



## Ankara / Mamak ilçesinde taşınmaz değer haritalarının bulanık mantık yöntemiyle irdelenmesi

### Examination of real estate value maps by fuzzy logic method in Ankara / Mamak district

Merve Girgenç<sup>1</sup>, Tansu Alkan<sup>2,\*</sup>, Süleyman Savaş Durduran<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Necmettin Erbakan Üniversitesi, Harita Mühendisliği Bölümü, Konya Türkiye

#### Öz

Taşınmaz değerlendirme, bir taşınmazın değerini etkileyen özelliklerinin dikkate alınarak piyasa koşullarına göre değer tahminin yapılmasıdır. Taşınmazın değeri belirlenirken taşınmaza ait yasal, konumsal, yapısal ve çevresel özellikler dikkate alınarak değerlemenin gerçekçi, doğru ve güvenilir bir şekilde yapılması gerekmektedir. Bu çalışmada, taşınmaz değerlerinin belirlenmesinde yapay zekâ tekniklerinden biri olan bulanık mantık yöntemi kullanılmıştır. Ankara ili Mamak ilçesine bağlı Akşemsettin, Durali Alıç ve Cengiz Mahalleleri çalışma alanı olarak belirlenmiştir. 300 adet konut taşınmazına ait özellikler ile piyasa değerleri elde edilmiş ve taşınmazın değerini etkileyen faktörler ile kurallar oluşturularak taşınmaz değerlendirme çalışması yapılmıştır. Çalışma sonucunda bulanık mantık yöntemi kullanılarak elde edilen değerler ile piyasa değerlerinin %89.377 oranında örtüştüğü gözlemlenmiştir. Taşınmazların piyasa değerleri 99.000-925.000 TL aralığında değişirken bulanık mantık yöntemi ile elde edilen değerler 84.220-883.610 TL aralığında değişmektedir.

**Anahtar kelimeler:** Bulanık mantık, Taşınmaz değerlendirme, Coğrafi bilgi sistemi, Taşınmaz değer haritası.

#### 1 Giriş

Değerleme kavramı, insanların sahip olduğu bir taşınmazın değerini öğrenmek isteği ile ortaya çıkan ve gün geçtikçe önemi artan bir alandır [1]. Ayrıca kentsel ve kırsal toprak düzenlemeleri, kamulaştırma, kentsel dönüşüm, devletleştirme, özelleştirme, vergilendirme, irtifak hakkı tesisi, tescile esas işlemler gibi kamusal uygulamalar ile sigortacılık, bankacılık, sermaye piyasası ve kredilendirme gibi özel ve bireysel uygulamalar için de taşınmaz değerlemeye ihtiyaç duyulmaktadır [2].

Taşınmaz değerlendirme çalışmalarında ilk olarak taşınmazın değerini etkileyen faktörlerin belirlenmesi gerekir. Farklı özellikleri olan taşınmazların değerini etkileyen faktörler ve bu faktörlerin taşınmazı ne derecede etkiledikleri değişebilir [3]. Taşınmazın değerini; jeolojik ve topografik özellikleri, taşınmazın bulunduğu bölge içerisindeki imar koşulları, demografik yapısı, konumu, yapısal durumu, çevresel etkileri, emlak piyasası gibi faktörlerin yanı sıra ticari eğilimler, hükümetlerin mali politikaları, yüksek faiz, kredilendirme koşulları, enflasyon

#### Abstract

Real estate valuation estimates the value of a real estate according to market conditions, taking into account the features that affect its value. While determining the value of the real estate, the valuation should be done in a realistic, accurate and reliable way, taking into account the legal, locational, structural, and environmental characteristics of the real estate. In this study, the fuzzy logic method, one of the artificial intelligence techniques, was used to determine the real estate values. Akşemsettin, Durali Alıç, and Cengiz neighborhoods of Ankara province Mamak district were determined as the study area. The features and market values of 300 residential real estates were obtained and a real estate valuation study was carried out by establishing rules with the criteria affecting the real estate value. As a result of the study, it was observed that the values obtained by using the fuzzy logic method and the market values overlapped by 89.377%. While real estate market values vary between 99.000-925.000 TL, the values obtained by the fuzzy logic method vary between 84.220-883.610 TL.

**Keywords:** Fuzzy logic, Real estate valuation, Geographic information system, Real estate value map.

gibi ülkesel politikalar da etkilemektedir [4, 5]. Ayrıca rehin hakkı, irtifak hakkı gibi yasal kısıtlayıcılar; içme suyu, elektrik, doğalgaz, kanalizasyon hattı vb. teknik altyapı hizmetleri; sağlık kuruluşları, eğitim kuruluşları, resmi kurumlar, kültürel merkezler, yeşil alanlar, toplu taşıma noktaları, ibadethaneler, otoparklar gibi sosyal donatı alanlarına olan ulaşım olanakları gibi özellikler de taşınmazın değerini etkileyen faktörlerdir. Değerlemeye konu olan taşınmazın cinsi belirlenecek olan faktörleri de değiştirmektedir. Arsa ve arazi için ada içindeki konumu, geometrik şekli, cephe sayısı, eğimi gibi fiziksel faktörler etkili olurken konut için yaşı, oda sayısı, alanı, bulunduğu katı, cephesi, ısıtma sistemi gibi fiziksel faktörler etkili olmaktadır. Taşınmaz değerini etkileyen faktörlerin çok sayıda olması, yöreden yöreye çeşitlilik göstermesi ve mekâna, zamana ve kişiye bağlı olarak değişmesi taşınmazın değerinin kesin olarak belirlenememesine sebep olmaktadır.

Taşınmaz değerlendirme çalışmalarında geleneksel, istatistiksel ve modern olarak gruplandırılan birçok yöntem kullanılmaktadır [6]. Kesin bir model veya matematiksel

\* Sorumlu yazar / Corresponding author, e-posta / e-mail: tansualkan93@gmail.com (T. Alkan)

Geliş / Received: 23.03.2022 Kabul / Accepted: 20.04.2022 Yayınlanma / Published: 18.07.2022

doi: 10.28948/ngumuh.1092210

yöntemden bahsetmek mümkün değildir. Kullanılan yöntemlerin birbirlerinden farklı olması aynı taşınmazda ait farklı değerlerin ortaya çıkmasına sebep olmaktadır. Ayrıca ülkemizde taşınmaz değerlendirme ile ilgili birçok kanun, tüzük ve yönetmelik olmasına rağmen belirli bir yasal mevzuat yoktur. Almanya, Hollanda, İngiltere, İsviçre gibi ülkelerde taşınmaz değerlendirme alanı belirli bir sisteme oturtulmuş olsa da ülkemizde yasal mevzuatta boşluklar olması bu süreci zorlaştırmaktadır [7]. Bu kapsamda ülkemizde yapılan değerlendirme çalışmaları incelendiğinde bilimsellikten ve nesnellikten uzak, belirli bir yasal temeli olmayan, aynı taşınmaz için farklı kurum ve kuruluşlar tarafından farklı değerlemelerin yapıldığı ve belirlenen değerlerin piyasa koşullarındaki değerlerden farklılık gösterdiği tespit edilmiştir [5]. Bu durum taşınmaz değerlendirme işlemlerinde düzenleme yapılmasını gerekli kılmaktadır.

Son yıllarda, taşınmaz değerlendirme çalışmalarında yapay sinir ağları, bulanık mantık, makine öğrenimi algoritmaları gibi yapay zekâ tekniklerinin kullanılmasıyla birlikte bilimsel ve nesnel sonuçlar elde edilebilmektedir. Ayrıca Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) ile taşınmazın konumuna bağlı verileri ve taşınmazla ilişkin yasal, çevresel ve teknik bilgileri elde etmek, analiz etmek, sorgulamak, görselleştirmek ve sunmak mümkündür. Taşınmaz değerlendirme uygulamalarında veri tabanı oluşturulması ve bu veri tabanında konumsal verilerin ağırlıklı olması taşınmaz değerlendirme için CBS'nin önemini ve rolünü arttırmaktadır. Taşınmaz değerlendirmede CBS'nin kullanılması ile taşınmaz değer haritaları üretilmektedir. Değer haritaları ile taşınmazlar ile ilgili analiz ve sorgulama, birim fiyat tespiti, yatırım yapılacak alanların seçimi gibi işlemleri hızlı ve kolay bir şekilde yapmak mümkündür.

Literatürde taşınmaz değerlendirmede bulanık mantık yönteminin kullanılması ile ilgili çalışmalar incelendiğinde, Yalçır [8], doktora çalışmasında bulanık mantık yönteminin taşınmaz değerlendirmede kullanılabilirliğini araştırmıştır. Konya'da yapılaşmanın az olduğu ve çok olduğu iki farklı bölgeden veri elde edilmiş ve Mamdani ve Sugeno sistemlerine göre senaryolar üretilmiştir. Sonuç olarak Mamdani sisteminin en uygun araç olduğu tespit edilmiştir. Derinpinar [9], İstanbul ili Sarıyer ilçesi için yaptığı çalışmada nominal değerlendirme faktörlerini belirlemiştir. Bulanık mantık ile yapılan nominal değerlendirme işlemlerinin parsel bazlı değerlendirmede ya da arsa değer haritalarının üretilmesinde gerçeğe yakın sonuçlar verdiği tespit edilmiştir. Ulvi ve Özkan [10], Konya ili Selçuklu ilçesi Yazır Mahallesi'nde 200 adet taşınmaz için bulanık mantık ve yapay sinir ağları yöntemini kullanarak taşınmaz değerlendirme çalışması yapmıştır. Elde edilen değerlerin piyasa değerleri ile karşılaştırılması sonucu yapay sinir ağları ortalama yaklaşıklık değeri %88.13, bulanık mantık ortalama yaklaşıklık değeri %84.39 olarak hesaplanmıştır. Tabar [11], Samsun ilinin merkez ilçelerinde sekiz adet faktör belirleyerek bulanık mantık ve yapay sinir ağları yöntemini kullanarak taşınmaz değerlendirme uygulaması yapmıştır. Tabar ve Şişman [1], Samsun, Atakum, Yenimahalle'de belirlenen dört adet faktör ile bulanık mantık yöntemi kullanarak arsa değeri belirlemiştir. Özcan ve Eldem [12], Karaman ilinde konut fiyatlarının

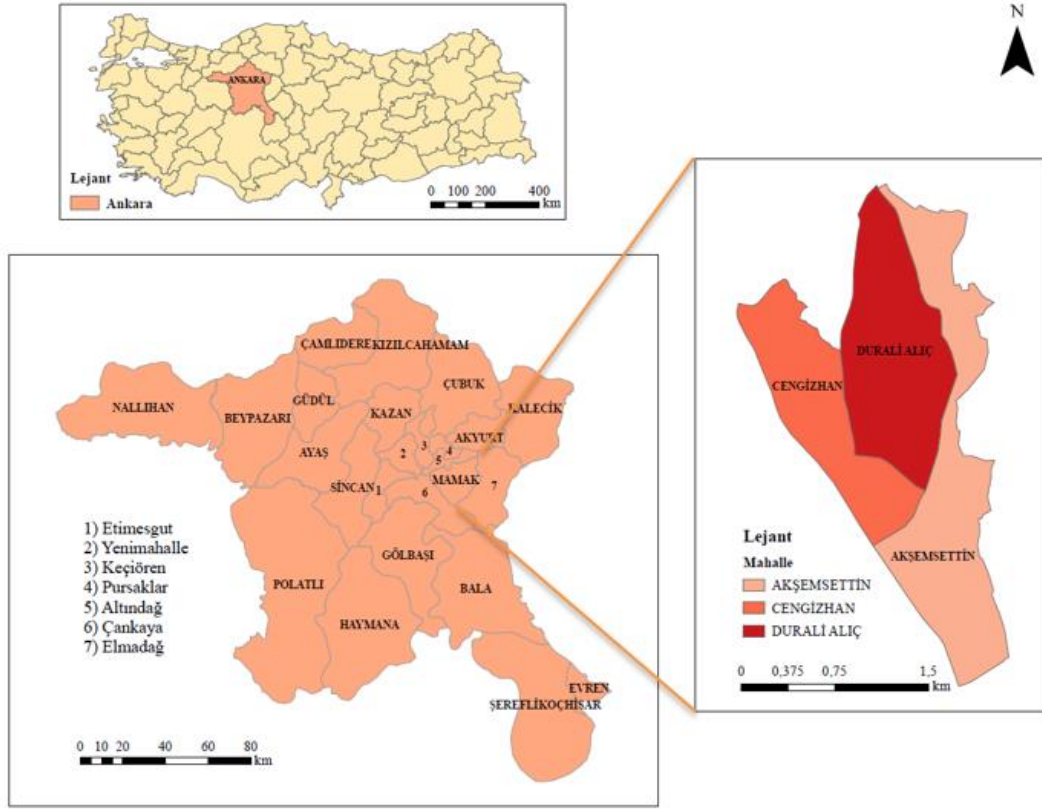
belirlenmesi için bulanık mantık tabanlı bir model geliştirmiş, oluşturulan modeli çevrimiçi emlak sitesinden alınan verilerle test etmiş ve geliştirilen modelin başarı oranını %84.23 olarak saptamıştır. Esen ve Tokgöz [13], taşınmaz değerlendirmede veri setindeki değişkenlerin azaltılmasının bulanık mantık modellemesi üzerindeki etkilerini araştırmayı amaçlamıştır. Bu bağlamda İzmir ili muhtelif ilçelerinde 120 tane bağımsız bölümün değerlendirme raporları kullanılmış ve en az değişken kullanılarak en başarılı veri seti elde edilmiştir. Ayrıca CBS'nin taşınmaz değerlendirme alanında kullanılması ile ilgili çalışmalar incelendiğinde, Deveci ve Yılmaz [14], Afyonkarahisar il merkezinde gerçekleştirdikleri çalışmada nominal değerlendirme yöntemi kullanarak taşınmaz değer haritalarını CBS ile elde etmiştir. Torun vd. [15], yapısız parsellerin değerinin belirlenmesinde değere etki eden faktörleri analiz etmiş ve örnek bir mahallede yapısız parsellerin değer haritasını CBS entegrasyonu ile elde etmiştir. Alkan ve Özfidan [16], taşınmaz değerlendirmede faaliyet gösteren değerlendirme şirketleri ve değerlendirme uzmanları için bir sistem tasarımı amaçlamıştır. Bu amaçla Mersin ili Yenişehir Belediyesi'nin bir bölümü seçilerek CBS ile değerlendirmeye yönelik veri tabanı tasarımı gerçekleştirmiştir. Yağmahan ve Gülgen [17], Mardin ili Midyat ilçesinde yapısız parsellerin değerlendirme çalışmasında CBS ile değere etki eden faktörleri analiz ederek taşınmaz değerlendirme haritası oluşturmuştur. Mete ve Yomralıoğlu [18], CBS destekli konumsal analizler sonucu elde edilen raster formatındaki taşınmaz değer haritalarının temsil ettikleri alanın rayiç bedeli ile ne kadar uyumlu olduğunu araştırmıştır. Bu kapsamda İstanbul ili Beyoğlu ve Gaziosmanpaşa ilçeleri için farklı piksel boyutlarında nominal taşınmaz değer haritaları üreterek çözünürlüğe bağlı olarak birim alanda taşınmaz değerlendirmede ortaya çıkan değişimleri incelemiştir. Özgüven ve Erenoğlu [19], Çanakkale ili Merkez ilçesinde yapısız parsellerin değerlendirilmesinde CBS ile değere etki eden faktörleri incelemiş ve taşınmaz değer haritası elde etmiştir.

Bu çalışmada, taşınmaz değerlendirme uygulamalarında bulanık mantık yönteminin kullanılabilirliği farklı bir bölgede yapılan çalışma ile incelenmiştir ve çalışma bu yönüyle literatürden ayrılır. Bu bağlamda Ankara ili Mamak ilçesi Akşemsettin, Durali Alıç ve Cengizhan Mahalleleri için taşınmaz verileri elde edilmiştir. Taşınmaz değerini etkileyen faktörler yapısal ve konumsal özellikler olmak üzere iki ana faktör ve bina yaşı, daire katı, daire alanı (m<sup>2</sup>), oda sayısı, cephe, daire imkânları, eğitim kurumları, alışveriş merkezi (AVM) ve ana caddeye olan mesafe olmak üzere 9 alt faktör olarak belirlenmiştir. Yapay zekâ tekniklerinden biri olan bulanık mantık yöntemi kullanılarak taşınmaz değerlendirme yapılmış ve elde edilen taşınmaz değerleri ile piyasa değerleri karşılaştırılmıştır. CBS kullanılarak piyasa değerleri ile bulanık mantık yöntemi ile elde edilen değerlere göre taşınmaz değer haritaları üretilmiştir.

## 2 Materyal ve metod

### 2.1 Materyal

Ankara ili Mamak ilçesine bağlı Akşemsettin, Durali Alıç ve Cengiz Mahalleleri çalışma alanı kapsamındadır (Şekil 1).



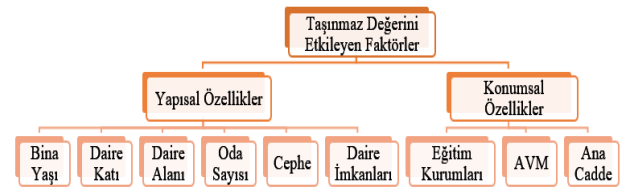
Şekil 1. Ankara ili ve çalışma alanı

Mamak ilçesi Ankara'nın merkez ilçelerinden biri olup şehrin doğusunda yer almaktadır. Mamak ilçesi batıda Çankaya, güneyde Bala, doğuda Elmadağ ve kuzeyde Altındağ ilçesi ile komşudur [20]. 2021 yılı Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verilerine göre ilçe nüfusu 682.420'dir. İlçe hızla gelişmekte ve nüfus artışı gerçekleşmektedir. Nüfus artış hızına paralel olarak barınmaya olan ihtiyaç artmaktadır. Son yıllarda yapılan veya planlanan kentsel dönüşüm projeleri, metro projesi, ekonomiye yapılan yatırımlar, çevre düzenlemeleri, ticari faaliyetlerin artışı, yeni eğitim kurumlarının açılışı, sosyal donatı alanlarına yapılan yaptırımlar gibi benzeri faktörler ilçenin göç almasına neden olmuştur. Böylelikle konut satışlarında önemli artışlar meydana gelmiş ve satış fiyatları hızlı bir şekilde yükselişe geçmiştir.

2021 yılı Aralık ayı konut satış istatistikleri TÜİK verilerine göre Türkiye genelinde 1 milyon 491 bin 856 konut satılmıştır. Konut satışlarında İstanbul 276 bin 223 konut satışı ve %18,5 ile en yüksek paya sahip olmuştur. İstanbul'u 144 bin 104 konut satışı ve %9,7 pay ile Ankara ili izlemiştir [21]. Çalışma alanı olarak belirlenen Akşemsettin, Duralı Aliç ve Cengizhan Mahalleleri de yeni gelişmekte olup Mamak ilçesinde konut satışlarında en çok talep gören mahalleler arasındadır. Alışveriş merkezi, ticaret alanları, spor alanları, eğitim merkezleri gibi birçok faaliyet merkezlerini de barındıran mahallelerdir.

Bu çalışmada, her mahallede 100 konut olacak şekilde toplam 300 konut değerlemeye alınmıştır. Taşınmaz değerleri ve taşınmaza ait yapısal ve konumsal öznetelik

bilgileri çevrimiçi emlak sitelerinden ve bölgedeki taşınmaz değerlendirme ve emlak firmalarından temin edilmiştir. Taşınmazlara ait piyasa değerleri elde edilirken 2020 ile 2021 yılı piyasa değerleri karşılaştırılmış ve emsal taşınmazların değerleri ile birlikte değerlendirilerek güncel piyasa değerlerine ulaşılmıştır. Taşınmazların konumları ise çevrimiçi emlak siteleri, taşınmaz değerlendirme raporları, imar planı ve Google Earth kullanılarak tespit edilmiştir. Taşınmazın değerini etkileyen faktörlerin belirlenmesi aşamasında literatürdeki benzer çalışmalar incelenmiş [9-13] ve değerlendirme uzmanları ile emlak firmalarının görüşü alınmıştır. Ayrıca bölgede yapılan saha çalışması ve taşınmazlarla ilgili veriler incelenerek değer üzerinde etkili olan faktörler tespit edilmiştir. Bu faktörler literatür ile uyumlu olup yapısal ve konumsal özellikler olmak üzere iki ana gruba ayrılmıştır (Şekil 2).



Şekil 2. Taşınmaz değerini etkileyen faktörler

Yapısal özellikler; bina yaşı, daire katı, daire alanı (m<sup>2</sup>), oda sayısı, cephe ve daire imkânlarıdır. Daire imkânları faktörü ile otopark, güvenlik, yüzme havuzu, basketbol sahası, spor salonu, tenis kortu, hamam, çocuk parkı gibi

konutların sahip olduğu özellikler değerlendirilmiştir. Konumsal özellikler ise, eğitim kurumları, AVM ve ana caddeye olan mesafedir. Sağlık merkezleri, resmi kurumlar, kültürel alanlar, yeşil alan, ibadethane, otopark gibi sosyal donatı alanları da taşınmazın konumsal özellikler olarak değerini etkileyen faktörlerdir. Bu çalışmaya konu olan taşınmazların piyasa değerleri ve uzman görüşleri dikkate alındığında genel olarak taşınmazlar üzerinde eğitim kurumları, AVM ve ana caddeye olan mesafe faktörlerinin etkili olduğu tespit edilmiştir.

## 2.2 Metod

Bulanık mantık, bilgisayarlar tarafından insanlara özgü olan akıl yürütme, öğrenme ve düşünme gibi özelliklerin kullanılmasıdır. Bulanık mantık yöntemi uygulanırken sayısal ifadeler yerine sözel ifadeler kullanılır ve bilgisayar bu sözel ifadeleri sayısal mantığa dayanarak alır. İlk olarak 1965 yılında Zadeh tarafından bulanık mantık yöntemi ortaya atılmıştır. Zadeh, gerçek dünyadaki nesnelere matematikteki kesin kalıplara uymak zorunda olmadığını savunmuştur [22]. Klasik mantıktaki kesinlik, bulanık mantıkta bulunmadığı için bir gerçeğin yaklaşık olarak bulunması bulanık mantık olarak adlandırılır [1].

Bulanık mantık yönteminin genel özellikleri Zadeh tarafından şu şekilde özetlenmiştir [23]:

- Bulanık mantık kesinlik yerine yaklaşık değerlere dayalıdır.
- Bulanık mantık bilgiyi küçük, büyük, çok az şeklinde sözel ifadeler ile tanımlar.
- Bulanık mantık derecelendirmeye dayanır ve her şey [0,1] aralığında belli bir derece ile gösterilir.
- Sözel ifadeler kullanılarak tanımlanan kurallar ile bulanık çıkarım yapılır.
- Matematiksel modeli çok zor elde edilen sistemler için bulanık mantık kullanımı çok uygundur.

Bulanık mantık, bulanık küme ve alt kümelerden oluşmaktadır. Bulanık küme teorisi, kesin olmayan özel yargıları kapsayan kavramların değerlendirilmesini sağlayan önemli bir araçtır [24]. Klasik mantıkta var-yok gibi ifadeler kullanılırken bulanık mantıkta biraz var-biraz yok gibi ifadeler kullanılır. Klasik kümelerde bir eleman bir kümenin elemanı ya da değilken bulanık kümelerde bunun cevabı kesin olmayıp elemanın derecesi [0,1] aralığında değişmektedir. Bu bağlamda üyelik fonksiyonları bulanık kümeleri ifade etmek için kullanılır. Üyelik fonksiyonları sayesinde her nesnenin bir kümedeki ağırlık derecesi

belirlenmiş olup bu ağırlık derecesi [0,1] aralığında değişmektedir [25].

Bulanık mantık yönteminin giriş, bulanıklaştırma, kural tabanlı çıkarım, durulaştırma ve çıkış bölümlerinden oluşan şematik yapısı Şekil 3'te verilmiştir. Giriş bölümü bağımlı ve bağımsız değişkenlerden oluşmaktadır. Bu değişkenleri ifade eden üyelik fonksiyonları seçilerek bir sonraki bölüm olan bulanıklaştırma gerçekleştirilir [13].

Bulanıklaştırma işlemi, gerçek sayılarla tanımlanan giriş verilerinin üyelik fonksiyonları yardımıyla dilsel ifadelere dönüştürülmesi işlemidir. Üyelik fonksiyonları hakkında ne kadar ve ne şekilde olacağı gibi herhangi bir sınırlandırma söz konusu değildir. Uzman kişinin bilgi ve tecrübesine bağlı olarak üyelik fonksiyonlarının sayısı ve çeşidi değişkenlik göstermektedir [24]. Genellikle çalışmalarda Şekil 4'te verildiği gibi Üçgen, Gauss, Çan eğrisi, Yamuk ve Sigmoidal üyelik fonksiyonları kullanılır. [26].

Bulanık mantıkta kural tabanı oluşturulurken uzman kişinin görüşü alınır. Giriş verileri ile çıkış verileri arasında 've/veya', 'eğer-ise' şeklinde ifade edilen koşullar ile mantıksal bağ kurulur. Sistem modelinin bütünü ifade eden bir kural tabanı, tüm kuralların birlikte kullanılmasıyla oluşturulur [13]. Bulanık çıkarım mekanizması için farklı türde yapılar bulunmaktadır. Genel olarak Mamdani ve Sugeno bulanık çıkarım mekanizmaları kullanılmaktadır.

Durulaştırma bölümü modellemenin son kısmıdır. Bu bölümde bulanık halde bulunan veriler tekrar anlaşılır hale getirilir. Bulanıklaştırılan verilerden sayısal veriler elde edilir ve böylece bulanık mantığın model için oluşturduğu sonuç yani çıkış verisi elde edilmiş olur.

Bu çalışmada, taşınmaz değerlerinin belirlenmesinde bulanık mantık yöntemi kullanılmıştır. Matlab R2018 yazılımı Fuzzy Logic Toolbox kullanılmıştır. Çalışmada Mamdani bulanık çıkarım mekanizması ve çalışmalarda genel olarak kullanılan üyelik fonksiyonlarından üçgen üyelik fonksiyonu kullanılmıştır (Şekil 5). Üçgen üyelik fonksiyonuna ait matematiksel denklem Denklem (1)'de verilmiştir [27].

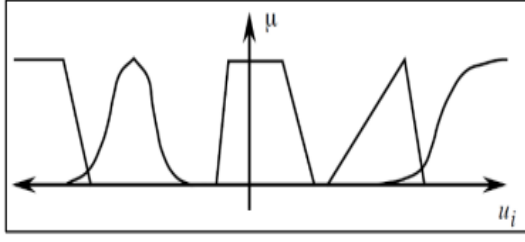
**Denklem (1):** Üçgen üyelik fonksiyonu

Fonksiyon  $\Lambda: x \rightarrow [0,1]$   $x$ :  $X$  evreninde herhangi bir eleman;

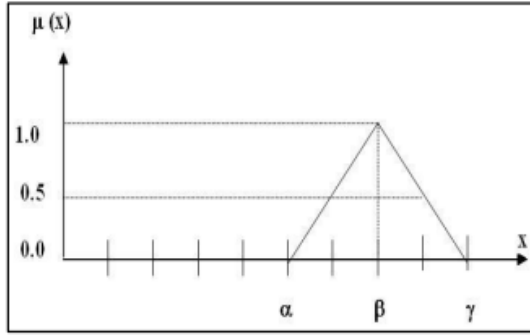
$$\Lambda(x; \alpha, \beta, \gamma) = \begin{cases} 0, & x < \alpha \\ \frac{(x - \alpha)}{(\beta - \alpha)}, & \alpha \leq x \leq \beta \\ \frac{(\gamma - x)}{(\gamma - \beta)}, & \beta \leq x \leq \gamma \\ 0, & x > \gamma \end{cases} \quad (1)$$



Şekil 3. Bulanık mantık yönteminin şematik yapısı



Şekil 4. Bulanık mantık yönteminde kullanılan üyelik fonksiyonları [19]



Şekil 5. Üçgen üyelik fonksiyonu

### 3 Bulgular ve tartışma

Ankara, Mamak, Akşemsettin, Durali Alıç ve Cengizhan Mahallelerinde taşınmaz değerlerini belirlemek için yapılan çalışmada giriş verisi olarak taşınmazın değerini etkileyen 9 faktör belirlenmiş ve bu veriler için oluşturulan üyelik fonksiyonları Tablo 1'de verilmiştir. Bu tabloda oluşturulan üyelik fonksiyonları, taşınmaz değerine etki eden faktörlerin her biri ayrı ayrı incelenerek ve taşınmaz değerlendirme uzman görüşleri alınarak belirlenmiştir. Üyelik fonksiyonları için seçilen aralıklar ise çalışma bölgesinden elde edilen taşınmazın değerini etkileyen faktörlerin minimum ve maksimum değerleri sınır kabul edilerek belirlenmiştir.

Bulanık mantık yöntemi kullanılarak taşınmaz değerlerinin belirlenmesi hedeflenen bu çalışmada kural tabanı için 9 girdi verisi ve 1 çıktı verisi belirlenmiştir. Taşınmazın değerini etkileyen faktörler için üyelik fonksiyonları ve kural tabanı oluşturulmuştur. Taşınmazlar için belirlenen üyeliklerin taşınmaz değerine etkisinin tespit edilmesi için 've' bağlacı kullanılarak 79 adet kural oluşturulmuş ve taşınmaz değerleri elde edilmiştir.

Tablo 2. Taşınmazların satış değerleri ile bulanık mantık değerlerinin yaklaşıklık tablosu

No	Mahalle	Taşınmaz Değeri (TL)	Bulanık Mantık Değeri (TL)	Yaklaşıklık (%)
1	Akşemsettin Mah.	180000	153136	85.08
2	Akşemsettin Mah.	192000	163345	85.08
3	Akşemsettin Mah.	187000	159092	85.09
4	Cengizhan Mah.	605000	660740	90.79
5	Cengizhan Mah.	603500	659103	90.78
6	Cengizhan Mah.	551000	601765	90.78
7	Durali Alıç Mah.	310000	326370	94.72
8	Durali Alıç Mah.	348000	366378	94.70
9	Durali Alıç Mah.	350000	368480	94.72

Tablo 1. Faktörler ve üyelik fonksiyonları

Faktörler	Üyelik Fonksiyonları	Aralık
Bina Yaşı	Çok Yeni-Yeni-Eski	[0 15]
Daire Katı	Yüksek-Normal-Alçak	[-3 15]
Daire Alanı	Büyük-Normal-Küçük	[65 340]
Oda Sayısı	Büyük-Normal-Küçük	[1 5]
Cephe	Kötü-İyi	[0 6]
Daire İmkânları	Çok İyi-İyi-Normal-Kötü	[0 7]
Eğitim Kurumları	Yakın-Normal-Uzak	[0 1500]
AVM	Yakın-Normal-Uzak	[0 1500]
Ana Cadde	Yakın-Normal-Uzak	[0 500]

Bulanık mantık yöntemi ile yapılan uygulama sonucunda taşınmazların oluşturulan modelde elde edilen değerleri ile piyasa değerleri arasında olan yaklaşıklık oranları mahalle bazında hesaplanmıştır ve her mahalleden üç örnek taşınmaz Tablo 2'de verilmiştir.

Bulanık mantık yöntemiyle elde edilen değerlerin doğruluğunu kontrol etmek için ortalama yaklaşıklık (%) (Denklem (2)), R<sup>2</sup> (Denklem (3)), kök karesel ortalama hata (RMSE) (Denklem (4)), ortalama mutlak yüzde hata (MAPE) (Denklem (5)) hesaplanmıştır.

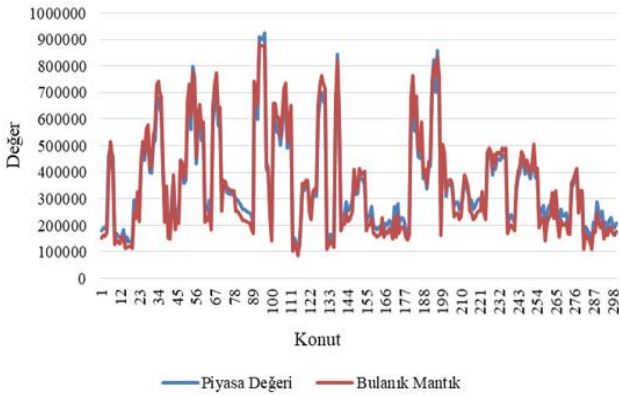
$$\text{Ort. yaklaşıklık (\%)} = \frac{\sum_{i=1}^n \left[ 1 - \frac{|x_p - x_i|}{x_i} \right]}{n} * 100 \quad (2)$$

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (x_p - x_i)^2}{\sum_{i=1}^n (x_p - x_{iort})^2} \quad (3)$$

$$\text{RMSE} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_p - x_i)^2}{n}} \quad (4)$$

$$MAPE = \frac{\sum_{i=1}^n \left( \frac{|x_p - x_i|}{x_p} \right)}{n} * 100 \quad (5)$$

Denklemlerde verilen  $x_p$ : taşınmazların piyasa değerlerini,  $x_i$ : taşınmazların bulanık mantık ile hesaplanan değerlerini ifade etmektedir. **Denklem (2)** ile hesaplanan ortalama yaklaşıklık değeri %89.377 olarak hesaplanmıştır. Bu da bulanık mantık ile elde edilen değerler ile piyasa değerlerinin örtüştüğünü göstermektedir ve **Şekil 6'** da değerlerin karşılaştırılması verilmiştir.



**Şekil 6.** Piyasa değerleri ile bulanık mantık değerlerinin karşılaştırılması

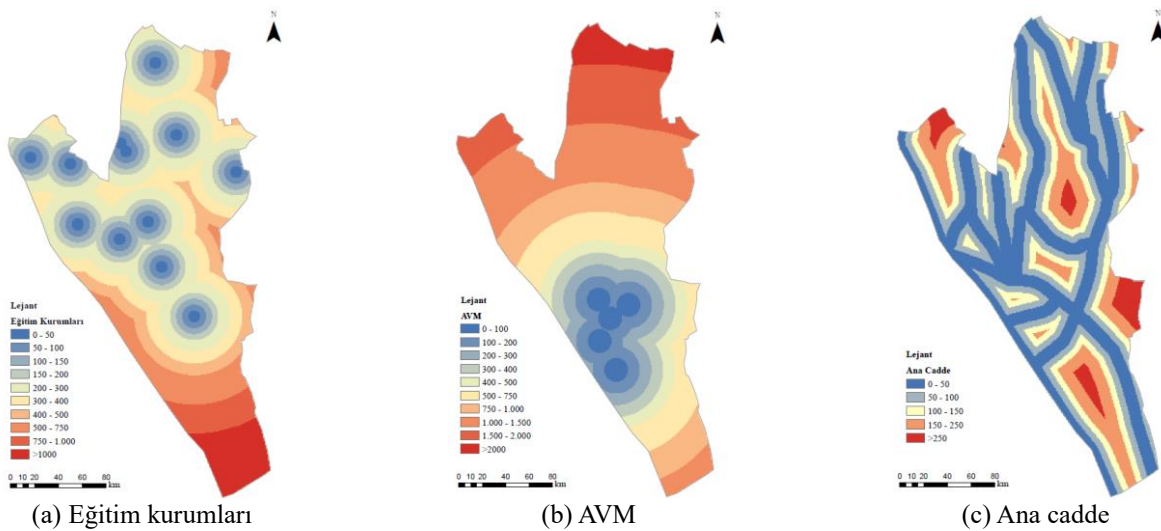
**Denklem (3)**'te verilen formül ile  $R^2$  değeri hesaplanmıştır ve 0.959 bulunmuştur. Bu değer 0 ile 1 aralığında olması istenir ve bu değer 1'e yaklaşması elde edilen sonuçların iyi olduğunu ifade eder. **Denklem (4)** ile RMSE değeri 0.117 olarak bulunmuştur. RMSE değeri hataların standart sapmasını verir ve RMSE=0 olması sistemde hata olmadığını ifade eder. RMSE değerinin sıfıra yakın olması

sistemin iyi çalıştığını gösterir. **Denklem (5)** ile MAPE değeri %4.31 olarak hesaplanmıştır. Bu değer  $< \%10$  olması sistemin yüksek doğrulukta,  $\%10 < MAPE < \%20$  olması ise sistemin iyi çalıştığını göstermektedir. Elde edilen MAPE değeri modelin gerçeğe yakın sonuçlar verdiğini ortaya koymuştur.

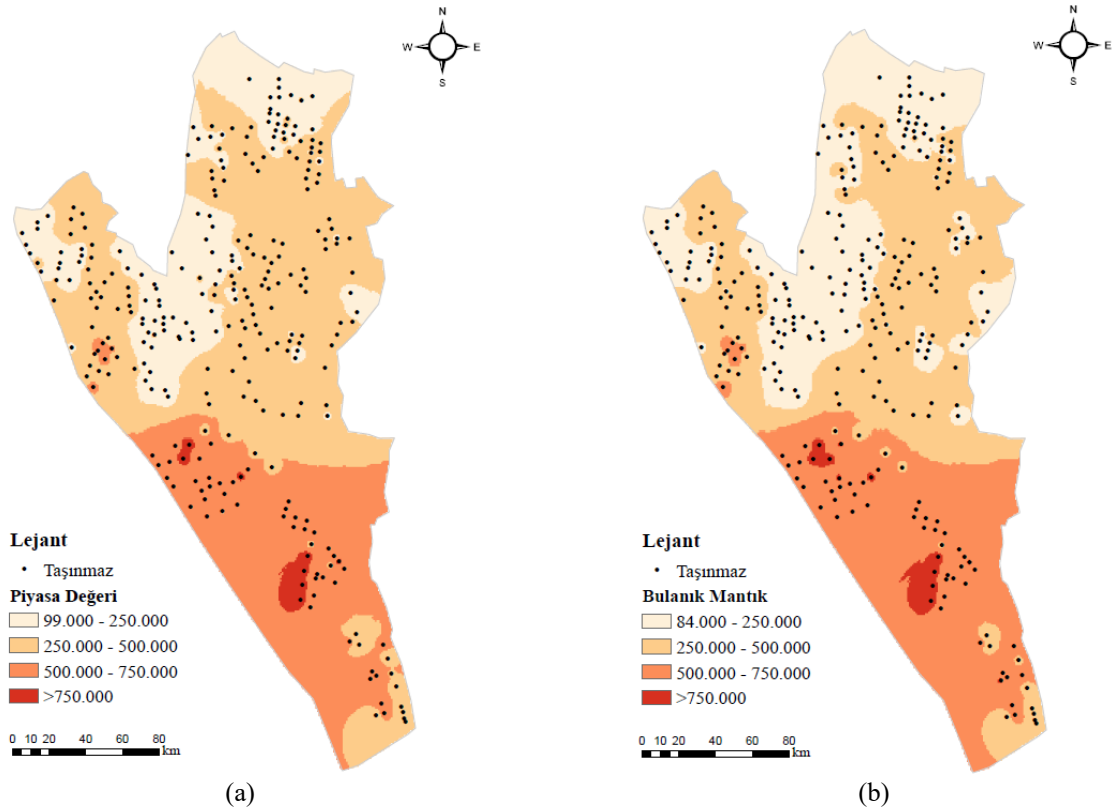
Literatürde taşınmaz değerlemede bulanık mantık yönteminin kullanıldığı çalışmalar incelendiğinde Yalprı [8], Mamdani tekniği ile yapılaşmış ve yapılaşmamış alanda sırasıyla  $R^2$  değerini 0.84 ve 0.91 olarak hesaplamıştır. Ulvi ve Özkan [10], yapay sinir ağları ve bulanık mantık yöntemi kullanarak gerçekleştirdiği taşınmaz değerlendirme çalışmasında bulanık mantık yöntemiyle elde edilen değerler ile piyasa değerleri arasında ortalama yaklaşıklık değerini %84.39 ve  $R^2$  değerini 0.6857 olarak bulmuştur. Tabar [11], bulanık mantık ve yapay sinir ağları yöntemlerini kullandığı taşınmaz değerlendirme çalışmasında, bulanık mantık yöntemiyle Samsun ili Atakum, İlkadım ve Canik ilçelerinde sırasıyla 92.353, 91.568 ve 95.048 doğruluk elde etmiştir. Özcan ve Eldem [12], Karaman ilinde konut fiyatlarının belirlenmesi için bulanık mantık tabanlı bir model geliştirdiği çalışmada geliştirilen modelin başarı oranını %84.23 olarak tespit etmiştir. Bu çalışmada elde edilen istatistiksel sonuçlar literatür ile uyumluluk göstermektedir.

Taşınmazlara ait yapısal ve konumsal veriler elde edildikten sonra taşınmazların konumları CBS kullanılarak sayısal hale getirilmiştir. Taşınmazın değerini etkileyen konumsal özellikler faktörlerine ait mesafe analizleri ile ilgili haritalar **Şekil 7'**de verilmiştir.

Bulanık mantık yöntemi ile belirlenen değerler ile piyasa değerleri CBS ile haritalandırılmıştır (**Şekil 8**). Taşınmaz değer haritalarının üretilmesinde Inverse Distance Weight (IDW) -Ters Mesafe Ağırlıklı Enterpolasyon Yöntemi-kullanılmıştır. Bu yöntemin temelinde bilinen noktalara ait değerlerden yola çıkarak bilinmeyen noktaların değerinin tahmin edilmesi vardır. Bu yöntem kullanılarak verilerin bölgesel değerlendirilmesi ve karşılaştırmaların yapılması mümkündür.



**Şekil 7.** Konumsal özellikler faktörlerine ait mesafe analizleri



Şekil 8. Piyasa değeri taşınmaz değer haritası (a) Bulanık mantık değeri taşınmaz değer haritası (b)

Taşınmaz değer haritaları incelendiğinde Akşemsettin Mahallesi ve Cengizhan Mahallesi'nin güneydoğu kesimlerinde taşınmazların en yüksek değerlere sahip olduğu tespit edilmiştir. En düşük değere sahip taşınmazlar ise Durali Alıç ve Cengizhan Mahallelerinin kuzey kesimlerinde yer almaktadır. 750.000 TL ve üzeri değeri, AVM'ye çok yakın, daha çok rezidans ya da daire imkanlarının fazla olduğu yüksek katlı ve geniş konutların yer aldığı alanlardır. 500.000-750.000 TL değer aralığı, AVM'ye yakın, daire imkânlarının fazla olduğu ve daha yeni konutların yer aldığı alanlardır. Diğer değerler ise AVM'ye uzak, eğitim kurumlarına ve ana caddeye daha yakın, daire imkânlarının sınırlı olduğu ve yeni konutlar mevcut olmakla birlikte daha eski konutların yer aldığı alanlardır. Taşınmaz değerini etkileyen en önemli faktörlerin yapısal özelliklerden daire imkânları, konumsal özelliklerden AVM'ye yakınlık olduğu görülmektedir.

#### 4 Sonuçlar

Taşınmaz değerlendirme, taşınmazın sahip olduğu yasal, yapısal, konumsal ve çevresel gibi faktörlerin birlikte değerlendirilerek değerinin tahmin edilmesidir. Taşınmazın değerini etkileyen birçok faktör vardır ve taşınmaz değerlendirme çalışmasının nesnellığı açısından bu faktörlerin belirlenmesi oldukça önemlidir. Taşınmaz değerlemede geleneksel, istatistiksel ve modern yöntemler kullanılmaktadır. Yapay zekâ tekniklerinin gelişmesiyle birlikte birçok alanda kullanılan modern yöntemler taşınmaz değerlendirme alanında modellenmeler yapılmasına, zaman ve iş

gücünden tasarruf edilerek daha doğru ve objektif sonuçlara ulaşılmasına yardımcı olmaktadır.

Bu çalışmada, taşınmazın değerini etkileyen faktörler yapısal ve konumsal özellikler olmak üzere iki ana başlık altında ele alınmıştır. Yapay zekâ teknikleri ve modern yöntemlerden biri olan bulanık mantık yöntemi kullanılarak taşınmaz değerlendirme için bir model oluşturulmuştur. Elde edilen sonuçlar istatistiksel olarak piyasa değerleri ile karşılaştırılmıştır. Piyasa değerleri ile bulanık mantık sonucu elde edilen değerlerin %89.377 oranında örtüştüğü tespit edilmiştir.

Taşınmaz değerlendirme günümüzde oldukça önemli olan ve çalışmaların devam ettiği bir alandır. Taşınmaz sektöründe yaşanan fahiş fiyat artışlarının önüne geçebilmek, güvenilir bir piyasa ortamı oluşturmak ve değerini objektif ve güvenilir bir şekilde belirlenmesi taşınmaz değerlemenin önemini ortaya koymaktadır. Bu çalışma, taşınmaz değerlendirme çalışmalarında bulanık mantık yöntemi ve CBS'nin kullanılması ile değerlendirme sürecinin nesnel ve bilimsel yürütülebilmesi yönüyle literatüre katkı sağlamaktadır. Ayrıca gelecek çalışmalar içinde mahalle ya da bölgesel bazlı taşınmaz değerlendirme çalışmalarının nesnel bir şekilde yürütülmesi açısından önemlidir.

#### Teşekkür

Bu çalışma, 'Bulanık Mantık Yöntemi İle Taşınmaz Değerleme Haritaları Üretimi: Ankara - Mamak Örneği' isimli yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

## Çıkar çatışması

Yazarlar çıkar çatışması olmadığını beyan etmektedir.

**Benzerlik oranı (iThenticate): %8**

## Kaynaklar

- [1] M. E. Tabar ve Y. Şişman, Bulanık mantık ile arsa değerlendirme modelinin oluşturulması. Türkiye Arazi Yönetimi Dergisi, 2 (1), 18-24, 2020.
- [2] N. Erdem, Türkiye taşınmaz değerlendirme sisteminin yeniden yapılandırılmasına yönelik bilimsel çalışma ve öneriler üzerine bir değerlendirme. Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 7 (1), 159-170, 2018. <https://doi.org/10.28948/ngumuh.386408>.
- [3] A. Bozdağ ve E. Ertunç, CBS ve AHP yöntemi yardımıyla Niğde kenti örneğinde taşınmaz değerlendirme. Geomatik, 5 (3), 228-240, 2020. <https://doi.org/10.29128/geomatik.648900>.
- [4] H. Karaca, Taşınmaz mal değerlendirme yöntemleri ve karşılaştırılması. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Türkiye, 2008.
- [5] A. Y. Özalp, H. Akıncı ve S. Temuçin Kılıçer, Artvin örneğinde arsa vasıflı taşınmaz malların değerini etkileyen faktörlerin analizi. Geomatik, 5 (2), 100-111, 2020. <https://doi.org/10.29128/geomatik.579401>.
- [6] T. Alkan ve S. S. Durduran, Turizm kentlerinde taşınmaz değerlemenin CBS ve AHP yöntemi yardımıyla incelenmesi: Alanya kenti örneği. Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 10 (1), 178-187, 2021. <https://doi.org/10.28948/ngumuh.760816>.
- [7] T. Yomralıoğlu, R. Nişancı, M. Çete ve E. Candaş, Dünya’da ve Türkiye’de taşınmaz değerlendirme. Türkiye’de Taşınmaz Değerlemesi: II. Arazi Yönetimi Çalıştayı, sayfa 1-18, İTÜ, Türkiye, 21-22 Mayıs 2012.
- [8] Ş. Yalpır, Bulanık mantık metodolojisi ile taşınmaz değerlendirme modelinin geliştirilmesi ve uygulanması: Konya örneği. Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Türkiye, 2007.
- [9] M. A. Derinpınar, Bulanık mantık ile coğrafi bilgi teknolojilerini kullanarak taşınmaz değerlendirme: Sarıyer-İstanbul örneği. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Bilişim Enstitüsü, Türkiye, 2014.
- [10] C. Ulvi ve G. Özkan, Taşınmaz değerlendirme yapay zeka tekniklerinin kullanılabilirliği ve yöntemlerin karşılaştırılması. Geomatik, 4 (2), 134-140, 2019. <https://doi.org/10.29128/geomatik.501042>.
- [11] M. E. Tabar, Yapay sinir ağları ve bulanık mantıkla gayrimenkul değerlendirme modelinin oluşturulması: Samsun örneği. Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Türkiye, 2020.
- [12] F. T. Özcan ve A. Eldem, Konut fiyatı belirlemede bulanık mantık tabanlı model yaklaşımı. Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi, 9 (2), 194-205, 2020. <https://doi.org/10.17100/nevbiltek.785051>.
- [13] Y. Esen ve H. Tokgöz, Bulanık mantık metodolojisi ile taşınmaz değerlemeye farklı bir bakış. Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi, 9 (4), 1155-1165, 2021. <https://doi.org/10.21923/jesd.876523>.
- [14] E. Deveci ve İ. Yılmaz, Coğrafi bilgi sistemleri yardımıyla taşınmaz mal değerlendirme: Afyonkarahisar il merkezi örneği. Harita Teknolojileri Elektronik Dergisi, 1 (1), 33-47, 2009.
- [15] M. K. Torun, M. Yanalak ve D. Z. Şeker, Örnek bir mahallede yapısız parsellerin değer haritalarının coğrafi bilgi sistemleri ile üretilmesi. TMMOB Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi, İzmir, Türkiye, 02-06 Kasım 2009.
- [16] M. Alkan ve F. Özfıdan, Taşınmaz değerlemesine yönelik coğrafi bilgi sistemi tasarımı ve uygulaması. Karalması Fen ve Mühendislik Dergisi, 6 (2), 334-344, 2016.
- [17] G. Yağmahan ve F. Gülgen, Taşınmaz değerlendirme coğrafi bilgi sistemlerinin kullanılması: Mardin Midyat örneği. VII. Uzaktan Algılama-CBS Sempozyumu, Eskişehir, Türkiye, 18-21 Eylül 2018.
- [18] M. O. Mete ve T. Yomralıoğlu, CBS ile nominal taşınmaz değer haritası üretiminde çözünürlük araştırması. Türkiye Arazi Yönetimi Dergisi, 1 (1), 16-23, 2019.
- [19] M. Özgüven ve R. C. Erenoğlu, Taşınmaz değer haritalarının coğrafi bilgi sistemleri ile üretilmesi: Çanakkale örneği. Jeodezi ve Jeoinformasyon Dergisi, 7 (1), 29-46, 2020. <https://doi.org/10.9733/JGG.2020R0003.T>
- [20] <https://tr.wikipedia.org/wiki/Mamak>, Erişim 15 Mart 2022.
- [21] <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Konut-Satis-Istatistikleri-Aralik-2021-45672>, Erişim 16 Mart 2022.
- [22] L. A. Zadeh, Commercialism and human values. Azerbaijan International, Azerbaijan, 25 April 1998.
- [23] İ. Karataş, Bulanık mantık ile klasik ve sembolik mantık ilişkisi (karşılaştırılması). European Journal of Educational and Social Sciences, 3 (2), 144-163, 2018.
- [24] M. Arslan ve G. Zırhlıoğlu, Öğretmen performanslarının bulanık mantık yöntemiyle değerlendirilmesi. Van Yüzcüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 18 (1), 569-594, 2021. <https://doi.org/10.33711/yyuefd.919431>.
- [25] F. Karataş, İ. Koyuncu, M. Tuna ve M. Alçın, Bulanık mantık üyelik fonksiyonlarının fpga üzerinde gerçekleştirilmesi. Bilgisayar Bilimleri ve Teknolojileri Dergisi, 1 (1), 01-09, 2020.
- [26] Ç. Elmas, Bulanık mantık denetleyiciler. Seçkin Yayıncılık, Ankara, 2003.
- [27] K. M. Passino and S. Yurkovich, Fuzzy control. Addison-Wesley, 1st edition, Chapter 1, pp. 1-110, 1998.

