

Sinap, V. (2023). Uzaktan eğitim sürecine yönelik bulanık mantık tabanlı bir performans değerlendirme sistemi. *Journal of Sustainable Educational Studies (JSES)*, 4(3), 212-223.



JSES

Journal of Sustainable Educational Studies

e-ISSN: 2757-5284



Geliş/Received: 30.05.2023 Kabul/Accepted: 19.07.2023

Makale Türü (Article Type): Araştırma Makalesi/Research Article

## Uzaktan Eğitim Sürecine Yönelik Bulanık Mantık Tabanlı Bir Performans Değerlendirme Sistemi

Vahid SİNAP<sup>1</sup>

### Özet

Eğitim anlayışında yaşanan değişimler uzaktan eğitim uygulamaları ile öğrenim görmeye yönelik talebi artırmıştır. Bununla birlikte uzaktan eğitimin doğası gereği çeşitli sorunların gündeme gelmesi kaçınılmaz olmuştur. Bu sorunlardan bazıları uzaktan eğitim sürecinde öğrencilerin ilerlemeleri ile performanslarını takip etme ve ölçme konusunda yaşanmaktadır. Gerçekleştirilen bu çalışma ile bulanık mantık algoritmaları ile yapılandırılmış bir uzaktan eğitim performans sistemi geliştirilmesi hedeflenmiştir. Bu kapsamda, uzaktan eğitim öğrencilerinin dersler sırasındaki veya uzaktan eğitim platformlarındaki belirli davranış ve etkinliklerine göre bulanık mantık ile oluşturulmuş model tarafından bir performans puanının üretilmesi sağlanmıştır. Oluşturulan modelden elde edilen performans puanları, makine öğrenmesi tekniklerinden elde edilen puanlarla kıyaslanarak modelin uyumluluk skorları ve hata değerleri hesaplanmıştır. Araştırma sonucunda, bulanık mantık ile oluşturulmuş modelin uzaktan eğitim ortamlarında öğrenci performansını ve ilerlemesini ölçmede etkili bir şekilde kullanılabileceği ortaya konmuştur. Ayrıca, oluşturulan modelin uzaktan eğitim sürecinden ayrılma ihtimali olan öğrencilerin belirlenebilmesi açısından da kullanılabileceği araştırma sonuçları arasındadır.

**Anahtar Sözcükler:** Bulanık mantık; yapay zekâ; uzaktan eğitim; performans değerlendirme; makine öğrenmesi

### A Fuzzy Logic Based Performance Evaluation System for Distance Education Process

#### Abstract

Changes in the understanding of education have increased the demand for learning with distance education applications. However, due to the nature of distance education, various problems have become inevitable. Some of these problems are experienced in tracking and measuring students' progress and performance in the distance education process. With this study, it is aimed to develop a distance education performance system structured with fuzzy logic algorithms. In this context, a performance score was produced by the model created with fuzzy logic according to the specific behaviors and activities of distance education students during lessons or on distance education platforms. The performance scores obtained from the created model were compared with the scores obtained from machine learning techniques. Accordingly, the compatibility scores and error values of the model were calculated. As a result of the research, it has been revealed that the model created with fuzzy logic can be used effectively in measuring student performance and progress in distance education environments. In addition, the created model can be used in terms of determining the students who are likely to leave the distance education process.

**Keywords:** Fuzzy logic; artificial intelligence; distance learning; performance evaluation; machine learning

<sup>1</sup> Dr. Arş. Gör., Ufuk Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Yönetim Bilişim Sistemleri Bölümü, Ankara-Türkiye, vahidsinap@gmail.com, ORCID: 0000-0002-8734-9509

## 1. GİRİŞ

Bilim ve teknoloji alanında yaşanan gelişmelerle birlikte dünya üzerindeki bilgiler kümülatif bir şekilde artmaktadır. Bu yoğun bilgi artışı insanlar açısından birtakım yeni ihtiyaçların gündeme gelmesine sebebiyet vermiştir. Günümüzde insanlar, doğru bilgiye ulaşarak bu bilgileri özümseyebilen ve yaşamlarıyla bütünleştirerek kendilerini yenileyebilen bireyler olmak durumundadır. Var olan bilgiyi kullanmanın yanı sıra yeni bilgilerin üretilmesi sürecinde rol almak da insanlar açısından bir gereklilik haline gelmiştir. Bu ihtiyaçların ve gerekliliklerin karşılanabilmesi, bireylerin sosyal düzene uyum sağlamaları bağlamında büyük bir önem taşımaktadır. Bu kazanımların elde edilebilmesi açısından eğitim kritik bir rol üstlenmektedir.

İhtiyaç ve gereksinimlerdeki değişimler yaşamın her alanını etkilediği gibi eğitim anlayışında da büyük değişimlere yol açmıştır. Günümüzde, eğitime toplumun belirli bir kesiminin gereksinimi olduğu anlayışından ziyade, toplumdaki her bireyin eğitim gereksinimi olduğu anlayışı hakimdir. Ayrıca, eğitime belirli yaş aralığındaki bireylerin ihtiyacı olduğu anlayışı da değişerek, kesintisiz ve yaşam boyu eğitim anlayışı egemen olmuştur. Bahsedilen gereksinim ve ihtiyaçlar bireylerin eğitim almaya dönük taleplerini artırmış ve geleneksel eğitim kurumlarının bu talebe cevap vermesini zorlaştırmıştır. Bu talebin karşılanabilmesi açısından uzaktan eğitim ön plana çıkan uygulamalardan bir tanesi olmuştur. Bilgi ve iletişim teknolojilerinin sağladığı imkanlarla oldukça esnek bir yapı kazanan uzaktan eğitimin, öğrenenlere yaşam boyu öğrenme fırsatı tanıdığı, geniş kitlelerin eğitimine olanak verdiği, bireysel öğrenme stillerini desteklediği bilinmektedir (Santana de Oliveira vd., 2018). Uzaktan eğitim, belirli iletişim kanalları kullanılarak herhangi bir zaman ve mekân sınırlaması olmaksızın kurumsal bir organizasyon dahilinde sürdürülen planlı öğretme ve öğrenme etkinlikleri olarak tanımlanmaktadır (Moore ve Kearsley, 2011).

İnternetin ve çevrimiçi araçların toplumlar tarafından birer iletişim aracı olarak yaygın bir şekilde benimsenmesiyle, özellikle web tabanlı uzaktan eğitim uygulamaları eğitimde fırsat eşitliği sağlama bakımından önemli bir rol üstlenmektedir. Uzaktan eğitimle öğrenim gören öğrenciler özellikle akademik, psikolojik ve yaşam özellikleri açısından geleneksel öğrencilerden önemli farklılıklar göstermektedirler (Richardson ve King, 1998). Bu öğrencilerin eğitim faaliyetlerine katılımları geleneksel yollarla öğrenim gören öğrencilere göre daha düzensiz ve öngörülemez yapıdadır (McGivney, 2004). Bu değişkenlik ve düzensizlik, katılımcıların geniş yaş aralıklarında olmalarından, farklı coğrafi konularda bulunup çeşitli kültürel yapılardan gelmelerinden kaynaklanmaktadır. Bunun yanı sıra uzaktan eğitim ile öğrenim gören öğrencilerin çoğunlukla iş ve aile sorumlulukları nedeniyle eğitim süreçleri etkilenmektedir. Tüm bunlar göz önünde bulundurulduğunda uzaktan eğitim öğrencilerinin benzersiz özellikleri, öğrencilerin eğitimlerine devam etme veya uzaktan eğitim süreçlerine katılma biçimleri konularında çeşitli zorluklara neden olmaktadır. Uzaktan eğitim öğrencilerinin geleneksel yöntemlerle öğrenim gören öğrencilerden farklılaştığı noktalardan bir diğeri ise eğitim sürecindeki davranışlarıdır. Yüz yüze ortamlarda sürdürülen eğitim faaliyetlerinde öğrencilerin derse katılım durumları, ders çalışma biçimleri, süreçte yaşadıkları sıkıntılar öğretmenlerin veya eğitim faaliyetlerinde görevli rehberlik ve danışmanlık uzmanı gibi diğer personellerce saptanabilirken, uzaktan eğitimde bu durumların tespiti zorlaşabilmektedir (Vogel vd., 2018).

Uzaktan eğitimde yaşanan sorunlardan bir diğeri ise öğrenci performansını ve ilerlemesini ölçme bakımındandır. Kısa sınavlar, ara sınavlar ve final sınavları her ne kadar akademik başarıyı ölçmede önemli kıstaslar olsa da bu sınavlar, süreçte yalnızlaşan ve akademik anlamda sorunlar yaşayan öğrencilerin saptanmasında çok geç kalınmasına yol açabilmektedir. Yüz yüze eğitimde öğretmen öğrencinin sınıf içi etkinliklerine bakarak belli çıkarımlara varabilmektedir. Uzaktan eğitimde ise bu tür çıkarımlara ulaşmak uzaktan eğitimin yapısı gereği zordur. Ancak, uzaktan eğitimde olup yüz yüze eğitimde olmayan bir imkân vardır ki o da uzaktan eğitim sürecinin gerçekleştirildiği öğrenme yönetim sistemlerindeki (ÖYS) kayıt mekanizmasıdır. Bu mekanizma, öğrencilerin ÖYS üzerinde gerçekleştirdiği bütün eylemleri bir kütük (log) denilen günlük dosyasına kaydetmektedir. Bu günlük dosyası üzerinde öğrencilerin öğrenim materyalleri üzerinde ne kadar çalıştığı, platformda ne kadar aktif olduğu, hangi konuları görüntülediği, konu ile ilgili tartışma odalarında ne kadar etkileşimde bulunduğu, sınavlardaki başarı durumları gibi parametreler tutulmaktadır. Günümüzde ÖYS'lerle bütünleşik şekilde yapay zekâ teknolojileri kullanılarak oluşturulmuş uyarılma ve kişiselleştirme yapıları bulunmaktadır. Bu yapılar öğrencilerin sistem içerisindeki etkinliklerini analiz ederek önceden belirlenmiş kurallara göre öğrencilere kişiselleştirmiş bir öğrenme ortamı sunabilmekte, öğrencilerin sınav başarı durumlarına göre eksik oldukları konular hakkında geri bildirimde bulunabilmektedir. Bu bağlamda dikkat edilmesi gereken noktalardan bir tanesi yapay zekâ ile oluşturulmuş sistemin kurallarının nasıl belirlendiği ve

sınıflandırmaların nasıl yapıldığı ile ilgilidir. Sistemi tasarlayan kişilerin, bu tür öğrenme ortamlarını iyi analiz etmelerinin yanı sıra uzman görüşleri doğrultusunda oluşturulmuş, en uygun teknikleri işe koşmaları önemlidir. Dikkat edilmesi gereken bu konuların karşılanması hususunda bir yapay zekâ oluşturma prensibi olan bulanık mantık (fuzzy logic) kavramı ön plana çıkmaktadır.

Bulanık mantık, modern bilgisayarların dayandığı olağan "doğru veya yanlış" (1 veya 0) ikili rakamlar (boolean) mantığı yerine "doğruluk derecelerine" dayalı bir hesaplama yaklaşımıdır. Bulanık mantık fikri ilk olarak 1960'larda Berkeley'deki California Üniversitesi'nden Lotfi Zadeh tarafından geliştirilmiştir (Zadeh, 1965). Araştırmacı, doğal dilin (natural language) hayattaki ve aslında evrendeki çoğu etkinliğin kolayca mutlak 0 ve 1 terimlerine çevrilemeyeceği düşüncesiyle bilgisayarların doğal dili anlama sorunu üzerine çalışmalar yürütmüştür. Bulanık mantık, yapay zekâ sistemlerinde insan muhakemesini ve bilişini taklit etmek için kullanılmaktadır. Bulanık mantık, kesin olarak ikili doğruluk durumlarından ziyade 0 ve 1'in mutlak doğruluk durumlarını ara doğruluk derecelendirmeleriyle değerlendirilmesine olanak tanımaktadır. Net kesinlikler ve belirsizlikler olmayan olaylarda kullanımının yanı sıra muğlak verilerle kararlar verilmesi gereken durumlarda bulanık mantığın kullanılması uygun bir seçimdir. Klasik mantıkta suyun sıcaklığı değerlendirilirken "1" suyun sıcak olduğuna, "0" ise suyun soğuk olduğuna işaret ederken bulanık mantıkta "0.9" çok sıcak, "0.4" biraz sıcak, "0.2" soğuğa yakın şeklinde kararlar vermek mümkündür. Ayrıca, bulanık mantıkta bu örnek üzerinden belirtilmesi gereken diğer konu bahsedilen değerlendirme ölçütlerinin subjektif değerler içerebileceği noktasındadır. Diğer bir deyişle, su açısından "0.7" değeri kimisi için çok sıcakken, bazı insanlar için soğuk olarak nitelendirilebilir. Klasik mantıkta insan boyu uzunluklarını "1.50m – 1.60m" arası kısa, "1.60m - 1.80m" arası orta, "1.80" ve üzeri şeklinde üç kategoriye ayırdığımızda "1.79m" boyundaki kişi orta boy uzunluğu kategorisinde yer almaktadır. Ancak duruma bulanık mantık ile baktığımızda "1.79m" uzunluğunun daha öncesinde belirli kriterlere ve hesaplamalara dayalı oluşturulmuş kural tabanına göre ne derece orta veya uzun olduğunun değerlendirmesi yapılarak daha gerçek yaşama dair sonuçlar üretilmektedir.

Konu eğitim alanı yani insan olduğunda, mutlak değerlerden söz etmek zor bir durumdur. Kimya, sağlık, otomobil ve uçak endüstrisi gibi birçok alanda genişletilmiş çözümler sunan bulanık mantığın, insan etmeninden dolayı mutlak değerlerden söz etmenin zor olduğu eğitim ortamlarına uyarlanmasına dair alanyazında bazı önemli çalışmalar bulunmaktadır.

Hogo (2010), e-öğrenme sistemleri üzerinde değerlendirme gerçekleştirmek için yapay zekâ ve istatistiksel tekniklerin birleşik bir modelini kullanmıştır. Öğrencilerin profilleri önemli bir rol oynadığından, onları normal, çalışkan, rahat, kötü ve devamsız şeklinde sınıflara yerleştirmektedir. Araştırma, öğrencileri değerlendirmeyi, e-öğrenme sürecinin tasarımını ve başarısız öğrencilerin nasıl başarılı hale getirileceğini araştırmaktadır. Çalışmada, öğrenci profillerinin belirlenebilmesi amacıyla bulanık mantık kullanılmıştır.

Ölmez (2010), gerçekleştirdiği çalışmada, uzaktan eğitimde daha etkili ve özelleştirilmiş bir sınav deneyimi sağlanması amacıyla, bulanık mantık tabanlı bir sınav analiz sistemi geliştirmiştir. Bu sistem, soruların zorluk derecesini ve konu seçimini dikkate alarak sınavları hazırlayabilmektedir. Geliştirilen sistemde öğrencilerin seviyelerine uygun soruların belirlenmesi ve sınavların içeriğinin optimize edilmesi amacıyla bulanık mantık kullanılmaktadır.

Ünver (2010), başarı üzerine etki eden çeşitli olumsuz değişkenlerin etkilerini azaltarak öğrencilerin performans ve motivasyonunu yüksek seviyede tutmayı hedefleyen bulanık mantık tabanlı bir sistem geliştirmiştir. Matematik dersindeki başarımlara göre yürütülen bu araştırmada, üniversite sınavlarına hazırlanan öğrencilerin belirli konulardaki sorulara verdikleri doğru cevap oranı, diğer öğrencilerin aynı konudaki doğru cevap oranları ve geçmiş yıllardaki ders başarı notları bulanık mantık yöntemiyle incelenmiştir. Bu değerlendirme ile öğrencilerin her bir ünite açısından öğrenme durumları tespit edilmiştir. Belirlenen öğrenme durumlarına göre, öğrenci seviyesine uygun soru kombinasyonlarıyla sınavlar oluşturulmuştur. Oluşturulan sistem, öğrencilerin moral ve motivasyon seviyelerini canlı tutmayı hedefleyerek öğrenci ilerlemesinin sürekli olarak izlenmesine olanak sağlamaktadır.

Jamsandekar ve Mudholkar (2013), öğrenci performanslarını değerlendirmek için bulanık çıkarım tekniğini kullanarak bir yaklaşım önermişlerdir. Bu yaklaşım, iki üyelik fonksiyonunun birleşiminden oluşmaktadır. Öğrenci puanları konu bazında sınıflandırılmıştır, yani her konu için ayrı ayrı performans değerlendirmesi yapılmıştır. Bu değerlendirmede MATLAB Fuzzy Toolbox kullanılarak bulanık çıkarım işlemi

gerçekleştirilmiştir. Bu yöntemle öğrenci performansının daha ayrıntılı ve kişiselleştirilmiş bir şekilde değerlendirilmesi amaçlanmaktadır.

Azimjonov ve diğerleri (2016), uzaktan eğitimde öğrenci performansını daha hassas ve ayrıntılı bir şekilde değerlendirmeyi amaçladıkları çalışmalarında, bulanık mantık tabanlı bir yaklaşım önermiştir. Geliştirilen sistemde, yedi faktör (ödev, quiz, ara sınav, final, video izleme, e-kitap okuma, devam) girdi değişkeni olarak kullanılmıştır. Öğrenci performansını belirleyebilmek için ise sekiz faktör (başarısız, zayıf, zayıf-normal, normal, normal-iyi, iyi, iyi-mükemmel, mükemmel) çıktı değişkeni olarak belirlenmiştir.

Cebi ve Karal (2017), üniversite öğrencilerinin bir ders dâhilinde geliştirdikleri projeleri değerlendirmek ve en başarılı projeyi belirlemek amacıyla "bulanık analitik hiyerarşi süreci (FAHP)" adlı çok kriterli karar verme yöntemini kullanan bir çalışma yürütmüştür. Değerlendirme ölçütleri uzmanlar aracılığıyla oluşturulmuştur. Değerlendirme sürecinde dilsel değişkenler (linguistic variable) kullanılmış ve bu değişkenler, değerlendirme sonrasında bulanık sayılara dönüşümü sağlanılarak FAHP yöntemiyle çözümlenmiştir. Bu yaklaşım, projelerin objektif kriterlere dayalı olarak değerlendirilmesinin sağlanmasında ve en iyi projelerin seçilebilmesinde bulanık mantık temelli bir karar verme sürecini kullanmaktadır.

Ivanova ve Boyan (2019), sınırdaki kalan öğrenci notlarının daha objektif ve adil bir şekilde değerlendirilmesini amaçladıkları çalışmalarında bulanık mantık tabanlı bir değerlendirme sistemi kullanmışlardır. Örneğin, bir sınavda notu 100 üzerinden 49 olan bir öğrenci başarısız kabul edilirken, notu 50 veya 51 olan diğer bir öğrenci başarılı kabul edilmektedir. Bu tür durumlarda, sınav puanları sınırdaki olan öğrencilere olması gerekenden yüksek veya düşük puanların verilip verilmediğini saptamak için bulanık mantık teknikleri kullanılmıştır. Model oluşturulurken öğrenci başarı durumu beş farklı kategoride değerlendirilmiştir. Üyelik fonksiyonları oluşturulurken yamuk (trapezoidal) üyelik fonksiyonu kullanılmıştır.

Alanyazındaki çalışmalardan anlaşılacağı üzere bulanık mantık temelli yaklaşımlar, uzaktan eğitimdeki ölçme ve değerlendirme faaliyetlerinde çeşitli uygulamalarla kullanılmaktadır. Bu çalışmalar, öğrenci performansının değerlendirilmesi, sınavların gerçekleştirilmesi, projelerin değerlendirilmesi, notların belirlenmesi ve öğrenci motivasyonunun artırılması gibi konularda etkili olmaktadır. Bulanık mantık, öğrencilerin başarılarındaki farklılıkları daha adil ve objektif bir şekilde ele almayı hedeflerken, değerlendirme süreçlerinde dilsel değişkenlerin kullanılması ve bulanık sayılara dönüştürülmesiyle öğrenci performansını daha ayrıntılı analiz etme imkânı sağlamaktadır. Bu yöntemler, öğretmenlerin ve eğitimcilerin daha iyi kararlar vermesine ve öğrencilerin bireysel ihtiyaçlarına uygun eğitim süreçlerinin tasarlanmasına yardımcı olmaktadır. Bulanık mantık tabanlı yaklaşımlar, eğitimde daha özelleştirilmiş ve uyarlanabilir bir öğrenme ortamının oluşturulmasına katkı sunmaktadır.

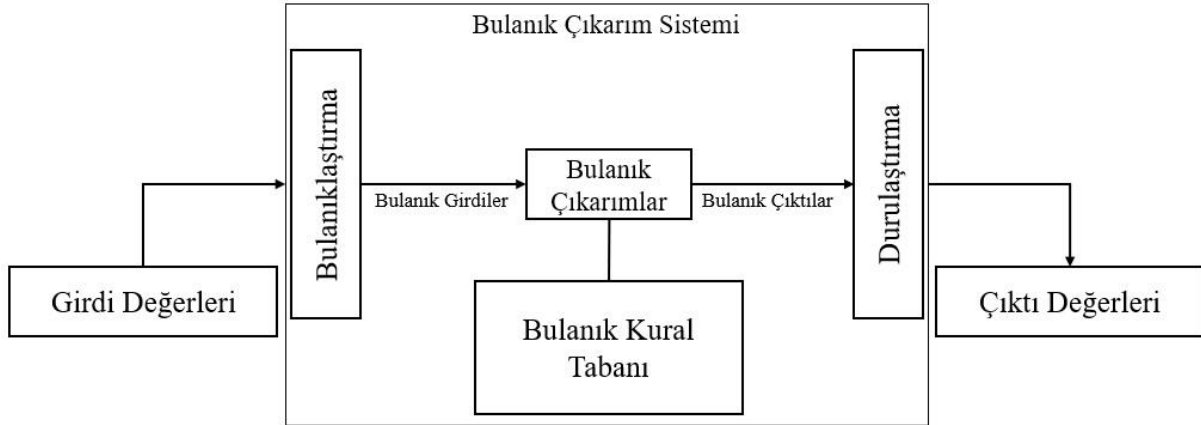
Bu araştırma, alanyazındaki araştırmalardan belirli noktalarda farklılaşmaktadır. Bu farklılıklara göz atıldığında, araştırmada performans değerlendirmesi için çevrimiçi eş zamanlı derslerde el kaldırma, kurs içeriğine erişme, duyuruları kontrol etme ve tartışma gruplarına katılım gibi dört belirli öznelik girdi olarak kullanılmıştır. Bu öznelikler, uzaktan eğitim sürecinde öğrenci katılımını ve etkileşimini yansıtmakta ve daha detaylı bir performans değerlendirme yapısı oluşturulmasını sağlamaktadır. Ayrıca, araştırmada geliştirilen performans değerlendirme modelini test etmek amacıyla kullanılan veri setinde performans özneliği ile karşılaştırmalar yapılmaktadır. Bu öznelik, öğrencilerin notlarına göre "düşük seviye", "orta seviye" ve "yüksek seviye" şeklinde değerler almaktadır. Söz konusu değerler kategorik tipte olup, araştırma kapsamında makine öğrenmesi teknikleri kullanılarak 0 ile 100 arasında notlara dönüştürülmesi sağlanmıştır. Bu dönüşüm işleminden sonra elde edilen notlar ile çalışma bağlamında geliştirilen bulanık mantık tabanlı performans değerlendirme sisteminin karşılaştırması gerçekleştirilmiştir. Diğer bir ifadeyle, çalışmada iki farklı yapay zekâ yaklaşımının bir karşılaştırması da yer almaktadır.

Bu kapsamda bu çalışmanın amacı, uzaktan eğitimle öğrenim gören öğrencilerin süreçteki belirli etkinlik ve eylemlerine göre bulanık mantık ile yapılandırılmış bir uzaktan eğitim performans sistemi hazırlamaktır. Geliştirilen bu sistem, performans değerlendirmesi için özelleştirilmiş özneliklerin kullanımı, bulanık mantık tabanlı yaklaşımın benimsenmesi, veri seti ve karşılaştırmaların yapılması, makine öğrenmesi tekniklerinin kullanımı şeklinde önemli özelliklere sahiptir. Sistemin, öğrencilerin bireysel performanslarının daha kapsamlı bir şekilde değerlendirilmesi, özelleştirilmiş geri bildirim sağlanması, öğretmenlere ve eğitim kurumlarına uzaktan eğitim sürecinde öğrenci performansını daha etkili bir şekilde değerlendirme ve yönlendirme imkânı sunması, bulanık mantık tabanlı performans değerlendirme sisteminin uzaktan eğitim ortamında

uygulanabilirliğini göstererek bu alanda kullanılabilecek yeni bir yaklaşım önermesi şeklinde çeşitli çıktılara yol açabileceği ön görülmektedir.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

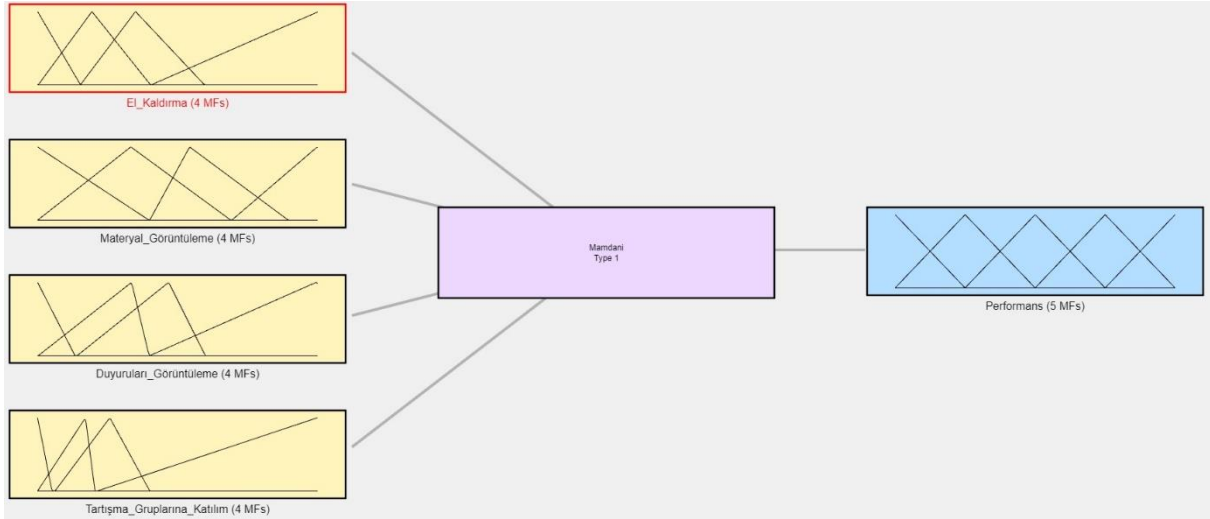
Bu çalışmada uzaktan eğitim öğrencilerinin süreçteki belirli davranışlarına göre bir performans değerlendirme sistemi oluşturulurken bulanık modelleme tekniklerinden insan davranışına yakın ve sezgisel olduğu bilinen Mamdani adlı algoritma kullanılmıştır. Bu modelin ilk adımında kesin (crisp) girdiler belirlenen üyelik fonksiyonları (membership function) ile bulanıklaştırılmaktadır (fuzzification). İkinci adımda çeşitli yöntemlere göre oluşturulmuş kural tabanında (fuzzy rule base) bulanık mantık işlemleri gerçekleştirilmektedir. İkinci adım sonrasında bulanık mantık yapısı bulanık çıkarımlar ortaya çıkartmaktadır. Son adımda ise bulanık çıkarımlar durulaştırma (defuzzification) işleminden geçerek tek bir çıktıya dönüştürülmektedir. Çalışmada kullanılan model Şekil 1’de ifade edilmiştir.



Şekil 1. Bulanık Çıkarım Sistemi

### 2.1. Girdi Değerleri

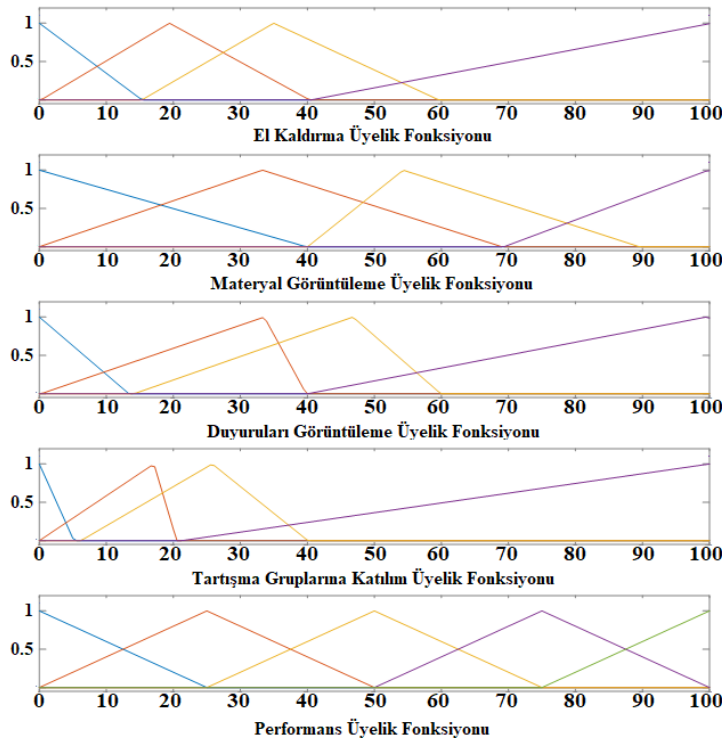
Uzaktan eğitim öğrencilerinin sistem üzerindeki etkinliklerine göre bir performans değerlendirme yapısı bulanık çıkarım sistemi ile tasarlanırken girdi değerleri olarak Amrieh ve diğerleri (2016) tarafından Kalboard 360 adlı ÖYS üzerinden toplanan verilerle oluşturulmuş veri seti kullanılmıştır. Veri seti, çeşitli ülkelerden orta öğretim seviyesinde bir uzaktan eğitim programına kayıtlı olan 480 öğrencinin verilerini içermektedir ve 16 öznelikten oluşmaktadır. Öğrencilerin verileri ardışık iki eğitim dönemi boyunca toplanmıştır. İlk dönemde 245, ikinci dönemde ise 235 öğrencinin verisi elde edilmiştir. Veri setindeki öznelikler üç ana kategoride sınıflandırılmıştır. Bu kategoriler (1) cinsiyet ve milliyet gibi demografik özellikler; (2) eğitim aşaması, sınıf kademesi ve bölüm gibi akademik geçmiş özellikleri ve (3) sınıfta el kaldırma, kaynaklara ulaşma, öğrenci velilerinin anketleri yanıtlama ve okul memnuniyeti gibi davranışsal özellikler şeklindedir. Performans değerlendirme yapısı oluşturulurken girdi değerleri olarak veri setindeki dört öznelikten faydalanılmıştır. Bunlar öğrencilerin çevrimiçi eş zamanlı derslerde el kaldırma, kurs içerik ve materyallerine görüntüleme, kurslarla ilgili duyuruları kontrol etme ve tartışma gruplarına katılım sayılarını içermektedir. Şekil 2’de, MATLAB R2022b yazılımında oluşturulan bulanık çıkarım modelinin girdi değerlerinin de yer aldığı genel görüntüsü verilmiştir.



Şekil 2. Uzaktan Eğitim Performans Değerlendirmesi Bulanık Çıkarım Modeli

## 2.2. Bulanıklaştırma

Bulanıklaştırma işleminin gerçekleştirilmesinde üyelik fonksiyonlarından yararlanılmıştır. Bu fonksiyonlar her bir girdinin bulanık kümede 0 ve 1 değerleri arasında değişen karşılıklarının saptanmasında kullanılmaktadır (Uysal, 2010). Üyelik fonksiyonlarında girdilere ait aralık değerlerinin belirlenmesi çalışmanın en önemli aşamalarından bir tanesidir. Girdi değerlerinin belirlenmesinde çeşitli yöntemler yer almaktadır. Bu yöntemlerden bir tanesi sezgisel yöntem olarak da adlandırılan uzman görüşlerine dayalı üyelik fonksiyonlarının belirlenmesidir. Girdi aralıkları ve sınırları belirlenirken uzman deneyimlerinden ve çıkarımlarından yararlanılmaktadır. Öncelikle veri seti içerisindeki öznitelikler incelenmiştir. El kaldırma özniteliğinin maksimum değerinin 100, minimum değerinin 0 olduğu anlaşılmıştır. Bu, materyalleri görüntüleme özniteliği için 99 ve 0, duyuruları görüntüleme için 98 ve 0, tartışma gruplarına katılım için ise 99 ve 0 şeklindedir. Ayrıca, özniteliklerin standart sapma değerleri ve dağılım grafikleri çıkarılarak aralık belirleme sürecinde yol gösterici olarak kullanılmıştır. Bunlara ek olarak, üyelik fonksiyonları ifade edilirken seçilecek fonksiyonların belirlenmesinde problemin özü ve eldeki bilgi ile deneyimler etkili olmaktadır. Bu çalışmada girdi ve çıktı değerleri ifade edilirken kolay ve yaygın kullanımı sebebiyle üçgen üyelik fonksiyonlarından istifade edilmiştir. Buna göre her bir öznitelik için belirlenen üyelik fonksiyonları Şekil 3'te verilmiştir.



Şekil 3. Girdi ve Çıktı Değerlerine İlişkin Üyelik Fonksiyonları

Performans üyelik fonksiyonundaki renkler başta 1 noktasından başlayan açık mavi olmak üzere soldan sağa sırayla “çok zayıf, zayıf, orta, iyi, çok iyi” dilsel değer aralıklarını ifade etmektedir. Diğer dört girdi üyelik fonksiyonlarındaki renkler ise başta 1 noktasından başlayan açık mavi olmak üzere soldan sağa sırayla “zayıf, orta, iyi, çok iyi” dilsel değerlerini ifade etmektedir. Üyelik fonksiyonları üzerinden sistemi bir örnekle açıklamak gerekirse el kaldırma üyelik fonksiyonu açısından “iyi” değerinin aralık sınırı [15 35 60] olarak belirlenmiştir. Buna göre, bir öğrenci dersler sırasında 15 ile 60 kez arasında elini kaldırırsa, bu öğrencinin “iyi” sınıfındaki üyelik derecesi 0-1 arasında değişecektir. Öğrencinin 30 kez elini kaldırdığı düşünüldüğünde bu öğrencinin ne derece “orta” sınıfında yer aldığı ve ne derece “iyi” sınıfında yer aldığı hesaplanabilecektir.

### 2.3. Bulanık Kural Tabanı

Bulanık kural tabanı, bulanık kümeler ve sınıflar arasındaki ilişkinin tutulduğu yerdir. Girdi olarak gelen bulanık değerlerin nasıl işleneceği, hangi çıkarımların yapılacağı burada tanımlanmış olan kurallara bağlıdır. Kural tabanının oluşturulmasında “IF (EĞER) x=A (ise) THEN (O HALDE) y=B” şeklindeki yapılar kullanılmaktadır. Söz konusu yapılar “ve”, “veya”, “ise”, “ancak ve ancak” mantıksal bağlaçları kullanılarak daha genişletilmiş çıkarımlar yapılmasında kullanılabilir. Bu çalışmanın bulanık kural tabanında 256 adet kural bulunmaktadır. Bu kurallardan bazıları Tablo 1’de ifade edilmiştir.

**Tablo 1.** Bulanık Kural Tabanı Örnekleri

KOD		EĞER			O HALDE
Nu.	El kaldırma	Materyal görüntüleme	Duyuruları görüntüleme	Tartışma gruplarına katılım	Performans
1	Zayıf	Zayıf	Zayıf	Zayıf	Çok zayıf
2	Orta	Zayıf	Orta	Zayıf	Çok zayıf
8	İyi	Orta	İyi	Orta	Orta
9	Orta	İyi	Orta	İyi	Orta
13	Orta	Çok iyi	Orta	Çok iyi	İyi
14	Çok iyi	İyi	Çok iyi	İyi	Çok iyi
60	Zayıf	İyi	Çok iyi	İyi	İyi
84	Orta	Zayıf	İyi	Zayıf	Zayıf
229	Çok iyi	İyi	Zayıf	İyi	İyi

### 2.4. Bulanık Çıkarım ve Durulaştırma

Çalışmada bulanık çıkarım algoritmalarından Mamdani algoritması kullanılmıştır. Bu çıkarım algoritması en yaygın kullanılan algoritma olmakla birlikte, insan algısına daha yakın ve yorumlama kapasitesinin yüksek olması (Mamdani, 1974) sebebiyle tercih edilmiştir. Mamdani algoritmasında üyelik fonksiyonlarının çıktı sınıfları üzerinde (çok zayıf, zayıf, orta, iyi, çok iyi) kesiştiği alanlardan hesaplamalar gerçekleştirilir. Buna göre öncelikle alanlar toplanır ve elde edilen toplam alan değeri durulaştırma yöntemleri kullanılarak bulanık değerlerden daha önceden belirlediğimiz aralıktaki değerlere ölçeklendirilir. Alanyazında birçok durulaştırma yöntemi yer almaktadır. Bunlardan Mamdani algoritması ile en çok kullanılanı ağırlık merkezi (center of gravity) yöntemidir. Bu yöntemde, kural tabanına göre üyelik fonksiyonlarından geçen değerlerin çıktı sınıfları üzerinde kesiştiği alanların geometrik ağırlık merkezi Eşitlik 1’deki formül ile hesaplanarak bulunur. Hesaplanan değer, durulaşmış çıktı değeridir.

$$y_{merkez} = \frac{\int \mu(y_i) y dy}{\int \mu(y) dy} \quad (1)$$

### 2.5. Araştırma ve Yayın Etiği

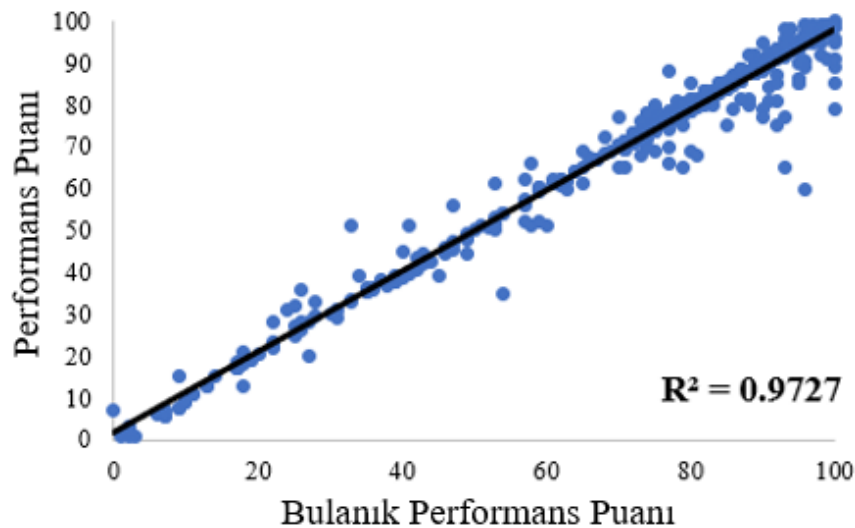
Yapılan çalışmada “Yükseköğretim Kurumları Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesi”nde uyulması belirtilen tüm kurallara uyulmuştur. Yönergenin “Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiğine Aykırı Eylemler” başlıklı 2. bölümünde belirtilen eylemlerden de hiçbiri gerçekleştirilmemiştir.

### 2.5.1. Etik kurul izni

Bu araştırmada insanlar üzerinden veri toplanılmasını gerektirmeyen bir araştırma yöntemi kullanıldığından etik kurul iznine tabi değildir.

## 3. DENEYSEL ÇALIşMA VE BULGULAR

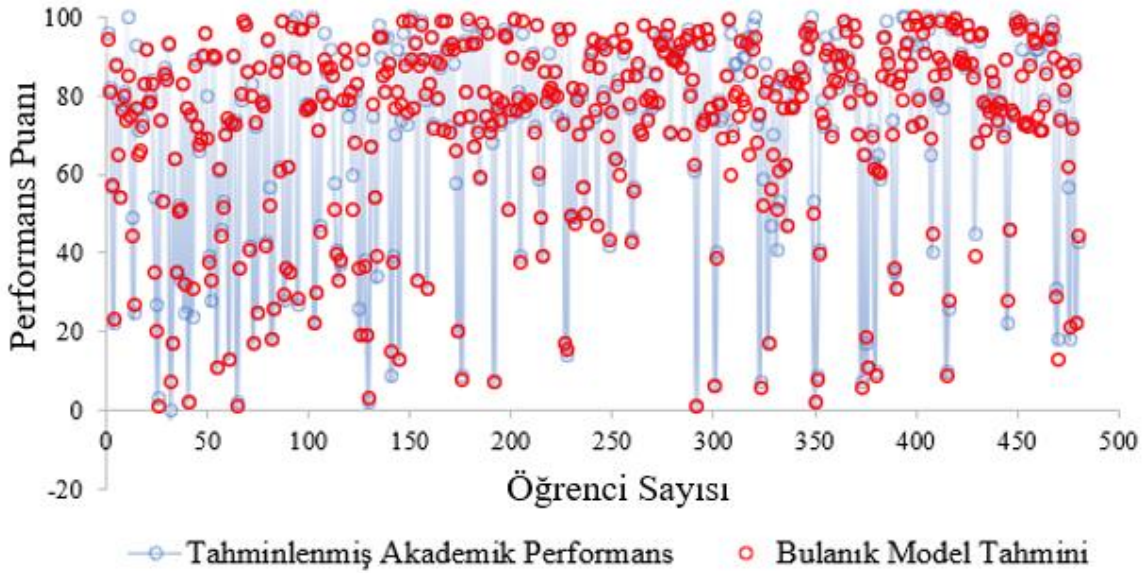
Araştırma kapsamında geliştirilen performans değerlendirme modelinin test edilebilmesi amacıyla, kullanılan veri setinde yer alan “performans” adlı sınıf değişkeni ile karşılaştırmalar yapılmıştır. Sınıf değişkeni öğrencilerin notlarına göre “düşük seviye”, “orta seviye” ve “yüksek seviye” şeklinde değerler almaktadır. “Düşük seviye” 0-69, “orta seviye” 70-89, “yüksek seviye” 90-100 aralığındaki notları ifade etmektedir. Öncelikle, Python programla dili ve makine öğrenmesi teknikleri kullanılarak el kaldırma, materyal görüntüleme, duyuruları görüntüleme ve tartışma gruplarına katılım özniteliklerinin sınıf değişkeni açısından, belirtilen not aralıklarında değerler üretmesi sağlanmıştır. Bu işlem gerçekleştirilirken öncelikle kategorik bir değişken olan sınıf değişkeni yukarıda belirtilen not aralıkları referans alınarak sayısal bir formata dönüştürülmüştür. Daha sonrasında veri seti öznitelikler (bağımsız değişkenler) ve sınıf değişkeni (bağımlı değişken) olarak ayrıştırılmıştır. Veri seti eğitim ve test alt kümelerine bölünmüştür. Verilerin %20’si test alt kümesi, %80’i eğitim alt kümesi olarak ayarlanmıştır. Her çalıştırmada aynı bölümlenmeyi elde etmek için kullanılan rastgele durum (random state) parametresi 42 olarak belirlenmiştir. Çalışmada rastgele orman (random forest) algoritması kullanılmıştır. Rastgele orman, birçok karar ağacının bir araya gelmesiyle oluşan bir birleşik (enseble) öğrenme algoritmasıdır. Bu algoritma, veri setindeki desenleri ve ilişkileri yakalamak için birden fazla karar ağacını işe koşmaktadır. Her bir ağaç, farklı öznitelikler ve rastgele örneklemelerle eğitilir. Sonuç olarak, ortalama veya en çok oylanan değeri tahmin etmek için kullanılmaktadır (Smith vd., 2013). Bunun yanı sıra aşırı öğrenmeye (overfitting) karşı dirençlidir. Eğitilen rastgele orman algoritması kullanılarak test alt kümesi üzerinde tahminler yapılmaktadır. Tahminler, belirli özniteliklerin değerleri kullanılarak sınıf değişkeninin tahmin edilmesini sağlamaktadır. Tahmin değerleri 0 ile 100 arasında bir aralığa dönüştürülmüştür. Bunu yaparken tahmin değerleri en yakın tam sayıya dönüştürülmüş ve 0 ile 100 arasında sınırlandırılmıştır. 480 kayıt için 0 ile 100 aralığında üretilen bu değerlerle, çalışma kapsamında bulanık mantık algoritmaları ile oluşturulan modelden üretilen değerlerin karşılaştırması gerçekleştirilmiştir. şekil 4’te bu karşılaştırmaya ait grafik verilmiştir.



şekil 4. Performans Puanı Karşılaştırmaları

şekil 4 incelendiğinde, makine öğrenmesi teknikleri ile oluşturulmuş performans puanı ile araştırma kapsamında oluşturulmuş bulanık çıkarım sisteminden elde edilen performans puanlarının önemli ölçüde tutarlı oldukları anlaşılmaktadır. Determinasyon katsayısı ( $R^2$ ) 0.97’lik bir değer ile regresyon model uyumunun oldukça yüksek olduğunu göstermektedir ( $R^2 = 0.9727$ ). Ayrıca, iki performans notu arasındaki mutlak hata değeri (t) ise 0.16 olarak bulunmuştur. Her bir öğrenci açısından yapılan performans notu tahminlemelerin örtüşme grafiğine şekil 5’te yer verilmiştir.





**Şekil 5.** Akademik Performans ve Bulanık Model Tahmin Değerlerinin Örtüşme Grafiği

Şekil 5 incelendiğinde, bazı öğrencilerin akademik performans puanları açısından nispeten yüksek tutarsızlıklar olsa da iki yöntemden elde edilmiş puanların önemli ölçüde örtüştüğü görülmektedir. Öğrenci notları daha çok 60 ile 100 arasında yığılmıştır. 0-60 arasındaki notlarda yapılan tahminleme tutarlılığı 60-100 arasına göre daha yüksek gözükmemektedir. Düşük notlarda daha tutarlı bir tahminleme yapılmasının sebebi orijinal veri setindeki 16 öznitelikten 4'ünün çalışmada kullanılması olabilir. Diğer öznitelikler arasında öğrenci performansını yordayan çeşitli çevresel faktörler de bulunmaktadır. Bu öznitelikler yüksek öğrenci performansının tahminlenmesinde önemli etkenlerdir. Ancak, araştırma kapsamında ele alınan dört öznitelige ait puanların düşük olması çevresel faktörlere bağlı kalmaksızın öğrencinin düşük performans gösterdiği anlamına gelebilmektedir. Diğer bir deyişle, çalışmada ele alınan özniteliklerin düşük öğrenci performansını yordamada daha kullanışlı olduğu çıkarımı yapılabilir.

#### 4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Yapay zekâ teknolojileri, günümüzde yaşamın birçok alanında geniş kullanım özelliklerine sahip olduğu gibi eğitim alanında da kullanılmakta ve ne tür çıktılara sebebiyet verebileceği sıklıkla irdelenmektedir. Yapay zekânın eğitim alanında kullanımında “kişiselleştirme ve öğrenme stilleri”, “zeki öğretim sistemleri” ve “uyarlanabilir öğrenme” başlıklarının ön plana çıktığı görülmektedir (Göksel ve Bozkurt, 2019). Uğur ve Kurubacak (2019), özellikle uzaktan eğitim ortamlarında, sistemin ve öğrenme sürecinin sürdürülebilirliğini sağlamada, insan gücünden ve zamandan tasarruf edilmesinde, program ve içerik geliştirme süreçlerinde, sistemin yönetilmesi ve değerlendirilmesi aşamalarında yapay zekâ teknolojilerinin önemli bir yere sahip olduğundan bahsetmiştir. Buradan anlaşılmaktadır ki yapay zekâ, eğitim ortamlarında yalnızca öğrenmeyi destekleyici bir araç olarak değil, ölçme ve değerlendirme, ders içerikleri, sınıf yönetimi, öğrenci özelliklerinin belirlenmesi gibi birçok farklı amaçla kullanılabilir. Yapay zekânın eğitim alanında kullanımına dönük bahsedilen olumlu özelliklerine karşın bu teknolojinin öğrenme ortamları ile nasıl bütünleştirilebileceği, akıllı öğrenme sistemlerinin oluşturulmasının ve etkili bir şekilde kullanılmasının hangi şekillerde mümkün olacağı belirsizlikler içermektedir (Zawacki-Richter vd., 2019).

Yapay zekânın eğitim alanında alanyazında belirtilen konu başlıklarıyla nasıl bütünleştirilebileceğinin uygulamalı olarak ortaya koyulması açısından bir eksiklik görülmüş ve bu çalışma gerçekleştirilmiştir. Çalışmada, uzaktan eğitim gören öğrencilerin ÖYS'ler üzerindeki belirli etkinliklerine göre bir performans değerlendirme modeli oluşturulmaya çalışılmıştır. Oluşturulan model, öğrencilerin çevrimiçi eş zamanlı dersler sırasındaki söz isteme sayılarına, ders materyal ve içeriklerini görüntüleme sayılarına, kurslarla ilgili duyuruları kontrol etme sayılarına ve tartışma gruplarına katılım gösterme sayılarına göre bir performans puanı üretmektedir. Öğrencilerin ÖYS'ler üzerindeki davranışları mutlak sınıflamalar içerisinde değerlendirilemeyeceği ön görüşünden hareketle, modelin oluşturulmasında bu tür belirsizliklere en verimli çözüm yaklaşımları üreten bulanık mantık tekniklerinden yararlanılmıştır. Gerçekleştirilen analizler sonucunda, araştırma kapsamında oluşturulan modelin yüksek bir performans puanı üretme tutarlılığına sahip olduğu ortaya koyulmuştur. Bu sonuç, oluşturulan modelin zeki ve uyarlanabilir öğretim sistemlerinde, ÖYS'lerde, çevrimiçi eş zamanlı ders

platformlarında öğrencilerin performansını ve ilerlemesini ölçmede kullanılabileceği anlamına gelmektedir. Bunun yanı sıra oluşturulan model, uzaktan eğitim sisteminde ilgisiz ve süreçten ayrılma ihtimali yüksek öğrencilerin belirlenmesi konusunda da önemli göstergeler sunmaktadır.

Bunlara ek olarak, araştırmanın esas amacı olmasa da modelin tutarlılığını tespit etmek amacıyla, makine öğrenmesi teknikleriyle üretilen performans notları ile çalışma kapsamında geliştirilen bulanık mantık modeli vasıtasıyla üretilen performans notlarının karşılaştırılması gerçekleştirilmiştir. Bulanık mantık modeli, hiçbir çıktı verisi ile eğitilmemesine rağmen, eğitilmiş bir makine öğrenmesi modeline yakın sonuçlar üretmiştir. Buna göre, insan faktörünün yer aldığı eğitim alanında gerçekleştirilecek yapay zekâ uygulamalarında bulanık mantık sistemlerinin kullanımı önemli ölçüde göz önünde bulundurulmalıdır.

## 5. SINIRLILIKLAR VE ÖNERİLER

Çalışmada kullanılan veri seti 16 öznitelik içermekteyken çalışmanın amaçları doğrultusunda yalnızca dört öznitelik kullanılmıştır. Bir sınıfı 16 özneliğin yordadığı düşüncesinden hareketle oluşturulan bir veri setinde, sınıf parametresini dört öznitelik ile belirlenmeye çalışılması çoğu zaman yetersiz sonuçlar üretebilir. İleride yapılacak araştırmalarda veri setlerinin bu şekilde bölünmesi yerine, araştırmanın amacına göre özel olarak oluşturulmuş veri setlerinin kullanılması daha tutarlı sonuçların üretilmesine olanak tanıyacaktır. Ayrıca, öğrencilerin başarı durumlarını gösteren sınıf özneliği kategorik veri tipinde olup yalnızca kategorik verilere karşılık gelen not aralıkları bilgisi mevcuttur. Çalışmada elde edilen modeli test edebilmek amacıyla bu kategorik verilerden makine öğrenmesi teknikleri kullanılarak sayısal veriler üretilmiştir. Sonrasında, çalışma kapsamında geliştirilen bulanık mantık modeli ile makine öğrenmesi teknikleriyle elde edilen veriler kıyaslanmıştır. Gelecekte gerçekleştirilecek araştırmalarda geliştirilen modeller test edilirken, uzaktan eğitim ile öğrenim gören öğrencilerden özel olarak toplanmış verilerle test edilebilir. Bu çalışma, katılımcıların demografik özelliklerini dikkate almamıştır. Gelecekteki araştırmalar demografik verileri de içeren modeller oluşturabilir ve karşılaştırmalı sonuçlar sunabilir. Araştırmada performans puanı oluşturmada öğrencilerin uzaktan eğitimdeki el kaldırma, materyal görüntüleme, duyuruları görüntüleme, tartışma gruplarına katılma sayıları dikkate alınmıştır. İleriki araştırmalar öğrencilerin sınav notlarını, duyuruları veya ödevleri görüntüleme zamanlarını, kurs materyallerini kullanma sürelerini, sisteme giriş yapma sıklıklarını ve derslere devam durumlarını değerlendirerek bir model oluşturabilirler. Araştırmada üyelik fonksiyonları belirlenirken uzman görüşü temel alınmıştır. Bu etkili bir yöntem olsa da gerçekleştirilmesi zor ve zaman alan bir tekniktir. Gerçekleştirilecek benzer araştırmalarda üyelik fonksiyonları belirlenirken genetik algoritmaları gibi çeşitli optimizasyon yöntemlerinden faydalanılabilir. Bunlara ek olarak, araştırma kapsamında geliştirilen bulanık model tarzı sistemlerin ÖYS'lerle bütünleştirilmesine dönük çalışmalar yürütülebilir.

## 6. BEYAN

**Araştırma ve Yayın Etiği:** Yapılan çalışmada “*Yükseköğretim Kurumları Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesi*”nde uyulması belirtilen tüm kurallara uyulmuştur. Yönergenin “*Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiğine Aykırı Eylemler*” başlıklı 2. bölümünde belirtilen eylemlerden de hiçbiri gerçekleştirilmemiştir.

**Etik Kurul İzni Beyanı:** Bu araştırma etik kurul izni gerektirmemektedir.

**Araştırmacıların Makaleye Katkı Oranı Beyanı:** Bu makale tek yazarlı bir makaledir.

**Çıkar Çatışması Beyanı:** Araştırmacılar arasında herhangi bir çıkar çatışması yoktur.

**Finansal Destek veya Teşekkür Beyanı:** Bu çalışma için herhangi bir kurumdan finansal destek alınmamıştır.

## 7. KAYNAKÇA

Amrieh, E. A., Hamtini, T., & Aljarah, I. (2016). Mining educational data to predict student's academic performance using ensemble methods. *International Journal of Database Theory and Application*, 9(8), 119-136.

Azimjonov, J., Selvi, İ. H., & Özbek, U. (2016). Evaluation of distance learning students performance using fuzzy logic. *Yönetim Bilişim Sistemleri Dergisi*, 2(2), 87-97.

Cebi, A., & Karal, H. (2017). An application of fuzzy analytic hierarchy process (FAHP) for evaluating students project. *Educational Research and Reviews*, 12(3), 120-132.

Goksel, N., & Bozkurt, A. (2019). Artificial intelligence in education: Current insights and future perspectives. In S. Sisman-Ugur, & G. Kurubacak (Eds.), *Handbook of Research on Learning in the Age of Transhumanism* (pp. 224-236). Hershey, PA: IGI Global.

- Hogo, M. A. (2010). Evaluation of e-learning systems based on fuzzy clustering models and statistical tools. *Expert Systems with Applications*, 37(10), 6891-6903.
- Ivanova, V., & Zlatanov, B. (2019). Implementation of fuzzy functions aimed at fairer grading of students' tests. *Education Sciences*, 9(3), 214.
- Jamsandekar, S. S., & Mudholkar, R. R. (2013). Performance evaluation by fuzzy inference technique. *International Journal of Soft Computing and Engineering*, 3(2), 158-164.
- Mamdani, E. H. (1974). Applications of fuzzy algorithms for control of simple dynamic plant. *Proc. Iee*, 121, 1585-1588.
- McGivney, V. (2004). Understanding persistence in adult learning. *Open Learning: The Journal of Open, Distance and e-Learning*, 19(1), 33-46.
- Moore, M. G., & Kearsley, G. (2011). *Distance education: A systems view of online learning*. Belmont, CA: Wadsworth Cengage Learning.
- Ölmez, Ç. (2010). *Uzaktan eğitim sistemlerindeki soru bankalarının bulanık mantık yöntemi ile analizi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi. Afyon Kocatepe Üniversitesi.
- Richardson, J. T. E., & King, E. (1998). Adult students in higher education: Burden or boon? *The Journal of Higher Education*, 69(1), 65-88.
- Santana de Oliveira, M.M., & Torres Penedo, A.S., & Pereira, V. (2018). Distance education: Advantages and disadvantages of the point of view of education and society. *Dialogia*, 29(1), 139-152.
- Smith, P. F., Ganesh, S., & Liu, P. (2013). A comparison of random forest regression and multiple linear regression for prediction in neuroscience. *Journal of neuroscience methods*, 220(1), 85-91.
- Uğur, S., & Kurubacak, G. (2019). Technology management through artificial intelligence in open and distance learning. In *Handbook of Research on Challenges and Opportunities in Launching a Technology-Driven International University* (pp. 338-368). Hershey, PA: IGI Global.
- Uysal, M. P. (2010). Öğrenme stillerinin bulanık mantıkla modellenmesi. In *4th International Computer & Instructional Technologies Symposium* (pp. 1040-1045). Selçuk University Konya, Turkey.
- Ünver, H. M. (2020). Design of a fuzzy logic based custom exam production system for high performance. *Uluslararası Mühendislik Araştırma ve Geliştirme Dergisi*, 12(2), 745-752.
- Vogel, C., Hochberg, J., Hackstein, S., Bockshecker, A., Bastiaens, T. J., & Baumöl, U. (2018, June). Dropout in distance education and how to prevent it. In *EdMedia+ Innovate Learning* (pp. 1788-1799). Association for the Advancement of Computing in Education (AACE).
- Zadeh, L. A. (1965). Fuzzy sets. *Information and control*, 8(3), 338-353.
- Zawacki-Richter, O., Marín, V. I., Bond, M., & Gouverneur, F. (2019). Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education – where are the educators? *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 16(39), 1-27.

## 8. EXTENDED ABSTRACT

With the widespread adoption of the Internet and online tools as communication tools by societies, especially web-based distance education applications play an important role in providing equal opportunities in education. Distance education students show significant differences from traditional students, especially in terms of academic, psychological and life characteristics (Richardson & King, 1998). Their participation in educational activities is more irregular and unpredictable than traditional ones (McGivney, 2004). This variability and irregularity are due to the wide age range of the participants, being in different geographical locations and coming from various cultural structures. In addition, education processes are mostly affected by students' work and family responsibilities.

One of the problems experienced in distance education is in terms of measuring student performance and progress. Although quizzes, midterms and final exams are important criteria in measuring academic success, these exams can lead to a delay in identifying students who are lonely in the process and have academic problems.

In face-to-face education, the teacher can reach certain inferences by looking at the classroom activities of the student. In distance education, it is difficult to reach such inferences due to the nature of distance education. However, there is an opportunity in distance education that is not available in face-to-face education, which is the registration mechanism in learning management systems (LMS) where the distance education process is carried out. This mechanism records all the actions performed by the students on the LMS in a log file. Today, there are adaptation and customization structures created using artificial intelligence technologies integrated with LMSs. These structures can provide a personalized learning environment to students according to predetermined rules by analyzing the activities of the students in the system and provide feedback on the issues that students lack according to their exam success. In this context, one of the points to be considered is how the rules of the system created with artificial intelligence are determined and how the classifications are made. It is important that the people who design the system analyze such learning environments well, as well as employ the most appropriate techniques created in line with expert opinions. In order to meet these issues that need attention, the concept of fuzzy logic, which is a principle of creating artificial intelligence, comes to the fore.

Fuzzy logic is a computational approach based on "degrees of accuracy" rather than the usual "true or false" (1 or 0) binary numbers (Boolean) logic that modern computers rely on. Fuzzy logic allows absolute truth states of 0 and 1 to be evaluated with intermediate accuracy ratings, rather than strictly binary accuracy states. In addition to its use in events without clear certainties and uncertainties, the use of fuzzy logic is an appropriate choice when decisions need to be made with ambiguous data. It is difficult to talk about absolute values when the subject is the field of education, that is, human. In this study, it is aimed to adapt fuzzy logic, which offers extended solutions in many fields such as chemistry, health, automobile, and aircraft industries, to educational environments where it is difficult to talk about absolute values due to the human factor. In this context, the aim of this study is to prepare a distance education performance system structured with fuzzy logic according to the specific activities and actions of the students studying with distance education.

In this study, while creating a performance evaluation system according to the specific behaviors of distance education students in the process, among the fuzzy modeling techniques, an algorithm called Mamdani, which is known to be close to human behavior and intuitive, was used. In the first step of this model, the crisp inputs are fuzzified with membership functions. In the second step, fuzzy logic operations are performed on the fuzzy rule base created according to various methods. After the second step, the fuzzy logic structure creates fuzzy inferences. In the last step, fuzzy inferences are transformed into a single output by going through the defuzzification process.

In order to test the performance evaluation model developed within the scope of the research, comparisons were made with the "class" feature in the data set used in the research. The "class" feature takes values as "low level", "intermediate level" and "high level" according to the grades of the students. "Low" means 0-69, "medium" 70-89, "high" means 90-100. Primarily, Python programming language and machine learning techniques were used. It was ensured that the features of raising hands, viewing materials, viewing announcements, and participating in discussion groups produced values within the specified grade ranges in terms of class feature. These values produced in the range of 0-100 for 480 records were compared with the values produced from the model created with fuzzy logic algorithms within the scope of the study.

It is understood that the performance score created by machine learning techniques and the performance scores obtained from the fuzzy inference system created within the scope of the research are significantly consistent. The coefficient of determination ( $R^2$ ) shows that the regression model fit is quite high with a value of 0.97 ( $R^2 = 0.9727$ ). In addition, the absolute error value ( $t$ ) between the two performance grades was found to be 0.16.

The created model generates a performance score based on the number of students asking to speak during online simultaneous lessons, the number of viewing course materials and content, the number of checking announcements about the courses, and the number of participations in discussion groups. Considering that students' behaviors on LMSs cannot be evaluated within absolute classifications, fuzzy logic techniques that produce the most efficient solution approaches to such uncertainties were used in the creation of the model. As a result of the analyzes carried out, it was revealed that the model created within the scope of the research had the consistency of producing a high-performance score. This result means that the created model can be used to measure the performance and progress of students in intelligent and adaptable teaching systems, LMSs, online simultaneous course platforms. In addition, the model created also provides important indicators in the identification of students who are irrelevant and tend to drop out the process in the distance education system.