

# Bulanık Mantık ile Coğrafi Bilgi Teknolojilerini Kullanarak Taşınmaz Değerlemesi

Mustafa Andaç Derinpınar\*, Arif Çağdaş Aydınoglu<sup>1</sup>

\* İstanbul Teknik Üniversitesi, Bilişim Enstitüsü, Coğrafi Bilgi Teknolojileri lisansüstü programı öğrencisi, 34469, İstanbul.

<sup>1</sup> Gebze Teknik Üniversitesi, Harita Mühendisliği, 41400, Kocaeli.

## Özet

*Taşınmaz değerlendirme, arazi yönetiminde değer esaslı alım satım işleri ve banka kredilendirmesinin yanı sıra, günümüzde kentsel dönüşüm süreçlerinde mevcut rayiç değerlerin belirlenip düzenleme sonrası taşınmaz malların dağıtımında temel alınmaktadır. Taşınmaz değerlendirilmesinde en doğru sonucu ulaşabilmek için bilgi teknolojilerinin kullanımı ile diğer yöntemleri irdelemek ve yorum faktörünü en aza indirerek güvenilir değerlendirme yapmak gerekmektedir. Bu yaklaşımla, piksel bazlı olarak yapılan nominal değerlendirme yöntemi faktörleri ile bulanık mantık üyelik sisteminin avantajları birlikte irdeleyerek, taşınmaz değerlemede kullanılabilirliği belirlenmiştir. Çalışmada literatürde yer alan nominal değerlendirme faktörleri tespit edilmiştir. Buna göre Sarıyer ilçesi için nominal değerlendirme faktörleri toplu taşımaya yakınlık, kamu hizmetlerine yakınlık, planlama ve kullanım düzeyi gruplarına ayrılarak incelenmiştir. Yapılan analiz sonuçları klasik (boolean) mantıkta (0,1) değerlerini almaktadır. Çalışmada taşınmaz değer faktörlerini keskin kümelerle tanımlanması yerine, doğası gereği daha yorumlanabilir olan bulanık mantıkla [0,1] değer aralığında tanımlanmaktadır. Her faktörün bulanık mantık üyelikleri (Linear, Gaussian, Small vb. ) belirlenirken faktörlerin taşınmaz değerine olan ağırlığı göz önüne alınmıştır. Böylece bütün veriler birbiri ile kıyaslanabilecek ve üst üste bindirilerek tek bir veri elde edilebilecek konuma gelmiştir. Sonuç olarak Bulanık mantık ile yapılan nominal değerlendirme işlemlerinin, arazi değer haritalarının üretilmesinde veya değer gruplarının belirlenerek parsel bazlı değerlendirilmede akılcı bir yol olduğu ve gerçeğe yakın sonuçlar verdiği görülmüştür.*

## Anahtar Sözcükler

Coğrafi Bilgi Sistemleri, Bulanık Mantık, Taşınmaz Değerleme, Nominal Değerleme Yöntemi

## 1. Giriş

Taşınmaz değerlendirme, kişilerin toprağa ve binaya sahip olmasından beri var olan bir alandır. Bu alanda birçok yöntem kullanılmakta ve bu sonuçlara göre taşınmazlar değerlendirilerek kamu düzeninde sosyal adalet sağlanmaktadır. Taşınmaz değerlendirilmesinin güvenilirliği, belirli faktörlere göre değerlendirilmede bilimsel yaklaşımın kullanılması ve daha az yorum gerektirdiğinde artacaktır. Bu kapsamda Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS), konumsal ve konumsal olmayan verilerin saklanması, düzenlenmesi, analiz edilmesi ve yorumlanabilmesi işlevlerini yerine getirebilen bir karar destek sistemi olarak önemli bir araçtır (Yomralıoğlu, 1993).

CBS kullanılarak nominal değerlendirme yöntemi ile taşınmaz değer sonuçları üretmek mümkündür. Fakat literatür araştırması sonucu taşınmaz üzerinde çok sayıda nominal değerlendirme faktörünün mevcut olduğu görülmüştür. Faktör sayısı arttığında ve farklı türde verilerle çalışıldığında, karar destek mekanizmasının çalışması ve yorumlanabilir sonuçlar üretmesi zorlaşmaktadır. Bu nedenle gerçek dünyadaki yaklaşıma benzer soyutlama ile değerlerin belirlenmesi gerekecektir. Yapay zeka teknikleri olarak adlandırılan Bulanık mantık metodolojisinin makine sistemleri, tıp, ekonomi, vb. alanlar başta olmak üzere birçok alanda uygulama örneklerine sıkça rastlanmaktadır. Sağladığı en büyük fayda insana özgü tecrübe ile öğrenme olayının kolayca modellenebilmesi ve belirsiz kavramların bile matematiksel olarak ifade edilmesine olanak sağlamasıdır (Şen, 2004). Klasik yöntemlerle taşınmaz değerlendirme üzerine yapılan çalışmalar, verilerin ve ülke şartlarının stabil olmaması nedeni ile yeterli sonuçları vermekte kısıtlı kalmaktadır. Taşınmaz değerini etkileyen kriterlerin, yöresel faktörler dikkate alınarak ve değişen faktörler için yorumlanarak daha hızlı ve doğru sonuçlar üretme üzerinde önemli katkı sağlayacağı düşünülmektedir (Yalçır, 2007).

Bu çalışmada, taşınmaz değerlendirme yöntemlerinden biri olan nominal değerlendirme yöntemindeki değerlendirme faktörleri arasından en çok ağırlığa sahip faktörler belirlenmekte, CBS ile analiz edilerek bulanık mantık üyelikleri tanımlanmaktadır. Klasik mantık elemanları (0,1) değerleri ile çalışırken, bulanık mantık elemanları [0,1] değerleri ile çalışmaktadır. Çalışmada belirlenen değerlendirme faktörleri, ağırlığına ve işlevselliğine göre bulanık mantık üyeliğine alınmaktadır. Her bir üyelik, bulanık mantık görüntü bindirme yöntemiyle tek bir hüresel görüntü elde edilecek şekilde birleştirilmektedir. Böylelikle kriterlerin davranışları üzerinde ve ağırlık olarak hangi faktörlerden etkileneceği konusunda karar verebilme yeteneğine sahip olunmaktadır. Nominal değerlendirme kriter gruplarının bir arada kullanılabilirliği ve bütünleşik bir yapıda yorumlanabilmesi, belli bir konuya göre değerlendirme için önem arz etmektedir. Bulanık mantık üyeliği ile bu grupların tutarlılığı ve gerçek değerlere yaklaşımı tespit edildiğinde, hem doğruluk artmış olacaktır hem de farklı bölgeler için aynı işlemler otomatik olarak yapılabilecektir.

Bulanık mantık yöntemi kullanılarak, arsaların taşınmaz değerlendirilmesinde CBS tabanlı çok ölçütlü konumsal analiz araçlarının geliştirilmesi amaçlanmaktadır. Bu kapsamda, taşınmaz değerlendirilmesini bulanık mantık yöntemiyle daha yorumlanabilir, istenilen koşullara özgü davranışlarda bulunabilir ve bütünleşik bir yapıda işlem yapabilir seviyede değerlendirmek amaçlanmaktadır.

\* Mustafa Andaç Derinpınar: Tel: 05066016103

E-posta: [andacderinpınar@gmail.com](mailto:andacderinpınar@gmail.com)

## 2. Uygulama

Taşınmaz değerlemeye yönelik literatür çalışması temel alınarak, Tablo 1'deki gibi taşınmaz değerine etki eden 14 adet faktör belirlenmiştir. Bu faktörler; kamu hizmetleri, planlama, kullanım düzeyi ve toplu taşıma başlıklarındaki dört farklı değerlendirme grubunda ifade edilmiştir. Sarıyer-İstanbul ilçesinde, değerlendirme faktörleri için kullanılacak veri setleri elde edilmiştir. Örneğin; kamu hizmetlerine mesafe için kamu binaları nokta geometri veri seti, eğitim merkezlerine olan mesafe için eğitim binaları nokta geometri veri seti ve eğitim veri setinin üretilmesi için sayısal arazi modeli veri seti elde edilmiştir.

Tablo 1: Taşınmaz değerine etki eden faktörler ve grupları

Faktör No	Değerlemede kullanılan Faktörler	Değerleme Grupları
1	Kamu Merkezlerine olan Mesafe	Kamu Hizmetleri
2	Eğitim Merkezlerine olan Mesafe	
3	Sağlık Merkezlerine olan Mesafe	
4	İbadet Merkezlerine olan Mesafe	
5	Kültürel Alanlara olan Mesafe	
6	Ruhsatlı Kat Adedi	Planlama
7	Caddeye Çıkış	
8	Plan	
9	Manzara	Kullanım Düzeyi
10	Eğitim	
11	Bakı	
12	Otobüs Durağına olan Mesafe	Toplu Taşıma
13	Deniz Yoluna olan Mesafe	
14	Demiryoluna olan Mesafe	

CBS'de analiz teknikleri kullanılarak değer faktörlerini temsil eden veri setleri üretilmiştir. CBS'de taşınmaz değer faktörü veri setlerinin üretilmesinde; yüzey, ağ tabanlı, bindirme, temel konumsal ve istatistik kapsamındaki analizler kullanılmaktadır.

Örneğin taşınmaz değerlendirme faktörlerinden kamu merkezlerine olan mesafe, kamu merkezlerini temsil eden ilgi noktalarının öklid mesafe analizi ile oluşturulan yüzey haritasından elde edilmiştir. Öklid mesafe analizi sonucunda oluşturulan yüzey piksel değerleri, her pikselin kendine en yakın ilgi noktasına olan öklid mesafesidir. İki boyutlu mesafe hesaplama formülü eğer  $p=(p_1, p_2)$ ,  $q=(q_1, q_2)$  olursa  $p$  ve  $q$  arası pisagor teoremi formül (1)'de belirtildiği gibi hesaplanmaktadır.

$$d(p,q)=\sqrt{(p_1-q_1)^2+(p_2-q_2)^2} \quad (1)$$

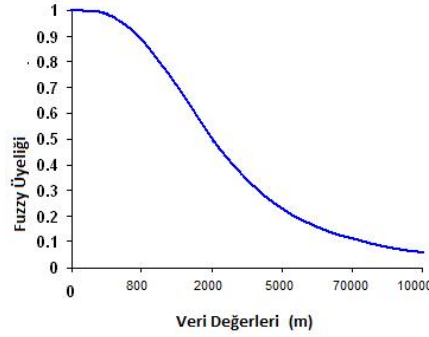
Örneğin taşınmaz değerlendirme faktörlerinden bakı, yüzeyin kuzeye göre bakış açısı olup yükseklik verisinden üretilmiştir. Sayısal yüksek modeline bakı analiz fonksiyonu uygulanarak üretilmiştir. İlgili bölgede her pikselin  $[0,360]$  derece arasındaki değerleri tespit edilerek bakı yüzeyi oluşturulmuştur.

### 2.1. Bulanık Mantık Değerleme Faktör Üyelikleri

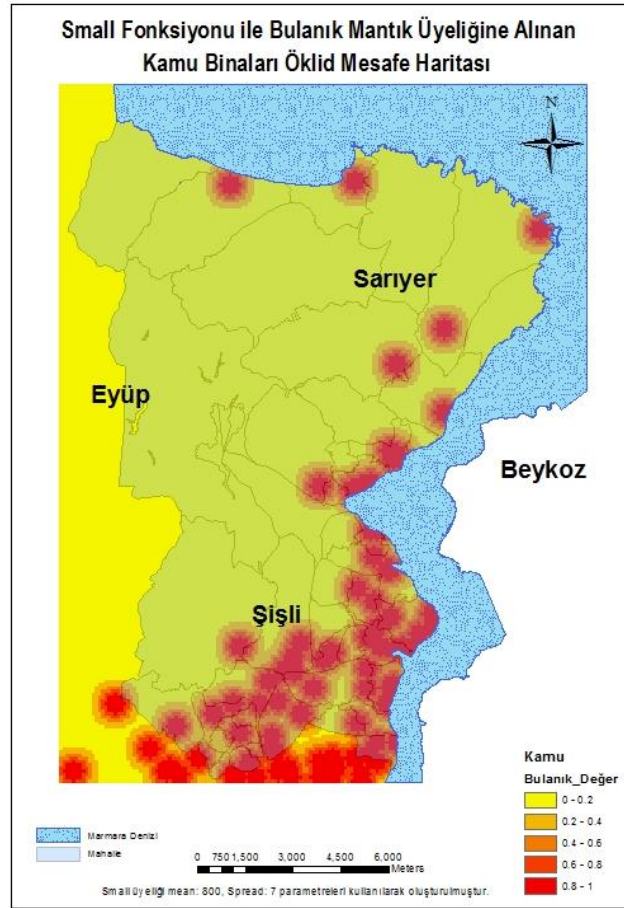
Bulanık mantık konusunun temel elemanı bulanık kümedir. Bulanık kümeler, üyelik fonksiyonları ile karakterize edilirler. Bir bulanık küme, çalışma yapılan alana ait her bir elemana matematiksel olarak kümedeki üyelik derecesini temsil eden bir değer atayarak tanımlanır. Bu değer, elemanın bulanık küme tarafından ifade edilen kavrama üyelik derecesini ifade eder. Bundan dolayı bireylerin kümeye ait olması farklılaşır. Üyelik dereceleri 0 ile 1 arasındaki gerçel sayılarla temsil edilirler. Tam üye olma ve üye olmama durumu, bulanık kümede sırasıyla 1 ve 0 değerleriyle karşılanır. Klasik mantıkla bulanık mantığı bir örnekle açıklamak gerekirse, ormandan alpin çayırları içine ağaç çizgisi boyunca yürüyüş yaptığınızı düşünün. Yürürken ağaç hattından çayırlar bölgesine geçerken keskin bir hat olmadığını, bu geçişin daha yumuşak olduğunu görürsünüz. Geleneksel CBS bu şekilde yumuşak geçişlerin tanımlanması için uygun değildir, çünkü ağaçlı ve ağaçsız hatları keskin bir çizgiyle (orman = 0, çayırlar = 1) ayırır. Bunun yerine "bulanık küme" mantığında, sadece 0 ve 1'den oluşan iki dünya yerine, "orman çok, çayırlar az", "hem orman, hem de çayırlar var", "daha çok çayırlar var", "tamamen çayırlar var" gibi yargıların olduğu bir dünyayı bize önerir.

Bulanık mantık üyelik fonksiyonları hedef uygulama alanına göre farklılık gösterir. Bu üyelikler; Üçgen ve yamuklar (*linear* üyelik fonksiyonu), *Gauss* üyelik fonksiyonu, *Near* üyelik fonksiyonu, *Cauchy* üyelik fonksiyonu, S ve Z şeklinde sigmoid fonksiyonları (*Small – Large* üyelik fonksiyonu), Tek darbe fonksiyonu gibi ifade edilebilir.

Çalışmada kamu merkezlerine olan mesafe örneği; öklid mesafe analizi ile klasik mantıkta hesaplanmıştır. Bu faktörü bulanık mantıkta tanımlamak için bulanık mantık Small üyeliği kullanılmıştır. Kamu tesislerine erişim için ideal mesafe 800 m olarak kabul edildiğinde, bulanık mantık üyelik fonksiyonu 800 m mesafeye kadar artan eğim ile azalırken, 800m'den sonra azalan eğim ile azalmaya devam etmektedir. Şekil 1'de belirtilen *Small* (800,7) fonksiyon grafiğinin dönüm noktası 800 olarak seçilmiş ve her bir üyelik değeri değişiminin veri değerindeki değişimine karşılık gelen yayılma miktarı 7 olarak belirlenmiştir. Kamu merkezlerine olan mesafe faktörü için *Small* üyeliği sonucu oluşan yüzey haritası Şekil 2'de belirtilmektedir.



Şekil 1: Kamu binaları bulanık mantık small (800,7) üyelik grafiği.



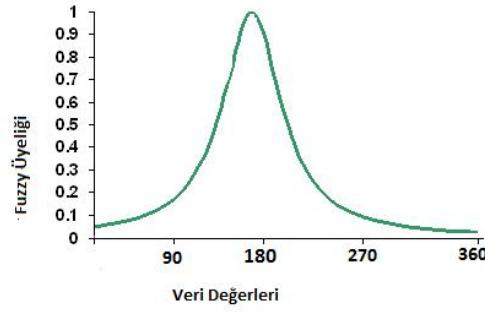
Şekil 2: Kamu binalarına uzaklık bulanık mantık Small (800,7) üyeliği haritası.

Çalışmadaki bakı faktörü, üretilen bakı veri setini bulanık mantıkta tanımlamak için formül (2)'de belirtilen fonksiyona sahip *Near* üyeliği ile üretilmiştir. Fonksiyon ile  $[0,360]$  derece olan yüzey değerleri  $[0,1]$  değerlerine taşınmaktadır.

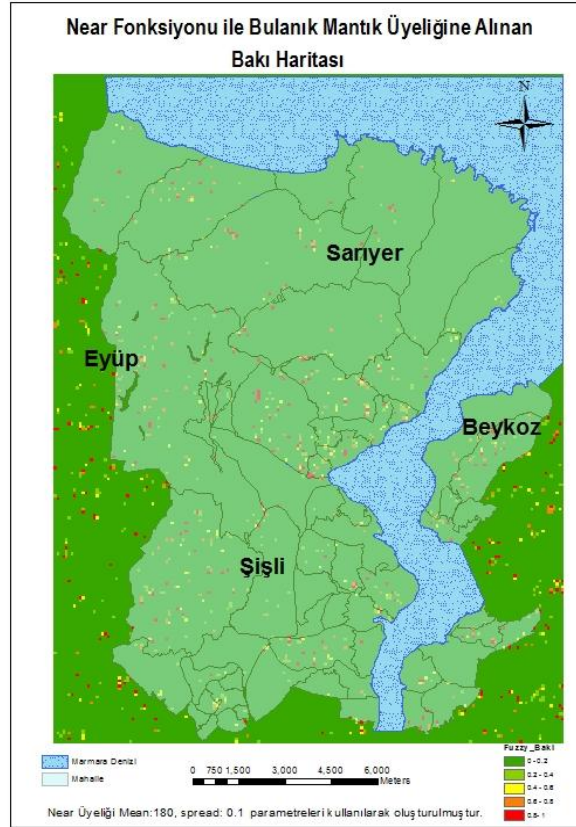
Formülde belirtilen  $c$  = orta değer,  $\sigma$  = yayılma miktarıdır. Türkiye kuzey yarım kürede yer aldığından yani matematiksel konumundan dolayı güneşi her zaman güney cepheden almaktadır. Bu sebepten güneye bakan parseller diğer parsellere göre daha değerlidir. Bu nedenle piksel değeri 180 derece olan yani güneye bakan parseller güneş alma analizi için en değerli parseller, piksel değeri 360 olan parseller en değersiz parseller olmaktadır. Bu yüzden formül (3)'de belirtildiği gibi orta değer 180 derece alınmış yayılma miktarı 0,1 birim olarak belirlenmiştir. Near fonksiyonunda 180 derece en yüksek değeri almakta, doğu ve batı ya cepheleri olan parsellerin değeri hızla düşmekte, kuzeye bakan cephelerde ise en düşük değere gelmektedir. Near fonksiyonun grafiği Şekil 3'de belirtildiği gibi orta noktası 180 ve yayılım miktarı 0,1 alınmıştır. Bakı için *Near* üyeliği sonucu oluşan yüzey haritası Şekil 4'de belirtilmektedir.

$$\mu_A(x) = e^{-\frac{(x-c)^2}{2\sigma^2}} \quad (2)$$

$$\mu_A(x) = e^{-\frac{(x-180)^2}{2(0.1)^2}} \quad (3)$$



Şekil 3: Bakı bulanık mantık Near (180,0.1) üyelik grafiği.



Şekil 4: Bakı bulanık mantık Near (180,0.1) üyeliği haritası.

## 2.2. Bulanık Mantık Değerleme Grup Bindirmeleri

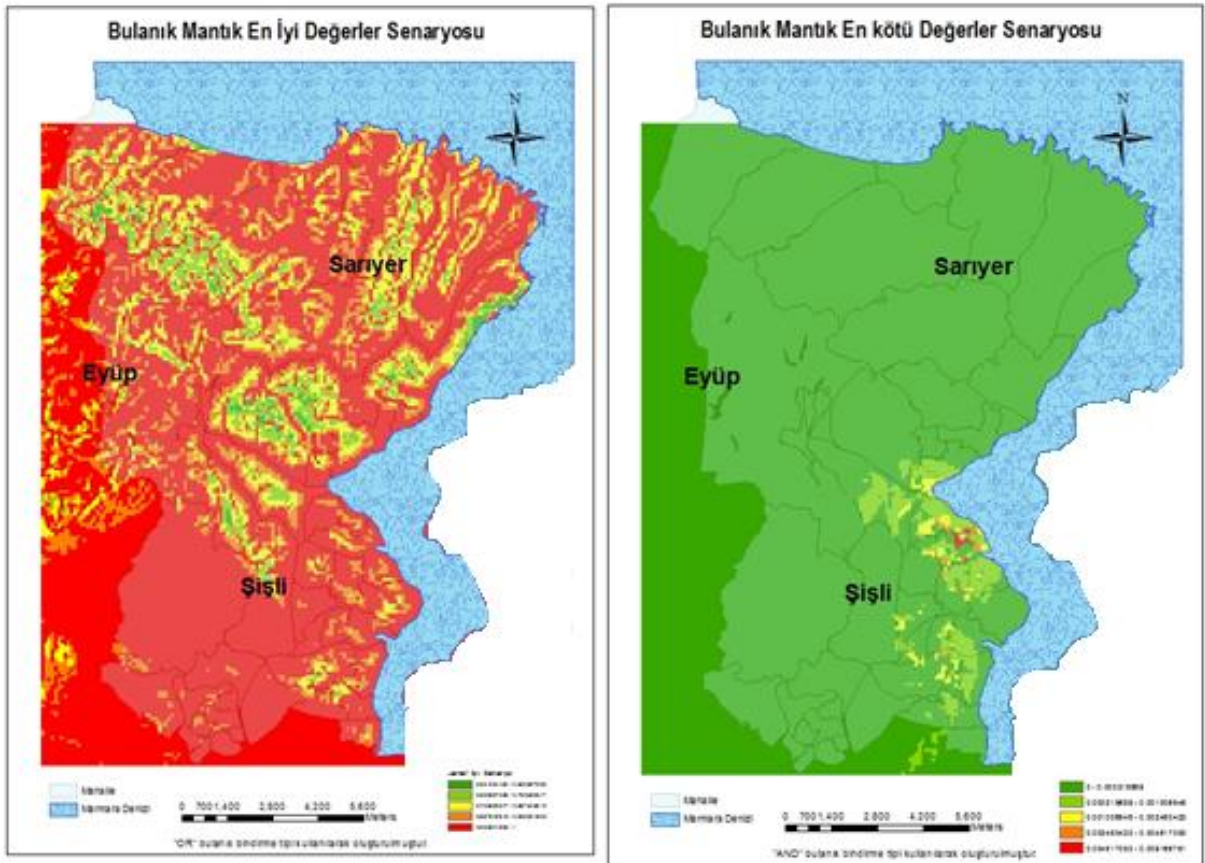
Bulanık mantık değerlendirme faktör üyeliği olarak, kamu binalarına yakınlık ve bakı faktörleri irdelenmiştir. Diğer faktörler için analizler sonucu üretilen veri setlerinde, faktör davranışlarına ve kullanımına göre analiz sonucu değerlendirme faktör üyelikleri belirlenmiştir.

Mamdani tipi bulanık modelleme ile değerlendirme grubu içindeki değerlendirme faktör üyelikleri bindirilmiştir. Toplu taşıma değerlendirme grubu haricindeki tüm gruplarda, en düşük ortak değerleri sabit kalarak “AND” tipi bindirme ile üyelikler bindirilmiştir. Her bir değerlendirme grubu için üretilen bulanık veri setlerinde;

grupların “AND” tipi bindirmesi ile en kötü durum senaryosuna göre değer yüzeyi oluşturulmuştur.

grupların yüksek ortak değerini sabit tutarak “OR” tipi bindirmesi ile en iyi durum senaryosuna göre değer yüzeyi oluşturulmuştur.

Şekil 5’de değerlendirme en iyi ve en kötü durum senaryosuna göre karşılaştırması görülmektedir.



Şekil 5: İyi durum Kötü durum Senaryolarına göre

## 3. Sonuçlar

Taşınmaz değerlemede, nominal veya ağırlık tanımlamaları yerine sonuç ürününü genellemek ve kolay anlaşılır bir şekilde incelemek için bulanık üyelik sınıf tanımlamalarının daha kullanışlı olduğu belirlenmiştir. Nominal değerlendirme yönteminde her bir kriter için farklı ağırlıklandırma gerekiyorken, bulanık mantıkta faktörlere göre genel yaklaşımlar belirlenmektedir. Faktörlerin gruplarda bütünleştirilmesinde, cebirsel olarak ağırlıklı toplam yerine, olasılık olarak ortak ve kesişen analizler yapılmaktadır. Toplu taşıma, plan, kamu hizmetlerine yakınlık ve kullanım düzeyi gibi nesnel olarak ortak faktör gruplarında bulanık bindirme analizleri anlamlı sonuç vermektedir. Ancak bulanık bindirme işlemleri uygulama ile test edildiğinde, mümkün olan az sayıda faktörün gruplanarak bindirilmesi anlamlıdır. Faktör gruplarının çeşitliliği dikkate alındığında, değere etkiyen toplam değer söz konusu ise faktör gruplarının bütünleştirilmesinde nominal ağırlıklı bindirmenin kullanılması daha anlamlı olabilir.

Mamdani tipi modellemede eğer “AND” bindirme tipi ile üyelikler bağlanmış ise, doğruluk derecesi en küçük olan üyeliğin ortak doğruluk derecesi seçildiği ve en kötü ihtimalin ne olabileceğini tespit etme konusunda avantajlı olduğu görülmüştür. “OR” bindirme tipi ile en büyük üyelik değerleri ortak değer olacağından, en iyi değer ne olacağını incelemek açısından taşınmaz değerlendirme kullanılabileceği görülmektedir. Uygulama ile oluşturulan faktörlerin ve

modelin, küçük değişikliklerle farklı ilçelerde ve farklı illerde kullanılması mümkündür. Bu kriterler ve işlemler bütünüyle yapılacak olan bulanık mantık değerlendirme için geniş bir kural sistemi belirlenmelidir. Böylelikle bölgesel değişimlere rağmen piyasadaki mevcut değere yaklaşım artacaktır.

Böylelikle nominal değerlendirme faktörleri ve bulanık mantık metodolojisi kullanılarak, CBS teknikleri ile taşınmaz değerlemenin uygulanabilirliği ortaya konulmuştur.

## **Kaynaklar**

Derinpinar M.A.(2014). “Bulanık mantık ile coğrafi bilgi teknolojileri kullanarak taşınmaz değerlendirme: İstanbul – Sarıyer Örneği”, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Bilişim Enstitüsü, İstanbul.

Esri ArcGIS Resources, Fuzzy membership (spatial analysis).

[http://resources.arcgis.com/en/help/main/10.1/index.html#/Fuzzy\\_Membership/009z000000rn000000](http://resources.arcgis.com/en/help/main/10.1/index.html#/Fuzzy_Membership/009z000000rn000000), [Erişim 26 Şubat 2015 ]

Mamdani, E.H., Assilian, S.(1975). “An Experiment in Linguistic Synthesis with A Fuzzy Logic Controller”, Int. Journal of Man-Machine Studies, 7(1), 1-13.

Nişancı R.(2005). “Coğrafi bilgi sistemleri ile nominal değerlendirme yöntemine dayalı piksel tabanlı kentsel taşınmaz değer haritalarının üretilmesi”, Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

Şen, Z.(2004). Mühendislikte bulanık (fuzzy) mantık ile modelleme prensipleri, İstanbul, Su Vakfı Yayınları.

Yalçın, Ş. (2007). Bulanık mantık metodolojisi ile taşınmaz değerlendirme modelinin geliştirilmesi ve uygulaması: konya örneği, Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya, 212452,1-67.

Yomralıoğlu T. (1993). “A Nominal Asset Value-Based Approach for Land Readjustment and Its implementation Using Geographical Information Systems, Doktora tezi, Newcastle üniversitesi, UK.

Zadeh, L.A. (1965). Fuzzy sets, Information and Control 8:338-3