
(1/KDÖ, 1/KDÖ, 1/KDÖ, 1/ÇKÖ, C9 1/KÖ)	(1/KDÖ, 1/KDÖ, 1/ÇKÖ, 1/ÇKÖ, 1/KÖ)	(1/ZDÖ, 1/ZDÖ, EDÖ, EDÖ, ZDÖ)	(1/KDÖ, 1/KDÖ, 1/ÇKÖ, 1/KDÖ, 1/KDÖ)	(1/ZDÖ, 1/ZDÖ, 1/ZDÖ, 1/ZDÖ, 1/ZDÖ)	(1/KÖ, 1/KÖ, 1/KÖ, 1/KÖ, 1/ZDÖ)	(1/ZDÖ, 1/ZDÖ, 1/ZDÖ, 1/ZDÖ, 1/ZDÖ)	(ZDÖ, 1/ZDÖ, 1/ZDÖ, EDÖ, EDÖ)	(EDÖ, EDÖ, EDÖ, EDÖ, EDÖ)



Şekil 4. Pandemi olmaması durumunda kriterlerin ağırlıkları (Weights of criteria in the absence of the pandemic)

Tablo 12. Pandemi olmaması durumunda bulunan kriterlerin ağırlıkları ile konutların BMAIRCA yöntemine göre sıralaması
(The ranking of the houses according to the BMAIRCA method according to the weights of the criteria in the absence of the pandemic)

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	Kriter işlevlerinin değeri	Sıralama
A1	0,0201	0,0337	0,0037	0,0269	0,0086	0,0084	0,0079	0,0029	0,0028	0,1148	6
A2	0,0135	0,0213	0,0216	0,0104	0,0106	0,0085	0,0142	0,0075	0,0038	0,1113	3
A3	0,0124	0,0230	0,0227	0,0087	0,0112	0,0080	0,0139	0,0085	0,0038	0,1122	4
A4	0,0121	0,0204	0,0222	0,0091	0,0101	0,0082	0,0139	0,0073	0,0033	0,1065	2
A5	0,0139	0,0210	0,0262	0,0089	0,0112	0,0097	0,0159	0,0079	0,0039	0,1185	8
A6	0,0121	0,0206	0,0203	0,0086	0,0088	0,0079	0,0132	0,0075	0,0032	0,1023	1
A7	0,0124	0,0249	0,0225	0,0082	0,0116	0,0087	0,0163	0,0080	0,0040	0,1166	7
A8	0,0144	0,0231	0,0216	0,0099	0,0097	0,0081	0,0152	0,0071	0,0036	0,1127	5

Tablo 13. Kriterlerin BWM için ikili karşılaştırmaları (Pairwise comparisons of criteria for BWM)

		Kriterler									
Hane halkları	En iyi	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	
1	C3	4	2	1	6	5	7	3	8	9	
2	C2	3	1	2	6	5	7	2	8	9	
3	C3	5	3	1	6	7	8	2	9	8	
4	C2	4	1	3	6	7	5	2	8	7	
5	C3	4	2	1	6	7	5	2	7	8	
Hane halkları	En kötü	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	
1	C9	6	8	9	4	5	3	7	2	1	
2	C9	5	9	8	4	5	4	6	2	1	
3	C8	5	7	9	6	5	4	6	1	3	
4	C8	4	8	7	5	6	3	5	1	3	
5	C9	5	7	9	6	5	3	5	2	1	

Tablo 14. Kriterlerin BWM ile elde edilen ağırlıkları (Weights of criteria obtained by BWM)

Hane halkları	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	ξ
1	0,0958	0,1915	0,3146	0,0638	0,0766	0,0547	0,1277	0,0479	0,0274	0,0684
2	0,1160	0,2894	0,1740	0,0580	0,0696	0,0497	0,1740	0,0435	0,0256	0,0586
3	0,0819	0,1365	0,3217	0,0682	0,0585	0,0512	0,2047	0,0260	0,0512	0,0877
4	0,0978	0,2961	0,1304	0,0652	0,0559	0,0782	0,1955	0,0251	0,0559	0,0950
5	0,0914	0,1828	0,2802	0,0609	0,0522	0,0731	0,1828	0,0522	0,0244	0,0853
Ortalama	0,0966	0,2193	0,2442	0,0632	0,0626	0,0614	0,1769	0,0389	0,0369	0,0790

Tablo 15. BWM sonucunda bulunan kriterlerin ağırlıkları ile konutların BMAIRCA yöntemine göre sıralaması
(The ranking of the houses according to the BMAIRCA method by using the weights of the criteria as a result of the BWM)

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	Kriter işlevlerinin değeri	Sıralama
A1	0,0109	0,0247	0,0269	0,0064	0,0068	0,0062	0,0173	0,0041	0,0040	0,1072	3
A2	0,0135	0,0213	0,0216	0,0104	0,0106	0,0085	0,0142	0,0075	0,0038	0,1113	4
A3	0,0124	0,0230	0,0227	0,0087	0,0112	0,0080	0,0139	0,0085	0,0038	0,1122	5
A4	0,0121	0,0204	0,0222	0,0091	0,0101	0,0082	0,0139	0,0073	0,0033	0,1065	2
A5	0,0139	0,0210	0,0262	0,0089	0,0112	0,0097	0,0159	0,0079	0,0039	0,1185	8
A6	0,0121	0,0206	0,0203	0,0086	0,0088	0,0079	0,0132	0,0075	0,0032	0,1023	1
A7	0,0124	0,0249	0,0225	0,0082	0,0116	0,0087	0,0163	0,0080	0,0040	0,1166	7
A8	0,0144	0,0231	0,0216	0,0099	0,0097	0,0081	0,0152	0,0071	0,0036	0,1127	6

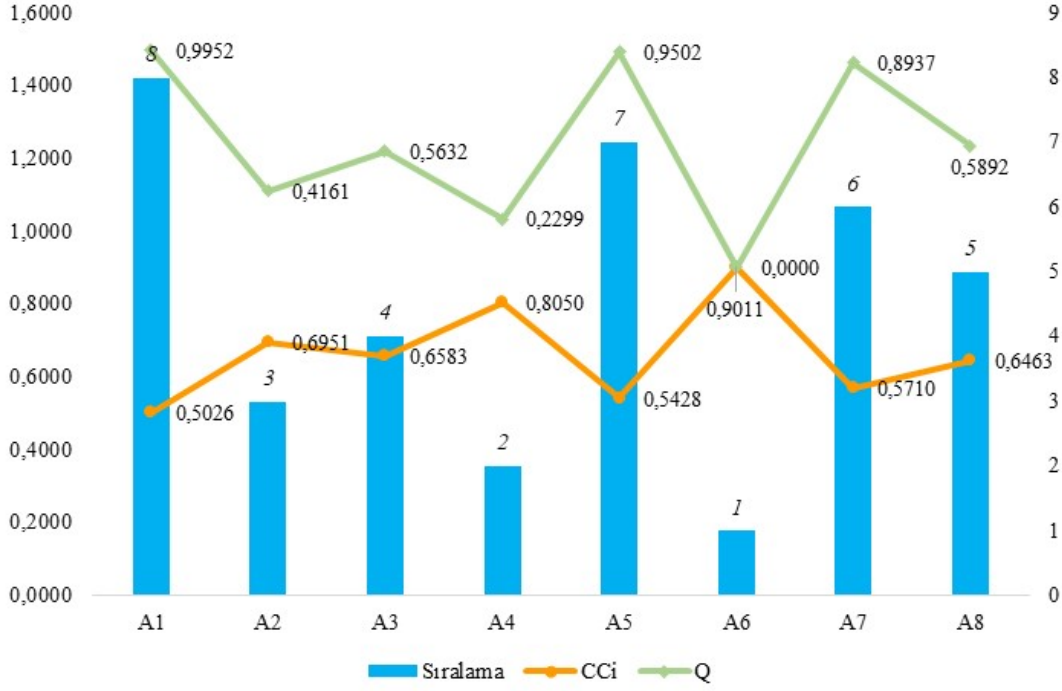
elde edildiği için yöntemlerin sıralamaları arasında tam ilişki bulunmuştur ($r=1,000$).

5. Sonuçlar ve Tartışmalar (Results and Discussions)

Bu çalışmada, konut satın alma problemi için entegre ÇKKV yaklaşımı kullanılarak satın alma kriterlerinin önem düzeyi ve en uygun konutun belirlenmesi konusunda hane halkının bakış açıları sunulmaktadır. Önerilen yaklaşımda, BAHS ve BMAIRCA yöntemleri kullanılmıştır. Uygulama aşamasında, sekiz alternatif, dokuz kriteri (Fiyat, krediye uygunluk, oda sayısı, bulunduğu kat, konutun büyüklüğü, evin yaşı, otopark ve ulaşım kolaylığı) dikkate alınarak değerlendirilmiştir. Beş hane halkının kendi içlerinde fikir birliğine varması sonucunda alınan yanıtlar, krediye uygunluk kriterinin özellikle satın alma sürecinde en önemli kriter olduğunu göstermektedir. Ayrıca BAHS ve BMAIRCA yöntemleri kullanılarak A6 en uygun konut olarak seçilmiştir.

COVID-19 salgınının ekonomi üzerindeki etkilerini en aza indirmek için “Ekonomik İstikrar Kalkanı” adı verilen paketi ile toplumun tüm kesimleri için destekler hazırlanmıştır. Özellikle düşük maliyetli kredi oranları konut kredi hacmine yansımış ve konut satışları rekor kırmıştır. Bununla birlikte COVID-19 salgınının yayılma şekli ve hızı birçok hane halkının konut seçimi konusunda farklı arayışlara girmesine yol açmıştır. Konutlar hem ofis, hem özel alan, hem de park olarak kullanılır olmuştur. Salgınla birlikte konutların sahip olduğu özellikler yanında sosyal imkânlar, alt yapı, ormana yakınlık ve ulaşım kolaylığı gibi faktörler sorgulanmaya başlanmıştır. Araştırmamızda, elde edilen sonuçlar ışığında aşağıdaki çıkarımlar ve öneriler yapılabilir:

- Salgınla birlikte durağanlaşan gayrimenkul sektörünü harekete geçirebilmek amacıyla başlatılan düşük maliyetli kredi imkânlarına uygun konutlar tüketicilerin konut seçimini salgın döneminde



Şekil 5. Farklı yöntemlere göre elde edilen sıralama sonuçları (Ranking results obtained according to different methods)

doğrudan etkilemiştir. Kredi faiz oranının yeni ve eski evlerde değişmesi tüketicilerin seçimini etkileyen faktörlerden olup, bizim araştırmamızda da hane halkının tercihinde ilk sırada yer almıştır.

- Kredi faiz oranlarının düşmesi konut fiyatlarında suni artışlara sebep olmuştur. Mevcut değerinden daha fazlaya satılan konutları almak istemeyen tüketiciler beklemeye geçmiştir. Dolayısıyla konutun fiyatı literatürdeki diğer çalışmalarda [14], [15] olduğu gibi salgın döneminde de önemini korumaya devam etmiştir.
- Salgınla birlikte zamanlarının çoğunluğunu evde geçiren tüketiciler, temiz hava alabileceği yeşille iç içe evleri tercih etmeye başladılar. Bu nedene, bahçe teras veya balkona sahip olma ve ormana yakınlık gibi kriterler satın alma sürecini doğrudan etkilemeye başlamıştır.
- Hane halklarının pandemiyle birlikte konut satın alma tercihlerinin değişip değişmediğini incelemek için hane halkları ile ikinci bir görüşme gerçekleştirilmiştir. Görüşmeler sonucunda kriterlerin ağırlıkları yeniden hesaplanmış ve fiyat kriterinin en önemli olduğu tespit edilmiştir. Fiyat kriterini oda sayısı, konum ve konutun büyüklüğü takip etmiştir. En az önemli kriterler ise ormana yakınlık ve krediye uygunluk kriterleri bulunmuştur.
- Pandemi dönemi ile hazırlanan destek planları ile kriterlerin önem düzeyleri değişmiştir. Özellikle kredilerde uygulanan düşüşler ile krediye uygunluk kriterinin önemi ilk sırayı almıştır. Benzer şekilde, pandemiyle birlikte hane halklarının evlerinde daha çok vakit geçirmeleri bahçe, teras veya balkon kriterinin üçüncü sırada yer almasını sağlamıştır. Sokağa çıkma kısıtlamaları da hane halklarının konut satın almalarında bahçe, teras veya balkon tercihini artırmıştır.
- Ormana yakınlık kriteri hem pandemi hem de pandemi olmaması durumlarında en az önemli kriter olarak elde edilmiştir. Pandemi ile ortaya çıkan uzaktan eğitim, uzaktan çalışma ve sokağa kısıtlamaları gibi yeni normaller ile hane halkları daha çok konutun sahip olduğu iç özelliklere önem vermiş, konutun dışında kalan özelliklere çok fazla önem verilmemiştir. Bu nedenle ormana yakınlık kriterinin önemi değişmemiştir.

- BAHS ile karşılaştırıldığında daha az ikili karşılaştırmaya dayanan ve hesaplamaları daha kolay olan BWM'nin kullanılması sonucunda, kriterlerin önem düzeyi hemen hemen aynı elde edilmiş sadece beşinci ve altıncı kriterin önemi yer değiştirmiştir. Ancak, BWM hane halkları tarafından daha kolay anlaşıldığı için görüşlerinin elde edilmesi kolay ve şeffaf olmuştur.
- Alternatif konutların sıralamaları pandemi dönemi, pandemi öncesi dönem ve BWM ağırlıklarının kullanımının karşılaştırılması sonucunda, A6 konutu en iyi alternatif olarak belirlenmiştir. İlk iki alternatifin sıralaması aynıdır. Bu nedenle, A6 ve A4 alternatiflerinin, en iyi alternatif çözümleri temsil ettiği sonucuna varabiliriz. Bu sonuçlara göre, hane halklarının site içerisinde 3+1 daireler ve site içerisinde 4+1 daireleri tercih ettikleri görülmüştür.

Bu çalışmada, ÇKKV yöntemleri tip-1 bulanık sayılarla kullanılmıştır. Farklı bulanık ÇKKV yöntemlerini uygulamak için, kriterler ve alternatiflerin değerlendirilmeleri, Pisagor, kararsız, sezgisel gibi bulanık sayılarla ele alınıp gelecekteki çalışmalar için yeni çözüm önerileri ortaya çıkarılabilir.

Kaynaklar (References)

1. Wong G. K., Conceptual model of the household's housing decision-making process: the economic perspective, *Review of Urban & Regional Development Studies*, 14 (3), 217-234, 2002.
2. Obeida M.S., Qasim T., Khanfar A., Implementing the AHP multi-criteria decision approach in buying an apartment in Jordan. *Journal of Property Research*, 35 (1), 53-71, 2018.
3. Yap J.Y.L., Ho C.C., Ting C.-Y., A systematic review of the applications of multi-criteria decision-making methods in site selection problems, *Built Environment Project and Asset Management*, 9 (4), 548-563, 2019.
4. Baumann M., Weil M., Peters J.F., Chibeles-Martins N., Moniz A.B., A review of multi-criteria decision making approaches for evaluating energy storage systems for grid applications, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 107, 516-534, 2019.

5. Dong J., Wan S., Chen, S.-M., Fuzzy best-worst method based on triangular fuzzy numbers for multi-criteria decision-making, *Information Sciences*, 547, 1080-1104, 2020.
6. Kaya İ., Çolak M., Terzi F., A comprehensive review of fuzzy multi criteria decision making methodologies for energy policy making, *Energy Strategy Reviews*, 24, 207–228, 2019.
7. Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü. Ağustos 2020 Konut Satış İstatistikleri. <https://www.tkgm.gov.tr/icerik/agustos-2020-konut-satis-istatistikleri>, 2020.
8. Saaty T.L., *The analytic process: planning, priority setting, resources allocation*, New York McGraw, 1980.
9. Lyu H.M., Sun W.J., Shen S.L., Zhou A.N., Risk assessment using a new consulting process in fuzzy AHP, *Journal of Construction Engineering and Management*, 146 (3), 04019112, 2020.
10. Pamučar D., Vasin L., Lukovac V., Selection of railway level crossings for investing in security equipment using hybrid DEMATEL-MARICA model, in XVI International Scientific-expert Conference on Railways, Railcon, 89–92, 2014.
11. Chatterjee K., Pamučar D., Zavadskas E.K., Evaluating the performance of suppliers based on using the R'AMATEL-MAIRCA method for green supply chain implementation in electronics industry, *Journal of Cleaner Production*, 184, 101-129, 2018.
12. Aliyeva K., Multi-criteria house buying decision making based on type-2 fuzzy sets. *Procedia Computer Science*, 120, 515–520, 2017.
13. Karadağ A.A., Gültekin Y.S., Açık ve yeşil alanların konut seçimine etkisinin belirlenmesi temelinde bir ölçek geliştirme çalışması, *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 7 (1), 223–238, 2019.
14. Gürbüz S.K., Analitik hiyerarşi proses yöntemi ile konut seçimi: Isparta'da bir uygulama, *Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*, 2016.
15. İpek Ç., Konut satın alma probleminin AHP temelli ve gri ilişkisel analiz yöntemi ile değerlendirilmesi, *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*, 2018.
16. İpek Ç., Şahin Y., AHP temelli gri ilişkisel analiz yöntemi ile konut seçimi, *Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Elektronik Dergisi*, 9 (25), 153–172, 2019.
17. Memiş S., Tüketicilerin konut tercihini etkileyen faktörlerinin AHP ile ölçülmesi: Giresun İli Örneği, *Avrasya Uluslararası Araştırmalar Dergisi*, 7 (16), 783–796, 2019.
18. Gigović L., Pamučar D., Bajić Z., Milićević M., The combination of expert judgment and GIS-MAIRCA analysis for the selection of sites for ammunition depots, *Sustainability*, 8 (4), 372, 2016.
19. Boral S., Howard I., Chaturvedi S.K., McKee K., Naikan V.N.A., An integrated approach for fuzzy failure modes and effects analysis using fuzzy AHP and fuzzy MAIRCA, *Engineering Failure Analysis*, 108, 104195, 2020.
20. Boral S., Howard I., Chaturvedi S.K., McKee K., Naikan V.N.A., A novel hybrid multi-criteria group decision making approach for failure mode and effect analysis: An essential requirement for sustainable manufacturing, *Sustainable Production and Consumption*, 21, 14–32, 2020.
21. Gul M., Ak M.F., Assessment of occupational risks from human health and environmental perspectives: a new integrated approach and its application using fuzzy BWM and fuzzy MAIRCA, *Stochastic Environmental Research and Risk Assessment*, 34 (8), 1231–1262, 2020.
22. Gul M., Mete S., Serin F., Celik E., Fine–Kinney-Based Occupational Risk Assessment Using Fuzzy Best and Worst Method (F-BWM) and Fuzzy MAIRCA, in *Fine–Kinney-Based Fuzzy Multi-criteria Occupational Risk Assessment*, Springer, 13–30, 2021.
23. Bakır M., Atalık Ö., Application of fuzzy AHP and fuzzy MARCOS approach for the evaluation of e-service quality in the airline industry, *Decision Making: Applications in Management and Engineering*, 4 (1), 127-152, 2021.
24. Sadat S.A., Fini M.V., Hashemi-Dezaki H., Nazififard M., Barrier analysis of solar PV energy development in the context of Iran using fuzzy AHP-TOPSIS method, *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, 47, 101549, 2021.
25. Kaya Ö., Alemdar K.D., Atalay A., Çodur M.Y., Tortum A., Electric car sharing stations site selection from the perspective of sustainability: A GIS-based multi-criteria decision making approach, *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, 52, 102026, 2022.
26. Khan S., Khan M.I., Haleem A., Jami A.R., Prioritising the risks in Halal food supply chain: an MCDM approach, *Journal of Islamic Marketing*, 2019.
27. Li Q., Wang L., Zhu Y., Mu B., Ahmad N., Fostering land use sustainability through construction land reduction in China: an analysis of key success factors using fuzzy-AHP and DEMATEL, *Environmental Science and Pollution Research*, 1-23, 2021.
28. Ortiz-Barrios M., Cabarcas-Reyes J., Ishizaka A., Barbati M., Jaramillo-Rueda N., de Jesús Carrascal-Zambrano G., A hybrid fuzzy multi-criteria decision making model for selecting a sustainable supplier of forklift filters: A case study from the mining industry, *Annals of Operations Research*, 307 (1), 443-481, 2021.
29. Çelik P., Akmermer B., Target market selection for the major aquaculture products of turkey-an evaluation on export markets by hybrid multi-criteria decision-making approach, *Aquaculture Studies*, 22 (1), 2021.
30. Ramavandi B., Darabi A.H., Omidvar M., Risk assessment of hot and humid environments through an integrated fuzzy AHP-VIKOR method, *Stochastic Environmental Research and Risk Assessment*, 35 (12), 2425-2438, 2021.
31. Yildizbasi A., Arioz Y., Green supplier selection in new era for sustainability: A novel method for integrating big data analytics and a hybrid fuzzy multi-criteria decision making, *Soft Computing*, 26 (1), 253-270, 2022.
32. Piya S., Shamsuzzoha A., Azizuddin M., Al-Hinai N., Erdebilli B., Integrated fuzzy AHP-TOPSIS method to analyze green management practice in hospitality industry in the sultanate of oman, *Sustainability*, 14 (3), 1118, 2022.
33. Şahin B., Yazır D., An analysis for the effects of different approaches used to determine expertise coefficients on improved fuzzy analytical hierarchy process method, *J. Fac. Eng. Arch. Gazi Univ*, 34 (1), 89–102, 2019.
34. Buckley J. J., Fuzzy hierarchical analysis. *Fuzzy Sets and Systems*, 17 (3), 233–247, 1985.
35. Keshavarz Ghorabae M., Amiri M., Zavadskas E.K., Antucheviciene J., A new hybrid fuzzy MCDM approach for evaluation of construction equipment with sustainability considerations, *Archives of Civil and Mechanical Engineering*, 18 (1), 32-49., 2018.
36. Rezaei J., Best-worst multi-criteria decision-making method, *Omega*, 53, 49-57, 2015.
37. Wang X., Supplier selection and evaluation based on Grey Correlation degree and topsis, *Journal of Information & Computational Science*, 11 (9), 3097-3106., 2014.
38. Opricovic S., Fuzzy VIKOR with an application to water resources planning, *Expert Systems with Applications*, 38 (10), 12983-12990, 2011.

