



## Kümeleme analizi ile konut seçimi sürecinde deprem riski tabanlı bir yaklaşım önerisi

### Suggestion for a earthquake risk-based approach in the housing selection process with cluster analysis

Furkan Dişkaya<sup>1</sup>, Şenol Emir<sup>2,\*</sup>

<sup>1</sup> Beykent Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, 34485, İstanbul, Türkiye

<sup>2</sup> İstanbul Üniversitesi, Ekonometri Bölümü, 34452, İstanbul, Türkiye

#### Öz

Bu çalışmada, insan yaşamının önemli kararlarından biri olan konut seçimi konusu risk tabanlı bir yaklaşım ile İstanbul ili kapsamında ele alınmıştır. Konut seçimi için hazırlanmış diğer araştırmalar incelendiğinde, literatürde genel kabul gören çeşitli karar ölçütleri kapsamında uygulamalar görülmüştür. Ancak, her konut seçimi yaşanan bölgenin farklı gereksinimlerine uygun yapılması gereken hayati ve telafisi zor bir karardır. İstanbul gibi deprem kuşağında yer alan bir yerleşim bölgesinde, deprem riski son derece önemli bir karar ölçütü teşkil edecektir. Çalışma uygulamasında, İstanbul ili mahalleler bazında Kümeleme Analizi ile risk derecesine göre kümelere ayrılmıştır. Bulunan deprem riski ölçütü literatür ve online emlak kurumlarından elde edilen diğer ölçütler ile uzman görüşleri ışığında Analitik Hiyerarşi Prosesi yöntemi kullanılarak ağırlıklandırılmıştır. Bu ağırlıklı ölçütler yardımıyla VIKOR yöntemi uygulanarak örnek konut seçimi sıralaması elde edilmiştir. Sıralama işlemi, yeni ölçütün karar analizine dâhil edildiği ve edilmediği durumlar için ayrı ayrı gerçekleştirilmiştir. Karşılaştırmalı analizler sonucunda, konut seçimi için yeni bir karar ölçütü olarak belirlenen deprem riskinin, ekonomik, fiziki ve sosyal diğer karar ölçütleri kadar dikkate alınması gerekliliği vurgulanmıştır.

**Anahtar kelimeler:** Konut seçimi, Deprem riski, Kümeleme analizi, AHP, VIKOR yöntemi.

#### 1 Giriş

Toplumsal hayatın devamlılığının sağlandığı ve insanların barınma ihtiyaçlarını karşıladıkları yaşam alanları olan konutlar, zaman içerisinde hukuki, ekonomik, sosyal ve kültürel özellikleri bakımından değişime uğramıştır. Bu değişim ile birlikte, günümüzde barınma ve yaşamın devamlılığı ihtiyacını karşılamının yanında, toplumsal kabul, yatırım aracı ve bir statü göstergesi olarak da görülmektedirler [1]. Konut, genel anlamda heterojen ve karmaşık yapıda bir üründür. Çünkü konut talep edenlerin konut özellikleri için bilinç yapıları seçim davranışları seviyesinde karmaşıktır. Konut seçenekleri kullanıcıların yaşama bakış açılarının bir yansımasıdır. Buna bağlı olarak

#### Abstract

In this study, the issue of housing selection, which is one of the important decisions of human life, is discussed within the scope of Istanbul province with a risk-based approach. When studies in the literature focusing on housing selection are examined, it is seen that there exist applications that are within the scope of various decision criteria. However, each choice of housing is a vital and difficult decision to make under the different needs of the region. In a residential area located in an earthquake zone such as Istanbul, earthquake risk will be an extremely important decision criterion. In the application, clustering analysis is applied to group the neighborhoods in Istanbul according to their risk levels. The earthquake risk criterion is weighted using the Analytical Hierarchy Process method based on extensive literature review and other criteria obtained from online real estate institutions and expert opinions. By using these weighted criteria, a sample house selection ranking is obtained by the VIKOR method. The ranking process is carried out in two separate ways, including and not including the new risk criteria in decision analysis. As a result of the comparative analyses, it is emphasized that the earthquake risk, which is determined as a new decision criterion for housing selection, should be taken into account as much as other economic, physical and social decision criteria.

**Keywords:** Housing selection, Earthquake risk, Cluster analysis, AHP, VIKOR method

kullanıcılar, farklı seçeneklere farklı tercihler ile yaklaşmakta ve kendi ihtiyaçlarına en uygun seçimleri yapmak istemektedirler [2]. Dolayısıyla konut seçiminde birçok farklı ölçüt etkin olmakta, konut seçeneklerinin ve seçim ölçütlerinin de artması sonucunda konut seçimi çok kriterli bir karar verme problemi haline gelmektedir [3].

Konut satın alımı yüksek miktarda finansal kaynağa ihtiyaç duyulması nedeniyle bireylerin yaşamları boyunca verdikleri önemli tercihlerin başında gelmektedir. Yaşam döngüsü içerisinde genel olarak bir veya iki defa karar verilen konut seçimi kararı, hane halkının yaşadığı ülke ve şehir gereksinimlerine göre değişebilecek çok yönlü ele alınması gereken zor bir problemdir [4]. 1960'lı yıllarda hız

\* Sorumlu yazar / Corresponding author, e-posta / e-mail: : senol.emir@istanbul.edu.tr (Ş. Emir)

Geliş / Received: 14.08.2021 Kabul / Accepted: 11.02.2022 Yayınlanma / Published: 15.04.2022

doi: 10.28948/ngumuh.982824

kazanan kentleşme kavramı ile konut seçimi ve bireylerin tercihleri sıklıkla araştırmalara konu olmuştur. Ekonomik, sosyolojik ve coğrafi başta olmak üzere farklı bakış açılarına göre konuyu inceleyen araştırmacılar [5], şehir planlama aşaması için idareci ve planlamacılara değerlendirilmesi gereken çok sayıda girdi sunmaktadır [6]. Günümüzde internet üzerinde faaliyet gösteren inşaat firmaları ve emlak portallarının yüksek miktarda alternatifler sunması, özellikle çok sayıda konut stokunun bulunduğu büyük şehirlerde seçimi zorlaştırmaktadır. Emlak piyasasında genel kabul gören kriterler ile birlikte ulaşım, semt algısı, ses ve çevre kirliliği, eğitim kurumlarına yakınlık, olumsuz doğal koşullar vb. kriterler büyük şehirler için ön plana çıkmıştır.

İstanbul ilinde beklenen deprem afeti bireylerin konut seçiminde olumsuz doğa şartları kriterini dikkate almalarına sebep olan güncel bir vakadır. Deprem, heyelan gibi olumsuz doğal şartlar maddi ve çevresel sorunlara yol açarken, mevcut riskleri artırmaktadır. Bu nedenle bireyler, olumsuz doğa şartlarından meydana gelebilecek risklerin en düşük seviyede olduğu yerleşim alanlarını seçme eğilimi gösterirler [7]. Konut seçimi hakkında literatür incelendiğinde, konut seçimini belirleyen faktörler ve konut seçimi ile ilgili birçok farklı çalışma yer almaktadır. Ancak olumsuz doğa şartları temelinde deprem riskini karar ölçütü olarak ele alan İstanbul ili için uygulanmış herhangi bir ulusal ve uluslararası çalışmaya rastlanmamıştır.

Literatürde konut seçimi hakkında yapılan çalışmalarda, problem yapısı çok fazla alternatif ve kritere sahip olduğundan, birden fazla hedefi birlikte dikkate alarak çözüm üretebilen çok kriterli karar verme (ÇKKV) yöntemleri sıklıkla kullanılmıştır [8]. Ancak, Kümeleme Analizi konut seçimi problemleri kapsamında ulaşılan herhangi bir çalışmada kullanılmamıştır. Kümeleme analizi, benzer özelliklerine göre verilerin gruplandırılması işlemi olarak tanımlanabilir. Kümeleme tekniği, kümelerin aralarındaki benzerliği minimuma indirme ve kümelerin içindeki birimlerin benzerliğini maksimuma yükseltme temeline dayanmaktadır. Verilerin benzerliği üzerinden doğal gruplara ayırma süreci olarak tanımlanan yöntem, verilerin arasında fark edilmeyen ilişkilerin ortaya çıkarılması, boyut indirmeye ve aykırı değerlerin tespit edilmesi amacıyla kullanılmaktadır [9].

ÇKKV, genel olarak birbiriyle çelişen somut veya soyut niteliklere göre karar seçenekleri içerisinde en iyisini eş zamanlı olarak seçmek, sıralamak veya sınıflandırmak amacıyla uygun yöntemlerin kullanılması bütünüdür [10].

En sık uygulanan ÇKKV yöntemlerinden birisi olan Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) ilk olarak Saaty tarafından önerilmiştir. AHP çok sayıda alternatif arasından karar vericilerin belirlediği kriterler temelinde karar seçeneklerini önem seviyesine göre sıralayan bir yöntemdir [11]. VIKOR yöntemi ise Opricovic ve Tzeng tarafından ilk olarak karmaşık yapıdaki çok kriterli problemlerin optimizasyonu amacıyla geliştirilmiştir [12]. Bu teknik, belirli alternatifler arasından seçim ve sıralama yaparak karar vericilere nihai çözüme ulaşabilmek için yardımcı olacak çelişkili kriterler içerisinde uzlaşma çözümünü belirler [13].

Bu çalışmada, risk tabanlı bir yaklaşım ile İstanbul ilinde konut satın almak isteyen bir tüketicinin en uygun konut

seçimini gerçekleştirmesi amaçlanmıştır. Problem çözümü için Kümeleme Analizi, AHP ve VIKOR yöntemleri birlikte uygulanmıştır. Uygulama için seçilen karar kriterleri, literatürden elde edilen karar kriterlerinin yanında, İstanbul ili sınırlarında ikamet etmek amacıyla ev arama sürecinde olan 5 bireyden ve çeşitli ilçelerde bulunan 5 emlak danışmanının görüşleri ile tüketiciler tarafından en sık kullanılan çevrimiçi web sitesi olan Sahibinden (<https://www.sahibinden.com>) emlak portalından elde edilen veriler göz önüne alınarak oluşturulmuştur. Aynı bireylerden belirlenmiş karar kriterlerine önem derecelerine göre puan vermeleri ve ikili karşılaştırma değerlendirmesi yapmaları da istenmiştir ve buna göre AHP ağırlık skorları oluşturulmuştur. Bu değerlendirmeler önce belirlenen karar kriterleri için yapılmıştır. Sonra önerilen “deprem riski” kriteri karar kriterlerine eklenmek suretiyle skorlama işlemi tekrar yapılarak iki farklı karar kriteri listesi oluşturulmuştur. Böylece, genel kabul gören kriterlere ek olarak “deprem riski” kriteri eklenerek risk tabanlı bir yaklaşım amaçlanmıştır. Deprem riski kriteri için, İstanbul Büyükşehir Belediyesi (İBB) Deprem ve Zemin İnceleme Müdürlüğü (DEZİM) bünyesinde İstanbul’un her mahallesi için hazırlanan rapordaki [14] değerler kullanılmıştır. Kümeleme Analizi yardımıyla risk değerleri İstanbul ili mahalleleri için 3 seviye olarak kümelenebilir. Alternatifler ise, aynı portal üzerinden İstanbul ilinde yıllık nüfus artış hızı [15] en yüksek olan ilk 5 ilçeden rastgele 3’ er adet satılık konut belirlenmesi şeklinde oluşturulmuştur. VIKOR yöntemi kullanılarak AHP ile ağırlıklandırılmış kriterler üzerinden alternatif konutlar sıralanmıştır. Bu uygulama risk tabanlı yaklaşımın genel kabul gören yaklaşıma göre karşılaştırmalı önemini ortaya koymuştur. Konut seçimi problemlerinde, İstanbul ili gibi afet riski altında olan bölgeler için risk tabanlı yaklaşımın önemi vurgulanmıştır.

Çalışmada yer alan deprem riski kriteri, ÇKKV kapsamında konut seçimi problemleri için özgündür. Bilimsel yazında incelenen uygulamalar dikkate alındığında, kişisel bir tercih olan konut seçimi problemlerinde konutun bulunduğu yerleşim alanının deprem afeti riskini dikkate almadıkları görülmüştür. Bazı çalışmalarda sadece konutun deprem dayanıklılığı malzeme ve yapı değerleri üzerinden dikkate alınmıştır. Ancak, deprem riski kriteri konutun altyapı, üstyapı ve jeolojik açıdan bütüncül bir yaklaşımla ele alınması sonucunda elde edilmesi gereken detaylı bir analiz gerektirmektedir. Çalışmada deprem riski kriteri için kullanılan deprem riski raporu altyapı, üstyapı ve jeolojik veriler eşliğinde elde edilmiş güncel ve resmi bir veri sunmaktadır. Buradan yararlanılarak konut tercihinin yapılacağı İstanbul kapsamında her bir mahalle için bir deprem riski ölçütü oluşturmak uygun görülmüş ve çalışmaya eklenmiştir.

Çalışmanın ikinci bölümünde literatür taramasına, üçüncü bölümünde Kümeleme Analizi tanıtımına, dördüncü bölümünde AHP ve VIKOR yöntemlerine, beşinci bölümde çalışma uygulamasına ve altıncı bölümde elde edilmiş sonuçlara yer verilmiştir.

## 2 Literatür taraması

Bilimsel yazın incelendiğinde konut seçimi hakkında çok fazla sayıda çalışmaya ulaşılmıştır. Birçok ulusal ve uluslararası bilimsel veri tabanının incelendiği çalışmalarda, konut tercihini etkileyen karar kriterlerinin belirlenmesi ve alternatif konutların seçimi şeklinde uygulamalar gözlenmiştir. Bu uygulamalarda analiz metodu olarak ÇKKV yöntem/yöntemleri farklı şekillerde kullanılmıştır. Fakat Kümeleme Analizi yönteminin konut tercihi ve/veya konut seçimi problemleri için doğrudan kullanıldığı herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bazı çalışmalarda sadece yerleşim bölgelerinin veya birimlerinin çeşitli özelliklerine göre gruplanması amacıyla kısıtlı sayıda çalışmada yer almıştır. Ayrıca risk tabanlı yeni bir konut seçimi ölçütü olarak önerilen yerleşim alanlarının deprem riski kriterinin, alternatif konut seçimi için kullanıldığı herhangi bir çalışmaya ulaşılamamıştır. Konut tercihini etkileyen kriterlerin incelendiği bazı çalışmalarda sadece binanın depreme dayanıklılığı ölçütü olarak ifade edilmiştir.

Çalışmanın bilimsel yazın taramasında, konut tercihi, konut seçimi problemleri ve ÇKKV yöntemleri ile hazırlanan konut seçimi çalışmalarına ve ilgili konularla ilişkili kümeleme analizi uygulamalarına yer verilmiştir.

### 2.1 Konut tercihi ve konut seçimi problemleri çalışmaları

Konut seçimi ile ilgili literatürde birçok farklı çalışma yer almaktadır. Çalışmalar, konut tercihi ve konut seçimi adı altında 1960'lı yıllardan beri yoğun bir şekilde araştırılmaktadır. Geçmiş çalışmaların birçoğunda konutların satın alınabilirliği sıkça ekonomik uygulanabilirlik kapsamında değerlendirilmektedir [16]. Ancak, konut kalitesi, konutun yeri ve güvenliği gibi diğer önemli unsurlar genel olarak göz ardı edilmiştir [2]. Muth [17], Alonso [18] ve Lowry [19] çalışmalarında konut seçimi problemine ekonomik analiz temelinde yaklaşmışlardır. Rossi [20] ekonomik temelli analizlerden farklı olarak, aile büyüklüğü, cinsiyeti ve yaşındaki değişimlerin ele alındığı hane halkı “yaşam döngüsü” değişimi modelini geliştirmiştir. Wolpert, Brown ve Moore, Pickvance ve Speare ise Rossi' nin yaşam döngüsü modelinin eksik olduğunu öne sürerek, “yer faydası”, “karar belirleme süreci”, “nedensel yer değişimi süreci” ve “konut memnuniyeti” modellerini geliştirmişlerdir [21]. Kendig [22] yaşam döngüsü ile mülkiyette meydana gelen değişimin yakından ilişkili olduğunu ileri sürmüştür.

Tremblay ve Dillman [23] konut seçimi yapacak tüketicilerin gelir düzeyi, eğitim durumu ve mesleğinin konut tercihlerini doğrudan etkileyen unsurlar olduğunu ifade etmişlerdir. Kang ve Gardner [24] çalışmalarında konut pazarı şartları, pazarlama süresi, satış fiyatı ve konut özelliklerinin aralarındaki ilişkileri analiz etmiştir. Clark ve Onaka [25] çalışmalarında istemli ve istemsiz konut yeri hareketliliği kavramını ortaya koymuştur. Jin ve Zeng [26] çalışmalarında faiz getirisi ve yatırım amaçlı konut tercihinin ilişkisini incelemiştir. Fisher ve diğ. [27] güvenlik, konutun muhiti, satın alınabilirliği gibi hane refahını belirleyen çeşitli özelliklerin konut fiyatını önemli ölçüde belirlediğini öne sürmüş ve tüketici tercihlerini doğrudan etkilediğini ifade etmişlerdir. Kaba [28] konut alma sürecinde karar almayı

etkileyen faktörler ile alıcı profillerinin belirlemesi amacıyla yaptığı çalışmada, karar vericilerin demografik özelliklerinin konut seçimi kriterlerini etkilediği sonucuna varmıştır. Opoku ve diğ. [29] çalışmalarında düşük gelire sahip tüketicilerin konut tercihlerinde özel yaşam alanları, finansal özellikler ve konutun mimari estetiği faktörlerine öncelik verdiklerini tespit etmişlerdir. Tosun ve Fırat [30] konut tercihi hakkındaki çalışmalarında, tercihleri etkileyen kriterlerin tespiti için anket çalışması yapmışlar ve en önemli kriterlerin sırasıyla konut fiyatı, güvenlik ve depreme dayanıklılık olduğu anlaşılmıştır. Kalelioğlu ve Özgür [31] ikametgâh hareketliliği ve konut yerinin seçimini yaşanan bölge memnuniyeti temelinde konut seçimini etkileyebilecek kriterleri belirlemişlerdir. Çalışmaya göre hane halkının geliri, konutun tipi ve hane büyüklüğü gibi kriterlerin önemli olduğu ifade edilmiştir.

### 2.2 ÇKKV yöntemleri ile gerçekleştirilen konut seçimi çalışmaları

Klasik karar alma yöntemlerinden farklı olarak sadece nicel değil aynı zamanda nitel değerleri de kullanmak suretiyle daha dinamik karar mekanizmalarına sahip olan ÇKKV yöntemleri, birçok nicel ve nitel karar ölçütü değişkenine sahip olan konut seçimi problemlerinde sıklıkla kullanılmıştır. Bu çalışmaların bir kısmında ÇKKV yöntemleri tek başına kullanılırken, bazı çalışmalarda ise diğer yöntemler ile bütünsel olarak kullanılmıştır.

Saaty [32], konut büyüklüğü, konut yaşı, ulaşım, muhit özellikleri, bahçe alanı, genel yapı şartları, mevcut finansman durumu ve sosyal imkânları seçim kriterleri olarak belirlemiş ve AHP yöntemi ile üç konut alternatifini değerlendirmeye alarak konut seçimini gerçekleştirmiştir. Ball ve Srinivasan [33] sekiz ana ve yirmi dokuz alt kriteri kullanarak AHP yöntemiyle konut seçimi problemi uygulaması yapmıştır. Schniederjans ve diğ. [34], konut seçimi kararı için AHP yöntemi kullanılarak ağırlıklandırılmış kriterler yardımıyla Hedef Programlama modeli oluşturmuşlardır. Çalışmada, muhit, sosyal imkânlarla yakınlık, kamu kurumlarına ve ulaşım merkezlerine yakınlık, konutun iç ve dış özellikleri gibi seçim kriterleri kullanılmıştır. Bender ve diğ. [35] konut seçiminde AHP yöntemi ve Coğrafi Bilgi Sistemlerini birlikte kullandıkları çalışmada konut seçimi analizi gerçekleştirmişlerdir. Kauko [36] çalışmasında AHP yöntemini kullanarak konut seçimi yapmış ve uzman görüşleri ışığında ulaşım, konum, işyerine yakınlık, sosyal imkânlar, yerel yönetim uygulamaları gibi kriterleri kullanmıştır. Timor [37], konut büyüklüğü, fiyat, evin cephesi, oda sayısı, bina yaşı, depreme dayanıklılık, sosyal imkânlar, ulaşım, inşaat kalitesi gibi kriterler ile dört alternatif içerisinde AHP yöntemi ile konut seçimi çalışması yapmıştır. Yıldırım [38] Gri İlişkisel Analiz yöntemini kullanarak yaptığı konut seçiminde, fiyat, oda sayısı, konut büyüklüğü, mesafe, bina yaşı ve yeşil alan olmak üzere altı karar kriteri kullanmıştır. Onan [39], İzmir ili Karşıyaka ilçesi sınırlarında yer alan konut projelerinin seçimi için yaptığı çalışmada, büyüklük, konfor, oda sayısı, konum gibi kriterler yardımıyla PROMETHEE ve GAIA düzlemi yöntemlerini uygulamıştır. İpek ve Şahin [1]

çalışmalarında konut seçimi kriterlerinin ağırlıklandırılması için AHP yöntemini, konut alternatiflerinin sıralaması için ise Gri İlişkisel Analiz yöntemini kullanmışlardır. Çalışmada konutun fiziki özellikleri, bina ve site özellikleri, fiyat, muhit algısı, satıcı özellikleri ve sosyal alanlara uzaklık ana kriterler olarak belirlenmiştir. Eş ve Yılmaz [21], evin fiyatı, büyüklük, bina yaşı, bina kat durumu, evin cephesi, güvenlik ve kapıcı, manzara, otopark ve evin iç özelliklerini seçim kriteri olarak belirledikleri çalışmalarında, kriterlerin ağırlıklandırılması için AHP yöntemi kullanılmıştır. Belirlenen on adet alternatifin sıralama tespiti için ise VIKOR yöntemi uygulanmıştır. Alkan ve Durduran [3] çalışmalarında konut seçimi kriterleri olarak fiyat, bina yaşı, kullanım alanı, oda sayısı, bulunduğu kat, evin güneş alan cephesi, ısıtma türü ve şehir merkezine uzaklığı belirlemiştir. Kriterlerin ağırlıklandırılması için AHP yöntemini ve alternatif sıralaması için ise TOPSIS yöntemini uygulamışlardır.

Bilimsel yazında konu hakkında gerçekleştirilen çalışmalara göre, birçok farklı seçim kriterinin bireysel tercihlere göre değişebileceğinin söz konusu olduğu anlaşılmıştır.

Çalışmalarda genel kabul gören karar kriterleri Tablo 1'de yer verilmiştir.

**Tablo 1.** Konut seçim sürecinde kullanılan kriterler

Kriterler	Referanslar
Fiyat	[1],[3],[21],[24],[30],[31],[32],[33],[34],[35],[36],[37],[38],[39]
Konutun kullanım alanı	[1],[3],[21],[24],[31],[32],[35],[36],[37],[38]
Oda sayısı	[1],[3],[21],[31],[32],[33],[34],[35],[36]
Bina yaşı	[1],[3],[31],[34],[35],[36],[37],[38],[39]
Bulunduğu kat	[1],[3],[21],[31],[32],[33],[34],[35]
Bina ısıtma türü	[1],[3],[31],[34],[35],[36],[37],[38],[39]
Krediye uygunluğu	[1],[3],[21],[31],[35],[36],[37],[38],[39]
Konut satışı yapan kişi ya da kurum	[1],[31],[33],[34],[35],[36],[37]
Cephe	[1],[3],[21],[31],[32],[33],[34],[35],[38],[39]
Güvenlik sistemi	[1],[3],[21],[30],[31],[32],[33],[34],[35],[36]
Muhit algısı	[3],[21],[27],[31],[32],[33],[34],[35],[36],[37]
Ulaşım olanakları	[1],[3],[31],[33],[34],[35],[36],[37],[38],[39]
Otopark	[1],[3],[31],[37],[38],[39]
Şehir merkezine uzaklık	[1],[3],[31],[32],[34],[35],[37],[38],[39]
Sosyal olanaklar	[1],[3],[21],[27],[31],[32],[33],[34],[35],[36],[37],[38],[39]
Sıfır ya da ikinci el olması	[1],[3],[21],[32],[33],[34],[35],[36],[37],[38],[39]
İç ve dış özellikleri	[1],[3],[21],[31],[32],[33],[34],[35],[36],[37],[38],[39]

Literatür çalışmasından elde edilen kriterler uzman görüşleri, tüketiciler ve çevrimiçi emlak sitelerinden elde

edilen bilgiler doğrultusunda düzenlenmiş ve uygulamada kullanılmıştır.

### 2.3 Kümeleme analizi ile ilgili çalışmalar

Bilimsel yazında konu hakkındaki Kümeleme Analizi uygulamalarından bazılarına yer verilmiştir. Sicilia ve diğ. [40], endüstriyel yöntemlerle geliştiren uygun fiyatlı konutların tasarımı, inşası ve kullanımında yer alan farklı aktörlerin etkileşimini kolaylaştıran barkod konut sistemini oluşturmak amacıyla k-ortalama yöntemini kullanmışlardır. Helbich ve diğ. [41], konut piyasalarının veriye dayalı bölgeselleştirilmesi amacıyla Kümeleme Analizinden faydalanmışlardır. Gabrielli ve diğ. [42], konut piyasalarının bir kentsel alan içinde mekansal olarak alt bölümlere ayrıldığı ve konut piyasalarının nasıl çalıştığının anlaşılabilmesi için konut alt pazarlarının belirlenebilmesi amacıyla Kümeleme Analizi yöntemini uygulamışlardır. Çelik ve Kiral [43], Türkiye il grupları üzerinde konut talebinin incelenmesi amacıyla gerçekleştirdikleri çalışmada Kümeleme Analizi ve SWOT Analizi yöntemlerini kullanmışlardır. Aksoy ve Irwin [44], konut piyasalarının bölümlendirilmesi amacıyla, konutların bazı değişkenlere göre gruplandırılması için Kümeleme Analizi yöntemini uygulamışlardır. Akay ve diğ. [45], Türkiye'de gurbetçi Türkler ile yabancı bireylerin konut taleplerinin incelenmesi amacıyla Panel Veri Kümelemesi ve k-prototip algoritmasını kullanmışlardır. Zhang ve Hu [46], Kümeleme algoritmasının kullanarak Hong Kong, Guangdong ve Makao bölgeleri için toplu konutların tahsis modellerini oluşturmuşlardır.

Türkler ile yabancı bireylerin konut taleplerinin incelenmesi amacıyla Panel Veri Kümelemesi ve k-prototip algoritmasını kullanmışlardır. Zhang ve Hu [46], Kümeleme algoritmasının kullanarak Hong Kong, Guangdong ve Makao bölgeleri için toplu konutların tahsis modellerini oluşturmuşlardır.

### 3 Kümeleme analizi ile ilgili çalışmalar

Birbirine benzer ya da yakın öğelerin oluşturdukları topluluğa küme denilmektedir. Kümeleme analizi ise gruplanmamış (ham) gözlemleri sahip oldukları özellikleri dikkate alarak kümelemek (homojen alt gruplara ayırmak) amacıyla geliştirilmiş istatistiksel yöntemler topluluğu olarak tanımlanır. Burada temel olarak verinin içindeki doğal grupların-kümelerin tanımlanması hedeflenir [47]. Bu nedenle her bir küme içinde yer alan gözlemlerin kendi içlerinde olduğunca benzer, bunun tersine diğer kümelere yer alan gözlemlerle olabildiğince farklı yapıda olmaları beklenir. Kümeleme algoritmaları temel olarak hiyerarşik temelli (BIRCH, CURE, CHAMELON), bölümleyici (k-means, k-medoids, CANOPY), yoğunluk temelli (DBSCAN, OPTICS, DENCLUE), ızgara temelli (STING, CLIQUE) ve alt uzay arama temelli (PROCLUS, SUBCLUE) olarak sınıflandırılır [48].

#### 3.1 k-means (k-ortalamar) yöntemi

k-means yöntemi bölümleyici kümeleme yöntemlerinden birisidir. Bu yöntemlerde başlangıçta küme sayısının (K) belirlenmesi gerekir. Küme sayısının başlangıçta belirtilme zorunluluğu, kümeleme sonuçlarının başlangıç atamalarına

bağlı olması gibi eksi yönlerine rağmen  $k$ -means kolay açıklanabilir olması, yazılım paketlerinde yaygın olarak bulunması, yüksek boyuttaki verilerde de uygulanabilmesi nedeniyle en yaygın olarak kullanılan kümeleme algoritmasıdır.

$k$ -means her bir gözlemi birbiriyle kesişmeyen kümelerden birine atayacak şekilde çalışır. Yöntem küme içindeki homojenliği sağlayabilmek için gözlemler ile küme merkezi arasındaki toplam mesafenin minimum olması gerektiği görüşüne dayanır. Bunun için kümeleri temsil eden  $K$  tane çekirdek değeri (merkez) belirlenir ve bu değerler algoritma adımlarında güncellenir.  $k$ -means yöntemi adımı küme merkezi olarak kümeye atanan gözlemlerin ortalamasının alınmasından alır.  $i = 1, 2, \dots, n$  ve  $j = 1, 2, \dots, p$  olmak üzere  $p$  boyutlu  $n$  adet gözlemin  $C_1, \dots, C_K$  kümelerine ayrılması için yöntemin kullandığı amaç fonksiyonu Denklem (1) de gösterilmiştir.

$$\min_{C_1, \dots, C_K} \left\{ \sum_{k=1}^K \sum_{i \in C_k} \sum_{j=1}^p (x_{ij} - \bar{x}_{kj})^2 \right\} \quad (1)$$

Amaç fonksiyonundaki  $x_{ij}$   $i$ . gözleme ait  $j$ . öznelik değerini,  $\bar{x}_{kj} = \frac{1}{|C_k|} \sum_{i \in C_k} x_{ij}$  değeri  $C_k$  kümesindeki  $j$ . özneliğin ortalamasını ve  $|C_k|$ ,  $k$  kümesi içinde o andaki gözlem sayısını göstermektedir. Mesafeleri ölçmek için farklı uzaklık ölçüleri kullanılsa da en yaygın olarak kullanılanı Öklid uzaklığıdır [49].  $K$ , küme sayısını ve  $n$  gözlem sayısını gösterdiğinde toplam farklı gözlem-küme atama sayısı  $K^n$  olacaktır. En azından  $n$  değerleri genelde yüksek olacağından  $K^n$  değeri yüksek olacaktır. Bu nedenle en iyi sonucu bulmanın etkin bir yolunu bulmak gerekir [50]. Aşağıda belirtilen adımlar etkin bir çözüm sağlar. Yöntemin aşamaları şu şekilde özetlenebilir [51]:

**Adım 1:**  $K$  tane başlangıç çekirdeği rastgele olarak belirlenir.

**Adım 2:**  $K$  tane çekirdeğin belirlenmesinin ardından geriye  $n-K$  adet gözlem kalır. Geriye kalan bu gözlemler kendilerine en yakın gözlemin bulunduğu kümeye atanır ve küme merkezleri güncellenir. Güncelleme sonucu küme içinde yer alan gözlemlerin ortalama vektörü hesaplanarak yeni küme çekirdeği olarak bu vektör kullanılır.

**Adım 3:** Tüm gözlemlerin yeni belirlenen  $K$  çekirdeğe olan mesafeleri hesaplanır. Bir gözlem için kendi kümesinin çekirdeğinden daha yakın bir çekirdekle karşılaşırsa gözlem bu yeni çekirdeğin ait olduğu kümeye atanır ve küme çekirdekleri tekrar güncellenir.

**Adım 4:** Adım 2 ve Adım 3 kümeler arasındaki geçişler durana kadar tekrarlanır.

## 4 ÇKKV yöntemleri

### 4.1 AHP (Analitik Hiyerarşi Prosesi)

AHP karmaşık karar problemlerinde, karar alternatif ve kriterlerine göreceli önem değerleri verilmek suretiyle yönetsel karar süreçlerinin çalıştırılması esasına dayanan bir karar verme sürecidir [52]. Bu uygulamada AHP sadece

ağırlıkların belirlenmesi için kullanıldığından yöntemin ağırlıkların belirlenmesi ile ilgili aşamaları aşağıda sıralanmıştır.

### 1. Aşama: İkili karşılaştırma matrisinin oluşturulması

$m$  alternatiften ve  $n$  kriterden oluşan bir karar verme probleminde kriterlerin ağırlıklarının hesaplanabilmesi için uzmanlarca kriterlerin ölçü birimlerine bakılmaksızın sadece birbirine göre önem dereceleri dikkate alınarak ikili karşılaştırma matrisi ( $X$ ) Denklem (2) oluşturulur.  $n$  kriter için oluşturulan ikili karşılaştırma matrisi  $n \times n$  boyutundadır ve yapılması gereken toplam karşılaştırma sayısı  $n(n-1)/2$  olur. Önem dereceleri için Tablo 2 deki değerler kullanılır.

$$X = \begin{bmatrix} 1 & x_{12} & \dots & \dots & \dots & x_{1n} \\ \frac{1}{x_{12}} & 1 & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & x_{ij} & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \frac{1}{x_{ij}} & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & 1 & \dots \\ \frac{1}{x_{1n}} & \dots & \dots & \dots & \dots & 1 \end{bmatrix}_{n \times n} \quad (2)$$

**Tablo 2.** İkili karşılaştırma ölçeği [53].

Ölçek	Tanım	Açıklama
1	Eşit önemli	İki faaliyet amaca eşit şekilde katkıda bulunur
3	Birinin diğerine göre çok az önemli olması	Tecrübe ve yargı bir faaliyeti diğerine çok az derecede tercih ettirir.
5	Kuvvetli derecede önemli	Tecrübe ve yargı bir faaliyeti diğerine kuvvetli derecede tercih ettirir.
7	Çok kuvvetli derecede önemli	Bir faaliyet güçlü bir şekilde tercih edilir ve baskınlığı uygulamada rahatlıkla görülür.
9	Aşırı derecede önemli	Bir faaliyetin diğerine tercih edilmesine ilişkin kanıtlar çok büyük güvenilirliğe sahiptir.
2,4,6,8	Ara değerler	Uzlaşma gerektiğinde kullanılmak üzere yukarıda listelenen yargılar arasında düşen değerler.

### 2. Aşama: Kriterlerin ikili karşılaştırma matrisinin tutarlılık kontrolü

Tutarlılığı belirlemek için Saaty, Tutarlılık İndeksini (Consistency Index-CI) önermiştir. Bu değer Denklem (3) de gösterildiği gibi hesaplanır.

$$CI(X) = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} \quad (3)$$

Denklem (3) de yer alan  $\lambda_{\max}$  değeri ikili karşılaştırma matrisinin maksimum özgederini göstermektedir ve sadece ikili karşılaştırma matrisi tutarlı olması durumunda  $n$  değerini alır. Tutarlılık olması durumunda ise  $n$  den büyük bir değer almaktadır. Fakat yapılan çalışmalarda tutarlılığın tam olarak belirlenebilmesi için CI değerinin yerine Tutarlılık Oranı (Consistency Ratio-CR) değerinin

kullanılmasının daha doğru sonuçlar verdiği görülmüştür. Bu oran **Denklem (4)** de gösterilmiştir. Her bir kriter kendine göre eşit önemdedir ( $x_{ii} = 1$ ).  $i$ . kriter ile  $j$ . kriter karşılaştırılırken değer olarak  $x_{ij}$  olarak belirlenmiş ise  $j$ . kriterin  $i$ . kritere göre önemi  $x_{ji} = 1/x_{ij}$  olur. İkili karşılaştırmalarda oluşabilecek tutarsızlıkları belirleyebilmek için sonraki adımda tutarlılık karşılaştırması yapılır.

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (4)$$

**Denklem (4)** de yer alan RI Rassal İndeks değerini göstermektedir. Farklı  $n$  değerlerine karşılık tanımlanan RI değerleri Tablo 3 de verilmiştir. İkili karşılaştırmaların tutarlı olabilmesi için CR değerinin 0.10 dan küçük olması beklenir.

**Tablo 3.** Rassal İndeks (RI) değerleri [52].

n	RI	n	RI	n	RI
1	0	6	1.24	11	1.51
2	0	7	1.32	12	1.53
3	0.58	8	1.41	13	1.56
4	0.90	9	1.45	14	1.57
5	1.12	10	1.49	15	1.59

### 3.Aşama: Kriterlerin öncelik vektörünün hesaplanması

Kriterlerin önceliklerinin-ağırlıklarının belirlenmesi için özdeğer vektörü yöntemi, geometrik ortalama yöntemi gibi farklı yaklaşımlar bulunmaktadır. Bu uygulamada normalize edilmiş sütun toplamı yöntemi uygulanmıştır. Buna göre  $w = (w_1, w_2, \dots, w_n)$  olmak üzere öncelik vektörü **Denklem (5)** ile gösterildiği gibi hesaplanabilir [54].

$$w_i = \frac{\sum_{j=1}^n x_{ij}}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n x_{ij}} \quad (5)$$

### 4.2 VIKOR

VIKOR (ViseKriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje-Çok Kriterli Optimizasyon ve Uzlaşık Çözüm) Serafim Opricovic ve Gwo-Hshung Tzeng tarafından birbiriyle çelişen ve farklı birimlerle gösterilen kriterlere sahip Çok Kriterli Karar Verme problemlerinin çözümü için geliştirilmiş bir yöntemdir. Yöntem uzlaşık çözümün bulunmasına dayanmaktadır. Bu çözüme ulaşabilmek için her bir kritere göre değerlendirilen her bir seçeneğin ideal seçeneğe yakınlıkları hesaplanır. Uzlaşık çözüm ideal çözüme en yakın (optimum) çözümdür ve uzlaşma, kriterler çerçevesinde ortak kabulü ifade eder [55]. VIKOR “çoğunluk” için maksimum “grup faydası” ve “rakip” için minimum bireysel pişmanlık sağlayan bir uzlaşma çözümü belirler [12].

VIKOR yöntemi

- Zıt görüşlerin olduğu fakat uzlaşmanın kabul edilebildiği,
- Karar vericilerin ideale en yakın alternatifi çözüm olarak kabul edebildikleri,

- Kriterler ile karar vericilerin faydaları arasında doğrusal bir ilişkinin olduğu,
- Kriterlerin çelişkili, ölçeklendirilemeyen veya farklı birimlerde olduğu,
- Alternatiflerin belirlenen tüm kriterlere göre değerlendirilebilir olduğu,
- Karar vericinin kriterlere ağırlık vererek sisteme dahil olmak isteyebileceği

durumlarda kullanılabilen çok kriterli karar verme yöntemidir [56].

Bir karar matrisi ( $X$ ) **Denklem (6)**,  $A_1, \dots, A_m$  alternatifleri göstermek üzere  $m$  alternatiften ve  $C_1, \dots, C_n$  ile gösterilen  $n$  kriterden oluşmaktadır. Bu matrisin elemanları  $(x_{ij})_{m \times n}$  her bir alternatifin kriterlerin tamamına göre değerlendirilmesiyle elde edilen değerleri temsil eder.

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2n} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ x_{m1} & x_{m2} & \dots & x_{mn} \end{bmatrix}_{m \times n} \quad (6)$$

Yöntemin algoritmik adımları şu şekilde listelenebilir.

1. Aşama: En iyi ( $f_j^*$ ) ve en kötü ( $f_j^-$ ) kriter değerlerinin belirlenmesi

$i = 1, 2, \dots, m$  ve  $j = 1, 2, \dots, n$  olmak üzere eğer  $j$ . kriter fayda yönlü bir kriter ise en iyi **Denklem (7)** ve en kötü kriter **Denklem (8)** değerleri sırasıyla

$$f_j^* = \max_i x_{ij} \quad (7)$$

$$f_j^- = \min_i x_{ij} \quad (8)$$

biçiminde bulunurken kriter maliyet yönlü ise bu değerler bu defa sırasıyla **Denklem (9)** ve **Denklem (10)** da gösterilmiştir.

$$f_j^* = \min_i x_{ij} \quad (9)$$

$$f_j^- = \max_i x_{ij} \quad (10)$$

2. Aşama:  $S_i$  ve  $R_i$  değerlerinin hesaplanması

$w_j$  değeri  $j$ . kriterin ağırlığı gösterir.  $\sum_{j=1}^n w_j = 1$  olmak üzere  $S_i$  ve  $R_i$  değerleri sırasıyla **Denklem (11)** ve **Denklem (12)** gösterildiği gibi hesaplanır.

$$S_i = \sum_{j=1}^n w_j (f_j^* - f_{ij}) / (f_j^* - f_j^-) \quad (11)$$

$$R_i = \max_j [w_j(f_j^* - f_{ij}) / (f_j^* - f_j^-)] \quad (12)$$

### 3. Aşama: $Q_i$ değerlerinin hesaplanması

Her alternatif için bir  $Q_i$  değerleri Denklem (13) de gösterildiği gibi bulunur.

$$Q_i = v \frac{(S_i - S^*)}{(S^- - S^*)} + (1 - v) \frac{(R_i - R^*)}{(R^- - R^*)} \quad (13)$$

Denklem (13) de yer alan  $S^*, S^-, R^*, R^-$  parametrelerinin hesaplanma yöntemleri Denklem (14-17) deki gibidir.

$$S^* = \min_i S_i \quad (14)$$

$$S^- = \max_i S_i \quad (15)$$

$$R^* = \min_i R_i \quad (16)$$

$$R^- = \max_i R_i \quad (17)$$

Denklem (13) de yer alan  $v$  parametresi maksimum grup faydasının olmasını sağlayan strateji için ağırlığı temsil ederken  $1 - v$  değeri ise karşıt görüş için minimum pişmanlık anlamına gelir. Uzlaşma “çoğunluk oyu” durumuyla ( $v > 0.5$ ), “konsensüs” durumuyla ( $v = 0.5$ ) veya “veto” durumuyla ( $v < 0.5$ ) sağlanır [56].

**1. Kabul Edilebilir Avantaj Koşulu:** En küçük  $Q$  değerine sahip alternatif  $A_1$ , daha sonraki en küçük  $Q$  değerine sahip alternatif  $A_2$  olsun. Eğer  $Q(A_2) - Q(A_1) \geq DQ$  şartı sağlanıyorsa bu koşul sağlanmış kabul edilir. Eşitsizlikte yer alan  $DQ$  değeri alternatif sayısına ( $m$ ) bağlı olup  $DQ = 1/(m - 1)$  şeklinde hesaplanır.

**2. Kabul Edilebilir İstikrar Koşulu:**  $Q$  değerlerine göre küçükten büyüğe yapılan sıralamada en küçük değere sahip olan  $A_1$  alternatifi,  $S$  ve  $R$  değerlerinin küçükten büyüğe doğru sıralamasında da ilk sırada yer alıyorsa bu durumda  $A_1$  en iyi alternatif olarak kabul edilir.

Bu iki koşuldan birinin geçerli olmadığı durumda ise uzlaşık çözümün elde edilebilmesi için şöyle bir yöntem izlenir.

- Kabul Edilebilir Avantaj koşulu sağlanıyorsa  $A_1, A_2 \dots A_m$  alternatiflerinden oluşan küme en iyi çözüm olarak kabul edilir. Maksimum  $m$  değeri için  $Q(A_m) - Q(A_1) < DQ$  eşitsizliği kullanılır.

- Kabul Edilebilir İstikrar koşulu sağlanmadığı durumda ise  $A_1$  ve  $A_2$  alternatiflerinin her ikisinin de uzlaşık çözüm kümesinde olduğu düşünülür.

## 5 Bulgular ve tartışma

Bu çalışmada, İstanbul ili sınırlarında ikamet etmek için konut satın almak isteyen bir bireyin konut seçimi problemi ele alınmıştır. Konut tercihi ve seçimi hakkında yapılan literatür araştırması ışığında ve tüketiciler, emlak

danışmanları ve en sık kullanılan emlak portalı olan sahibinden.com web portalından elde edilen kriterler göz önüne alınarak oluşturulan ÇKKV problemi seçim işlemi için çözümlenmiştir. Öncelikle, elde edilen kriterler AHP yöntemi ile ağırlıklandırılmış ve VIKOR yöntemi kullanılarak alternatifler içerisinde seçim işlemi gerçekleştirilmiştir. Çalışma amacı ve bilimsel yazın kısmında ifade edildiği gibi, İstanbul’ un deprem kuşağında yer alması ve deprem riski kriterinin de önemle dikkate alınması gereken bir ölçüt olması sebebiyle karar probleminde ek bir kriter olarak değerlendirmeye alınmıştır. Deprem riski kriterinin oluşturulması için Kümeleme Analizi kullanılarak İstanbul ili mahalleler bazında 3 ana risk grubuna ayrılmıştır. Yeni ölçütün konut tercihlerine etkisini araştırmak amacıyla risk ölçütü olmadan standart kriterler yardımıyla analiz gerçekleştirilmiş ve risk ölçütü dahil edilerek tekrar analiz uygulanmıştır. Ortaya çıkan iki seçim sonucunun istatistikî olarak ilişki gücünü test edebilmek amacıyla Ağırlıklandırılmış Spearman Sıralama Korelasyon Katsayısı hesaplanmıştır. Uygulamanın temel amacı, konut seçim sürecinde olan bir bireyin genel seçim kriterleri ile birlikte deprem riskine sahip bir yerleşim yerinde daha etkin ve rasyonel bir tercih yapabilesidir.

Problemin uygulama sürecinde öncelikle konut seçimi kriterleri, alternatifler ve geliştirilen yeni ölçüt için kullanılan İstanbul deprem riski verileri ifade edilecektir. Son aşamada ise Kümeleme Analizi, AHP ve VIKOR yöntemlerinden elde edilen bulgular eşliğinde en uygun konut seçimi sıralaması sunulacaktır.

### 5.1 Veri seti

Çalışmada kullanılan karar kriterleri ve kıyaslama matrisi oluşturulurken İstanbul ili sınırlarında ikamet etmek isteyen bireylerden, emlak danışmanlarından, literatür taraması sonuçlarından ve emlak portallarından elde edilen bilgilerden faydalanılmıştır. Yapılan araştırma sonucunda 13 kriter belirlenmiştir. Ek olarak deprem riski kriteri dahil edilmiştir. AHP yöntemi kullanılarak elde edilen veriler ışığında kriterlerin ağırlıkları hesaplanmıştır.

Öncelikle fiyat, kullanım alanı, oda sayısı, bina yaşı, bulunduğu kat, ısıtma türü, krediye uygunluk, kimden, görüntülü arama ile gezilebilirlik, cephe, güvenlik sistemi, muhit ve ulaşım olmak üzere toplam 13 kriter AHP yöntemi kullanılarak ağırlıklandırılmıştır. Aynı kriterlere ek olarak “deprem riski” kriteri dâhil edilip AHP yöntemi ile ağırlıkların hesaplanması yeniden yapılmıştır. Deprem riski kriterinin emlak sektörü ve bilimsel yazında genel kabul görmüş konut seçimi kriterlerine ek olarak dâhil edilmesiyle alternatif konutlar içerisinde yapılacak tercihlerde ve sıralamada meydana getireceği etkinin ölçülmesi amaçlanmıştır.

Tablo 4 ve Tablo 5 karar kriterlerini ve AHP yöntemi ile elde edilen kriter ağırlıklarını içermektedir.

Konut seçimi alternatifleri 2020 yılı verilerine göre İstanbul ili sınırlarında en çok göç alan [15] ilk beş ilçe (Arnavutköy, Beylikdüzü, Çekmeköy, Sancaktepe, Silivri) içerisinde sahibinden.com web portalından 3’er adet konut olarak belirlenmiştir Tablo (6).

**Tablo 4.** Karar kriterleri ve ağırlıkları-A.

Kriter No	Kriterler	(AHP)Ağırlık
K-1	Fiyat	0.30
K-2	Kullanım alanı	0.10
K-3	Oda sayısı	0.07
K-4	Bina yaşı	0.08
K-5	Bulunduğu kat	0.05
K-6	Isıtma türü	0.02
K-7	Krediye uygunluk	0.07
K-8	Kimden	0.01
K-9	Görüntülü gezilebilir	0.04
K-10	Cephe	0.03
K-11	Güvenlik sistemi	0.05
K-12	Muhit	0.07
K-13	Ulaşım	0.11

**Tablo 5.** Karar kriterleri ve ağırlıkları-B.

Kriter No	Kriterler	(AHP) Ağırlık
K-1	Fiyat	0.25
K-2	Kullanım alanı	0.10
K-3	Oda sayısı	0.05
K-4	Bina yaşı	0.08
K-5	Bulunduğu kat	0.03
K-6	Isıtma türü	0.02
K-7	Krediye uygunluk	0.03
K-8	Kimden	0.01
K-9	Görüntülü gezilebilir	0.02
K-10	Cephe	0.01
K-11	Güvenlik sistemi	0.05
K-12	Muhit	0.05
K-13	Ulaşım	0.11
K-14	Deprem riski	0.19

Emlak danışmanlarından elde edilen bilgiye göre, alternatif konut araması yapılırken orta gelirli bir ailenin konut harcaması için ortalama olarak 300.000 TL - 400.000 TL arasında bütçeye sahip oldukları varsayılmıştır. Web sitesi üzerinde kriterler için sunulan alt seçim ölçütleri ve özellikler için emlak danışmanlarından mülakat yoluyla değerlendirme skorları belirlenmiştir. Skor değerleri maksimum / minimum ya da 1-100 üzerinden verilen değerlendirme puanı olacak şekilde planlanmıştır. Buna göre;

*K-1 (Fiyat):* Fiyat minimum düzeyde istenecektir.

*K-2 (Kullanım alanı):* Net kullanım metrekare alanı maksimum düzeyde istenecektir.

*K-3 (Oda sayısı):* Toplam oda sayısının maksimum düzeyde olması istenecektir.

*K-4 (Bina yaşı):* Konutun yer aldığı binanın yaşı minimum düzeyde istenecektir.

*K-5 (Bulunduğu kat):* Bölgelerde bulunan binaların ortalama olarak 5 katlı olduğu varsayılarak belirlenmiştir. Buna göre; zemin kat: 10/100, bahçe kat: 10/100, giriş kat: 15/100, yüksek giriş: 20/100, kat1: 30/100, kat2: 60/100, kat3: 90/100, kat4: 85/100, kat5: 80/100.

*K-6 (Isıtma türü):* En sık tercih edilen ısıtma türleri; Merkezi pay ölçer: 70/100, doğalgaz kombi: 90/100

*K-7 (Krediye uygunluk):* Krediye uygun: 100/100, krediye uygun değil: 20/100.

*K-8 (Kimden):* Sahibinden: 100/100, emlak ofisinden: 60/100, inşaat firmasından: 70/100.

*K-9 (Görüntülü arama ile gezilebilir):* Evet: 85/100, Hayır: 60/100.

*K-10 (Cephe):* Kuzey:50/100, Güney:90/100, Doğu: 70/100, Batı: 70/100.

*K-11 (Güvenlik sistemi):* Güvenlik sistemi var: 90/100, güvenlik sistemi yok: 50/100 şeklinde puanlanmıştır.

*K-12 (Muhit):* Site üzerinde muhit kriterinde yer alan 22 adet alt seçenektan kaçının sağlandığına göre yüzdelik değeri kullanılmıştır. Bu değer maksimum miktarda özelliğe sahip olması istenecektir.

*K-13 (Ulaşım):* Site üzerinde ulaşım kriterinde yer alan 20 adet alt seçenektan kaçının sağlandığına göre hesaplanan yüzdelik değer kullanılmıştır. Bu değer de maksimum olması amaçlanmaktadır.

*K-14 (Deprem riski):* İstanbul ili sınırlarında yer alan 969 mahalle 3 ana risk kümesine bölünmüştür. En az riske sahip küme 1, orta riske sahip küme 2 ve en yüksek risk kümesi 3 olarak belirlenmiştir. 1.risk kümesi: 90/100, 2. risk kümesi: 60/100, 3. risk kümesi: 30/100 olarak puanlanmıştır.

## 5.2 Kümeleme analizi ile deprem riski kriterinin elde edilmesi

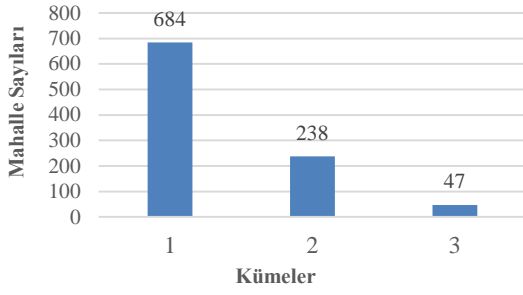
Çalışmada kullanılan deprem riski kriteri için İBB DEZİM tarafından hazırlanan rapor içerisinde yer alan mahalle bazlı elde edilmiş risk değerleri Kümeleme Analizi ile 3 risk kümesine ayrılmış ve konut seçimi kriteri olarak uygulamaya dâhil edilmiştir. **Tablo 7** kümelerin merkezlerini göstermektedir.

**Tablo 7.** Küme merkezleri

Değişken	Küme-1	Küme-2	Küme-3
Çok Ağır Hasarlı	-0.4328	0.6698	2.7884
Ağır Hasarlı	-0.4089	0.7501	2.0641
Orta Hasarlı	-0.4511	0.7498	2.6558
Can Kaybı Sayısı	-0.4031	0.5398	3.0043
Ağır Yaralı Sayısı	-0.4068	0.5483	3.0159
Doğalgaz Borusu Hasarı	-0.4399	0.7890	2.3092
İçme Suyu Borusu Hasarı	-0.4342	0.7686	2.3275
Atık Su Boru Hasarı	-0.4162	0.6168	2.8137

**Şekil 1'** de her bir kümede yer alan mahalle sayısı görülmektedir. Küme-1 en az riske sahip, Küme-2 orta riske sahip, Küme-3 ise en yüksek riskli mahalleleri temsil etmektedir.





Şekil 1. Kümelerdeki mahalle sayıları.

### 5.3 VIKOR yöntemi ile alternatiflerin sıralanması

Çalışmanın bu bölümünde veri seti kısmında A ve B şeklinde iki farklı şekilde tanımlanmış seçim kriteri grubu için VIKOR yöntemi ile alternatifler sıralanmış ve sonuçlar yorumlanmıştır. Seçim-B, deprem riski kriteri dahil edilerek yeniden değerlendirme yapabilmek amacıyla uygulanmıştır.

Seçim – A.

1. Aşama: En iyi ( $f_j^*$ ) ve en kötü ( $f_j^-$ ) kriter değerlerinin belirlenmesi

Tablo 4'te yer alan kriterlerin alternatif değerleri üzerinden uygulanan VIKOR yöntemi sonucunda elde edilen en iyi ve en kötü değerleri Tablo 8' de verilmiştir.

Tablo 8. Kriterlerin en iyi ve en kötü değerleri

	K-1	K-2	K-3	K-4	K-5	K-6	K-7
$f^*$	350000	100	5	0	90	90	100
$f^-$	380000	80	2	13	10	70	20
	K-8	K-9	K-10	K-11	K-12	K-13	
$f^*$	100	85	95	90	90	80	
$f^-$	60	60	50	50	25	20	

### 2. Aşama: $S_i$ ve $R_i$ değerlerinin hesaplanması

VIKOR algoritmasına göre alternatifler için  $S_i$  ve  $R_i$  değerleri hesaplanmıştır.

Tablo 9.  $S_i$  ve  $R_i$  değerleri

	A-1	A-2	A-3	A-4	A-5
S	0.595	0.457	0.461	0.227	0.296
R	0.11	0.101	0.150	0.050	0.100
	A-6	A-7	A-8	A-9	A-10
S	0.459	0.648	0.482	0.410	0.416
R	0.200	0.300	0.150	0.073	0.150
	A-11	A-12	A-13	A-14	A-15
S	0.562	0.536	0.441	0.484	0.520
R	0.200	0.250	0.100	0.250	0.300

### 3. Aşama: $Q_i$ değerlerinin hesaplanması

Alternatiflerin sıralaması için kullanılacak  $Q_i$  değerleri hesaplanmıştır.

Tablo 10. Alternatiflerin  $Q_i$  değerleri

A-1	A-2	A-3	A-4	A-5
0.581	0.388	0.484	0.000	0.181
A-6	A-7	A-8	A-9	A-10
0.574	1.000	0.511	0.277	0.426
A-11	A-12	A-13	A-14	A-15
0.705	0.764	0.366	0.698	0.836

Hesaplanan S, R ve sonucunda elde edilen Q değerlerine göre, en küçük Q değerine sahip olan alternatif en iyi alternatif olacağı için 4. alternatif en iyi ve sırasıyla 5. ve 9. alternatifler ise ikinci ve üçüncü en iyi seçenekler olacaktır. En kötü alternatif ise 7. alternatif olacaktır.

### 4. Aşama: Uzlaşık çözümün bulunması

Bulunan sonuçların tutarlılığının değerlendirilebilmesi için uzlaşık çözümün elde edilmesi gerekecektir. Koşul 1 için;  $Q(A_2) - Q(A_1) \geq DQ$  şartı sağlanıyor ise koşul sağlanmış olacaktır. Alternatif sayısı 15 olduğu için  $m=15$  alınacaktır ve  $DQ=1/(m-1)= 0.071$  olacaktır. Buna göre,  $0.181 - 0 \geq 0.071$  şartı sağlandığı için koşul sağlanmıştır. Koşul 2 için; Q değerine göre en iyi alternatif kabul edilen 4. alternatifin S ve R değerleri içinde ilk sırada bulunması gerekecektir. 4. alternatif için  $S=0.227$  ve  $R=0.050$  değerlerine bakıldığında şartı sağlandığı anlaşılmaktadır. Bu durumda Seçim-A için gerçekleştirilen çözümleme uygun kabul edilmiştir.

### Seçim – B.

1. Aşama: En iyi ( $f_j^*$ ) ve en kötü ( $f_j^-$ ) kriter değerlerinin belirlenmesi

Tablo 5'te yer alan kriterlerin alternatif değerleri üzerinden uygulanan VIKOR yöntemi sonucunda elde edilen en iyi ve en kötü değerleri Tablo 11' de verilmiştir.

Tablo 11. Kriterlerin en iyi ve en kötü değerleri

	K-1	K-2	K-3	K-4	K-5	K-6	K-7
$f^*$	350000	100	5	0	90	90	100
$f^-$	380000	80	2	13	10	70	20
	K-8	K-9	K-10	K-11	K-12	K-13	K-14
$f^*$	100	85	95	90	90	80	90
$f^-$	60	60	50	50	25	20	30

### 2. Aşama: $S_i$ ve $R_i$ değerlerinin hesaplanması

VIKOR algoritmasına göre alternatifler için  $S_i$  ve  $R_i$  değerleri hesaplanmıştır.

### 3. Aşama: $Q_i$ değerlerinin hesaplanması

Alternatifler için elde edilen  $S_i$  ve  $R_i$  değerleri ile alternatif sıralaması için kullanılacak  $Q_i$  değerleri hesaplanmıştır.

Hesaplanan S, R ve bunların sonucunda elde edilen Q değerlerine göre, en küçük Q değerine sahip olan alternatif en iyi alternatif olacağı için 9. alternatif en iyi ve sırasıyla 10. ve 2. alternatifler ise ikinci ve üçüncü en iyi seçenekler olacaktır. En kötü alternatif ise 7. alternatif olacaktır.

### 4. Aşama: Uzlaşık çözümün bulunması

**Tablo 12.**  $S_i$  ve  $R_i$  değerleri

	A-1	A-2	A-3	A-4	A-5
S	0.505	0.383	0.391	0.365	0.432
R	0.110	0.101	0.125	0.190	0.190
	A-6	A-7	A-8	A-9	A-10
S	0.560	0.526	0.375	0.336	0.354
R	0.190	0.250	0.125	0.073	0.125
	A-11	A-12	A-13	A-14	A-15
S	0.454	0.444	0.392	0.520	0.530
R	0.167	0.208	0.100	0.208	0.250

Bulunan sonuçların tutarlılığının değerlendirilebilmesi için uzlaşık çözümün elde edilmesi gerekecektir. Koşul 1 için;  $Q(A_2) - Q(A_1) \geq DQ$  şartı sağlanıyor ise koşul sağlanmış olacaktır. Alternatif sayısı 15 olduğu için  $m=15$  alınacaktır ve  $DQ=1/(m-1) = 0.071$  olacaktır. Buna göre,  $0.179 - 0 \geq 0.071$  şartı sağlandığı için koşul sağlanmıştır.

Koşul 2 için;  $Q$  değerine göre en iyi alternatif kabul edilen 9. alternatifin  $S$  ve  $R$  değerleri içinde ilk sırada bulunması gerekecektir. 9. alternatif için  $S=0.336$  ve  $R=0.073$  değerlerine bakıldığında şartı sağlandığı anlaşılmaktadır. Bu durumda Seçim-B için gerçekleştirilen çözümleme uygun kabul edilmiştir.

**Tablo 13.** Alternatiflerin  $Q_i$  değerleri.

A-1	A-2	A-3	A-4	A-5
0.501	0.186	0.268	0.376	0.536
A-6	A-7	A-8	A-9	A-10
0.843	0.919	0.230	0.000	0.179
A-11	A-12	A-13	A-14	A-15
0.529	0.612	0.205	0.794	0.928

#### 5.4 Seçimlerin değerlendirilmesi

Tablo 14' te her iki seçimin karşılaştırmalı alternatif sıralamasına yer verilmiştir.

Bu aşamada ortaya çıkan iki seçim sonucunun karşılaştırılması amaçlanmıştır. Bu amaçla Ağırlıklandırılmış Spearman Sıralama Korelasyon Katsayısı hesaplanmıştır.

$N$  alternatifin yer aldığı ve sıralamaların  $x_i$  ve  $y_i$  ile gösterildiği durum için ağırlıklandırılmış Spearman Sıralama korelasyon katsayısı ( $r_w$ ) Denklem (18) gibi hesaplanır [57].

$$r_w = 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^N (x_i - y_i)^2 ((N - x_i + 1) + (N - y_i + 1))}{N^4 + N^3 - N^2 - N} \quad (18)$$

Buna göre; korelasyon katsayısı  $r_w = 0.633$  elde edilmiştir. %63 korelasyon değeri düşük seviyeye yakın bir ilişkinin olduğunu ifade etmektedir.

**Tablo 14.** Karşılaştırmalı seçim sonuçları

Alternatif	Seçim A	Seçim-B
A-1	10	8
A-2	5	3
A-3	7	6
A-4	1	7
A-5	2	10
A-6	9	13
A-7	15	14
A-8	8	5
A-9	3	1
A-10	6	2
A-11	12	9
A-12	13	11
A-13	4	4
A-14	11	12
A-15	14	15

## 6 Sonuçlar

Risk, bireysel ve toplumsal olarak hayatın her anında ve alanında karşı karşıya kaldığımız belirsizlikler bütünüdür. Konut satın alma sürecinde karar vericilerin yapacakları seçimler çoğu zaman karmaşık ölçütler ve birden fazla alternatif seçenек üzerinden yapılacak ÇKKV problemine dönüşmektedir. Konut seçimi hakkında genel görüş ve bilimsel yazın dikkate alındığında, alternatiflerin sahip oldukları risklerin göz ardı edildiği görülmektedir. Ancak İstanbul ili gibi olası deprem riskine sahip bir bölgede konut tercihi yapacak karar vericiler için konutların deprem riskli bölgelerde yer almaları önemli bir ölçüt olacaktır.

Bu çalışma, İstanbul ili sınırlarında ikamet etmek isteyen bir bireyin konut seçimi problemini risk tabanlı bir yaklaşım ile ele almıştır. Bilimsel yazın, uzman görüşleri ve ilgili kurumlardan elde edilen veriler ışığında elde edilen 13 seçim kriteri, emlak danışmanları ve tüketicilerden mülakat yoluyla alınan önem ölçeğine uygun olarak puanlanarak AHP yöntemi ile ağırlıkları belirlenmiştir. Buna göre, %30 ile konut fiyatı en önemli kriter olurken, %11 ile ulaşım ve %10 ile kullanım alanı önem ağırlığında bu kriteri takip etmiştir. Belirlenen 13 kritere ek olarak deprem riski kriteri eklenmiş ve aynı karar vericilerden mülakat yoluyla ulaşılan bilgiler ışığında AHP yöntemi ile önem ağırlıkları belirlenmiştir. Buna göre, fiyat %25 ile yine en yüksek öneme sahip olurken, %19 ile deprem riski kriteri ikinci sırada yer almıştır. Karar vericilerin deprem riski kriterine diğer kriterlere kıyasla büyük bir öncelik verdikleri gözlenmiştir.

Her iki seçim kriteri grubu için İstanbul ilinde en çok göç alan ilk beş ilçeden sahibinden.com portalı üzerinden belirlenmiş fiyat aralığında rastgele seçilmiş toplam 15 alternatif için sıralama işlemi VIKOR yöntemi ile sağlanmıştır. İlk seçim işleminde A-4, A-5 ve A-9 numaralı alternatifler ilk üç sırada yer alırken, ikinci seçim işleminde A-9, A-10 ve A-2 numaralı alternatifler sıralanmıştır. Deprem riski kriteri dikkate alınmadan yapılan ilk seçimde 3. sırada yer alan alternatifin ikinci seçimde 1. sırada yer alması gibi, genel sıralamanın büyük ölçüde değişmesi, risk tabanlı bir yaklaşım ile karar vericilerin aynı alternatifler için kararlarını büyük oranda etkilediğini göstermiştir. Her iki seçimin alternatiflere göre karşılaştırılması amacıyla elde edilen korelasyon katsayısı değerine göre düşük

sayılabilecek % 63 değerine ulaşılmıştır. Bu değer her iki seçim arasında yüksek bir benzerliğin olmadığını, yani deprem riski kriterinin alternatiflerin seçiminde farklılık meydana getirdiğini kanıtlamaktadır.

Uygulama, konutun fiziksel sağlamlığı kriteri ile kullanılan malzeme ve yapım tekniği gibi özellikler dikkate alınarak ve farklı yöntemler kullanılarak geliştirilebilir. Çalışma, toplumsal ve güncel bir problem olan konut seçimini farklı bir bakış açısı ile ele alarak, karar vericilere ve bilimsel çalışmalara katkı sağlamak amacı taşımaktadır.

#### Çıkar çatışması

Yazarlar çıkar çatışması olmadığını beyan etmektedir.

**Benzerlik oranı (iThenticate): % 16**

#### Kaynaklar

- [1] Ç. İpek, Y. Şahin, AHP temelli gri ilişkisel analiz yöntemi ile konut seçimi, Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Elektronik Dergisi, 9(25), 153-172, 2018.
- [2] E. Mulliner, K. Smallbone, V. Maliene, An assessment of sustainable housing affordability using a multiple criteria decision making method, Omega, 41(2), 270-279, 2013. <https://doi.org/10.1016/j.omega.2012.05.002>
- [3] T. Alkan ve S. Durduran, Konut seçimi sürecinin ahp temelli topsis yöntemi ile analizi, Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 2(2), 12-21, 2020. <https://dx.doi.org/10.47112/neufmbd.2020.2>
- [4] İ. Karaduman ve N. K. Yılmaz, Rezidans dairesi satışında müşteri tercihlerini etkileyen faktörler ve pazar payı analizinde konjoint yönteminin kullanımı, Giresun Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 1(2), 65-82, 2015.
- [5] K. M. G. Wong, A conceptual model of the household's housing decision-making process: the economic perspective, Rurds, 14(3), 217-234, 2003. <https://doi.org/10.1111/1467-940X.00055>
- [6] H. Timmermans, E. Molin, L. V. Noortwijk, Housing choice processes: stated versus revealed modelling approaches, Netherlands Journal of Housing and the Built Environment, 9(3), 215-227, 1994. <https://doi.org/10.1007/BF02496997>
- [7] O. Ergünay, Türkiye'nin afet profili. TMMOB Afet Sempozyumu, Ankara, Türkiye, 5-7 Aralık 2007.
- [8] A. Supçiller ve P. Erbilek, Analitik hiyerarşi prosesi ve hedef programlama ile bir üniversite kütüphanesindeki kısmi zamanlı personellerin çizelgelenmesi, Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 27(1), 1-12, 2021. <https://doi.org/10.5505/pajes.2020.86383>
- [9] L. Ferreira and D. B. Hitchcock, A comparison of hierarchical methods for cluster functional data, Communications in Statistics-Simulation and Computation, 38(9), 1925-1949, 2009. <https://doi.org/10.1080/03610910903168603>
- [10] G. A. Mendoza and R. Prabhu, Multiple criteria decision making approaches to assessing forest sustainability using criteria and indicators: A case Study, Forest Ecology and Management, 131(1-3), 107-126, 2000. [https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(99\)00204-2](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(99)00204-2)
- [11] T.L. Saaty, The analytic Hierarchy Process. New York, USA, McGraw-Hill, 1980.
- [12] S. Opricovic and G.H. Tzeng, Compromise solution by MCDM methods: A comparative analysis of VIKOR and TOPSIS, European Journal of Operational Research, 156(2), 445-455, 2004. [https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(03\)00020-1](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(03)00020-1)
- [13] M.K. Sayadi, M. Heydari, K. Shahanaghi, Extension of VIKOR method for decision making problem with interval numbers, Applied Mathematical Modelling, 33(5), 2257-2262, 2009. <https://doi.org/10.1016/j.apm.2008.06.002>
- [14] İBB Deprem Risk Yönetimi ve Kentsel İyileştirme Daire Başkanlığı, Deprem ve Zemin İnceleme Müdürlüğü (DEZİM). İstanbul İli Olası Deprem Kayıp Tahminleri Kitapçığı. <https://deprezmemin.ibb.istanbul/guncelcalismalarimiz/>(21 Ocak 2021)
- [15] Türkiye İstatistik Kurumu, Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi Sonuçları, İl ve İlçelere Göre İl/İlçe Merkezi, Belde/Köy Nüfusu ve Yıllık Nüfus Artış Hızı. <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Adrese-Dayali-Nufus-Kayit-Sistemi-Sonuc-lari-2020-37210> (13.04.2021)
- [16] S. Memiş, Tüketicilerin konut tercihini etkileyen faktörlerinin Ahp ile ölçülmesi: Giresun ili örneği. Avrasya Uluslararası Araştırmalar Dergisi, 7(16), 783-796, 2019. <https://doi.org/10.33692/avrasyad.543867>
- [17] R. F. Muth, Cities and Housing: The Spatial Pattern of Urban Residential Land Use, USA, Chicago and London: The University of Chicago Press, 1969.
- [18] W. Alonso, Location and Land Use. Cambridge, Massachusetts, USA, Harvard University Press, 1964.
- [19] I.S. Lowry, A Model of Metropolis, USA, Santa Monica: Rand Corporation, 1964.
- [20] P.H. Rossi, Why Families Move: A Study in the Social Psychology of Urban Residential Mobility, USA, New York: The Free Press, 1955.
- [21] A. Eş ve B. Yılmaz, Kiralık konut seçiminin AHP tabanlı Vikor yöntemiyle belirlenmesi: Çankaya örneği, Atatürk Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 34(4), 1229-1249, 2020. <https://doi.org/10.16951/atauniiib.650809>
- [22] F. Kendig, Will a Home Still Be a House. Institutional Investor, 16, 89-91, 1982.
- [23] R. K. Trembley and A. D. Dillman, Beyond the American Housing Dream: Accommodation to the 1980s, Housing and Society, USA, Lanham, University Press of America, 1983.
- [24] H. B. Kang and M. J. Gardner, Selling Price and Marketing Time in the Residential Real Estate Market, Journal of Real Estate Research, 4(1), 21-35, 1989. <https://www.jstor.org/stable/44095260>
- [25] W.A.V Clark and J.L. Onaka, Life Cycle and Housing Adjustment as Explanations of Residential Mobility,

- Urban Studies, 20(1), 47-57, 1983. <https://doi.org/10.1080/713703176>
- [26] Y. Jin and Z. Zeng, Real Estate and Optimal Public Policy in a Credit-Constrained Economy, *Journal of Housing Economics*, 16(2), 143-166, 2007. <https://doi.org/10.1016/j.jhe.2007.03.003>
- [27] L.M. Fisher, H.O. Pollakowski and J. Zabel, Amenity-Based Housing Affordability Indexes, *Real Estate Economics*, 37(4), 705-746, 2009. <https://doi.org/10.1111/j.1540-6229.2009.00261.x>
- [28] E. Kaba, Konut Alma Kararlarını Etkileyen Faktörler ve Alıcı Profilini Belirlemeye Yönelik Bir Araştırma. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, İstanbul, Türkiye, 2008.
- [29] R. A. Opoku and A. G. Abdul-Muhmin, Housing preferences and attribute importance among low-income consumers in Saudi Arabia, *Habitat International*, 34(2), 219-227, 2010. <https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2009.09.006>
- [30] K. E. Tosun ve Z. Fırat, Kentsel Mekândaki Değişimler ve Kişilerin Konut Tercihleri: Bursa Örneği. *Business and Economics Research Journal*, 3(1), 173-195, 2012.
- [31] M. R. Kalelioğlu ve E. M. Özgür, İkametgâh Memnuniyeti Bağlamında Konut Yeri Seçimi ve İkametgâh Hareketliliği: Bolu Kenti Örneği, *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 11(2), 149-168, 2013. [https://doi.org/10.1501/Cogbil\\_0000000147](https://doi.org/10.1501/Cogbil_0000000147)
- [32] TL. Saaty, How to make a decision: The analytic hierarchy process. *European Journal of Operations Research*, 48(1), 9-26, 1989. [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(90\)90057-1](https://doi.org/10.1016/0377-2217(90)90057-1)
- [33] J Ball and V.C. Srinivasan, Using the analytic hierarchy process in house selection, *The Journal of Real Estate Finance and Economics*, 9(1), 69-85, 1994. <https://doi.org/10.1142/S0219622009003314>
- [34] M.J. Schniederjans, J.J. Hoffman, G.S. Sirmans, Using goal programming and the analytic hierarchy process in house selection, *The Journal of Real Estate Finance and Economics*, 11(2), 167-176, 1995. <https://doi.org/10.1109/ICSMC.2007.4413642>
- [35] A. Bender, A. Din, M. Hoesli, J. Laakso, Environmental quality perceptions of urban commercial real estate, *Journal of Property Investment and Finance*, 17(3), 280-297, 1999. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.12.198>
- [36] T. Kauko, An Analysis Of Housing Location Attributes In The Inner City Of Budapest, Hungary, Using Expert Judgements. *International Journal Of Strategic Property Management*, 11(4), 209-225, 2007. <https://doi.org/10.3846/1648715X.2007.9637570>
- [37] M. Timor, Analitik Hiyerarşi Prosesi, İstanbul, Türkiye, Türkmen Kitabevi, 2011.
- [38] B. F. Yıldırım, Gri İlişkisel Analiz. Editörler: B. F. Yıldırım, E. Önder. İşletmeciler, Mühendisler ve Yöneticiler İçin Operasyonel, Yönetimsel ve Stratejik Problemlerin Çözümünde Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri, 230-244, Türkiye, Bursa, Dora Yayınları, 2. Baskı, 2014.
- [39] A. Onan, Promethee Sıralama Yönteminin Konut Projelerinin Değerlendirilmesinde Kullanılması. *Afyon Kocatepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 16 (1) , 17-28, 2014. <https://doi.org/10.5578/jeas.6470>
- [40] Á. Sicilia, L. Madrazo, M. González, Applying clustering techniques to retrieve housing units from a repository, In *Design Computing and Cognition'10* (pp. 387-401). Springer, Dordrecht, 2011. [https://doi.org/10.1007/978-94-007-0510-4\\_21](https://doi.org/10.1007/978-94-007-0510-4_21)
- [41] M. Helbich, W. Brunauer, J. Hagenauer, M. Leitner, Data-driven regionalization of housing markets, *Annals of the Association of American Geographers*, 103(4), 871-889, 2013. <https://doi.org/10.1080/00045608.2012.707587>
- [42] L. Gabrielli, S. Giuffrida, M. R. Trovato, Gaps and overlaps of urban housing sub-market: hard clustering and fuzzy clustering approaches. In *Appraisal: From theory to practice* (pp. 203-219), Springer, Cham., 2017. <https://doi.org/10.3390/buildings7030080>
- [43] C. Çelik ve G. Kırıl, Kümeleme Yöntemiyle Konut Talebinin İncelenmesi: Türkiye İl Grupları Üzerine Bir Uygulama, *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 27(1), 123-138., 2018. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/cusosbil/issue/36563/415459>
- [44] S. Ara-Aksoy and E. Irwin, Cluster Analysis for Housing Market Segmentation: Konut Piyasası Bölümlendirmesinde Kümelenme Analizi, *Sosyoekonomi*, 29(49), 11-32.,2021. <https://doi.org/10.17233/sosyoekonomi.2021.03.01>
- [45] Ö. Akay, C. Çelik, G. Kırıl, Using Clustering of Panel Data to Examine Housing Demand of Expatriate Turks and Foreigners: An Application of k-prototype Algorithm, In *Application of Multi-Criteria Decision Analysis in Environmental and Civil Engineering* (pp. 183-195). Springer, Cham., 2021. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-64765-0\\_18](https://doi.org/10.1007/978-3-030-64765-0_18)
- [46] L. Zhang and X. Hu, Public Housing Allocation Model in the Guangdong-Hong Kong-Macao Greater Bay Area under Clustering Algorithm, *Complexity*, 6, 1-10, 2021. <https://doi.org/10.1155/2021/7582502>
- [47] R. Alpar, Çok Değişkenli İstatistik Yöntemler, 4. Baskı, Ankara, Türkiye, Detay Yayıncılık,2013.
- [48] H. Akpınar, Data Veri Madenciliği Veri Analizi, 2.Baskı, İstanbul, Türkiye, Papatya Yayıncılık, 2017.
- [49] G. James, D. Witten, T. Hastie, R. Tibshirani, An introduction to statistical learning: with applications in R, New York, Springer,2013.
- [50] İ. Arslan, Python ile Veri Bilimi, 3.Baskı, İstanbul, Pusula Yayıncılık, 2020.
- [51] H. Bulut, R Uygulamaları ile Çok Değişkenli İstatistiksel Yöntemler, 1. Baskı, Ankara, Türkiye, Nobel Yayıncılık, 2018.
- [52] M. Timor, Yöneylem Araştırması ve İşletmecilik Uygulamaları, 1.Baskı, İstanbul, İ.Ü Basımevi Müdürlüğü, 2001.

- [53] T. Paksoy, N. Yapıcı Pehlivan, E. Özceylan, Bulanık Küme Teorisi.1.Baskı, Ankara, Nobel Akademik Yayıncılık,2013.
- [54] J. Papathanasiou and N. Ploskas, Multiple Criteria Decision Aid Methods, Examples and Python Implementations, Birinci Baskı, Springer, 2018.
- [55] A. Özbek, Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ve Excel ile Problem Çözümü, İkinci Baskı, Ankara, Seçkin Yayınları, 2019.
- [56] E. Ayçin, Çok Kriterli Karar Verme Bilgisayar Uygulamalı Çözümler, İkinci Basım, Ankara, Nobel Yayıncılık, 2020.
- [57] B. Kizielewicz, A. Baczkiewicz, Comparison of Fuzzy TOPSIS, Fuzzy VIKOR, Fuzzy WASPAS and Fuzzy MMOORA methods in the housing selection problem, Procedia Computer Science, 192, 4578-4591, 2021, <https://doi.org/10.1016/j.procs.2021.09.236>.

