




## Fen Eğitiminde Bulanık Mantık Uygulamaları Neden Kullanılmalıdır?\*

Münevver SANCA<sup>1</sup>, Hüseyin ARTUN<sup>2</sup>, Murat OKUR<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, sancamunever@gmail.com, ORCID ID:0000-0002-8460-1967

<sup>2</sup>Doç. Dr., Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, huseyinartun@gmail.com, ORCID ID:0000-0002-8496-918X

<sup>3</sup>(Sorumlu yazar) Doç. Dr., Sivas Cumhuriyet Üniversitesi,okurmurat55@hotmail.com, ORCID ID:0000-0003-2502-2276

### Makale Bilgisi

### ÖZET

**Geliş Tarihi:**  
03.01.2022

**Kabul Tarihi:**  
08.04.2022

© UEAD 2022  
Tüm hakları saklıdır.

1956' da McCarthy tarafından ortaya atılan yapay zekâ kavramının; öğrenme, tahminlerde bulunma, karmaşık problemleri çözüme gibi özellikleriyle eğitime doğrudan katkı sağladığı söylenebilir (Arslan, 2020). Gündelik yaşantımızda cevabını bilmediğimiz veya cevaplarından emin olamadığımız problemlerle karşılaşırız. Bu durum gerçek dünyanın bulanık, belirsiz ve kesinlikten uzak olmasından kaynaklandığını söylemek mümkündür (Özkan, 2018). Yapay zekânın alt dallarından biri bulanık mantık [BM] bu problemlerin çözümlenmesini sağlar (Özdemir, 2016). BM ile hayatımızdaki belirsiz durumlar sembolize edilip makinelere aktarıldığı için karar verme, değerlendirme ve problem çözme süreçlerinde yaşanan belirsizlikler BM ile ortadan kaldırılabilir (Güner & Çomak, 2014). Klasik küme kuramında bir eleman bir kümenin ya elemanıdır ya da değildir. Klasik kümelerde bir kümeye ait olan elemanlar bir, ait olmayanlar ise sıfır değerindedirler ve üyelik kesin sınırlarla belirlenmiştir (Özdemir, 2009). BM ise bulanık küme teorisine dayanır ve [0,1] aralığındaki sayısız değeri ifade etmektedir. BM, insan mantığına daha yakın olduğu için birçok disiplin tarafından kullanılmaktadır (Özkan, 2018). BM, hızlı-yavaş, başarılı-başarısız gibi değişkenlerden oluşan kesin dünyayı; az hızlı-çok hızlı, az başarılı-çok başarılı gibi daha esnek niteleyicilere indirger (Elmas, 2018). Bu yüzden BM ile yapılan değerlendirmeler daha esnek ve objektiftir (Öcal, 2015). Bu çalışmada BM kavramına açıklık getirildikten sonra BM'nin eğitim alanındaki uygulamaları hakkında bilgi verilmiş ve BM'nin fen eğitiminde kullanımına değinilmiştir. Araştırmacıların çoğunlukla performans-beceri değerlendirme, karar verme, öğrenme stillerinin ve zekâ türlerinin belirlenmesi, seçim yapma, başarı tespiti gibi alanlarda BM'ye ağırlık vermelerine karşın, fen eğitiminde yapılan çalışmaların sınırlı sayıda olduğu görülmüştür. Son olarak BM ile ilgili öneriler, fen öğretim programı ve 2023 Eğitim Vizyon belgesi ışığında ortaya çıkarılarak önerilerde bulunulmuştur.

**Anahtar Sözcükler:** Bulanık mantık, fen eğitimi, yapay zekâ.

## Why Should Fuzzy Logic Applications Be Used in Science Education?

### Article Information

### ABSTRACT

**Received:**  
03 January 2022

**Accepted:**  
08 April 2022

© UEAD 2022  
All rights reserved.

Artificial intelligence concept introduced by McCarthy in 1956; It can be said that it directly contributes to the field of education with its features such as learning, making predictions, and solving complex problems (Arslan, 2020). In our daily life, we encounter problems that we do not know the answers of or are unsure of the answers. It is possible to say that this is due to the fact that the real world is blurry, uncertain and uncertain (Özkan, 2018). Fuzzy logic [FL], one of the sub-branches of artificial intelligence, enables the solution of these problems (Özdemir, 2016). Since uncertain situations in our lives are symbolized and transferred to machines with the FL, uncertainties in decision making, evaluation and problem solving processes can be eliminated with the FL (Güner & Çomak, 2014). In classical set theory, an element is either an element of a set or not. In classical clusters, the elements belonging to a cluster are one, and those that do not belong to zero, and membership is determined with strict boundaries (Özdemir, 2009). BM is based on the fuzzy set theory and expresses numerous values in the range [0,1]. The FL is used by many disciplines because it is more prone to human logic (Özkan, 2018). BM, the definite world consisting of fast-slow, successful-unsuccessful variables; it reduces to more flexible qualifiers such as less fast-very fast,

\*Bu çalışmanın özeti 10-11 Nisan 2021 tarihinde Azerbaycan Hazar Üniversitesinde düzenlenen Second International Hazar Scientific Researches kongresinde bildiri olarak sunulmuştur.

less successful-very successful (Elmas, 2018). Therefore, evaluations made with the FL are more flexible and objective (Öcal, 2015). In this study, after clarifying the concept of FL, information was given about the applications of the FL in the field of education and the use of the FL in science education was mentioned. Although researchers mostly focus on the FL in areas such as performance-skill assessment, decision making, determination of learning styles and intelligence types, making choices, determining success, it has been observed that there are a limited number of studies in science education. Finally, recommendations about the FL were made in the light of the science education program and the 2023 Education Vision document.

**Keywords:** Fuzzy logic, science education, artificial intelligence

DOI: 10.329607/uead.1052946

**Makale Türü (Article Type):** Derleme Makalesi

**Kaynakça Gösterimi:** Sanca, M., Artun, H. & Okur, M. (2022). Fen eğitiminde bulanık mantık uygulamaları neden kullanılmamıştır? *Ulusal Eğitim Akademisi Dergisi (UEAD)*, 6(1), 130-144.

**Citation Information:** Sanca, M., Artun, H., & Okur, M. (2022). Why should fuzzy logic applications be used in science education? *National Journal of Education Academy*, 6(1), 130-144.

## 1. GİRİŞ

Türk Dil Kurumu[TDK]' na (2021) göre: “*İnsanın düşünme, akıl yürütme, objektif gerçekleri algılama, yargılama ve sonuç çıkarma yeteneklerinin tamamı*” zekâ olarak ifade edilmiştir. Yapay zekâ [YZ] kavramı ise zekânın çeşitli yazılımlarla makineler tarafından taklit edilmesi olarak karşımıza çıkmaktadır (Elmas, 2018). İnsanlığın varoluşundan beri problemlere çözüm üretebilme, alet kullanabilme, taklit etme ve dil öğrenimi gibi insan zekâsına ait olan özelliklerin bilgisayarlara aktarılmasıyla akıllı makinelere geçişin başladığı söylenebilir (Kış, 2019). İlk defa 1956 yılında Dortmund Konferansı'nda John McCarthy ve ekibi tarafından sunulan bir mektupta, YZ kavramı ifade edilmekle beraber YZ' nin tanımı McCarthy tarafından: “*Öğrenme ve zekânın tüm özellikleri en ince detaylar ile tanımlanırsa, bilgisayarlar bunları simüle edebilir ve insan gibi düşünebilir*” şeklinde yapılmıştır (Alpaydın, 2013).

İnsanoğlu yıllardır insan aklını, düşünme tarzını ve zekâsını merak etmiş, merak etmekle kalmayıp bu akıl ve zekâ varlıklarını taklit etmeye çalışmıştır. Son zamanlarda ise işlemcilerin, veri tabanlarının kapasitesinin çoğalması ve elimizde her zamankinden daha çok verinin bulunmasından ötürü YZ çalışmalarının popüler hale geldiği söylenebilir (URL-1, 2021). Çözülmesi istenen problemin durumuna göre tercih edilen YZ teknolojileri: uzman sistemler, zeki etmenler, genetik algoritmalar, yapay sinir ağları, makine öğrenmesi, doğal dil işleme, eğitsel veri madenciliği, derin öğrenme ve bulanık mantık [BM] şeklinde sıralanabilir (Öztemel, 2012; İşler & Kılıç, 2021). Bu durumda BM yaklaşımının YZ teknolojilerinin bir alt çalışma alanı olduğu sonucuna varılabilir. Genel manada YZ teknolojileri canlıları fiziksel ya da zihinsel olarak taklit ederek canlıların hayatını kolaylaştırmaya odaklandığı söylenebilir. Bu bakımdan BM yaklaşımı da insanın çok değerli, kesin sınırları olmayan düşünce tarzına uygun olan yapısıyla dikkat çektiği ifade edilebilir. Bir başka deyişle makineler, BM sayesinde insanlara ait birtakım verilerin işlenmesi, tecrübelerinden ve kestirimlerinden faydalanarak çalışma özelliği kazanır da denilebilir (Elmas, 2018).

### 1.1 Bulanık Mantık ve Bulanık Küme Kavramı

Günlük hayatımızda problemlerimizi değerlendirdiğimizde, kesinlik göstermeyen durumlardan ibaret olduğunu ve bu durumun gerçek dünyanın bulanık, belirsiz, doğrusal olmama yani kesinlikten uzak olmasından kaynaklandığını söylemek mümkündür. Yaşadığımız çevrenin bizden beklentilerinin sürekli değiştiği düşünülürse, hayatımızdaki her durumu bir kuralla ifade etmemizin enerji ve zaman kaybına sebep olacağı apaçık ortadadır. Hayatımızdaki problemlerin, belirsizliklerin ve çıkmazların matematiksel

fonksiyonlara dönüştürülerek modellenmesi ve makinelere aktarılması sonucunda hesaplama dayanan bir yaklaşım olan BM kavramı ortaya çıkmıştır (Keskenler & Keskenler, 2017; Kiraz, 2017). BM' nin temelinde sözel (dilsel) ifadeler ve bu ifadeler arasındaki mantıksal ilişkiler bulunmaktadır (Özdemir, 2009).

Lotfi Asker Zadeh (Lütfi Aliasker Zade), BM'nin işleyişini anlatan bulanık küme teorisini 1965 yılında yayımladığı bir makalesinde tanıtmaya çalışarak bulanık sistemlerin incelenmesi hız kazanmıştır (Pek, 2019). Zadeh (1988), gerçek dünyada insanlığı ilgilendiren her şeyin net (kesin) kalıplara uyum sağlamasına gerek olmadığını ortaya atmıştır. Gerçek yaşamda keskin çizgilerin olmadığını ifade eden Zadeh, her şeyin var-yok, evet-hayır, doğru-yanlış gibi net kümelerle hapsedilemeyeceğini savunmuştur. Zadeh'e göre dünyadaki durumlara belirli bir üyelik dereceleri verilirse, insanlar her şeyden belirli oranlarda varlık ya da belirli oranlarda yokluk olacağını kontrol edilebilir. Aynı zamanda bu durumun insan yaşamına daha uyumlu olduğu da ifade edilmiştir (Pek, 2019).

BM, klasik mantıktaki gibi (0,1) olmak üzere iki değerli değil [0,1] aralığında çok seviyeli işlemleri ifade etmektedir (Elmas, 2018). Klasik küme kuramının temelinde ait olma vardır ve bir eleman o kümenin ya elemanıdır ya da elemanı değildir (Kiraz, 2017). Kümeye ait olan elemanlar bir, ait olmayanlar ise sıfır değerini alırlar. Üyelik kesin sınırlarla birbirinden ayrıldığı için kısmi üyelikten söz edilemez (Özdemir, 2009). Bulanık bir küme olan A kümesi, U evreninde tanımlanan ve [0,1] aralığında değer alabilen " $\mu_A(x)$ " üyelik fonksiyonu ile ifade edilebilen küme olarak tanımlanır ve A kümesi:

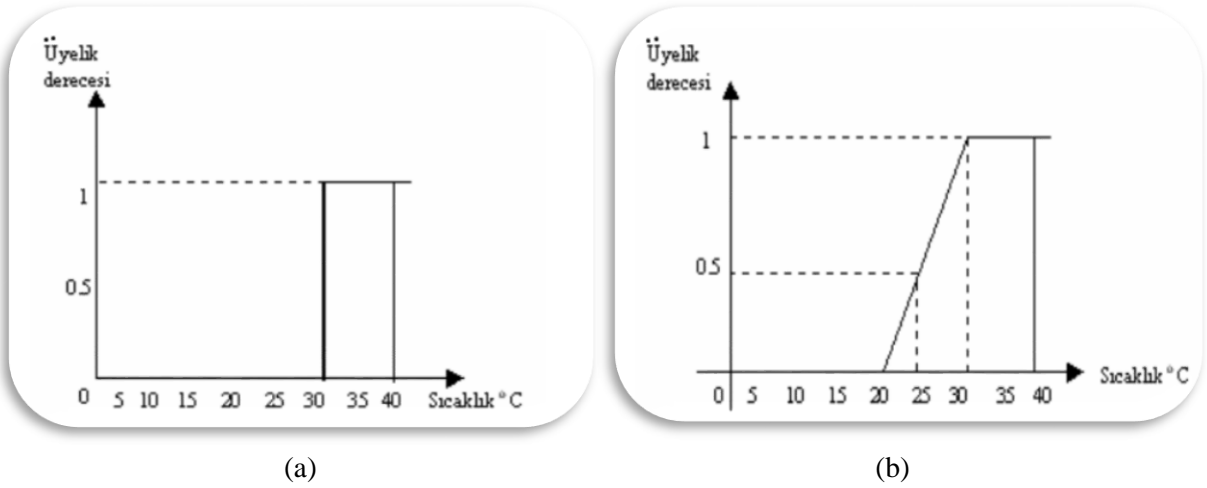
$$A = \{ (x, \mu_A(x)) / x \in U \}$$

$$\mu_A: X \rightarrow [0, 1] \text{ şeklinde ifade edilir (Alcı & Karatepe, 2002).} \quad (1)$$

Bulanık olarak tanımlanan problemlerin daha kolay bir biçimde çözüme kavuşturulması üyelik fonksiyonlarıyla sağlanır (Ölmez, 2010). A bulanık kümesinin üyelik fonksiyonunun aldığı değerlere "üyelik derecesi" denir ve  $\mu_A(x)$ , x'in bu evrene ne derecede ait olduğunun ölçüsüdür (Alcı & Karatepe, 2002; Demirçelik, 2010). A bulanık kümesi ile ilgili üyelik dereceleri aşağıda verilmiştir (İfade 2).

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 1, & x \in A \\ (0,1), & x \text{ kısmen } A \text{ kümesinin elemanıdır} \\ 0, & x \notin A \end{cases} \quad (2)$$

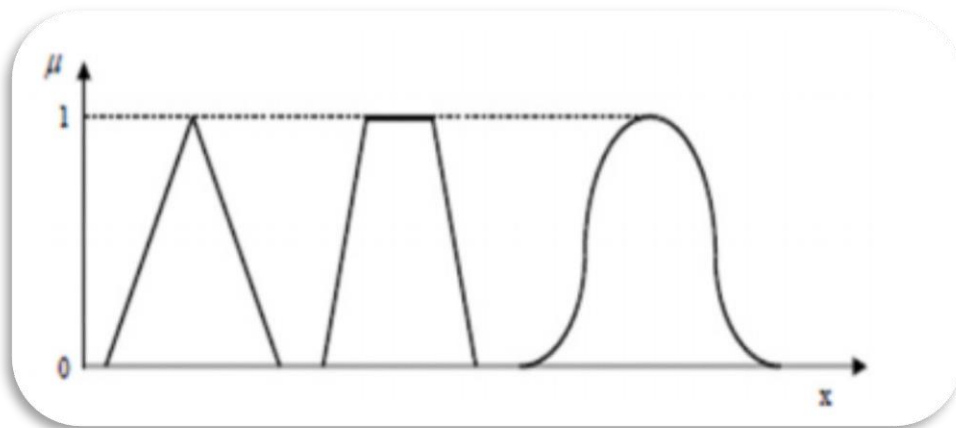
Sıcaklık değişkeni bakımından bazı sıcaklık değerinin kesin ve bulanık küme gösterimleri aşağıda verilmiştir. Grafikler incelendiğinde 30°C hava sıcaklığı, kesin küme teorisine göre üyelik derecesi "1" olan yani kesin sıcak hava olarak adlandırılırken 25°C ise üyelik derecesi "0" olan soğuk hava olarak adlandırılır (Korucu, 2007). Bulanık küme teorisine göre ise, 21°C hava sıcaklığı "az sıcak" ve 25°C hava sıcaklığı ise "biraz sıcak" olarak adlandırılır (Elmas, 2018). Şekil 1' de sıcaklık değişkeni için kesin küme (a) ve bulanık küme (b) örneği verilmiştir (Korucu, 2007).



Şekil 1. Sıcaklık değişkeni için kesin küme (a) ve bulanık küme (b) örneği

BM, soğuk-sıcak, hızlı-yavaş, başarılı-başarısız, yüksek-alçak, doğru-yanlış gibi ikili değişkenlerden meydana gelen kesin dünyayı; az soğuk, az sıcak, az hızlı, çok hızlı, az başarılı, çok başarılı, az yüksek, çok yüksek, az doğru, çok doğru gibi daha esnek niteleyicilerle gerçek dünyaya indirger (Ertuğrul, 1996). Bu durum, gerçek hayatın kesintisizliğini, bir başka deyişle bulanıklığını ifade etmektedir (Işıklı, 2007). İçinde belirli sayıda elma olan bir sepet düşünürsek bu sepetteki elmalar elma sepeti kümesinin elemanı sayılacaktır. Bu sepetten bir elma alıp bu elmanın yarısını yediğimizde, bu elma hala elma sepetinin elemanı mıdır? Elmaların, elma sepeti kümesine ait olmasıyla olmaması arasında nasıl bir sınır vardır? Tam da bu noktada bir kümeye ait olma ya da olmama durumunu açıklamada kısmi üyelik dereceleri bize yardımcı olacaktır (Baykal & Beyan, 2004; Karataş, 2018).

BM temelli bir sistemin tasarlanması için ilk aşama, ilgili sistem verilerinin bulanıklaştırılmasıdır. Bulanıklaştırma aşamasında, elde edilen veriler üyelik fonksiyonları kullanılarak bulanık biçime getirilir. Bu aşamada girdi verileri “0” ve “1” kapalı aralığında bir değere dönüştürülür (Öcal, 2016). Bulanık kümeler, bulanık üyelik fonksiyonlarıyla ifade edilir ve bu fonksiyonlardan bazıları; üçgen, yamuk, çan eğrisi, L tipi, tekil, sigmodial olarak ifade edilebilir (Elmas, 2018; Özkan, 2018). Şekil 2’ de üçgen, yamuk ve çan eğrisi üyelik fonksiyonları gösterilmiştir.



Şekil 2. Üçgen, yamuk ve çan eğrisi üyelik fonksiyonları (Elmas, 2018).

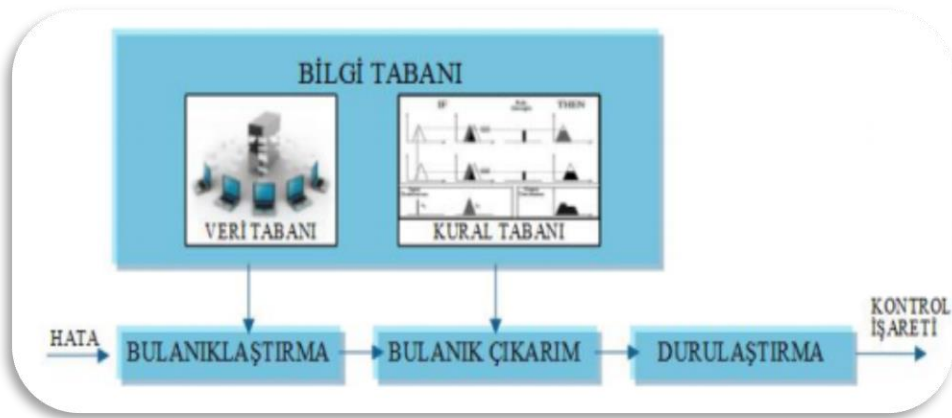
Bulanık girdi verileri, kural tabanı dikkat alınarak çıkarım mekanizmasından geçirilir ve bulanık durumdaki çıktı verileri oluşturulur. Mamdani, Takagi-Sugeno, Max-Dot, Min-Max ve Tsukamoto Bulanık Çıkarım sistemi bulunmaktadır (Aslangiray, 2011). BM sistemlerinde çıkış verilerini elde etmek için kural tabanlarının oluşturulması gerekmektedir. Çünkü kural tabanı, BM sistemlerini oluşturur ve doğru çıktılara ulaşılmasını sağlar (Bıyan, 2018). Kurallar, giriş ve çıkış değerleri arasındaki mantıksal kısmı ifade eder ve bu kuralların tanımlanmasında *EĞER(if)-O ZAMAN(then)* yapısı kullanılır (Ergene, 2019).

Örnek bir kural tabanı:

(Bıyan, 2018): “*if sıcaklık çok düşük and nem çok düşük then hava kuru*” (3)

(Sıcaklık çok düşük ve nem düşük ise hava kurudur.)

Durulaştırma aşamasında ise bulanık durumdaki verilerin sayısallaştırılması ve kesin değerlere dönüştürülmesi sağlanır (Öztemel, 2012; Güner & Çomak, 2014; Öcal, 2015; Öcal, 2016; Ergene, 2019; Balbal, 2020). Maksimum üyelik, ağırlık merkezi, ağırlık ortalaması, ortalama en büyük üyelik (Mean-Max) yöntemi olarak ifade edilebilir (Elmas, 2018). BM denetleyici yapısı Şekil 3’ te verilmiştir.



Şekil 3. Bulanık mantık denetleyici yapısı (Kiraz, 2017).

Bulanık mantık yaklaşımının bazı genel özellikleri aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- 1- Kesin sebeplere bağlı düşünceleri ifade eden değerler yerine yaklaşık değerleri ifade eden düşünceleri içeren ifadeler kullanılır.
- 2- Bir bilginin ifade edilmesinde dilsel değişkenler (sıcak, az sıcak, çok sıcak vb.) kullanılır.
- 3- Bulanık küme elemanlarının üyelik dereceleri [0-1] aralığında yer alır.
- 4- Bir problem durumunun çözümlenmesinde matematiksel modelleme zor ve karmaşık ise BM kullanılır (Baykal & Beyan, 2004; Ölmez, 2010; Zadeh, 1965).

Bulanık mantığın avantajları; geliştirilmesinin, anlaşılmasının ve uygulamasının kolay olması, uygulama maliyetlerini azaltabilmesi, kararlı ve esnek bir yapıya sahip olması, belirsiz durumları ele alarak kolayca uygulanması, güçlü çıkarım araçlarını barındırmasıyla beraber az sayıda kuralla çalışıyor olması şeklinde sıralanabilir (Ölmez, 2010). Bulanık mantığın dezavantajları; oluşturulan üyelik işlevlerine ait değişkenlerin belirlenmesi aşamasında deneme yanılma yöntemi uygulanması ve dolayısıyla zaman

kaybına sebep olabileceği, bulanık sistemlerde kullanılan üyelik işlevlerinin başka sistemlere aktarılamadığı ve bulanık sistemlerin öğrenme yeteneklerinin olmaması şeklinde ifade edilebilir (Ayçın, 2011; Çebi, 2011).

## **1.2. Bulanık Mantık Yaklaşımının Eğitim Alanındaki Çalışmaları**

Öğrencilerin bulunduğu eğitim kademesi fark etmeksizin akademik başarıyı belirlemede, bilişsel yeterlilikleri temel alan yazılı yoklama, çoktan seçmeli testler ve sözlü sınavlar kullanılmasının yanında duyuşsal özelliklerin belirlenmesinde bazı ölçekler tercih edilmektedir (Güler, 2011). Bazı ölçüt ve ağırlıkları dikkate almamış olan bu yöntemler, ölçme ve değerlendirmede öznelliğe ve dolayısıyla da hatalı veya eksik sonuçlara ulaşılmasına sebep olabilmektedir (Bahadır, 2017). Ayrıca ortak kriterlere göre yapılan hassas değerlendirmeler daha öznel olduğu için değerlendirmedeki eşitsizlikleri ortadan kaldıracaktır. Çünkü değerlendirme ölçütleri ne kadar detaylı ve hassas olursa, değerlendirmelerin sonucu da o kadar isabetli ve objektif olacaktır (Küçük & Arı, 2013). Bu süreçte yapılan net ayrımlar, öğrenciler hakkında bir yargıya varmak istediğimizde, çoğu zaman eşitsizliklere neden olabilmektedir (URL-2, 2020). Performans değerlendirmesinde çoklu kriterlerin tercih edilmesi, öğrencilerin yeteneklerinin derinlemesine incelenmesini sağladığı için, BM uygulamaları, değerlendirme sırasında sıkça kullanılan “pekiyi”, “iyi”, “zayıf” vb. gibi sözel ifadelerin bilgisayarlarca kesin değerlere dönüştürülmesine olanak tanımaktadır (Bakanay, 2009).

Bulanık mantık ile ilgili çalışmalar incelendiğinde; zeki öğrenme sistemleri, eğitsel oyunlar, performans değerlendirme, alana/mesleğe yönlendirme, öğrenme stilleriyle zekâ türlerinin belirlenmesi, başarı değerlendirme, başarı/yetenek/tutum değişkenlerinin tespiti, seçim ve karar destek sistemleri şeklinde çalışmalara yer verildiği söylenebilir (Özdemir vd., 2019; Özdemir & Kalıncara, 2020). Buradan son yıllarda bulanık mantık yaklaşımının eğitim bilimlerinde kullanılmasına yönelik çalışmaların yapıldığı fakat bu çalışmaların sınırlı sayıda olduğu söylenebilir (Bahadır, 2017; Öcal, 2015; Özdemir vd., 2019). Örnek bir çalışmada, Gökbulut (2003), Fuzzy sayılarının eğitim sisteminde kullanımıyla ilgili yaptığı çalışmada, Fuzzy eğitimsel derecelendirme sistemiyle geleneksel sistemi karşılaştırmış ve Fuzzy eğitimsel derecelendirme sistemini eğitimcilerin kullanması sonucu daha adil olabileceklerini ifade etmiştir. BM teknolojisi, eğitimde performans değerlendirmede de kullanılmaktadır. Bu alanda yapılan çalışmalara bakıldığında, öğretim elemanlarının (Ertuğrul, 2006; Kuşçu, 2007), öğretmenlerin (Arslan, 2019), öğrencilerin (Bakanay, 2009; Çebi, 2011; Öcal, 2015; Uysal, 2015) performansının değerlendirilmesinde kullanılmıştır. Çalışmaların sonuçları genel anlamda değerlendirildiğinde ise belirtisiz mantık yöntemiyle hesaplanan başarı puanlarının, geleneksel yöntemle hesaplanan başarı puanlarından daha yüksek ve aynı zamanda diğer klasik değerlendirme yöntemlerine göre daha objektif olmasından dolayı gerçeğe daha yakın sonuçlar ortaya koyduğu (Öcal, 2015), daha hassas ve doğru (Çebi, 2011), esnek (Ertuğrul, 2006), adaletli ve objektif (Bakanay, 2009) olduğu sonuçlarına ulaşılmıştır. Arslan (2019) ise öğretmen performanslarını bulanık mantık yöntemiyle değerlendirilmiş, bulanık ve klasik yöntemle elde edilen puanlar arasındaki ilişkinin pozitif ve yüksek olduğu sonucuna ulaşmıştır.

BM teknolojisi öğrenme stillerinin ve zekâ türlerinin belirlenmesinde de kullanılmıştır. Bu alanda yapılan çalışmalara bakıldığında, Özdemir (2009) tez çalışmasında, bulanık mantık ile belirlenmiş öğrenme stillerine göre tasarlanan öğrenme ortamlarının, öğrencilerin başarılarına etkisini incelemiş ve deney grubu lehine son test puanları arasında anlamlı bir fark çıktığını belirtmiştir. Benzer şekilde Balbal (2016) tarafından yapılan tez çalışmasında, Honey & Mumford ve Mccarthy öğrenme stillerinin BM ile çıkarsama



sistemi geliştirilmiş ve başarıya etkisi incelenmiştir. Namlı (2016) tarafından yapılan tez çalışmasında, BM kullanılarak öğrencilerin zeka türlerinin belirlenmesi amaçlanmış ve grupların ön testleri arasından belirgin bir fark olmadığını buna karşın son testleri arasından belirgin bir farklılığın ortaya çıktığı belirtilmiştir. Ergene (2019) tarafından yapılan tez çalışmasında ise BM tabanlı Gregorc öğrenme stili modeli geliştirilmiş olup araştırma sonucunda BM temelli yaklaşım kullanmanın klasik yöntem ve tekniklere göre daha doğru sonuçlar verdiği ifade edilerek bu durumun, öğrencilerin başarılarını arttıracacağı savunulmuştur.

BM teknolojisi zeki öğretim sistemlerinin tasarımında da kullanılmaktadır. Özek (2010) tarafından yapılan tez çalışmasından Tip-2 BM temelli ve Web tabanlı akıllı bir yazılım geliştirilmiştir. Bu yazılım sayesinde öğrencilerin kendi öğrenme hızlarına göre ilerleyebildikleri ve yazılımın klasik yöntemlere göre öğrenmede daha etkili olduğu savunulmuştur. Ordukaya (2011) tez çalışması kapsamında öğretmen adaylarının performansları, güçlü yönleri ve zayıf yönlerini raporlayan, onlara dönütler sağlayabilen zeki öğretim sistem tasarımı yapmış ve bu sistemin tasarımında BM ve grup karar destek sistemi kullanılmıştır. Sonuç olarak ise bu sistemin öğretmen adaylarının performans değerlendirmelerinde olumlu ve etkili sonuçlar doğurduğu belirtilmiştir. Benzer biçimde Karacı (2013) ise Türkçenin öğretilmesinde kullanılabilir 2 farklı zeki öğretim sistemi önerisinde bulunmuş ve bu sistemlerin değerlendirme aşamasında Bulanık Mantık Karar Sistemi de kullanıldığı ve sistemlerin öğrenmeleri kişiselleştirdiği, kalıcı ve hızlı hale getirdiği savunulmuştur. Alptekin (2011) ise tez çalışmasında görme engelliler için zeki öğretim sistemi tasarlamış ve bu bireylerin herhangi bir ek araca ihtiyaç duymadan bu sistemden yararlanmalarını amaçlayan bu sistem fare ile kontrol edilip ses ile yönlendirilebilir bir ara yüze sahiptir. Ayrıca sistemde her aşamada yapılan testlerle öğrenmelerin kontrolünü sağlamaktadır ve öğrencilerin öğrenme stilleri sistem tarafından belirlendiği ifade edilmiştir.

BM teknolojisi bireylerin bir alana veya mesleğe yöneltilmesine de ışık tutacak çalışmaları içermektedir. Akkaş (2018) tarafından yapılan tez çalışmasında lise öğrencilerinin üniversite tercih kriterlerinde farklılaşma durumunun ortaya çıkarılması amacıyla Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi (BAHP) kullanılmıştır. Çalışma sonucunda ise öğrencilerin üniversite hakkındaki bilgilerinin v algılarının her yıl değiştiği ve bu kararsızlık ortamına BM teknolojisinin çözüm getirebileceği savunulmuştur. Bir diğer çalışmada ise Uzun (2008), BM teknolojisinin çoklu ölçüt içeren durumlarda karar verme amaçlı kullanımını ortaya koymak için ortaöğretim öğrencilerinin alana yöneltilmesine yönelik bir model oluşturmuştur. Bu modelde kullanılan yazılımın, öğrencileri aynı anda birden fazla alanda değerlendirme imkânı tanıması açısından önem arz ettiği ifade edilmiştir. Arı (2009) da mesleki yönlendirmede BM yaklaşımını önermiş ve tez çalışmasında, bulanık mantık tabanlı mesleki yönlendirmede kullanılabilir yazılım önermiştir. Çalışmanın sonucunda ise bulanık mantık tabanlı mesleki yönlendirmenin, diğer geleneksel yöntemlere göre daha doğru ve hassas sonuçlar doğurduğu vurgulanmıştır. BM teknolojisi ek olarak Demirçelik (2010) tarafından yapılan tez çalışmasında bulanık sınav değerlendirme sistemi önerisi Chen ve Lee' nin bulanık değerlendirme metodu sunulmuş ve her seviyedeki öğrencinin sınav sorularını cevaplayarak kendi öğrenme hızlarını kendilerinin ayarlayabileceği model önerilmiştir. Ölmez (2010) tarafından yapılan tez çalışmasında ise uzaktan eğitim sistemlerindeki soruların BM ile değerlendirilmesi amacıyla akıllı bir sınav analiz yazılımı tasarlanmıştır. Geliştirilen bu yazılımın mevcut sistemlerden daha hızlı ve hatasız olduğu savunulmuştur.

Öğrencilerin bireysel özelliklerinin bulanık mantık ile belirlenmesi modelini öneren Kazu & Özdemir (2009), hızla gelişmekte olan yapay zekâ teknolojilerinin birçok amaçla çeşitli alanlarda kullanılabilirliğine dikkat çekmiş ve eğitim bilimlerinde özellikle değerlendirme aşamasında BM

teknolojisinin kullanılması gerektiğini ifade etmiştir. Arslan (2020)' a göre yapay zekâ eğitime iki şekilde katkı sağlayabilir. Bunlardan birincisi eğitim yönetimi aşamasında öğrencilere ve öğretmenlere bilginin sunumu ve yönetimi; ikincisi ise öğrenme ve öğretme süreçlerinde doğrudan yer alarak öğretici rol almasıdır.

### **1.3. Problem Durumu**

Teknolojinin gelişmesiyle birlikte hayatımızın her alanında köklü değişiklikler yaşamaktayız. Gelişen teknolojilerden her alanda faydalandığımız gibi eğitim alanında da faydalanmamız su götürmez bir gerçektir. Bu teknolojilerden biri de yapay zekânın önemli uygulama alanlarından birisi olan bulanık mantıktır. Bulanık mantık insanın doğasına ve düşünüş biçimine daha yakın olan esnek ve hassas yapısından dolayı günlük hayatımızdaki belirsizlik yaşadığımız durumlarda karar vermemize yardımcı olan bir alan olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu özelliğinden dolayı eğitim bilimlerinde de sıkça rağbet gören bir alan olmasına karşın fen bilimleri eğitimi alanında yapılan çalışmaların kısıtlı olduğu söylenebilir (Özdemir ve Kalınkara, 2020). Başarı ve performans değerlendirme, zeka türü ve öğrenme türlerinin tespit edilmesi, zeki öğretim sistemlerinin tasarlanması, mesleğe veya alana yönlendirme vb. durumlarda gerçeğe daha yakın ve isabetli kararlar verebilme konusunda bizlere bulanık mantık teknolojisinin yardımcı olacağı yapılan çalışmalarca belirtilmiştir (Özdemir vd., 2019). Fen bilimleri dersi öğretim programının amaçları ve 2023 Eğitim Vizyon Belgesi' nin çeşitli alanlardaki hedefleri incelendiğinde her öğrencinin biricikliğinin gözetilerek bireysel farklılıklarının olabildiğince ön plana çıkartılması, öğrencilerin bütünsel gelişimlerinin desteklenmesi ve hiçbir bireyin bir başka bireyle aynı olamayacağı açıkça beyan edilmiştir. Bilimsel ve teknolojik gelişmeler topluma karışacak olan bireylerle ilgili beklentileri de değiştirmektedir. Bu bakımdan her bireyin olabildiğince objektif biçimde ölçülmesi, değerlendirilmesi ve bireylere çeşitli seçimlerinde (mesleki, alan vb.) rehberlik edilmesinin önemi büyüktür.

Bu çalışmada, fen bilimleri eğitiminde kullanım açısından kolay, öğrenen kesime ait verileri ortak bir paydada toplayabilen, değişkenlerin sözel halleriyle ifade edilebilen, esnek, sayısal ölçütleri barındırabilen bir yapıya sahip olan bulanık mantık yaklaşımını ele alan çalışmalar irdelenmiştir. Bir yapay zekâ uygulama alanı olan bulanık mantığın eğitimde hangi amaçlarla ve nasıl kullanıldığı, hangi aşamalarda tercih edildiği ile ilgili holistik bir fikir oluşturulması amaçlanmıştır. Tüm dünyada çeşitli sektörlerde rağbet gören bulanık mantık yaklaşımının eğitimde de kullanımıyla ilgili olarak "Fen Öğretiminde Bulanık Mantık Yaklaşımı Hangi Amaçlarla, Nasıl ve Neden Kullanılmalıdır?" sorusuna çeşitli yanıtlar bu çalışmada gün yüzüne çıkarılmaya çalışılmıştır.

### **1.4. Araştırmanın Amacı**

Bu çalışmanın amaçları:

- 1- YZ ve YZ' nin en bilinen alt dallarından birisi olan BM kavramı ile ilgili mevcut yazılı kaynaklar taranarak, konuyla ilgili bilimsel çalışmalar sistematik bir biçimde incelemek,
- 2- Fen eğitiminde sınırlı sayıda olan BM çalışmalarına destek olmak,
- 3- BM'nin esnek ve objektif yapısının fen eğitiminde kullanımının önemini ortaya çıkarılması,
- 4- Alan yazında BM ile ilgili yapılan çalışmalar ışığında, bu gelişmiş teknolojinin fen eğitiminde kullanımlarına yönelik ileride yapılacak çalışmalar için önerilerde bulunmak ve farkındalık oluşturmak şeklinde sıralanabilir.

### **1.5. Araştırma Problemi**



Fen öğretiminde bulanık mantık yaklaşımı hangi amaçlarla, nasıl ve neden kullanılmalıdır?

### 1.5.1. Araştırmanın alt problemleri

Alt Problem 1: Bulanık mantık yaklaşımı fen bilimleri dersi öğretim programında yer alan hangi amaçlara ulaşmada kullanılabilir?

Alt Problem 2: Bulanık mantık yaklaşımını fen öğretiminde kullanılabilir bir yaklaşım yapan nedenler nelerdir?

Alt Problem 3: Bulanık mantık yaklaşımının doğası ile fen öğretiminin amaçları ne derecede örtüşmektedir?

Alt Problem 4: Fen bilimleri öğretiminde öğrencilere kazandırılmak istenen beceriler bakımından bulanık mantık yaklaşımının yardımları neler olabilir?

## 2. YÖNTEM

Bu çalışma, BM kavramıyla ilgili fırsatları, özellikle fen eğitimi özelinde, alan yazın taraması yaparak incelemeyi hedeflemektedir. Bu bağlamda, yapılan bilimsel çalışmalar ışığında BM kavramının fen eğitiminde kullanılabilirliği ile ilgili görüşlerin ortaya çıkarılması ve önerilerin oluşturulmasını içeren alan yazın tarama çalışmasıdır.

### 2.1. Araştırma Grubu

Bu çalışmada 2004 ve 2021 yılları arasında yapılmış olan hakemli dergi makaleleri, kongre bildirimleri, yayımlanmamış yüksek lisans ve doktora tezleri ile dijital kitaplar kullanılarak gerçekleştirilme sürecinde toplamda 55 adet basılı ve dijital kaynağa ulaşılmıştır.

### 2.2. Veri Toplama Araçları ve Verilerin Analizi

Çalışma kapsamında özellikle güncel kaynaklar dikkate alınmak şartıyla genelde yayın yılı sınırlamasına gidilmemiştir. Ulusal ve uluslararası tez veri tabanlarında “*yapay zekâ*”, “*bulanık mantık uygulamaları*”, “*eğitimde yapay zekâ*”, “*fen eğitimi*”, “*science education in AI*”, “*artificial intelligence applications in education*” ve “*artificial intelligence*” gibi anahtar kelimelere göre, ulaşılan bilimsel çalışmaların başlık ve özet bölümlerinde tarama yaparak ilgili çalışmalara ulaşılmıştır. Ulaşılan çalışmalar tam metin olarak indirilerek bu çalışmaya dâhil edilmiştir. Detaylı incelemeler ve karşılaştırmalar sonucunda elde edilen veriler detaylandırılıp karşılaştırmalı olarak yorumlanmıştır. Bu çalışmada, günümüzde artık her alanda sıklıkla rastladığımız bir teknoloji olan yapay zekânın tanımı, tarihsel gelişimi, bazı uygulama alanları ve örnekleri, bulanık mantık teknolojisi alan yazın ışığında ortaya çıkarılmıştır. Yapay zekânın alt dallarından birisi olan bulanık mantık, fen eğitimiyle ilişkilendirilerek verilmiştir.

## 3. BULGULAR

Yapılan taramalar sonucunda eğitimde BM yaklaşımının yıllara göre kronolojik sırası dikkate alındığında bu alana ilginin arttığı çıkarımı yapılabilir. Ayrıca araştırmacıların BM yaklaşımını temel alan model önerilerinde buldukları ve bu modellerde performans değerlendirme, akademik başarının tahmin veya tespit edilmesi, öğrencilerin öğrenme stillerinin belirlenmesi, meslek veya alan seçimlerinde yönlendirme ve başarıyı etkileyen etmenlerin belirlenmesi konusunda başarıya ulaşıldığı ifade edilmiştir. Yapılan çalışmalarda bulanık mantık yaklaşımının insanın düşünüş mantığına daha yakın olması, sözel ifadeleri sayısallaştırabilmesi ve

bundan dolayı da gerçeğe daha yakın ve esnek kararlar alınmasını sağlaması BM yaklaşımının dikkat çekici bir alan olmasını sağlamıştır. BM yaklaşımının doğası ile ilgili olarak insanın düşünme yapısının neredeyse tamamının bulanık (puslu) olduğu yani kesin olmadığı ifade edilmiştir (Elmas, 2018). BM yaklaşımı belirsiz, karmaşık ve çok ölçütlü durumlarda karar verme sürecini kolaylaştırması bakımından ümit vermektedir. Öğrenme stillerinin ve zekâ türlerinin gerçeğe daha yakın olan ve objektif bir biçimde ortaya çıkarılmasında, sınav analizlerinde ve uzaktan eğitimde öğrenci performanslarının tespitinde de BM yaklaşımının kullanılabileceğini ifade edilmiştir. Özellikle belirsizlik içeren durumlarda BM yaklaşımından faydalanılması ve birden çok kriteri de içeren değerlendirmeler yapabilmesi bulanık mantığın avantajları arasında sayılmıştır (Bahadır, 2017). Çalışmaların belirgin ortak sonuçları arasında ise eğitimin çeşitli alanlarının bulanık mantık yaklaşımı bakımından beslenmesinin daha faydalı sonuçlar doğuracağı ifade edilebilir.

Önceki bölümlerde de değinildiği gibi BM yaklaşımı puslu ve net olmama özelliğinden dolayı eğitim sistemimizdeki çeşitli problemlere yanıt verebilmektedir. Fen öğretiminin amaçları dikkate alındığında BM yaklaşımının hem kullanım amaçları hem de doğasının örtüştüğü sonucuna ulaşılmıştır. Yapılan çalışmalar incelendiğinde öğrencilerin performanslarının gerçeğe daha yakın ve esnek biçimde değerlendirildiği ifade edilmiştir. Buradaki amacın sonuç odaklı bir anlayıştan ziyade süreç odaklı bir yaklaşımın benimsenmesi olabilir. Bulanık mantığın puslu olan doğası dikkate alındığında öğrencilerin başarı oranını ifade ederken aynı zamanda ne derecede başarısız olduklarının da ifade edildiği görülmektedir. Aynı şekilde öğrenme stillerinin klasik testlere göre daha esnek biçimde modellendiği çalışmalar da bulunmaktadır. Burada da yine bireysel farklılıkları daha iyi biçimde gözetileceğine umutla bakılmaktadır. Aynı zamanda öğrencilerin meslek veya alan seçimlerinde onların daha başarılı olabilecekleri alanlara yönlendirilmesi konusunda bulanık mantık yaklaşımı işe koşulabilmektedir. Öğrenen kesimin bazı özelliklerinin ölçülmesi ve ölçme sonuçlarının esnek bir biçimde ifade edilmesini ve dolayısıyla öğrencilerde kazandırılmak istenen becerilerde başarıya ulaşılması için en doğru yöntem karar verilmesini sağlayacağını göstermektedir. Yapılan çalışmalarda öğrencilerin bireysel özelliklerinin nesnel biçimde ortaya çıkarılabileceğine dair birtakım önerilerin olduğu görülmektedir. Buradan hareketle öğrencilerin eğitim-öğretim sürecinin başında, ortasında ve sonunda yapılacak olan analizler sonucunda hangi öğrencinin ne tür becerilere daha yatkın olacağını da isabetlice ortaya çıkarılacağı ve bu sayede daha isabetli yönlendirmelerin yapılabileceği söylenebilir.

#### **4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER**

Bu çalışmada, fen eğitimi başta olmak üzere eğitim bilimlerinde kullanılan YZ teknolojileri ve bu teknolojilerden biri olan BM uygulamalarını alan yazın ışığında tanıtılmış ve eğitim bilimlerinde kullanımı sunulmuştur. BM'nin fen eğitimi içerisindeki yeri ve umut verici uygulamaları ve son gelişmeleri açıklanmaya çalışılmıştır. Alan yazın incelendiğinde fen eğitiminde bulanık mantık çalışmalarına sınırlı sayıda yer verildiği tespit edilmiştir. Ulaşılan bu sonuç Bahadır (2017), Balbal (2019), Çöpgeven & Fırat (2020) ve Özdemir vd. (2019) tarafından yapılan çalışmaların sonuçlarıyla örtüşmektedir.

Önceki bölümlerde de bahsedildiği üzere BM; değerlendirmelerde bireyler hakkında bir karara varılması konusunda esnek, isabetli, doğru ve objektif sonuçlara ulaşılmasını sağlamaktadır. Aynı zamanda BM eğitimde kullanıldığında, öğrenenlerin bireysel farklılıklarının ortaya çıkarılarak kişisel öğrenme stillerine ve zekâ türlerine göre öğretimin sağlanmasını ve bu öğretimlerin denetlenmesini sağlayabilmektedir (Arslan-Namlı, 2016; Özdemir, 2009; Uysal, 2015). Eğitim ve öğretim programlarında çerçevesi çizilen tüm çalışmaların okulöncesi, ilköğretim ve ortaöğretim seviyelerinde birbirlerinin tamamlayıcısı olacak bir biçimde yürütülmesi esası, fen bilimleri dersi öğretim programında açıkça beyan edilmiştir (MEB, 2018). Bu bağlamda;

- Okul öncesi eğitimini bitiren bireylerin, bireysel gelişimlerinin dikkate alınması ve bedensel, zihinsel ve duyuşsal anlamda gelişimlerinin desteklenmesi,
- İlkokul eğitimini bitiren bireylerin, gelişim düzeyi dikkate alınarak kendi bireyselliğine uygun bir biçimde her türlü becerilerin kazandırılması,
- Ortaöğretimden mezun olacak öğrencilerin, ilkokulda ve ortaokulda kazandıkları yetkinliklerini geliştirme çabaları suretiyle kendi ilgi ve yetenekleri doğrultusunda yönlendirilmeleri hususları açıkça beyan edilmiştir (MEB, 2018).

Verilen maddelerde öğretim programının uygulayıcılarından beklenenler ile önceki bölümlerde yer alan, BM' nin eğitimdeki kullanımıyla ilgili yapılan çalışmalar değerlendirildiğinde, BM yaklaşımının fen eğitiminde kullanılabilir bir yaklaşım olduğu söylenebilir. Benzer şekilde BM yaklaşımının, eğitimde öğrencilerin performans değerlendirmelerinde, öğrenme stilleriyle zekâ türlerinin belirlenmesinde, bir alana ya da mesleğe yöneltmesinde kullanıldığı alan yazında açıkça belirtilmiştir (Akkaş, 2018; Alptekin, 2011; Arı, 2009; Bakanay, 2009; Çebi, 2011; Ergene, 2019; Karacı, 2013; Namlı, 2016; Öcal, 2015; Uysal, 2015). Öğretim programının ilgili maddelerinin en iyi şekilde yerine getirilmesi için, BM yaklaşımı kullanılabilirliği yorumu yapılabilir.

Fen bilimleri dersi güncel öğretim programında öğrencilerin sahip olmaları gereken beceriler doğrultusunda yetkinliklerini Türkiye Yeterlilikler Çerçevesinde (TYÇ) açıklamıştır (MEB, 2018). Sekiz temel yetkinlik arasında yer alan “*öğrenmeyi öğrenme*” yetkinliğine göre öğrenciler, kendi öğrenmelerini verimli hale getirebilecek zaman ve bilgi yönetimini de kapsayacak bir biçimde bireysel olarak düzenleyebilmesi olarak belirtilmiştir. Aynı şekilde bu yetkinlikler birisi de “*dijital yetkinlik*” olarak ifade edilmiş olup bilgiye erişim ve bilgilerin değerlendirilmesi konusundaki yetkinliğe vurgu yapılmıştır. Söz konusu bu yetkinlikler bakımından da BM' nin kullanımı, yapılan çalışmalarca ortaya koyulmakla beraber bireyselliği ön plana çıkaran sistemlerin de tasarlanmasında bulanık mantık temelli yaklaşımlar tercih edilebilir (Balbal, 2016; Ergene, 2019). Öğrencilerin kendi öğrenmelerini esas alan ve bireyselliklerini ön plana çıkarmayı hedefleyen zeki öğretim sistemleri olarak da alan yazında belirtilen sistemlerin eğitimde kullanımıyla ilgili çalışmalar bulunmaktadır (Alptekin, 2011; Karacı, 2013; Ordukaya, 2011). Bu çalışmalar değerlendirildiğinde fen eğitiminde de zeki öğretim sistemlerinin tasarımı aşamasında BM yaklaşımından faydalanılması gerektiği söylenebilir.

Fen bilimleri dersi öğretim programında açıkça beyan edilen bir nokta da ölçme ve değerlendirme yaklaşımıdır. Ve bu yaklaşıma göre, “*Hiçbir insan, bir başkasının aynısı değildir*” prensibine dikkat çekilmiştir. Bundan dolayı öğretim programının ve de ölçme değerlendirme çalışmalarının “herkese uygun, herkes için geçerli olan, standartlaştırılmış” olmasının kabul edilemeyeceği ifade edilmiştir. Bu sebepten dolayı ölçme değerlendirme çalışmalarında azami çeşitlilik, esneklik ve bireysel farklılıklar gerçeğine

dikkat edilmesinin altı çizilmiştir. Bu konudaki yaratıcılığın ise öğretmenlerden beklendiği de programın dikkat çeken yanlarından (MEB, 2018). Tüm bunlar ve BM yaklaşımı düşünüldüğünde, BM'nin fen eğitiminde uygulanabilir olduğuna ve öğretim programının beklentilerine hizmet edeceği söylenebilir. Yapılan çalışmalarda öğrencilerin öğrenme stillerinin ve zekâ türlerinin belirlenmesinde BM tabanlı yaklaşımların, öğrencilerin bireysel özelliklerini ön plana çıkarabilecek seviyede esnek, gerçeğe yakın, objektif ve hassas sonuçlar verir (Balbal, 2016; Ergene, 2019; Küçük & Arı, 2013; Namlı, 2016; Özdemir, 2009).

Fen bilimleri dersi öğretim programında yer alan bir başka noktaya göre, öğretim programlarının, öğrencilerin çok yönlü gelişimini destekleyen, bireysel farklılıklara ilişkin hassasiyetlerin göz önünde bulunduran, bireylerin hem kendi aralarında hem de kendi içindeki farklılıklarını dikkate alan bir yapıda olması gerektiği ifade edilmiştir (MEB, 2018). Tam da bu noktada bulanık mantık yaklaşımının güçlü, kararlı, gerçek hayatı yansıtan ve kişisel öğrenmelere önem veren avantajları karşımıza çıkmaktadır (Ölmez, 2010; Elmas, 2018).

Fen bilimleri öğretim programının uygulandığı eğitim kurumlarında açıkça yazılmış olan alana özgü becerilerden biri yaşam becerileri olarak verilmiş ve “karar verme, yaratıcı düşünebilme, girişimcilik” becerileri, yaşam becerileri olarak ifade edilmiştir (MEB, 2018). Bahsi geçen bu becerilerin kazandırılmasında, öğretim programının bir numaralı uygulayıcıları olan öğretmenlerin, BM ile bu becerilerin kazandırılabilirdiğini unutmamaları gerektiği söylenebilir. Bahadır' a (2017) göre değerlendirme yapıp ardından bir yargıya varma konusunda BM yaklaşımı, öğrencilerin duyuşsal özelliklerinin de işe koşulmasına olanak tanıdığı için, öğretmenlerin daha nitelikli karar vermesini sağlayabilir. Karar verme konusunda BM' nin kullanımının, esnek ve gerçeğe daha yakın sonuçlar elde edilebileceği yapılan çalışmalarca ortaya koyulmuştur. BM yaklaşımıyla çoklu ölçütlere dayalı olarak yapılan değerlendirmelerin daha esnek, tutarlı ve gerçekçi bir biçimde sınıflama ya da sıralama uygulamasına olanak tanıdığı savunulmuştur (Akkaş, 2018; Öcal, 2015; Özdemir & Kalıncara, 2020).

Ülkemiz Eğitim 2023 vizyonunda yer alan ölçme ve değerlendirme hedeflerine incelendiğinde; akademik başarının ölçülmesinde etkili olan değerlendirmelerin çeşitlendirileceği, ölçme ve değerlendirmenin süreçle sonuç odaklı bütünleşik bir anlayışla ortaya koyulacağı, erken çocukluk döneminden başlamak suretiyle üst öğrenim kademelerine öğrencilerin tüm gelişim alanlarının değerlendirilmesi gibi öğrencilerin bireysel farklılıklarının gün yüzüne çıkarılmasına yönelik çalışmalara ye verilmesi gerektiğine vurgu yapıldığı söylenebilir (MEB, 2018). Eğitim 2023 vizyonu ile hedeflenen noktada bizlerin yardımına BM yaklaşımının yetişeceği çıkarımı yapılabilir. Eğitim 2023 vizyonunun “*Temel Eğitim*” bölümüyle ilgili ise, müfredatın çocukların ilgi, yetenek ve mizaçlarına göre şekillendirilmesi, öğrencilerin bütüncül gelişiminin desteklenmesi çalışmalarında da yine bulanık mantığın kullanılabilir olduğu çıkarımı yapılabilir.

Eğitimde ölçme değerlendirmeye ve bireyselleşme adımlarına, gerek öğretim programlarında gerekse de ülkemiz uzun vadeli eğitim hedeflerinde sıkça yer verilmektedir. Eğitimde nicel verilere göre değerlendirmelerin yapılması, sözel olarak ifade edilen bazı durumların matematiksel olarak ifade edilmesi bakımından engel teşkil etmektedir. BM sayesinde gerçek dünya problemlerinin yanı sıra kesin olmayan yani insan diline daha yatkın olan bir anlayış işe koşulur (Ordukaya, 2011; Öcal, 2015; Özdemir & Kalıncara, 2020).

Alan yazın araştırmaları, eğitimde birçok konuda YZ teknolojilerinden biri olan BM uygulamalarına başvurulduğu görülmektedir. Fakat bu uygulamaların özellikle de fen eğitimi alanında sınırlı sayıda yer aldığı yapılan çalışmalarla ortaya koyulmuştur. Değerlendirme süreçlerinde daha esnek, objektif, doğru sonuçlar vermesi; finansal ve zaman yönünden daha tasarruflu olması; öğrencilerin bireysel özelliklerini ön plana çıkarması sebeplerinden dolayı BM yaklaşımı fen eğitiminde kullanılmalıdır. Gerçek dünyanın kesin kümelerine birçok alanda hapsolan bütün öğrencilerin daha esnek değerlendirmelere tabii tutularak öğrencilerin biricikliğinin gözetilmesi konusu, fen bilimleri dersi ğretim programında ve uzun vadeli eğitim hedeflerinde belirtilmiştir. Bu noktalara BM yaklaşımıyla dikkat edilebilir.

Gerek ğretim programları gerekse de ülkemiz eğitim 2023 vizyonu değerlendirildiğinde BM yaklaşımının kullanılması gerektiği, bu çalışmanın nerileri arasındadır. Ülkemizin uzun vadeli eğitim hedeflerine ulaşması ve ğretim programlarının verimli bir biçimde uygulanabilmesi için fen eğitimde kullanımı yaygınlaştırılmalıdır. BM uygulamalarının gerçekleştirilmesinde kuralların oluşturulması önem arz etmektedir ve bu konuda uzmanlardan çeşitli görüşler alınmalıdır. Bu noktada mühendislik bilimleri ve eğitim bilimleri ortak çalışmalar yürütmelidirler.

#### **Yazar Katkı Beyanı:**

- 1. Münevver SANCA:** Veri toplama ve işleme, analiz ve yorum, kaynak taraması, makalenin yazımı.
- 2. Hüseyin ARTUN:** Veri toplama ve işleme, analiz ve yorum, kaynak taraması, makalenin yazımı.
- 3. Murat OKUR:** Veri toplama ve işleme, analiz ve yorum, kaynak taraması, makalenin yazımı.

#### **5. KAYNAKÇA**

- Akkaş, E. (2018). *Farklı sınıf düzeyindeki lise öğrencileri arasında bulanık AHP yöntemi uygulanarak niversite seçim kriterlerinin karşılaştırmalı analizi* [Yüksek Lisans Tezi]. Marmara Üniversitesi.
- Alcı, M. & Karatepe, E. (2002). Bulanık Mantık ve Matlab Uygulamaları. [https://egefuzzylogic.weebly.com/uploads/4/9/1/9/49194479/fuzzy\\_matlab\\_uygulamaları.pdf](https://egefuzzylogic.weebly.com/uploads/4/9/1/9/49194479/fuzzy_matlab_uygulamaları.pdf)
- Alpaydın, E. (2013). *Yapay ğrenme*(4. baskı). Boğaziçi Üniversitesi.
- Alptekin, O. (2011). *Görme engelliler için zeki bir ğretim sistemi tasarımı* [Yüksek Lisans Tezi]. Beykent Üniversitesi.
- Arı, E. (2009). *Bulanık mantık tabanlı mesleki yönlendirme* [Yüksek Lisans Tezi]. Sakarya Üniversitesi.
- Arslan, K. (2020). Eğitimde yapay zekâ ve uygulamaları. *Batı Anadolu Eğitim Bilimleri Dergisi*, 11(1), 71-88. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/baebd/issue/55426/690058>
- Arslan, M. (2019). *ğretmen performanslarının bulanık mantık yöntemi ile değerlendirilmesi* [Yüksek Lisans Tezi]. VAN Yüzüncü Yıl Üniversitesi.
- Aslangiray, A. (2011). *İstatistiksel süreç kontrolünde bulanık mantık yaklaşımı ve bir uygulama* [Yüksek Lisans Tezi]. Akdeniz Üniversitesi.
- Ayın, E. (2011). *Kural tabanlı bulanık modelleme ve fiyat tahminlime sürecinde bir uygulama* [Yüksek Lisans Tezi]. Dokuz Eylül Üniversitesi.
- Bahadır, E. (2017). Bulanık mantık yaklaşımının eğitim çalışmalarında kullanılmasının alan yazın ışığında değerlendirilmesi. *Uluslararası Sosyal ve Eğitim Bilimleri Dergisi*, 4(7), 28-42. <https://doi.org/10.20860/ijoses.294783>
- Bakanay, D. (2009). *Mikro ğretimde performansın bulanık mantık yöntemiyle değerlendirilmesi*[Yüksek Lisans Tezi]. Marmara Üniversitesi.

- Balbal, Filiz. K. (2016). *Honey & Mumford Ve Mccarthy Öğrenme Stili Modellerinin Bulanık Mantık Tabanlı Gerçekleştirimi Ve Performans Analizi* [Yüksek Lisans Tezi]. Manisa Celal Bayar Üniversitesi.
- Balbal, Filiz. K. (2020). *Programlamaya Yönelik Mobil Oyun Geliştirilmesi Ve Bulanık Mantık Tabanlı Android Uygulama İle Tutumun İncelenmesi* [Doktora Tezi]. Manisa Celal Bayar Üniversitesi.
- Baykal, N., & Beyan, T., (2004). *Bulanık mantık uzman sistemler ve denetleyiciler*(1. baskı). Bıçaklar.
- Bıyan, M. (2018). *Sosyal bilimlerde kullanılan tip-1 ve tip-2 bulanık mantığın likert ölçeğe uyarlanarak web tabanlı çalışan yeni bir sistem gerçekleştirilmesi* [Doktora Tezi]. Cumhuriyet Üniversitesi.
- Çebi, A.(2011). *Bulanık çok kriterli karar verme yöntemleri ile öğrenci performanslarının değerlendirilmesi* [[Yüksek Lisans Tezi]. Karadeniz Teknik Üniversitesi.
- Çöpgeven, N. S., & Fırat, M. (2019). Uzaktan eğitimde algoritmalar: 2007-2019 sistematik alanyazın taraması. *Açıköğretim Uygulamaları ve Araştırmaları Dergisi*, 5(4), 65-91. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/1179329>
- Demirçelik, Ç. (2010). *Bulanık Sınav Sistemleri* [Yüksek Lisans Tezi]. GOP Üniversitesi.
- Elmas, Ç. (2018). *Yapay zekâ uygulamaları: yapay sinir ağı, bulanık mantık, genetik algoritma*(4. Baskı).Seçkin.
- Ergene, V. Ç. (2019). *Bulanık mantık tabanlı Gregorc öğrenme stili modeli gerçekleştirimi* [Yüksek Lisans Tezi Manisa Celal Bayar Üniversitesi.
- Ertuğrul, İ.(1996). *Bulanık mantık ve bir üretim planlamasında uygulama örneği* [Yüksek Lisans Tezi]. Pamukkale Üniversitesi.
- Ertuğrul, İ. (2006). Akademik Performans Değerlendirmede Bulanık Mantık Yaklaşımı. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 20(1), 155-176. <https://dergipark.org.tr/en/pub/atauniiibd/issue/2689/35353>
- Gökbulut, Y. (2003). *Fuzzy sayılarının eğitim sistemindeki derecelendirmede kullanılması* [Yüksek Lisans Tezi]. GOP Üniversitesi.
- Güler, N. (2011). *Eğitimde ölçme ve değerlendirme*(12. Baskı). Pegem.
- Güner, N., & Çomak, E. (2014). Lise öğrencilerinin matematik dersine yönelik tutumlarının bulanık mantık yöntemi ile incelenmesi. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 20(5), 189-196. <https://dergipark.org.tr/en/pub/pajes/issue/20489/218179>
- İşıklı, Ş. (2007). Bulanık mantık ve bulanık teknolojiler. *Araştırma Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Felsefe Bölümü Dergisi*. <http://hdl.handle.net/20.500.12575/63396>
- İşler, B., & Kılıç, M. (2021). Eğitimde yapay zekâ kullanımı ve gelişimi. *Yeni Medya Elektronik Dergisi*, 5(1), 1-11. <https://dergipark.org.tr/en/pub/ejnm/issue/58097/738221>
- Karataş, İ. (2018). Bulanık mantık ile klasik ve sembolik mantık ilişkisi (karşılaştırılması). *European Journal of Educational and Social Sciences*, 3 (2), 144 - 163. <https://dergipark.org.tr/en/pub/ejees/issue/40157/477684>
- Karacı, A. (2013). *Ses sentezleme ve tanıma teknolojilerini kullanarak Türkçenin ana dil olarak öğretimi için zeki öğretim sistemi geliştirilmesi* [Yüksek Lisans Tezi]. Gazi Üniversitesi.
- Kazu, İ.Y., & Özdemir, O. (2009, Şubat 11-13). *Öğrencilerin bireysel özelliklerinin yapay zekâ ile belirlenmesi (bulanık mantık örneği)* [Sözlü bildiri]. Akademik Bilişim Konferansı Bildirileri, Şanlıurfa.
- Keskenler, M. F., & Keskenler, E. F. (2017). Bulanık mantığın tarihi gelişimi. *Takvim-i Vekayi*, 5(1), 1-10. <https://dergipark.org.tr/en/pub/takvim/issue/33455/371973>
- Kıış, A. (2019, Mayıs 2-4). *Eğitimde yapay zekâ* [Sözlü bildiri]. 14. Uluslararası Eğitim Yönetimi Kongresi, İzmir.
- Kiraz, A. (2017). Bulanık Mantık ve Matlab Uygulamaları. <https://hdl.handle.net/20.500.12619/76081>
- Küçük, A.& Arı, A. (2013). Öğretmen adaylarının öğretmenlik uygulaması derslerinin değerlendirilmesinde bulanık mantık yönteminin uygulanması. *Elektronik Mesleki Gelişim ve Araştırma Dergisi*. Özel sayı, 11-25. <https://dergipark.org.tr/en/pub/ejoir/issue/5375/72943>
- Kuşçu, D. (2007). *Karar verme süreçlerinde bulanık mantık yaklaşımı* [Yüksek Lisans Tezi]. Marmara Üniversitesi.

- Korucu, A.T. (2007). *Bulanık mantık problemleri için Türkçe görsel bir arayüz tasarımı* [Yüksek Lisans Tezi]. Selçuk Üniversitesi.
- Milli Eğitim Bakanlığı (MEB). (2018a). İlköğretim fen bilimleri dersi (5, 6, 7 ve 8. sınıflar) öğretim programı. T.C. Milli Eğitim Bakanlığı, Talim ve Terbiye Kurulu, Ankara. <https://mufredat.meb.gov.tr/Dosyalar/201812312311937-FEN%20B%C4%B0L%C4%B0MLER%C4%B0%20C3%96%C4%9ERET%C4%B0M%20PROGRAMI2018.pdf>
- Milli Eğitim Bakanlığı (MEB). (2018b). Mutlu çocuklar güçlü Türkiye 2023 eğitim vizyonu. Ankara: MEB. [http://2023vizyonu.meb.gov.tr/doc/2023\\_EGITIM\\_VIZYONU.pdf](http://2023vizyonu.meb.gov.tr/doc/2023_EGITIM_VIZYONU.pdf)
- Namlı, N. A. (2016). *Bulanık mantık ile belirlenmiş çoklu zekâ alanlarına göre düzenlenmiş öğrenme ortamlarının öğrencilerin akademik başarılarına etkisi* [Yüksek Lisans Tezi]. Çukurova Üniversitesi.
- Ordukaya, E. (2011). *Bulanık karar verme süreçlerinde geri bildirim ve mikro öğretim uygulaması* [Yüksek Lisans Tezi]. Marmara Üniversitesi.
- Öcal, A. (2015). *Belirtisiz mantıktan yararlanılarak ortaöğretim matematik öğretmenliği öğrencilerinin öğretmenlik uygulaması başarılarının değerlendirilmesi* [Yüksek Lisans Tezi]. Hacettepe Üniversitesi.
- Öcal, Ö. (2016). *Uyarlamalı zeki öğretim sisteminde bulanık mantık yaklaşımı ile öğrenci modelleme* [Yüksek Lisans Tezi]. Marmara Üniversitesi.
- Ölmez, Ç. (2010). Uzaktan eğitim sistemlerindeki soru bankalarının bulanık mantık yöntemi ile analizi [Yüksek Lisans Tezi]. Afyon Kocatepe Üniversitesi.
- Özdemir, O., & Kalinkara, Y. (2020). Bulanık mantık: 2000-2020 yılları arası tez ve makale çalışmalarına yönelik bir içerik analizi. *Acta Infologica*, 4(2), 155-174. <https://doi.org/10.26650/acin.762872>
- Özdemir, A. (2016). *Yükseköğretim kurumlarında stratejik yönetim için bulanık karar verme tabanlı balanced scorecard yaklaşımı ve bir model önerisi* [Doktora Tezi]. İstanbul Aydın Üniversitesi.
- Özdemir, O.(2009). *Bulanık Mantık İle Belirlenmiş Öğrenme Stillerine Dayalı Öğrenme Ortamlarının Öğrencilerin Başarı Ve Tutumlarına Etkisi* [Doktora Tezi]. Fırat Üniversitesi.
- Özdemir, A., Alaybeyoğlu, A. ve Balbal, K.F. (2019). Bulanık mantığın eğitim alanındaki uygulamaları. *Bilim, Eğitim, Sanat ve Teknoloji Dergisi (BEST Dergi)*, 3(1), 45-50.
- Özek, M. B. (2010). *Web tabanlı akıllı öğretim sistemi geliştirme* [Doktora Tezi]. Fırat Üniversitesi.
- Özkan, M.(2018). Bulanık çıkarım sistemi ile bireysel personel performansının değerlendirilmesinde bir uygulama. *C.Ü. İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 19(2).372-388. <https://dergipark.org.tr/en/pub/cumuiibf/issue/40744/453154>
- Öztemel, E. (2012). *Yapay Sinir Ağları*(4. Baskı). Papatya.
- Pek, M. (2019). Bulanık mantık nedir ve uygulama alanları nelerdir?, <https://mesutpek.com/bulanik-mantik-nedir-ve-uygulama-alanlari-nelerdir.html>
- Türk Dil Kurumu (TDK). (2021). Zeka nedir?. <https://sozluk.gov.tr/>
- Url-1. (2021). Eğitimde yapay zekâ. [http://izmirkizlisesi.meb.k12.tr/meb\\_iys\\_dosyalar/35/01/320178/dosyalar/2020\\_05/14103535\\_E\\_Yitimde\\_Yapay\\_Zeka.pdf?CHK=6256dfd7b74545af1e60b2778aac5f1b](http://izmirkizlisesi.meb.k12.tr/meb_iys_dosyalar/35/01/320178/dosyalar/2020_05/14103535_E_Yitimde_Yapay_Zeka.pdf?CHK=6256dfd7b74545af1e60b2778aac5f1b)
- Url-2. (2021). <http://www.egitirim.gen.tr/tr/index.php/arsiv/sayi-11-20/sayi-18-gundem-subat-2008/231-bulanik-mantik-ve-egitim-bilimlerinde-kullanilabilirliigi>
- Uzun, K. P. (2008). *Mesleki ve teknik eğitim okullarında öğrencileri alana yöneltmede uzman sistem yaklaşımı* [Yüksek Lisans Tezi]. Marmara Üniversitesi.
- Uysal, H. (2015). *BÖTE öğrencilerinin akademik başarılarını etkileyen faktörlerin belirlenmesi ve akademik başarı tahmin modelinin geliştirilmesi* [Yüksek Lisans Tezi]. Çanakkale On sekiz Mart Üniversitesi.
- Zadeh, L. A. (1965). Information and control. *Fuzzy sets*, 8(3), 338-353. [https://doi.org/10.1142/9789814261302\\_0021](https://doi.org/10.1142/9789814261302_0021)
- Zadeh, L. A. (1998). Commercialism and human values. Azerbaijan International, 25.04.1998, Bakü, Azerbaijan. [https://www.azer.com/aiweb/categories/magazine/61\\_folder/61\\_articles/61\\_zadeh.html](https://www.azer.com/aiweb/categories/magazine/61_folder/61_articles/61_zadeh.html)