

Article Info	RESEARCH ARTICLE   ARAŞTIRMA MAKALESİ	  ORCID NO: 0000-0002-7045-7722
Title of Article	<b>Bulanık Mantık Yönteminin Kentsel Alan Çalışmalarında Kullanımı</b>	
Corresponding Author	<b>Pınar ÖZYILMAZ KÜÇÜKYAĞCI</b> Gebze Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Şehir ve Bölge Planlama Bölümü <a href="mailto:pozyilmaz@gtu.edu.tr">pozyilmaz@gtu.edu.tr</a>	
Submission Date Admission Date	30/05/2019 / 10/06/2019	
How to Cite	ÖZYILMAZ KÜÇÜKYAĞCI, P., OCAKÇI, M. (2019). <b>Bulanık Mantık Yönteminin Kentsel Alan Çalışmalarında Kullanımı</b> , Kent Akademisi, Volume, 12 (38), Issue 2, Pages,299-308	

## Bulanık Mantık Yönteminin Kentsel Alan Çalışmalarında Kullanımı

Pınar ÖZYILMAZ KÜÇÜKYAĞCI<sup>1</sup>  
Mehmet OCAKÇI<sup>2</sup>

### ÖZ

Klasik mantığa karşıt olarak ortaya çıkan Bulanık Mantık (BM) yöntemi, günümüzde çok sayıda farklı disiplinde ve alanda kullanılmaktadır. Problem çözmek, karar vermek gibi süreçlerde yaşanan belirsiz durumları, bulanık mantık yöntemi belirli hale getirerek bir sonuç ortaya çıkarmakta; zor, karmaşık, çok fazla bileşeni ve boyutu olan sorunlar için çözüm üretmektedir. Farklı disiplinlerde geniş kullanım alanı bulan yaklaşım, kent planlama konuları içerisinde yer alan kentsel tasarım alanında da kullanılmaktadır. Bu çalışmada, bulanık mantık yaklaşımı hakkında bilgi verilmekte, kentsel tasarım alanında yapılmış olan bulanık mantık çalışmaları incelenmektedir. Kentsel tasarım ile bulanık mantık yönteminin kesiştiği ekseninde farklı konularda yapılan uygulamalar ile ilgili çalışmalardan örneklere yer verilmiştir. Çalışmaların odaklandığı çerçevenin kente ilişkin pek çok farklı konuyu kapsadığı ve model kurmada bulanık mantık yönteminin etkin olarak kullanıldığı görülmektedir. İncelenen bu kent araştırmalarında bulanık mantık yöntemini kullanmanın olumlu sonuçları değerlendirilmektedir.

**ANAHTAR KELİMELER:** Kent çalışmaları, bulanık mantık, kentsel alan.

### Using Fuzzy Logic Method in Urban Studies

<sup>1</sup> ÖZYILMAZ KÜÇÜKYAĞCI, (0000-0002-7045-7722) Gebze Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Şehir ve Bölge Planlama Bölümü, [pozyilmaz@gtu.edu.tr](mailto:pozyilmaz@gtu.edu.tr)

<sup>2</sup> OCAKÇI, 0000-0002-2897-1680 İstanbul Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Şehir ve Bölge Planlama Bölümü, [mocakci@itu.edu.tr](mailto:mocakci@itu.edu.tr)

## ABSTRACT

The fuzzy logic method that is used in many different disciplines and fields at the present time, arose against classical logic. The fuzzy logic method makes a result is certain at problem-solving, decision-making processes, such as uncertain situations,. It finds solutions for problems that are difficult, complex and with too many components and dimensions. The approach is used in different disciplines and is also used in urban studies. In this study, information was given about the fuzzy logic method and fuzzy logic studies in urban areas are examined. Fuzzy logic applications in different study subjects are given where urban area and fuzzy logic method intersect. It is evaluated that the subjects focused on the examples cover many different issues related to the urban and the method is used to establish the model effectively for many purposes. When the results of the studies were evaluated, positive contributions of the use of fuzzy logic were emphasized.

**KEYWORDS:** Urban studies, fuzzy logic, urban space.

## Bulanık Mantık Yönteminin Kentsel Alan Çalışmalarında Kullanımı

### GİRİŞ

Günümüz teknolojik gelişmelerinden biri olan yapay zeka uygulamaları, bir işi yaparken yerimize düşünen, sorun çözen, çözüm önerileri sunan karar verme mekanizmaları haline gelmekte ve aynı zamanda mühendislik, tıp, psikoloji, sosyoloji, işletme gibi bir çok alana yarar sağlamaktadır. Bu bağlamda bu uygulamalardan biri olan Bulanık Mantık (BM), en çok kullanılan yapay zeka yöntemlerinden biridir. Klasik mantığa karşıt olarak ortaya çıkan bulanık mantık, karmaşık, belirsiz ve zor oluşturulan modellerde kolaylık sağlamakta, farklı alanlarda uygulama yapmaya da imkan vermektedir. Bulanık mantık genel yapısı ve ilkeleri bağlamında mühendislik alanında daha çok çalışma ve uygulama alanı bulunsa da kent çalışmalarında da yerini almaktadır. Yöntemin işleyişi, kentlerin çok bileşenli yapısı ile örtüştüğünden kentlerdeki sorunları çözmeye yönelik çalışmalar için uygundur.

Literatürde bulanık mantık yönteminin uygulandığı farklı konularda ve farklı ölçeklerde kent araştırmaları bulunmaktadır. Bu çalışmanın amacı; bulanık mantık ile yapılan kentsel alan çalışmalarından seçilen örneklerin incelenmesidir. Bu kapsamda, örnekler 2005-2018 yılları arasında Türkiye ve yurtdışında yapılan doktora ve yüksek lisans tezleri ile makale çalışmalarından seçilmiştir. Seçilen bu çalışmaların farklı konu başlıklarında olmasına dikkat edilmiştir. Seçilen üst ölçek çalışmalarda; bir kentsel bölgeye ilişkin sosyal donatı yeterliliğinin saptanması, kentsel çevre kalitesinin değerlendirilmesi ve yeşil alan durumuna ilişkin indeks oluşturulması gibi konular yer almaktadır. İncelenen alt ölçek çalışmalarında ise, kentsel alanda görsel niteliğinin değerlendirilmesi, yapı bazında mekansal formun incelenmesi, kentsel alanda ses memnuniyet düzeyinin ölçülmesi ile kent meydanlarının kamusal değerinin belirlenmesi, kentsel alanda

yürünebilirlik düzeyinin ölçülmesi ve kentsel dönüşüm uygulamalarında öncelikli riskli alanların tespiti konuları ele alınmıştır. İncelenen tüm çalışmalarda, temelde bulanık mantık yönteminin sağladığı ‘çok bileşenli esnek modelleme’ imkanı vurgulanarak, çalışmaların sonucuna katkısı değerlendirilmiştir. Aynı zamanda çalışmaların çoğunda, bulanık mantık yönteminin sonuçları farklı bilimsel yöntemler kullanılarak elde edilen sonuçlarla karşılaştırılarak avantaj ve dezavantajları ortaya konulmuştur. Bulanık mantığın farklı pek çok konudaki uygulanabilirliği, yöntemin gelişimine katkı sağlarken çalışmalarda daha hassas ve anlamlı sonuçlar ortaya koymasına imkan vermektedir.

## 1. Bulanık Mantık Yöntemi

Bulanık mantık yöntemi, ilk kurucusu Lotfi A. Zadeh tarafından geliştirilerek ilkeleri ortaya konulmuştur (Zadeh, 1965). Klasik mantığın kesin kümelerine ve önermelerine karşıt ortaya çıkan Bulanık Mantık yöntemi, belirsiz ve kesin olmayan bilgileri kullanarak tutarlı ve daha anlamlı bir karar verme süreci üretmektedir (Altaş, 1999). En temelde sözel ifadeleri sayısal bir dile dönüştüren yöntem, bulanık kümeler kullanılmaktadır (Keskenler & Keskenler, 2017). Bu kümeler, kesin ve belli değerler yerine yaklaşık değerleri kullanır ve bu değerler 0-1 arasındadır. Modellemesi zor, çok sayıda değişkeni olan, karmaşık sistemler için uygun bir yöntemdir (Elmas, 2007).

İlk uygulama, bir buhar makinasının kontrol sistemi için yapılmış, 1975’te yapılan bu uygulamadan sonra, 1987 yılında Hitachi firması tarafından Sendai metrosu için kullanarak %10 enerji tasarrufu sağlanmıştır (Keskenler & Keskenler, 2017). İlerleyen yıllarda farklı bir firmanın kullandığı yöntem için başlangıçta karşı çıkışlar olsa da zaman içinde teknolojik gelişmelere olumlu katkı sağladığının görülmesi, görüşlerin değişmesine sebep olmuştur. Klasik yöntemlerde, örneğin; bir durum için kümeler beyaz (0), siyah (1) şeklinde kabul edildiğinde gri alanlar göz ardı edilmektedir. Bulanık yöntemde ise beyazdan siyaha doğru her bir değerın sistemdeki sonucu değiştirdiğini görmek mümkün olmaktadır. Temelde bulanık mantığın ilkeleri şunlardır; (Elmas, 2007; Keskenler & Keskenler, 2017; Solak & Alaybeyoğlu, 2017; Zadeh, 1965)

-Bulanık mantıkta kesin değerler yerine, yaklaşık değerler kullanılır.

-Biraz, az, yüksek, alçak gibi sözel belirsiz ifadeleri kullanmak mümkündür.

-Çok karmaşık ve çok bileşenli modeller için kullanılabilir.

-Belirli bir mantığı bulunan tüm sistemler bulanık yöntemle entegre edilebilir.

-Bulanık mantık süreci, bulanıklaştırma, bulanık sonuç çıkarma ve durulaştırma etaplarından oluşmaktadır. Girdiler ve çıktıdan oluşan sistemde, bir kurallar (If-then rules) tabanı oluşturularak model kurgusu yapılmaktadır. Sistem, değer aralıkları belirsiz olan kümelerde avantaj sağladığından, çalışma modeli esnek bir yapıdadır. Bulanık kümelerle kurgulanan bir sistemde, teorik bir altyapı kullanılarak klasik yöntemle göre daha belirgin, daha hassas ölçüm yapılabilmekte, daha anlamlı sonuçlara ulaşılabilmektedir. Bu yapıyla avantaj oluşturan BM yöntemi, farklı disiplinlerde uygulama alanı bulmaktadır (Keskenler & Keskenler, 2017). Bu uygulama alanlarından biri de kent çalışmalarıdır.

## 2. Kentsel Alan Çalışmalarında Bulanık Mantık

Literatürde bulanık mantık yöntemi kullanılarak yapılan kentsel alanlarla ilgili çalışmalar, mühendislik alanına göre daha az sayıda olsa da zamanla giderek artmaktadır. Çalışmanın bu bölümünde, bulanık mantığın kent odaklı farklı konulardaki uygulama örnekleri sunulmaktadır. Bu çalışmaların niteliği ve sonuçları üzerinden bulanık mantık yönteminin çalışmalara katkıları değerlendirilmektedir.

İlk incelenen çalışma, bulanık mantık ile görsel bir değerlendirme yöntemi geliştirmektedir (Li & Will, 2005). Bulanık mantık yönteminin subjektif ve nitel veriyi kullanma kabiliyeti kullanılarak, görsel kaliteyle ilgili bir model geliştirilmiştir. Bir alana bakıldığında görülen görüntüdeki bileşenler incelenerek görsel bir değerlendirme yapan kullanıcının kullandığı değerlendirme kriterleri ele alınmıştır. Çalışmadaki modelde, yapıya yakınlık mesafesi, görünümdeki yapısal dokunun oranı, yeşil alan varlığı, görüntüdeki su ögesi oranı ile görsel konfor ölçülmüştür. Geliştirilen subjektif ve sözel veri içeren görsel değerlendirme sistemi geliştirilerek basit regresyon modeli ile karşılaştırılmış, sonuç olarak daha iyi bir tahmin modeli oluşturulduğu ifade edilmiştir.

CBS (Coğrafi Bilgi Sistemleri) ve bulanık mantık teorisinin bir arada kullanıldığı çalışmada amaç, kentsel çevre kalitesini değerlendirmektir (Pleho & Avdagic, 2008). İki temel kriter olarak *çevre kirliliği* ve *sosyal çevre* seçilmiştir. Çevre kirliliği değişkeni altında hava kirliliği, su kirliliği, atık ve gürültü ele alınırken, sosyal çevre başlığı altında kentsel nüfus ve yeşil alan büyüklüğü incelenmiştir. CBS tabanlı kullanılarak alt kriterlerden elde edilen verilerin sonucu bulanık mantık sisteminde iki girdinin verisi olarak kullanılmıştır. 5 kural üzerinden kentsel çevre kalitesi ölçülerek BM'nin çok kriterli verileri modellemede uygun bir yöntem olduğu vurgulanmıştır.

Kentteki sosyal donatı yeterliliğini ölçmeye yönelik yapılan bir çalışmada "*Bulanık Donatı Yeterliliği Karar Verme Modeli*" adı altında bir model kurgulanmıştır. Eğitim, kültür, sağlık, dini, sosyal, resmi donatı yeterlilikleri için Kocaeli'nde yer alan 9 mahalle incelenmiştir. 729 kuralla yapılan BM modelinin sonuçları, klasik yöntemin sonuçları ile karşılaştırılmıştır. Yöntemin kullanılmasının daha hassas ve anlamlı sonuçlar verdiği ifade edilmektedir (Mert & Yılmaz, 2009).

Diğer bir çalışma mimari tasarım süreci ile bulanık mantık yöntemini birleştirmiştir. Mekansal analiz tabanlı bulanık çıkarım sistemine dayalı bir model sunan çalışmanın sonucunda BM yönteminin mimari tasarım sürecine avantaj oluşturduğu vurgulanmaktadır (Arabacıoğlu, 2010). Oluşturulan model ile mekanın formu değerlendirildiğinde tasarımın güçlü ve güçsüz noktaları saptanarak, tasarımcıyı yönlendirebilmektedir. İncelenen çalışmanın ifade edilen diğer bir sonucu da, yöntemin model kurulurken esneklik sağladığı ile farklı mekansal ölçeklerdeki çalışmalara entegre olabileceğidir.

Bulanık mantıkla yapılan bir diğer çalışmada ise, mimari nitelikler belirlenerek kentsel bir ara yüz modellenmiştir (Alkan Bala & Üstünbaş, 2014). Kentsel bir alanın yatay ve dikey bileşenlerinin algı ve görünüme dayalı nitelikleri üzerinden geliştirilen modelde; kentsel donatılar, görsel kalite, eğitim, iklim etkisi, hiyerarşi, süreklilik, kapalılık, uzunluk/yükseklik oranı, yükseklik farkları, geçirgenlik düzeyi, tekrar, zemin kat arazi kullanımı, cephe kimliği, ölçek, mekandaki dinamiklik, doğal ve yapay çevre kullanılmıştır. Daha başarılı bir çevre tasarımı yapma amacını taşıyan çalışma, sonuç

bulgularını değerlendirerek bulanık mantık yöntemi kullanmanın olumlu yönlerini ortaya koymuştur.

Yapılan bir başka çalışmada, tarihi yapıların özgünlüğünün derecelendirilmesine yönelik bir bulanık mantık sistemi kurulmuştur (Ulukan, 2014). Oluşturulan modelde “özgün/özgün değil” seçenekleri dışında ara değerlerde kullanılarak kültür varlıklarının özgünlük değerlerini ölçen uzmanların sözel ifadelerinin sayısal bir girdiye dönüştüğü bir sistem kurgulanmıştır. Çalışma üç aşamada ilerlemiştir. İlk aşamada temel özgünlük değeri, malzeme, form ve yapı tekniğinin özgünlükleri üzerinden ele alınarak çalışmada üç aşamada toplam özgünlük değerine ulaşılmıştır. Çalışma sonucunda, BM kullanmanın sonuç değer oluşturmadaki güçlü yönleri değerlendirilmiştir.

Diğer bir çalışmada kamusal alan üzerine kurgulanmıştır. Yapılan çalışmada kamusal alanların kamusal alan kavramını değerlendirmek için bulanık mantık yöntemiyle bir modelleme yapılmıştır (Ekdi & Çıracı, 2015). Kamusal alan kavramı için belirlenen 3 değişken için- yönetim, erişim ve kullanıcı- bir model önerilerek İstanbul merkezinde yer alan 4 farklı ilçede yer alan meydan ve parkların kamusal alan değeri ölçülmüştür. Kamusal alanın çok boyutlu ve karmaşık yapısına dikkat çekilerek çalışma sonucunda, kurulan kamusal alan modelinin, farklı değişkenlerin dahil edilmesi veya çıkarılması ile çalışmanın geliştirilebileceği vurgulanmaktadır.

Yürünebilirlik üzerine yapılan bir başka çalışmada ise bulanık mantık yöntemiyle bir model geliştirilerek güvenlik, yönlendirme, süreklilik, estetik özellikler ve arazi kullanım nitelikleri üzerinden bütüncül bir yürünebilirlik ölçümü yapılmıştır (Nyagah, 2015).

2017 yılında yapılan bir doktora çalışmasında kentsel mekandaki kullanıcıların ses düzeyinden memnuniyeti ölçmeye yönelik bir BM modeli oluşturulmuştur (Çakır Aydın, 2017). Modelde ses metriklerinden gürlük, kabalık, keskinlik girdileri kullanılarak memnuniyet düzeyi çıktı olarak kullanılmış, 27 kuralla ölçüm gerçekleştirilmiştir.

Kentsel alanlar için güncel bir konu olan kentsel dönüşüm ile ilgili yapılan diğer bir çalışmada, riskli alanların belirlenmesine bulanık mantık yöntemi dahil edilmiştir (Solak & Alaybeyoğlu, 2017). Yapıların ortalama performans puanları, yerleşime uygunluk durumları, nüfus yoğunluğu verisi kullanılarak kural tabanına göre alanlar için risk öncelikleri belirlenmiştir. Kurulan karar verme sisteminde, girdi olarak yapı performans puanı 3 küme, yerleşime uygunluk durumu 4 küme, nüfus yoğunluğu 3 küme ile çıktı verisi olarak risk önceliği 5 küme şeklinde modellenmiştir. Kentsel dönüşüm çalışmalarında riskli alanların belirlenmesinde çok sayıda kriterin bulunması ve bu kriterlerin karmaşık bir yapı oluşturması nedeniyle bulanık mantık yönteminin bu süreci daha doğru oluşturabileceği ve bu sayede “Risk Veri Tabanı” için bir altyapı sağlayabileceği ifade edilmiştir.

Yapılı çevredeki yeşil alan durumunu inceleyen diğer bir çalışmada, belirlenen 5 kriter üzerinden ilerlemiştir. Kriterler; nüfus yoğunluğu, yapıların yüksekliği, vejetasyon değeri (NDVI), yeşil alanlara yakınlık mesafesi, polen üreten ağaçların kapladığı alandır. 3 farklı üyelik fonksiyonu (üçgen, yamuk, gaussian) ile modellenerek karşılaştırma yapılmıştır (Vargas, 2018). Model, Toronto’da Kentsel Yeşil Alan İndeksi (Urban Greenness Index) üretmek için kullanılmıştır. Karşılaştırmalı yapılan çalışma ile bulanık mantığın farklı değerlendirmeler bağlamında nasıl sonuç verdiği incelenmektedir.

Tüm örneklenen çalışmalar, konusu, yapıldığı yıl, girdileri, çıktıları, kural sayısı, bulguları ve sonuçları ile Tablo 1.de özetlenmiştir.

**Tablo 1.** Literatür özeti tablosu

Yazar/Yıl	Çalışma konusu	Bulanık Mantık Uygulaması			Çalışmanın Bulguları	Çalışmanın Sonuçları	
		BM Girdileri	Kural Sayısı	BM Çıktısı			
Li and Will (2005)	Kentsel alanın görsel niteliğini değerlendirme	*Yapıya yakınlık mesafesi *Görünümdeki yapısal dokunun -oranı *Yeşil alan varlığı *Görüntüdeki su/deniz ögesi oranı *Görüntüdeki gökyüzü oranı	129	Görsel konfor değeri	85 fotoğraf üzerinden görsel bir değerlendirme ölçümü yapılmıştır.	Lineer regresyon modeli ile sonuçlar karşılaştırılmış, BM'nin avantajları ifade edilmiştir.	
Pleho and Avdagic (2008)	Kentsel çevre kalitesini değerlendirme	*Çevre kirliliği - Hava kirliliği -Su kirliliği -Atık -Gürültü	*Sosyal çevre -Kentsel nüfus -Yeşil alan büyüklüğü	5	Kentsel çevre kalitesi	Saraybosna Canton bölgesi için kentsel çevre kalitesi değerlendirilmiştir	CBS ve BM kullanılarak kentsel çevre kalitesinin durumunun gösteren bir harita elde edilmiştir.
Mert and Yılmaz (2009)	Kentsel donatı alanlarının yeterliliğini ölçmek	*Eğitim *Kültür *Sağlık *Dini *Sosyal *Resmi donatı	729	Toplam Kentsel donatı	Kocaeli ilinde seçilen 9 mahallenin donatı yeterliliği ölçülmüştür	Donatı alanlarının yeterliliğine ait BM sonuçları, klasik yönetime ait sonuçlarla karşılaştırılarak daha gerçekçi ve anlamlı değerler elde edildiği ifade edilmiştir.	
Arabacioglu (2010)	Mekansal formun değerlendirilmesi	*Geçirgenlik *Yoğunluk *Mesafe	3	Mekansal formasyon	Seçilen 2 mekan değerlendirilmiştir	Depthmap analizi ile BM sonuçları karşılaştırılarak BM'nin daha başarılı sonuç verdiği görülmüştür.	
Alkan Bala and Üstünbaş (2014)	Kentsel bir arayüz oluşturmak	*Yatay bileşenler -kentsel donatılar -görsel kalite -eğim -iklim etkisi -hiyerarşi -süreklilik -kapalılık -uzunluk/yükseklik oranı	*Dikey bileşenler -yükseklik farkları -geçirgenlik düzeyi -tekrar -zemin kat arazi kullanımı -cephe kimliği -ölçek -mekandaki dinamiklik -doğal/ yapay çevre	38	Kentsel Arayüz	Kentsel arayüz için 3 aşamalı bir model oluşturulmuştur.	Yatay ve dikey bileşenlerin yer aldığı çok faktörlü bir BM modeli kurgulanmış, modele farklı değişkenlerin eklenmesi ile kolaylıkla geliştirilebileceği ifade edilmiştir.
Ulukan (2014)	Tarihi yapıların özgünlüğünü	1.aşama -Malzeme -Form -Yapım tekniği	-	1.aşama: *Temel Özgünlük Değeri	Modelde tarihi öneme sahip tekkelerden seçilen 7 örneğin	Çalışmada BM'nin kullanılmasının pek çok yönden daha	

Yazar/Yıl	Çalışma konusu	Bulanık Mantık Uygulaması			Çalışmanın Bulguları	Çalışmanın Sonuçları
		BM Girdileri	Kural Sayısı	BM Çıktısı		
	değerlendirilmek	-Yapının Temel Özgünlüğü -Kentsel Çevre Özgünlüğü -İşlev Özgünlüğü		2. aşama: *Yapının Özgünlüğü 3. aşama: *Yapının Tümel Özgünlüğü	özgünlüğü değerlendirilmiştir	avantajlı olduğu ifade edilmiştir.
		-Yapının özgünlüğü -Yapının Aurası				
Ekdi and Çıracı (2015)	Açık alanların kamusallık değerini belirlemek	*Yönetim *Erişim *Kullanıcı	27	Kamusallık	İstanbul'da 6 kent meydanına ilişkin kamusalılık değeri ölçülmüştür	Kamusallık modeli ile ölçüm yapılmış, BM'nin esnek modellemeye imkan sağlamasından dolayı farklı değişkenlerin dahil edilebileceği önerilmiştir.
Nyagah (2015)	Yürünebilirliği ölçmek	*Güvenlik *Yönlendirme *Süreklilik *Estetik özellikler *Arazi kullanım tipleri	64	Yürünebilirlik	11 komşuluk ünitesine ilişkin yürünebilirlik ölçülmüştür	BM ile yürüme mekanlarında kullanıcı algılarının ölçülmesi için oluşturulan modelle klasik yöntem entegre edilmiştir.
Çakır Aydın (2017)	Kentsel mekandaki kullanıcıların ses düzeyinden memnuniyetini ölçmek	*Gürlük *Kabalık *Keskinlik	27	Ses düzeyinde memnuniyet	Diyarbakır Sur içi bölgesinde ses memnuniyet düzeyi ölçülmüştür.	BM ile elde edilen tahmin sonuçlarıyla kullanıcıların ses memnuniyet sonuçları karşılaştırılmıştır.
Solak and Alaybeyoğlu (2017)	Riskli alanların belirlenmesi	*Yapıların ortalama performans puanı *Yerleşime uygunluk durumu *Nüfus yoğunluğu	36	Risk Önceliği	Risk önceliği belirlemeye ilişkin bir model oluşturulmuştur.	Model kurgulanarak bir yazılım haline geliştirilmiştir. Sosyal boyutunu içine alacak daha kompleks bir model geliştirilebileceğini önermektedir.
Vargas (2018)	Yapılı çevredeki yeşil alan durumunu incelemek	*Nüfus yoğunluğu *Yapı yükseklikleri *Vejetasyon değeri (NDVI) *Yeşil alanlara yakınlık mesafesi *Polen üreten ağaçların kapladığı alan büyüklüğü	-	Kentsel Yeşil Alan İndeksi	Sayısal veri kullanılarak Toronto için bir "Kentsel Yeşil Alan İndeksi" hesaplanmıştır	Bir indeks geliştirmek için bütünleşmiş bir Bulanık-AHP yaklaşımının yararlılığını değerlendirilmiştir.

## SONUÇ

Literatürdeki bulanık mantık yönteminin kullanıldığı kentsel alanlara ilişkin akademik çalışmalar incelenerek bu araştırma için farklı konu başlıklarından 11 çalışma seçilmiştir. Türkiye ve yurtdışında yapılan doktora ve yüksek lisans tezleri ile makalelerden seçilen örnekler kronolojik (2005-2018 yılları) olarak incelenmiştir. Değerlendirme sonucunda, bulanık mantık konusunun kentsel alanlardaki uygulamalarında konular bağlamında çeşitlilik gösterdiği görülmektedir. İncelenen çalışmaların sonucunda, bulanık mantık yöntemi kullanmanın yararları tartışılmıştır. Aynı zamanda bulanık mantık yöntemi diğer yöntemlerle- klasik mantık yöntemleri, Depthmap gibi-birlikte kullanılarak sonuçlar karşılaştırılmış, yöntemin daha hassas, daha doğru ve daha somut sonuçlar verdiği ifade edilmiştir.

İncelenen çalışmaların çoğunda, bulanık mantık ile model kurarken sağladığı temel yarar; *esnek modelleme* olarak tanımlanmaktadır. Çalışmalarda oluşturulan modellerde yer alan girdi ve çıktılarının çok bileşenli olmasına rağmen, BM'nin sunduğu imkan ile modellerin basitçe kurgulanabildiği görülmüştür. BM yöntemi kullanıldığında model karmaşık olsa da kolaylıkla ekleme ve çıkartma yapılabilmektedir. Yöntemin sağladığı esnek küme oluşturma özelliği, kuramsal bilgilerin sayısal veriye dönüştürülerek uygulama yapılmasına olanak sağlamaktadır. Örneğin; kamusallığın incelendiği çalışmadaki gibi kamusallık değerini oluşturan kavramların modellenmesi bu konudaki teorilerden yola çıkılarak yapılmıştır (Ekdi & Çıracı, 2015).

Örneklenen çalışmalar farklı kentsel konuları incelese de bu çalışmaların her biri bulanık mantık tabanlı model önerisi sunmaktadır. Model çalıştırıldığında, sistem karar verme sürecinde belirsiz, karmaşık ve çok kriterli veriler kullansa da, yöntem sonuç veriyi kolaylıkla oluşturarak problemleri çözmektedir. İncelenen çalışmalarda birden fazla değişkenin ve buna bağlı alt değişkenlerin olması ve bu değişkenler ile oluşturulan modellerin kullanılması, bu sonucu doğrulamaktadır.

Bulanık mantığın genel yapısı, kentsel alanların karmaşık yapısıyla örtüşmektedir. Kentin çok farklı ölçekteki problemi düşünüldüğünde, çok sayıda değişken ortaya çıkmaktadır. Kentle ilgili bu birbirine bağlı farklı sayıdaki değişkeni bulanık mantık tabanlı bir sistem ile modellemek çalışmanın yapılabilirliğini ve başarısını arttırmaktadır. Sistemde belirlenen bileşenlerin bulanık kümelerle veriye dönüştürülmesi, çalışmalarda daha hassas sonuçlar elde edilmesine imkan sağlamaktadır.

İncelenen çalışmalarda dikkat çeken diğer bir noktada, bulanık mantık yönteminin uygulama aşamasında farklı yöntemlerle bütünleşebilmesidir. Kentsel alanlarla ilgili yapılan çalışmalarda kullanılan Coğrafi bilgi sistemleri gibi veri işleyen uygulamalar ile istatistiksel analiz tekniklerinin bulanık mantık yöntemiyle bütünleştirilmesi ile farklı çalışma sonuçları ortaya konulabilmektedir.

Örneklerin sonuçları değerlendirildiğinde, bulanık mantık yönteminin kullanılmasının mekansal çalışmalarda daha anlamlı sonuçlar elde edilmesini sağladığı görülmektedir. Bu değerlendirme, gelecekte yapılacak kentsel alan çalışmaları için referans niteliği taşımaktadır. Literatürde bölgesel ölçekten tasarım ölçeğine kadar çok farklı ölçeklerde yapılan kentsel alan çalışmaları bulunmasına karşın, bulanık mantık yöntemiyle yapılan araştırmaların artmasıyla birlikte, oluşturulan modellerin daha da geliştirileceği öngörülmektedir.

## KAYNAKÇA



Alkan Bala, H., & Üstünbaş, T. (2014). Modelling the Urban Interface by Using Fuzzy Logic. *Journal of Building Construction and Planning Research*, Vol.02(No.01), 59-73. doi:10.4236/jbcpr.2014.21006

Altaş, İ. H. (1999). Bulanık Mantık: Bulanıklılık Kavramı. *Enerji, Elektrik, Elektromekanik-3e*, 62, 80-85.

Arabacioglu, B. C. (2010). Using fuzzy inference system for architectural space analysis. *Applied Soft Computing*, 10(3), 926-937. doi:10.1016/j.asoc.2009.10.0

Çakır Aydın, D. (2017). *İşitsel Peyzajda Ses Çevresi Memnuniyet Düzeyinin Bulanık Mantık ile Tahmin Edilmesi: Diyarbakır Suriçi Uygulaması*. (Doktora), İstanbul Teknik Üniversitesi Mimarlık Anabilim Dalı Yapı Bilimleri Programı, İstanbul.

Ekdi, F. P., & Çıracı, H. (2015). Really public? Evaluating the publicness of public spaces in Istanbul by means of fuzzy logic modelling. *Journal of urban design*, 20(5), 658-676.

Elmas, Ç. (2007). *Yapay zeka uygulamaları:(yapay sinir ağı, bulanık mantık, genetik algoritma): Seçkin Yayıncılık*.

Keskenler, M. F., & Keskenler, E. F. (2017). Bulanık Mantığın Tarihi Gelişimi. *Takvim-i Vekayi*, 5(1), 1-10.

Li, S.-P., & Will, B. F. (2005). A fuzzy logic system for visual evaluation. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 32(2), 293-304.

Mert, Z. G., & Yılmaz, S. (2009). Kocaeli Mahalleleri Donatı Yeterliliğinin Bulanık Mantık Yaklaşımı ile Değerlendirilmesi. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, XXII(3), 167-183.

Nyagah, P. (2015). *A Multi-Procedural Approach to Evaluating Walkability and Pedestrian Safety*. (PhD Thesis), Department of Civil and Environmental Engineering and Construction, University of Nevada, Las Vegas

Pleho, J., & Avdagic, Z. (2008). *Fuzzy model in urban planning*. Paper presented at the FS'08 Proceedings of the 9th WSEAS International Conference on Fuzzy Systems, World Scientific and Engineering Academy and Society (WSEAS), Stevens Point, Sofia, Bulgaria.

Solak, H. İ., & Alaybeyoğlu, A. (2017). Kentsel dönüşümde riskli alan önceliklerinin belirlenmesi için bulanık mantık tabanlı sistem tasarımı. *Selçuk Üniversitesi Mühendislik, Bilim Ve Teknoloji Dergisi*, 5(4), 402-413. doi:10.15317/Scitech.2017.100

Ulukan, M. (2014). *Mimari Korumada Otantiklik Üzerine Yöntem Araştırması Ve İstanbul Tekkelerinde Uygulama Örnekleri*. (Doktora), İstanbul Teknik Üniversitesi Mimarlık Anabilim Dalı Restorasyon Programı, İstanbul.

Vargas, M. E. R. (2018). *Fuzzy Analytical Hierarchy Process Approach for Multicriteria Decision-Making with an Application to developing an 'Urban Greenness Index'*. (Master Thesis), University of Toronto, Toronto.

Zadeh, L. A. (1965). Fuzzy sets. *Information and control*, 8(3), 338-353.