

Taşınmaz Değerlemede Bulanık Mantık Yaklaşımı ve Net Gelir Yöntemi ile Karşılaştırılması

Erдің Ünal^{1,*}, İlnur Fatma Dönmez²

¹Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Geomatik Mühendisliği Bölümü, 06800, Ankara.

²Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gayrimenkul Geliştirme ve Yönetimi Ana Bilim Dalı, 06660, Ankara.

Özet

Değerleme, bir varlığın faydası ve değerinin tahmin edilmesi işlemidir. Uygulamada farklı amaçlarla değerlendirme çalışmalarına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu çalışmada matematiksel modellerin kullanımının ve sayısal verinin öneminin artması ile birlikte yeni değerlendirme yaklaşımlarının geliştirildiğine tanık olunmaktadır.

Taşınmaz değerini etkileyebilecek birçok faktörün olması ve değerlendirme söz konusu faktörlerin ölçümünde yaşanan sorunlar, son yıllarda yapay sinir ağları ve bulanık mantık gibi yöntemlerin değerlendirme alanında kullanımını hızlandırmıştır. Bu çalışmada bulanık mantık yaklaşımı ile proje sahasındaki taşınmazların değerleri tespit edilmiş, gelir yöntemi ve bulanık mantık yöntemleri ile elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır.

Büyük kamulaştırma projelerinde, farklı özelliklerde çok sayıda taşınmaz için değerlendirme işleminin yapılmasının birçok güçlüğü bulunmaktadır. Her kamulaştırma işleminin hazırlık çalışması sırasında ölçüm, planlama ve harita çalışmaları yapıldığından, taşınmazın değerini etkileyebilen faktörlerin çoğunun sayısal büyüklükleri coğrafi bilgi sistemleri yardımı ile doğrudan elde edilebilmektedir. Bu yöntemin diğer değerlendirme yöntemlerinden farkı; fazla miktarda doğru analiz edilmiş veri ile değeri etkileyebilecek birçok faktörün yorumlanması için uzman görüşüne ihtiyaç duymasındadır. Sonuç olarak nitelikli veri setine sahip olunan proje güzergahlarındaki toplu değerlendirme çalışmalarında bulanık mantık yaklaşımının uygulanabilir bir yöntem olduğu ortaya konulmuştur. Özellikle güzergâh kamulaştırması yapılan karayolları, demiryolları, su işleri gibi alanlarda kurumların kamulaştırma uygulamalarına ilişkin verilerin her bir proje alanındaki kıymet takdir komisyonu ve bilirkişilerce takdir edilen gelir değerlerinin doğruluğunun bulanık mantık gibi ileri derecede bilgi birikimi gerektiren yöntemlerle tespit edilmesinde kurumlar için büyük yarar bulunmaktadır.

Anahtar Sözcükler

Kamulaştırma, Değerleme, Bulanık Mantık, Net Gelir, Kapitalizasyon Oranı

1. Giriş

Değerleme için yapılan tahminin kalitesi; uzmanın eğitimi, tecrübesi, işine verdiği önem, objektifliği, mevzuat ve mevcut durum analizine bağlıdır. Uygulamada farklı amaçlarla değerlendirme çalışmalarına ihtiyaç duyulmaktadır. Özellikle; ipotek ve rehin karşılığı kredilendirme, serbest alım-satım işlemleri, kamulaştırma, toplulaştırma, taşınmazın geliri ve kira parasının tespiti, zarar- ziyan bedelinin tespiti, ecr-i misil bedelinin tespiti, miras paylaşımı, şirket değerlemesi, sigorta, gayrimenkul sertifikalarının ihracı, kamu taşınmazlarının satışı, devletleştirme ve özelleştirme gibi çalışmalarda sıklıkla taşınmazların değerleri, kira paraları veya gelirlerinin tespit edilmesi zorunlu olmaktadır.

Basit olarak değer; toplanan verilere dayalı olarak, taşınmazın cinsi ve niteliklerine göre, değerlendirme uzmanlarınca uygun görülen; değerlendirme yöntemleri kullanarak elde edilen analiz sonuçlarının değerlendirilmesi sonucunda ulaşılan, belirsiz ve bakış açısına göre değişen bir kavram olarak görülmektedir. İlke olarak değer iki yönü bulunmaktadır. Birincisi; bir maddenin elde edilebilirliği ve arzı, ikincisi; o maddeye olan etkin taleptir. Etkin talep; o maddenin bugünkü ya da gelecekteki sahibine veya onu kullananlara olan kullanılabilirliğinin ya da yararlılığının doğrudan yansımalarıdır. Bir taşınmazın sahipleri ya da potansiyel alıcıları tarafından takdir edilen değeri; rekabetçi pazarda elde edilebilir potansiyel fiyatından farklı olabilir. Arz ve talep birbiri ile bağlantılı kavramlardır (Saraç, 2012).

Değer kavramını doğru kullanabilmek için o an içinde bulunan parametreler iyi gözlemlenmelidir. Taşınmaz için değer kavramı onu etkileyen birçok faktörün etkisi nedeni ile değişken bir yapıya sahiptir. Bir taşınmazın değeri arz ve talep ile direkt bağlantılı olmasına rağmen, ekonomik göstergelerden faiz oranları ve sosyal parametrelerden suçluluk oranı gibi bağımsız parametrelerden de etkilenebilmektedir. Bunlar değeri etkileyen dışsal faktörler olarak görülmektedir. Taşınmaz ve varlıkların değerlerini etkileyebilecek bütün ekonomik, sosyal ve çevresel değişkenlerin tek tek parsel veya yapı değerlendirme raporlarının hazırlanmasında kullanımı çeşitli nedenlerle mümkün olamamaktadır.

Değerleme işlemlerinin yapılmasında kullanılan yöntemler; eldeki mevcut veriler, taşınmaz piyasasının özellikleri, yasal düzenlemeler ile değerlendirme amaçlarına bağlıdır. Farklı yasal düzenlemelerde değerlendirme ile ilgili farklı terimler ve yöntemlerin sayıldığı dikkati çekmekte olup, bu yöntemlerin her birinin kullanılması ile ilgili önemli teknik bilgi ve veri eksikliklerinin olduğu ve dolayısıyla uygulamada önemli sorunların yaşandığı gözlenmektedir. Pratikte değerlendirme çalışmalarında sıklıkla geleneksel değerlendirme yöntemleri ile taşınmazın piyasa değeri, geliri, maliyeti veya bunların karması kullanılmakta ve sayısal ölçütler dışında kalan ekonomik, sosyal ve çevresel özellikler genellikle ihmal edilmektedir (Tanrıvermiş 2008).

Bu çalışmada öncekilerden farklı olarak proje güzergâhında kalan arazilerin kamulaştırma bedellerinin tespiti hem geleneksel yöntemler hem de bulanık mantık yaklaşımı ile yapılmış ve her iki yöntemle göre hesaplanan yöntemlerin karşılaştırmalı analizi yapılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre; (i) geleneksel değerlendirme yöntemleri ve bulanık değerlendirme

* Sorumlu Yazar: Tel: (0312)2972565

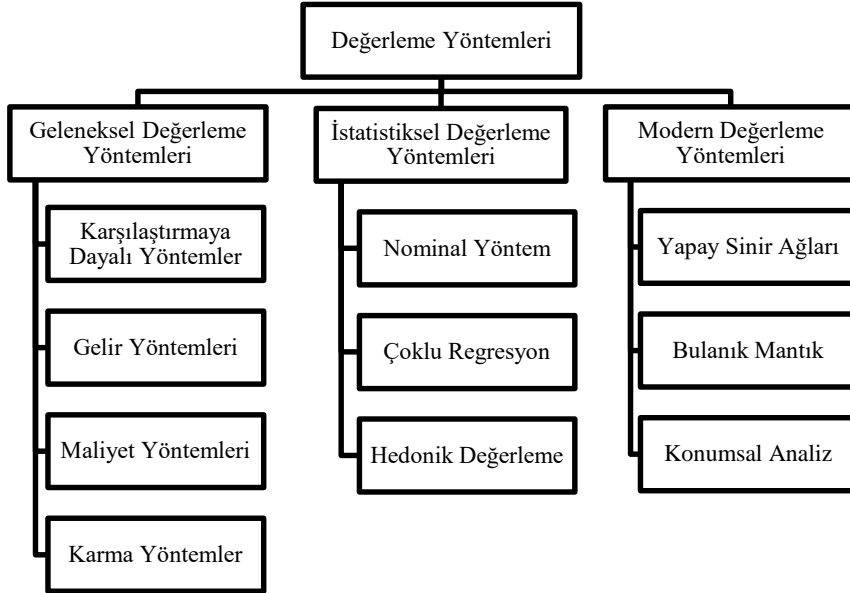
E-posta: erdincunal@hacettepe.edu.tr (Ünal E. Ö.), ilknur.f.84@gmail.com (Dönmez İ. F.)

yöntemlerinin uygulama esasları ve 2942 sayılı Kamulaştırma Kanunu hükümleri gereğince cinsi arazi olan taşınmazların gelir yöntemine göre değerlendirme sonuçları, (ii) seçilen proje alanında grafik bilgilerin sayısallaştırılarak bilgisayara aktarılması, taşınmazların değerlerini etkileyebilecek faktörlerin coğrafi bilgi sistemi yazılımı ile sayısallaştırılması, (iii) değeri etkileyebilecek faktörlere ilişkin değerlerin uygun bulanık kümeler üyeli dereceleri, üyeli fonksiyonları oluşturularak MatLab yazılımı ile sayısal aralıklara dönüştürülmesi ve (iv) sayısal değerlerin MapInfo yazılımı ile tematik harita haline getirilmesi ve taşınmazların gelir yöntemine göre ulaşılan değerleri ile bulanık mantık yolu ile bulunan değerleri arasında uyum derecesinin analizi yapılmıştır.

2. Taşınmaz Değerleme Yöntemleri

Taşınmaz değerini saptamak için pek çok yöntem geliştirilmiş olsa da en çok bilinen üç yöntemin; piyasa (karşılaştırma), gelir ve maliyet yöntemleri olduğu ve bu yöntemlerin geleneksel değerlendirme yöntemleri olarak isimlendirildiği bilinmektedir (Şekil 1). Değerleme çalışmasında yöntem seçimi; taşınmazın cinsi ve türüne, değerlendirme amaçları ve bununla ilgili mevzuata, taşınmaz piyasasının özelliklerine ve diğer etkenlere bağlı bulunmaktadır (Tanrıvermiş 2016).

Üzerinde yapı olan ya da bulunmayan imar parselleri için en sık kullanılan ve kabul edilebilir olan değerlendirme çalışması pazar değerine dayalı olarak yapılmaktadır. Yerel alanda yeterli kadar emsal taşınmaz satış değerinin elde edilebildiği durumlarda karşılaştırma yöntemi ideal yöntem olarak bilinmektedir. Taşınmazların değerlerinin, gelecek yıllarda getirecekleri gelirlere göre saptanabildiği durumlarda gelir yönteminin uygulanması yerinde olur. İş merkezi, ofis ve rezidans gibi üzerinde yapı olan ve kira gelirleri bilinen taşınmazların değerlendirilmesinde gelir yöntemi tercih edilirken, geliri bilinmeyen yapı taşınmazların değeri maliyet yöntemine göre elde edilir.



Şekil 1: Taşınmaz değerlendirme yöntemleri (Tanrıvermiş 2014)

Değerleme uygulamalarında geleneksel yöntemlerden hangisini kullanmanın doğru olduğu sorusuna çok farklı cevaplar verilebilmektedir. Ancak bu konuda görüş birliğinin olmadığı vurgulanmalıdır. Değerleme sürecinde nihai değer tahmini için üç yöntemle göre de ayrı ayrı değerlendirme yapılması ve sonuç olarak taşınmazın özellikleri, değerlendirme amacı ve mevzuata göre tek değere karar verilmesi veya değer aralığının belirlenmesi önerilmektedir (Tanrıvermiş 2016).

2.1 Taşınmazın Değerini Etkileyen Başlıca Faktörler

Taşınmazın değerini etkileyen faktörler içsel faktörler ve dışsal faktörler olarak iki ana grupta incelenebilir. Taşınmazın değerini; konum, nitelikler ve gereksinimler belirlemektedir. Bu sayılan şartlara göre değer zaman içinde artar veya azalır. İhtiyacı karşılayacak konut-işyeri üretiminin yapılamaması sonucu değerler artar. Aksi durumda ise arz fazlalığı sonucu değerler düşer. İdareler tarafından belirlenen imar, vergi ve kamulaştırma çalışmaları gibi uygulamalar taşınmaz değerini etkileyen yasal faktörlerdendir. Taşınmazın donatı alanlarından yararlanma yüzdesi, yapılaşma şartları, manzarası, sahip olduğu şekil ve konumu gibi durumlar ise değeri etkileyen fiziksel faktörlerden sayılabilir.

Taşınmaz değerlendirme çalışmalarının objektif şekilde yapılabilmesi ve değerlendirme sonucunda ortaya çıkan sonucun herkesçe inandırıcılığının sağlanması taşınmaz değerini etkileyen tüm parametrelerin tespit edilerek ve ancak bu tespit edilen parametrelerin bir matematiksel ifadeye bağlanması sonucuyla olabilir. Bu faktörlerin bazılarının taşınmazın değeri üzerindeki etkileri çok yüksek seviyede olabilirken, bazılarının etkileri ise çok sınırlı olabilmektedir. Değerlemenin

objektif ölçüt ve matematiksel temellerle yapıma gereksinimi; değeri etkileyen tüm etmenlerin saptanmasını ve bu etmenlerin matematiksel olarak ifadesini gerektirir.

2.2 Gelir Yöntemleri

Gelir getiren arazi, konut veya konut dışı yapılar ve işletmelerin değer tespiti için kullanılır. Bir varlığın gelirini değere dönüştürme işlemine “kapitalizasyon” adı verilir. Bir gayrimenkul veya gayrimenkul projesinin nakit akışlarına bakarak proje değerlemesinin yapılması da gelir yönteminin bir türü olarak sayılır. Taşınmazın gelecekteki yararları üretme kapasitesini inceler ve geliri bir güncel değer göstergesine göre kapitalize eder. Gelir yönteminin önemli özellikleri şunlardır (Tanrıvermiş 2016):

- Gelir yöntemleri manevi değeri dikkate almaz.
- Kapitalizasyon oranının az miktarda değişimi değeri büyük ölçüde değiştirir.
- Kent saçağı olarak tabir edilen geçiş sürecindeki arazilerde hatalı sonuçlar verir.
- Amerika ve Avrupa’da piyasa değerini tamamlayıcı bir yöntem olarak uygulanmaktadır.

Gelir çarpanları yaklaşımına göre taşınmazların gelir getirme yeteneği belirlenir. Belirlenen gelirin yıllar itibari ile nasıl bir seyir izleyebileceği tahmin edilir. Potansiyel gelir kaynakları ve nakit akışları belirlenir. Operasyonel maliyetler, genel giderler, vergiler, işletme giderleri, boşluk-kira kayıpları, faaliyet giderleri, sigorta, yönetim, bakım-onarım, danışmanlık, reklam ve yatırım harcamaları düşüldükten sonra net işletme geliri hesaplanır. Net işletme gelirinden değerlemeye konu taşınmazın kapitalize edilmiş değeri hesaplanır (Tanrıvermiş 2008).

2.3 Bulanık Mantık Yaklaşımı

Bulanık mantık yaklaşımı, dildeki belirsiz durumu modellemek için ortaya atılmış, bağımsız ve tam bir teori yerine, bulanıklaştırma yönteminin (fuzzification) herhangi bir teorisinin ayrık (crisp, discrete) formdan sürekli (continuous, fuzzy) forma dönüştürmek koşulu ile genelleştirilmesi için kullanıldığı bir metottur. “Diğer bir şekilde tanımlanırsa, ikili mantık sistemine karşı geliştirilen ve günlük hayatta kullanılan değişkenlere üyelik dereceleri atayarak olayların hangi oranlarda gerçekleştiğini belirleyen çoklu mantık sistemidir” (Zadeh 1973).

Mantık sistemlerinin genel amacı, mevcut önermeden yeni bir önerme ortaya çıkarmak ve ortaya konulan bu yeni önermenin doğruluk değerini meydana getirmektir. Doğru ya da yanlış şeklinde bir sonuç içeren ve kesinlik bildiren ifadeye önerme, önermenin bu doğruluk ve yanlışlık nedeniyle aldığı sayısal ölçüye de doğruluk değeri denir. Önermeler kesinlik bildirir. Bir hükmün doğru veya yanlış olarak kabul edilmesini sağlayan sözel ifade, söz konusu hükümle bire bir bağlantılı olan kümenin sınır koşulu olarak değerlendirilebilir. Bir nesne, oluşturulan sınır koşulunu karşılıyorsa, bu nesnenin kümenin elemanı olduğu varsayılır. Oluşturulan sınır koşulunun ilgili nesne için sağlanmadığı durumlarda ise, nesnenin kümenin elemanı olmadığı ifade edilir. “Ayrıca, oluşturulan sınır koşulu ile örtüşen bir yapıda ifade edilen bir önermenin doğru olduğu kabul edilirse, bu önermenin doğruluk değeri 1 sayısı ile eşlenir” (Dönmez 1987).

Eğer bir önermenin yanlış olduğu veya oluşturulan sınır koşulunu sağlamadığı kabul edilirse, bu durumda ilgili önermenin doğruluk değeri “0” sayısı ile eşlenir. “Bulanık mantıkta, ikili mantığın (ya da sonlu değerli mantıkların) aksine, önermelerin doğruluk değeri sadece iki seçenekten (ya da sonlu değerlerden) biri olmak zorunda değildir” (Yen ve Langari 1999). “İkili mantıkta bir önermenin doğruluk değeri $\{0,1\}$ kümesinden oluşur yukarıda açıklandığı üzere, bulanık mantıkta ise doğruluk değeri $[0,1] \subseteq \mathbb{R}$ sayılar kümesinden seçilir” (Ross 1995). Bulanık mantık iki anlamda kullanılmaktadır. Dar anlamda bulanık mantık, klasik iki değerli mantığın genelleştirilmiş halidir.

Sembolik mantık kuralları ile yalnızca somut değil, soyut düşüncelere dayalı önermeler de yapılarak genel çıkarımların elde edilmesi mümkündür. Ancak bunu yaparken kavram ve terimlerdeki belirsizlik ve bulanıklıkların işin başında durulaştırılarak kesinlik kazandırılması gerekir. Bu nedenle, sembolik mantık idealleştirilmiş kavram ve terimlerle önermelerden çıkarılacak ideal sonuçları içerir. Oysa gerçekte bulanıklık ve belirsizlik her zaman mevcuttur. Bulanık mantığın ardındaki temel fikir, bir önermenin doğruluğunun, önermelerle, kesin yanlış ve kesin doğru arasındaki sonsuz sayıda doğruluk değerlerini içeren bir kümedeki değerler, ya da sayısal olarak $[0,1]$ gerçel sayı aralığıyla ilişkilendiren bir fonksiyon olarak kabulüdür. Bu Zadeh’in bulanık kümeler üzerindeki ilk çalışmasının bir sonucudur.

Bulanık mantık tahmini akıl yürütme mantığındadır. “Sözel olarak değişik sıfat dereceleri ile ifade edilen ya da sayısal olarak $[0,1]$ gerçel sayı aralığında yer alan doğruluk değerlerine sahip oluşu ki bu belirsizlik içeren doğruluk tablolarını da beraberinde getirir ve geçerliliği kesin değil, fakat yaklaşık olan çıkarım kurallarına sahip oluşu ayırt edici özellikleridir”. Olayın bulanık mantıkla incelenmesi için öncelikle, yapılacak çıkarımların belirli sınırlar içinde kalmasına önceden karar verilmesi gerekmektedir. “Yüksek kesinlik sadece yüksek maliyetlere değil aynı zamanda sorunun çözülmesinin çok karmaşıklaşmasına da neden olur”. Bulanık mantığın asıl değerlendirileceği alan bu şekildeki bilgilerin çözümlenmeye gitmek için nasıl düşünülmesi gerektiğidir. “Bulanık mantıkla herhangi bir problemin yaklaşık olarak modellenmesi ve matematiksel olarak karmaşık olmayacak çözümlerle denetim altına alınmasına çalışılmalıdır” (Şen 2009).

Bulanık küme, mantık ve sistem ilkeleri uzman kişilerin görüşlerini de değerlendirerek toptan çözüme gider. Her sözel bilgi bir bulanık kümeye denk gelir. “Bulanık kümeler üyeliği derecesi fonksiyonlarına, öznel tercihler yaparak karar verilebilir. Bulanık kümeler böylelikle kişiler arası diyaloga yardımcı olur” (Baykal ve Beyan 2004).

Tüm bu değerlendirmeler altında bulanık mantığın temel özellikleri şu şekilde ifade edilebilir; “Bulanık mantık kesin nedenler ortaya koymak yerine yaklaşık değerler tercih eder, bulanık mantık [0, 1] aralığında üyelik derecesi vererek her şeyi gösterir, bulanık mantık bilgiyi, sözel değişkenlerle eşleştirir, büyük, küçük çok büyük, çok az gibi, bulanık çıkarım işlemleri sözel ifadeler arasında tanımlanan kurallar ile yapılır, her mantıksal sistem bulanık olarak ifade edilebilir, bulanık mantık matematiksel modeli çok zor oluşturulan sistemler için çok iyi şekilde uygulanabilir” (Zadeh 1973).

3. Sayısal Uygulama

Proje güzergâhının arazi etüdü, harita ve kamulaştırma projesine 2014 yılında tamamlanmıştır. Proje alanında yerleşim yerine göre kamulaştırılacak taşınmazların resmi ve alan verileri elde edilmiştir. Proje güzergâhı üzerindeki 5 köy ve mahalleden toplam 175 adet parselin verileri kullanılarak geleneksel yöntemlerden gelir yöntemi ve bulanık mantık yaklaşımları ile değerlendirme yapılmış ve elde edilen sonuçların karşılaştırmalı analizi yapılmıştır.

Dava konusu taşınmazların değerlerinin tespitinde 2942 sayılı Kamulaştırma Kanunu hükümleri gereğince taşınmazlar yerinde görülüp incelenmiş (parsel ölçüğünde tespit çalışması yapılmış) ve cinsi arazi (tarım arazisi) olarak tanımlanan parsellerin gelir yöntemine göre değerleri ortaya konulmuştur.

Parsellere ait grafik bilgiler sayısallaştırılarak bilgisayara aktarılmış, taşınmazların değerini etkileyen faktörler ve büyüklükleri MapInfo coğrafi bilgi sistemi yazılımı ile sayısal harita üzerinde tespit edilmiş, elde edilen değerler MatLab yazılımı ile bulanık mantık çıkarım modelinde sayısal değerlere dönüştürülmüştür. Bulanık mantık ile modelleme yapımında uygulanan aşamalar; bulanıklaştırma, kural çıkarma ve durulaştırma olarak sıralanabilir.

Bulanıklaştırma aşamasında girdiler uygun bulanık kümeler üyeli dereceleri, üyelik fonksiyonları oluşturularak belirlenmiş, bulanık çıkarım aşamasında üyelik fonksiyonları ve ilgili kurallar kullanılarak, bulanık kümenin girdileri ilişkilendirilmiş, durulaştırma aşamasında ise bulanık çıkış değerinin, bir kesin çıkış değerine dönüştürülmesi sağlanmıştır. Bulanık kural çözümleme yöntemleri olarak “Mamdani” algoritması seçilmiş, sonuç değerleri MapInfo coğrafi bilgi sistemi yazılımı ile tematik harita haline getirilmiştir.

3.1 Kamulaştırma Projesi

Projesi yapılan hat yaklaşık 25 km uzunluktadır. Toplam 175 adet parsel kamulaştırmaya konu edilmiştir. Etkilenen parseller belediye sınırları dışında olup, belediye hizmetlerinden yararlanamamaktadır. Fiilen kuru tarım yapılan güzergâh boyunca parsellerde taşlılık ve tuzluluk problemleri bulunmamaktadır. Parsellerin eğimleri %7’den düşüktür. Genel olarak su kaynaklarından uzak, drenaj sorunu ve erozyon riski bulunmamaktadır. Toprak derinliği 20 - 50 cm arasında değişmektedir.

Bilirkişiler tarafından hazırlanan raporlar belirlenen formatta, kamulaştırmaya konu her parsel için tek tek düzenlenmiştir. Raporlarda kapitalizasyon oranı, mülkiyet ve irtifak metrekare birim değerleri saptanmış ve taşınmazın değerini etkileyen unsurlar kısaca ifade edilmiştir. Malik bilgileri ve tapu kayıtlarının saklandığı kamulaştırma veritabanına her parselin değerlendirme raporunda yer alan metrekare ve değer ile ilgili bilgiler de girilmiştir. Değerleme raporları, daha sonra ulaşabilmek üzere kamulaştırma yazılımı ile tek tek parsellerle ilişkilendirilmiştir. Kamulaştırma yazılımında parsellere ait tapu kayıt bilgileri, mülkiyet bilgileri, maliklerin banka ve iletişim bilgileri, parseller üzerindeki müştemilat ve mevsimlik ekilen ürün bilgileri de ayrıca kayıt edilmektedir. Bu bilgileri kullanarak otomatik raporlama, sorgulama ve detaylı analizler yapılabilmektedir. Her parsel için köy düzeylerinde taşınmaz değerleri gelir (artık gelir) yöntemine göre tespit ve takdir edilmiştir.

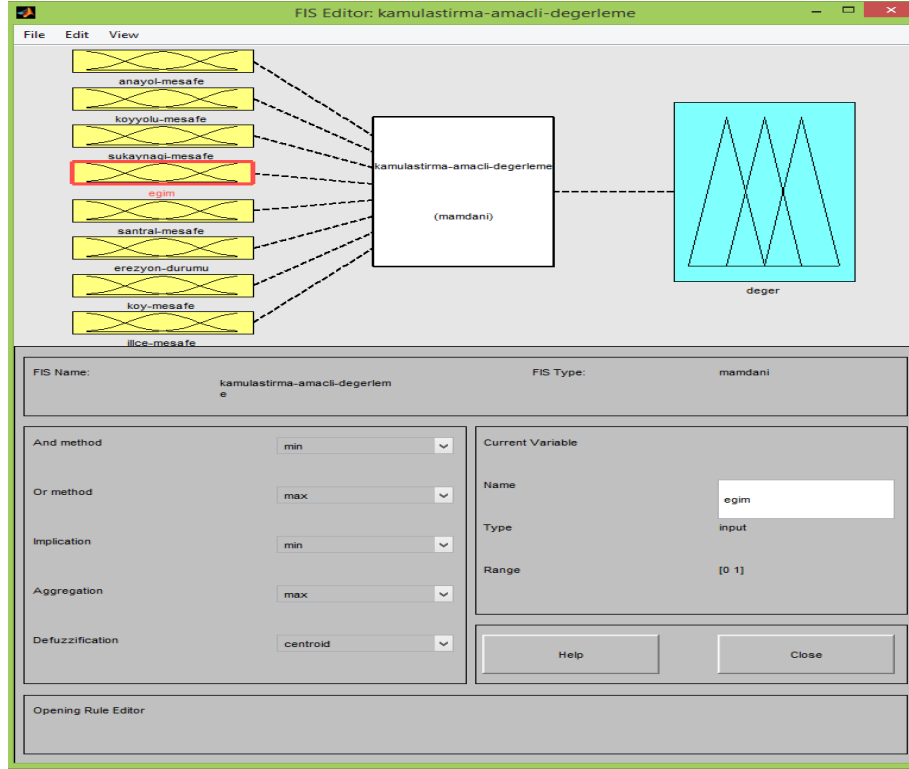
3.1.1 Bulanık çıkarım sistemi

Bulanık mantık ile modellemede üç temel adım vardır. Bunlar; bulanıklaştırma, kural çıkarma ve durulaştırma. Bulanıklaştırma aşamasında, girdiler bulanıklaştırılır. Diğer bir ifade ile girişlerin, uygun bulanık kümeler üyeli dereceleri, üyelik fonksiyonları oluşturularak belirlenir. Bulanık çıkarım aşaması üyelik fonksiyonlarını ve “eğer-öyleyse” kurallarını kullanarak, bulanık kümenin diğeriyle ilişkilendirilmesinden oluşur.

Durulaştırma, bulanık çıkış değerinin, bir kesin çıkış değerine dönüştürülmesidir. Bulanık mantık, kural tabanında giriş ve çıkış bulanık kümeleri arasında kurulmuş olan ilişkilerin hepsini bir arada toplayarak sistemin bir çıkışlı davranmasını sağlayan işlemler topluluğudur. Bir bulanık kural tabanlı sistemde, farklı çözümleme yöntemleri uygulanabilir. Bunlardan en önemlileri Mamdani ve Sugeno Modelleridir (Şen 2009).

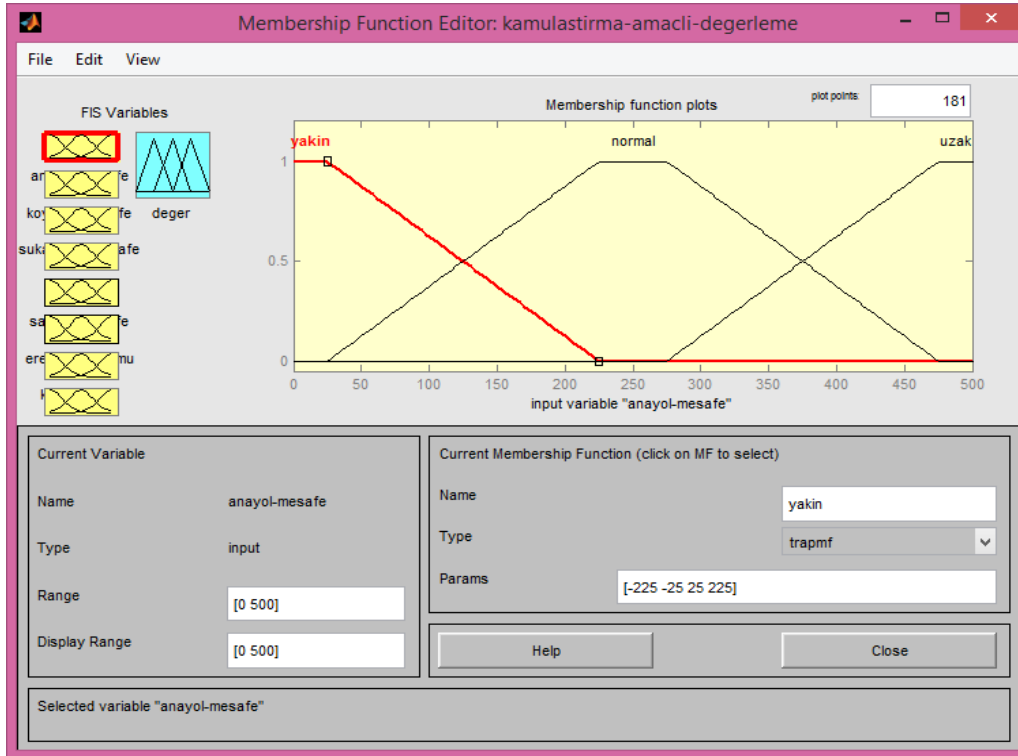
MatLab yazılımında bulanık çıkarım sistemine (Fuzzy Inference System) uygun olarak, FIS Editör yardımı ile taşınmazın değerini etkileyen başlıca faktörler tek tek tanımlanmıştır. Çıkarım yöntemi olarak “Mamdani” algoritması seçilmiştir. Kümenin üyelik fonksiyonları üçgen, yamuk ve gauss eğrisi gibi standart fonksiyonlarla tanımlanabildiği gibi farklı fonksiyonlarda oluşturulabilmektedir (Şekil 2).

Her değişken için üyelik fonksiyonu (membership function) üçgen ve yamuk olarak seçilmiş, etki mesafeleri uzman görüşüne göre tarif edilmiştir. Nihai sonuç “değer” isimli değişkene atanmış çıktı aralığı [0,10] olacak şekilde tanımlanmıştır.



Şekil 2: FIS Editor'de taşınmazın değerini etkileyen faktörlerin tanımlanması

Bu çıktı birimi istenirse, doğrudan kapitalizasyon oranını verecek şekilde ayarlanabileceği gibi çok daha detaylı bir çalışma ile üst ve alt limitleri bilinen parsel değerleri arasında kalan diğer parsel değerlerini doğrudan verebilecek şekilde de ayarlanabilir. Daha önce yapılan çalışmalar incelenmiş, çeşitli denemeler yapılmış ve değeri etkileyen faktörlerin üyelik fonksiyonlarının seçiminde üçgen ve yamuk modellerin kullanılmasına karar verilmiştir. Örnek olarak; Anayola olan mesafe yamuk üyelik fonksiyonu kullanılarak sisteme tanıtılmıştır (Şekil 3).



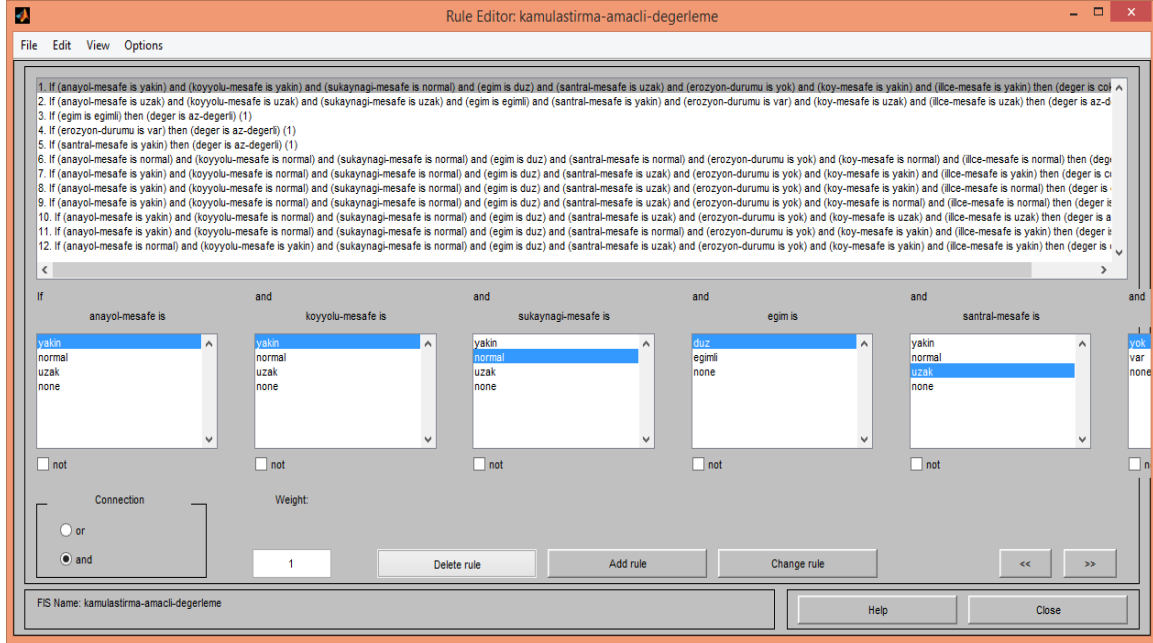
Şekil 3: Üyelik fonksiyonlarının tanımlanması

3.1.2 Kural Tanımlama

Taşınmazın değerini etkileyen faktörlerin sözel olarak ifade edildiği kurallar “rule editor” aracılığı ile sisteme eklenmiştir. Sistemin karmaşıklaşmaması adına 12 adet kural tanımlanmış ve ağırlıkları aynı kabul edilmiştir. Değerleme amacı ve parsellerin durumuna göre, sisteme farklı ağırlıklar kullanılarak, daha fazla sayıda kural eklenebilmektedir.

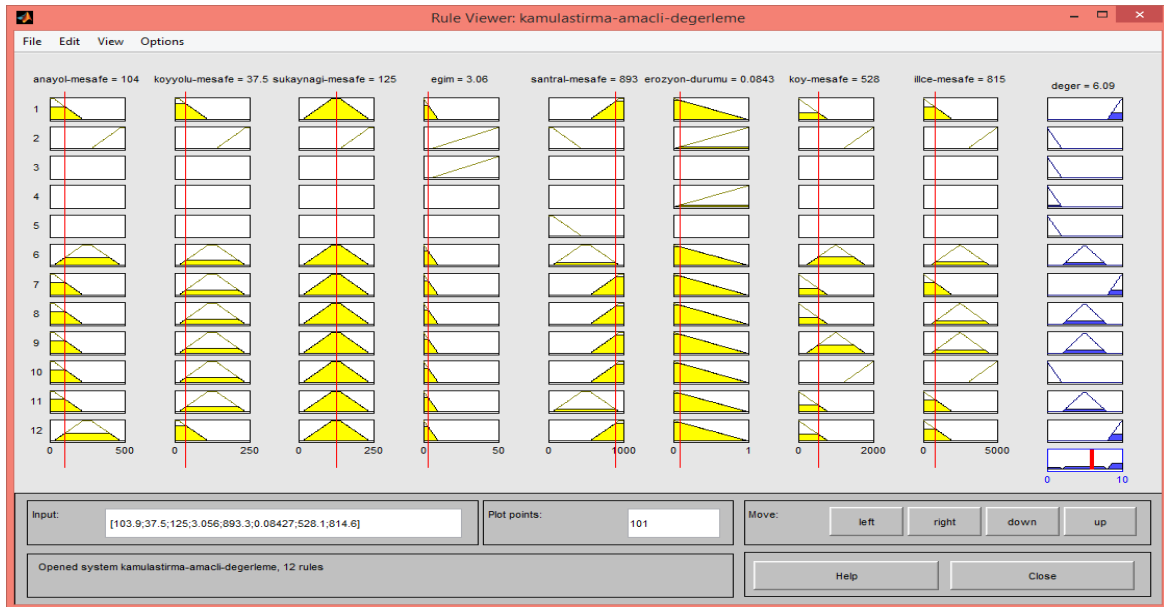
Kuralların tanımlanmasında, taşınmazın değerini etkileyen faktörlerin büyüklük ve yönlerine göre değeri artırma ya da azaltma durumları değerlendirilmiş ve kurallar buna göre oluşturulmuştur. Hatalı kural tanımlama, çıkarım sistemi tarafından yanlış yorumlanacağı ve diğer kurullarla çatışabileceği için dikkatli çalışılması gerekmektedir.

Örnek olarak; anayola, köy yoluna, köye ve ilçeye mesafenin değeri artırdığı, santrale mesafenin, erozyon riskinin ve eğimin değeri azalttığı, su kaynağına sadece uygun uzaklıktaki mesafenin değeri artırdığı ve arasında ve/veya şeklinde ilişkiler kurularak sözel tanımlamalar yapılabilen kural tanımlama penceresi aşağıda verilmektedir (Şekil 4).



Şekil 4: Bulanık kuralların sözel olarak ifade edilmesi

Değişkenler ve bunları ilgilendiren kurallar tek bir pencerede grafiksel olarak gösterilebilmekte olup, buradan girdi değerleri sonucunda değer parametresi çıktı olarak sunulmaktadır (Şekil 5).



Şekil 5: Durulaştırma sonucunun gösterimi

3.1.3 Karşılaştırma

Bulanık çıkarım sisteminde bütün parsellerin değer puanları saptanmış olup, bu değerler aslında taşınmaz kümesindeki değeri en yüksek taşınmaz ve değeri en düşük taşınmaz arasındaki farkın seçilen değer aralığına oranı ile konu taşınmazın değeri ve en düşük taşınmaz değeri arasındaki farkın değer aralığına oranıdır. Taşınmazın değerini etkileyen faktörler Mamdani Algoritması ile değerlendirilmiş ve her parsel için üyelik dereceleri belirlenmiştir.

Bulanık çıkarım sonucu değerler durulaştırılmış ve kapitalizasyon oranlarına gerekli düzeltmeler yapılarak nihai kapitalizasyon oranları elde edilmiştir. Hesaplanan değer puanları MapInfo yazılımında tematik haritaya dönüştürülmüş, taşınmazın değerini etkileyen faktörlerin bulanık çıkarım sonucu toplam etkileri aşağıdaki şekilde gösterilmiştir.

Parsellerin gelir yöntemine göre ulaşılan değerleri ile bulanık mantık yolu ile yapılan değerleri arasında %4 - %6 fark olduğu gözlenmiştir (Tablo 1). İki farklı yöntemle göre bulunan parsel birim değerleri arasındaki farklılık kabul edilebilir düzeyde olup, bu sonuç aynı zamanda geleneksel değerlendirme yöntemlerinden olan artık gelir yaklaşımı ile ortaya konulan sonuçların tutarlılığını da göstermesi bakımından önemli bulunmaktadır.

Tablo 1: Yöntemlerin karşılaştırılması

Parsel No	Bulanık Mantık Yaklaşımı (TL/m ²)	Gelir Yöntemi (TL/m ²)	Fark (TL/m ²)	Oransal Fark (%)
12	2,75	2,91	0,16	6
66	2,74	2,91	0,17	6
67	2,74	2,91	0,17	6
68	2,74	2,91	0,17	6
69	2,74	2,91	0,16	6
70	2,74	2,91	0,16	6
71	2,75	2,91	0,16	5
72	2,75	2,91	0,16	5
73	2,75	2,91	0,16	5
80	2,74	2,91	0,17	6
81	2,74	2,91	0,17	6
85	2,73	2,91	0,17	6
86	2,73	2,91	0,17	6
115	2,73	2,91	0,17	6

4. Sonuç ve Öneriler

Kamulaştırma projesi kapsamında yapılan değerlendirme çalışmaları bulanık mantık yöntemi kullanılarak incelenmiş ve sonuçları değerlendirilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre, iki yöntem arasında %4 - %6 arasında fark olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışma ile aynı taşınmazın gelir yöntemine göre takdir edilen değerleri ve bulanık mantık yaklaşımı ile elde edilen değerlerinin uyumlu olduğu ortaya konulmuştur.

Geleneksel yöntemlerle elde edilen taşınmaz değerleri ile bulanık mantık yaklaşımı ile elde edilen değerlerin tutarlılık gösterdiği anlaşılmaktadır. Özellikle kamulaştırma, toplu konut, kentsel dönüşüm ve büyük ölçekli ticari taşınmaz projelerinin geliştirilmesi ve uygulanması aşamalarında kamu ve özel kurumların değerlendirme birimlerinde bu yöntemden yararlanılarak üretilen değerlendirme raporları ve mahkemelere sunulan bilirkişi raporlarının doğruluğunun değerlendirilmesi ile rapor denetiminin yapılmasının mümkün olabileceği ortaya çıkmaktadır.

Doğru bir değerlendirme yapabilmek için yukarıda bahsedilen bütün parametreleri gözden geçirmek ve bulanık mantık yaklaşımı için kullanılan verileri doğru elde etmek gerekmektedir. Gerekli verilere ulaşmak ve kullanılan parametreleri doğru şekilde tasarlamak bulanık mantık yaklaşımı ile yüksek oranda tutarlı sonuca ulaşmak açısından büyük önem taşımaktadır. Bu yöntem özellikle çalışma alanındaki parsellerin birbirleri arasındaki değer farklarını ortaya çıkarmak için kullanılabilir. Sonuç olarak ulaşılan değer aslında parseller arasındaki değer farkıdır. Bu yöntemle bulunan değeri kullanarak, her parsel için daha gerçekçi kapitalizasyon oranı hesaplanabileceği gibi objektif artış oranı olarak ifade edilen ancak genel olarak subjektif kalan ilave artış oranı daha objektif hale getirilebilir. Hatta objektif değer artışı kavramı yerine taşınmazlar arasındaki değer farkları kapitalizasyon oranı ile ifade edilebilir.

Taşınmaz değerlemesi oldukça karmaşık ve çok sayıda parametrenin dikkate alınmasını gerektiren bir çalışma alanı veya meslek disiplini olarak görülmektedir. Özellikle kamulaştırma çalışmasına konu olan saha üzerinde nitelik olarak birbirine benzer parseller bulunmaktadır. Ancak bunlar arasında değer farklılığı oluşturabilecek bazı ayrıntılar bulunmaktadır. Çeşitli donatılara olan mesafeler de bunlardan biridir. Çalışmada verilerin değer açısından çok dar bir yelpazede olması neden ile veri seti üzerinde ulaşım olanaklarından faydalanma vb. parametrelerin kullanılması bulanık mantık modelinin daha etkin bir sonuca ulaşması için gerekli olacaktır.

Geleneksel değerlendirme sonuçları ile bulanık mantık analizine dayalı değerlendirme sonuçları arasındaki farkın kabul edilebilir boyutta olması nedeni ile özellikle BOTAS, DSİ, KGM ve TCDD gibi kurumların kamulaştırma amaçlı yaptıkları harita, ortofoto, GPS ölçümleri ve sayısallaştırma gibi teknik çalışmalardan elde ettikleri verileri bulanık çıkarım yöntemi ile değerlendirebilmesi, taşınmazın değerini etkileyen faktörlerin ölçülmesi ve bunların haritalanabilmesi yoluyla kamulaştırma çalışmalarının mümkün olduğunca kısa sürede, rasyonel maliyet ile tutarlı biçimde tamamlanabilmesi ve bu amaçla araştırma sonuçlarına dayanaklı olarak model geliştirilmesinin mümkün olabileceği görülmüştür. Çalışma sonuçlarına göre, bulanık mantık yöntemi ile kurulan tahmin edicinin modelin gerçeği yakalama oranının diğer yöntemlerden daha fazla olmasına rağmen, bu yöntemi kullanarak yapılacak çalışmada hem zengin bir veri kaynağı hem de bu konuda tecrübeli kalifiye personelin olmasının gerekli olduğu ortaya çıkmaktadır.

Teşekkür

Çalışmalarımı yönlendiren, araştırmalarımın her aşamasında bilgi, öneri ve yardımlarını esirgemeyerek akademik ortamda olduğu kadar beşerî ilişkilerde de engin fikirleriyle yetişme ve gelişmeye katkıda bulunan hocam Ankara Üniversitesi Uygulamalı Bilimler Fakültesi Dekanı Sayın Prof. Dr. Harun TANRIVERMİŞ'e, en derin duygularla teşekkür ederim.

Kaynaklar

- Anonymous, (2014), Fuzzy logic toolbox for use with matlab users guide, MathWorks Inc., USA
- Baykal, N. ve Beyan, T., (2004), Bulanık mantık ilke ve temelleri, Bıçaklar Kitapevi, Ankara.
- Dönmez, A., (1987), Kümeler kuramı ve soyut matematik, Atatürk Üniversitesi, Erzurum.
- Rosen, S., (1974), Hedonic prices and implicit markets: product differentiation in pure competition, Journal of Political Economy, 82(1), 34-55.
- Ross, T.J., (1995), Fuzzy logic with engineering applications, McGraw-Hill, New York.
- Saraç, E., (2012), Yapay sinir ağları metodu ile gayrimenkul değerlendirme, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Kültür Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, 7, İstanbul.
- Şen, Z., (2009), Bulanık mantık ilkeleri ve modelleme, Su Vakfı Yayınları, İstanbul.
- Tanrıvermiş, H., (2008), Türkiye'de uzun ömürlü tesislerle kaplı arazilerin değerlendirme işlemlerinin teorik esasları ve uygulamaları, ISBN 978-975-00890-3-9, Ankara Üniversitesi Basımevi, Ankara.
- Tanrıvermiş, H. ve Aliefendioğlu, Y., (2016), Doğanpınar barajı kamulaştırma alanında arazi gelirleri ile kapitalizasyon oranları ve kamulaştırma bedellerinin tespiti, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Taşınmaz Geliştirme Anabilim Dalı Yayın No:23, 2016, Ankara.
- Ünal, E.Ö., (2011), Kamulaştırma ve proje bilgi sistemi, TMMOB Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi, Antalya.
- Wang S.T., Yu M.L. and Lin L.Y., (1997), Consequences of analysing complex survey data using inappropriate analysis and software computing packages, Public Health 111(4), 259-62.
- Yen, J. and Langari, R., (1999), Fuzzy logic intelligence. control, and information, Prentice Hall, New Jersey.
- Zadeh, L.A., (1965), Fuzzy sets, Information and Control.
- Zadeh, L.A., (1973), Outline of a new approach to analysis of complex systems and decision processes, IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, vol. 3, pp. 28.
- Zadeh, L.A., (1975), Fuzzy logic and approximate reasoning, Synthese.