

PAPER DETAILS

TITLE: Ölçme ve degerlendirmede yenilikçi yaklasimlar: Blokzincir ve MST örneği

AUTHORS: Gülgün Bulut

PAGES: 88-108

ORIGINAL PDF URL: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/4417430>



Gönderim: 04.12.2024

Kabul: 08.01.2025

Tür: Araştırma Makalesi

Ölçme ve değerlendirmede yenilikçi yaklaşımlar: Blokzincir ve MST örneği

Dr. Gülgün BULUT ^a

^a Anadolu Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Uzaktan Eğitim ABD, ORCID: 0000-0002-7257-6207

Özet

Yeni teknolojiler hayatın akışı içerisinde çoğu alanda olduğu gibi eğitim bilimleri alanında da değişim ve dönüşüme sebep olmaktadır. Bu durum alanda gerek teoride gerekse uygulamada bir takım yenilikçi yaklaşımların ortaya çıkışını gündeme getirmektedir. Eğitim bilimleri alanındaki bu yenilikçi adımların ölçme ve değerlendirme boyutuna yansımaları ise araştırma kapsamında “Blokzincir” ve “Multistage Testing (MST)” sınırlılıklarında ele alınmıştır. Blokzincir teknolojileri ile dünya her ne kadar 2000’li yılların başlangıcı gibi yakın bir geçmişte tanışmış olsa da hızlı bir biçimde teknoloji dilinin önemli bir bileşeni konumuna gelmiş olduğu görülmektedir. Bu durum eğitim bilimleri açısından değerlendirildiğinde; Open University, EDUCAUSE ve Avrupa Birliği Komisyonu raporlarında blokzincir teknolojilerinin ele alınmış olması söz konusu teknolojinin günümüz ve yakın gelecekte kullanımının hızla yaygınlaştığının en belirgin göstergesidir. Diğer taraftan da alanda sıklıkla uygulanan çevrimiçi sınavlarda yaşanan güvenlik problemleri ise bu sınavlarda kullanılabilecek yeni yöntem arayışlarına yol açmaktadır. Bu kapsamda da MST test sunum yönteminin ETS, GRE, PIRLS, TIMMS ve PISA gibi önemli sınavlarda uygulanmasının getirdiği popülerlik ve sağladığı güven ile araştırmacı, sınav uygulayıcı ve karar alıcılar tarafından alternatif yöntem olarak değerlendirilmektedir. Bu temelden yola çıkarak araştırmada, blokzincir teknolojileri ile MST yöntemin ölçme ve değerlendirmede kullanımının alana katkısının değerlendirilmesi amaçlanmaktadır. Sonuç olarak MST kişiye özel yüksek güvenilirlikli hassas ölçüme olanak sağlarken Blokzincir yapısı ise sınav öncesi ve sonrasındaki tüm verileri güvenli biçimde depolayabilme olanağı sunmaktadır.

Anahtar Sözcükler: Ölçme ve Değerlendirme, Çok Aşamalı Testler, Blokzincir, Bireyselleştirme, Güvenlik.

Innovative approaches in assessment: Blockchain and MST example

Abstract

New technologies are causing change and transformation in the field of education, as in most areas of life. This situation leads to the emergence of a number of innovative approaches in both theory and practice. The reflections of these innovative steps in the field of educational sciences on the dimension of assessment will be discussed in the framework of the research within the limits of 'Blockchain' and 'Multistage Testing (MST)'. Although blockchain technologies have only been known to the world since the beginning of the 2000s, it can be seen that they have rapidly become an important part of the language of technology. Assessing this situation in terms of educational science, the fact that blockchain technologies are discussed in reports by the Open University, EDUCAUSE and the EU Commission is the most obvious indication that the use of the technology in question is spreading rapidly today and in the near future. On the other hand, the security problems encountered in the implementation of online exams, which are used intensively in the field of education, lead to the search for new methods that can be used in these exams. In this context, the MST test administration method is considered as an alternative method by researchers, test administrators and decision makers due to its popularity and trust in major exams such as ETS, GRE, PIRLS, TIMMS and PISA. Based on this, this study aims to evaluate the contribution of the use of blockchain technologies and the MST method in assessment. As a result, MST enables personalised, highly secure precision measurement, while the blockchain structure provides the ability to securely store all data before and after the exam.

Keywords: Assessment, Multistage Testing, Blockchain, Individualization, Security

Kaynak Gösterme

Bulut, G. (2025). Ölçme ve değerlendirmede yenilikçi yaklaşımlar: Blokzincir ve MST örneği. *Açıköğretim Uygulamaları ve Araştırmaları Dergisi (AUAd)*, 11(1), 88-108. <https://doi.org/10.51948/auad.1596445>

Giriş

Dijital teknolojilerin hızla ilerlemesi diğer alanlarda olduğu gibi eğitim bilimleri alanında da yeni teknoloji ve yöntemlerin kullanımını beraberinde getirmektedir. Günümüzde gerek çağa ayak uydurmak gerekse eğitim süreçlerinin kalitesini artırmak amacıyla söz konusu süreçlerin hemen her aşamasında yeni teknoloji ve yöntemlerin uygulanmasına yönelik yaklaşımlar sıklıkla gündeme gelmektedir. Eğitim sistemindeki bu aşamalardan biride ölçme ve değerlendirmedir. Ölçme ve değerlendirme alanında mevcut uygulamalar çoğunlukla geleneksel yöntemleri barındırır da yeni teknoloji ve yöntemlerin sürece kazandırılmasına yönelik önemli adımlar atılmaktadır. ÖSYM tarafından çok yakın bir tarihte gerçekleştirilen “Ölçme ve Değerlendirmede Yenilikçi Yaklaşımlar” konulu uluslararası sempozyum yukarıda bahsi geçen ifadelerin somut bir örneği olarak nitelendirilebilir (ÖSYM, 2024). Bir diğer örnek ise TÜBİTAK tarafından yürürlüğe konulan “Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme Alanında Yenilikçi Yaklaşımların Uygulaması: Teoriden Pratiğe, Akademiden Sahaya” konulu proje destek programlarıdır. Söz konusu programlar aracılığıyla ölçme ve değerlendirme alanında güncel yaklaşımların ve teknolojilerin sahada kullanımının uygulamalı olarak geliştirilmesi amaçlanmaktadır (TÜBİTAK, 2024). Diğer yandan son dönemlerde yapay zekâ, makine öğrenmesi, blokzincir vb. teknolojilerle (Ducas & Wilner, 2017; EDUCAUSE, 2019; Gartner, 2018; Grech & Camilleri, 2017) Computerized Adaptive Testing (CAT), Multistage Testing (MST) gibi yöntemlerin adının sıklıkla gündeme gelmesi ölçme ve değerlendirme alanında yeni teknoloji ve yöntemlerin işe koşulması noktasında atılması gereken adımların önemli göstergelerindendir. Bu sebeple yukarıda ifade edilen yeni teknoloji ve yöntemlerin koşullarının ölçme ve değerlendirme süreçlerine uyarlanması bu araştırmanın ortaya çıkış noktasını oluşturmaktadır. Araştırma sınırlılıkları kapsamında ölçme ve değerlendirme alanında yenilikçi yaklaşımlar Blokzincir ve MST örneği üzerinden incelenmiştir.

Araştırma Sorunsalı

Ölçme ve değerlendirmenin amacına uygun olarak yapılabilmesi eğitim-öğretim süreçlerinin temel sorunsallarından biridir. Çünkü eğitim-öğretim süreçlerinde atılan adımların ve yapılan yeniliklerin çıktısı ancak hassas bir ölçümle tespit edilebilmektedir. Yukarıda da ifade edildiği üzere gerek ÖSYM gerekse TÜBİTAK gibi önde gelen kurumların ölçme ve değerlendirme süreçlerine yönelik yeni teknoloji ve yöntemlere olan farkındalığı önemli bir adımdır. Söz konusu bu gelişmelerin yanı sıra yeni teknoloji ve yöntemlerin ölçme ve değerlendirme süreçlerine özellikle çevrimiçi sınavlar bağlamında dahil edilmesi de dikkate

değer bir konudur. Çünkü özellikle açık ve uzaktan öğrenme (AUÖ) sistemleri gibi zaman zaman geniş kitlelere çevrimiçi sınav uygulayan kurumlarda yüksek güvenilirlikli ve hassas ölçüm yapabilen sistemlere ihtiyaç duyulmaktadır. Çevrim içi sınavlarda test katılımcılarının kullanıcı bilgilerinden sınav sorularına ve hatta sınav süresince beceri düzeylerine göre izledikleri rotaya kadar kişiye özel olması sebebiyle veri güvenliği ve hassas ölçümün bir arada olması önemli bir husustur. Bu durum hem test katılımcısı hem de sınavı uygulayan kurum açısından sürecin sağlıklı işlemesi ve şeffaflığı noktasında söz konusu koşulları sağlayabilen teknoloji ve yöntemlerin işe koşulabilmesini gerekli kılmaktadır. Dolayısıyla AUÖ kurumlarının yeni teknoloji ve yöntemleri ölçme ve değerlendirme süreçlerine entegre etmesinin, ölçme ve değerlendirme kalitesinin artırılması açısından bir gereklilik olduğu söylenebilir.

Bu çalışma ölçme ve değerlendirme süreçlerinde Blokzincir teknolojisi ile MST test sunum yönteminin avantajlarını birleştirerek güvenilir, şeffaf, denetlenebilir ve düşük maliyetli bir sınav sistemi oluşturulmasına dikkat çekmeyi amaçlamaktadır. Bu kapsamda eğitim-öğretim süreçlerinin çıktısını görebilmenin önemli bir adımı olan ölçme ve değerlendirme uygulamalarında Blokzincir ve MST'nin birlikte işe koşulma durumu farklı bir bakış açısı ile ele alınmış olup ilerleyen çalışmalara bir temel oluşturması, bir ilham kaynağı ve çıkış noktası olarak rehberlik etmesi amacıyla hazırlanmıştır.

İlgili Alanyazın

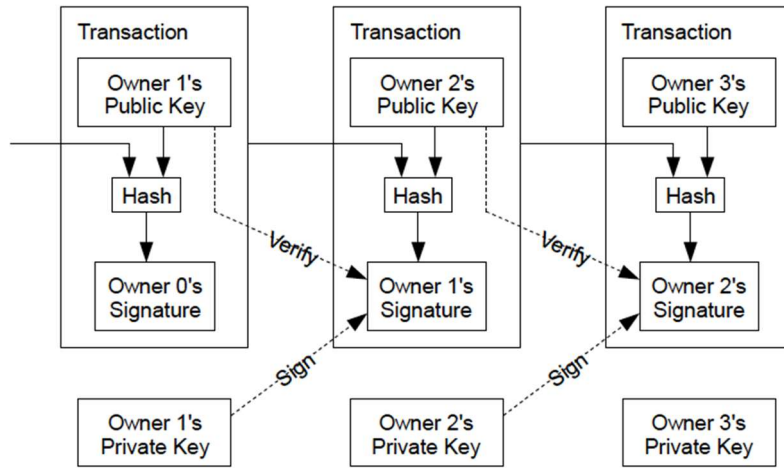
Blokzincir (Blockchain) Teknolojileri

Blokzincir (Blockchain) yapısının ilk icadı anonim bir yazar(lar) isimiyle 2008 yılında yayınlanan “Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System” başlıklı çalışmayla kavramsallaştırılmasına dayanmaktadır (Ducas & Wilner, 2017; Nakamoto, 2008). Blokzincir; bir ağdaki tüm katılımcılar tarafından paylaşılan, kronolojik sıralı, kriptografik olarak imzalanmış, geri alınamaz işlem kayıtlarının genişleyen listesi konumunda dağıtılmış bir defter türü ya da teknolojisi olarak bilinmektedir (Chen vd., 2018, s. 2-4; Ducas & Wilner, 2017; Gartner, 2018).

Blokzincir, kriptografik olarak tanımlanan bilgilerle ağdaki çok sayıda blok tarafından güvenli ve tutarlı işlemlerin yapılmasına olanak sağlayan bir veri tabanıdır (Beck, 2018). Blokzincir, iş süreçlerini kolaylaştırırken güven, hesap verebilirlik ve şeffaflık oluşturan yeni nesil işlemsel uygulamalar için bir teknolojidir. Söz konusu teknoloji etkileşimler için bir işletim sistemi olarak düşünülebileceği gibi kullanıcılar arasındaki işlemleri yapmanın

maliyetini ve karmaşıklığını büyük ölçüde azaltma potansiyeline sahiptir (Nath, 2016). Blokzincir'inin temeli, bloklardaki kod ve verilerin güvenliğidir. Bu nedenledir ki blokzincirin en önemli özelliği insanların takibi ve kontrolü yerine ağa dayalı hesaplamalar yoluyla güvenilir ve şeffaf işlemlerin desteklenmesidir (Zhao vd., 2016). Blokzincir teknolojilerinin paydaşlarına sunduğu “güvenilirlik”, “değişmezlik” ve “denetlenebilirlik” özellikleri ihtiyaç duyulduğu çok sayıda alana yayılmasına katkıda bulunmaktadır (Reyna vd., 2018). Özetle ortaya çıkan blokzinciri dünyası, geleneksel iş yapma biçimlerinin ve blokzinciri tarafından etkinleştirilenlerin birleşimidir.

Blokzincir yapısının genel işleyişi ana hatları ile aşağıda yer alan şekilde ifade edilmeye çalışılmıştır.



Kaynak: www.bitcoin.org. <https://doi.org/10.1007/s10838-008-9062-0>

Şekil 1. Blokzincir Veri Yapısının Genel İşleyiş Şeması

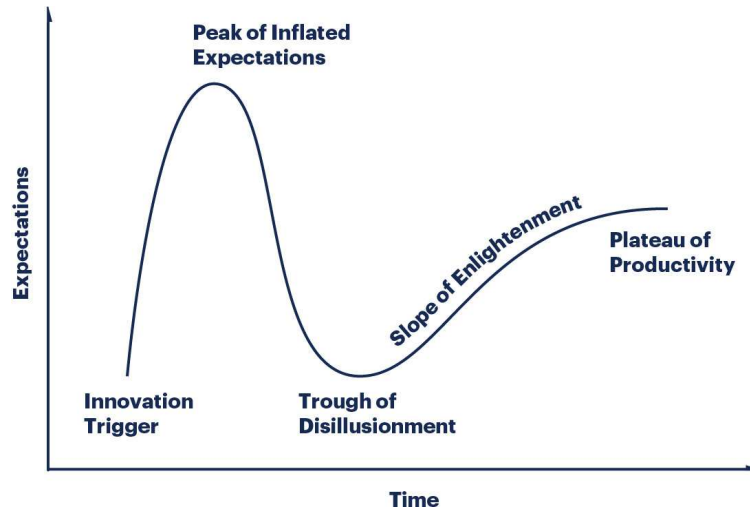
Şekil 1’de de görüleceği üzere işlemler bir blokta gruplandırılır ve bir blokzincir birbirine bağlı birden fazla bloktan oluşur. Bloklar artan sırada numaralandırılır ve sıfır (0) ilk başlangıç bloğudur. Blok zinciri her ek blokla genişletilir ve dolayısıyla işlem geçmişinin eksiksiz bir defterini temsil eder. Bloкта depolanan veriler herhangi bir dijital veri olabilir. Bloklar periyodik olarak 'madencilik' adı verilen bir işlemle oluşturulur. Blok kimliği, o bloğun dijital parmak izidir (Nath, 2016; Nofer vd., 2017; Zheng vd., 2016).

Blokzincirler açık ve özel olmak üzere erişilme durumlarına göre iki ayrı kategoride ele alınmaktadır. Açık blokzincir yapısına açık kaynaklı bir yazılım üzerinden erişim sağlanırken özel blokzincir yapısına kısıtlanmalı ve kontrollü bir şekilde erişim sağlanmaktadır (TÜBİTAK

BİLGEM, 2021). İşlem basamakları tüm kullanıcılar arasında bu şekilde birbirine benzersiz anahtar kimliklerle bağlanarak ilerlemekte ve mevcut kitlesel yapısına ulaşmaktadır. Sistem içerisinde her bir kullanıcının dilediği gibi gezinebilmesi ve bilgi edinebilmesi için kişiye özgü bir anahtar kimliği bulunmakta ve kullanıcılar işlemlerini bu anahtar kimlikler aracılığıyla takip edebilmekte ve gerçekleştirebilmektedir (Chen vd., 2018; Ma & Fang, 2020; Tanrıverdi vd., 2019). Diğer bir ifadeyle Blokzincir teknolojisinin en temel yapısı bireysel şifrelemedir. Bu sayede birçok işlem güvenli bir biçimde herhangi bir aracıya ihtiyaç duyulmadan gerçekleştirilmektedir.

Blokzincir teknolojileri gerek dünyada gerekse ülkemizde pek çok alanda (Ducas & Wilner, 2017; Gartner, 2018; Tanrıverdi vd., 2019, s. 213-214) ilgi gören ve popülerliği artan bir teknoloji konumundadır. Bu durumun en önemli göstergelerinden bir tanesi Dünya Ekonomik Forumu “Realizing the Potential of Blockchain” konulu 2017 yılı raporunda blokzincir teknolojilerinin potansiyeline vurgu yapılmasıdır. Rapor içeriğinde ise özellikle “The Blockchain as a New Global Resource” başlığı ile blokzincir teknolojilerinin yeni bir küresel kaynak olarak ele alınmış olması bu teknolojinin küresel anlamda dikkatleri üzerine topladığını ifade etmektedir (Dünya Ekonomik Forumu, 2017). Ayrıca uluslararası platformda yükseköğretimde eğitim teknolojilerindeki eğilimleri bilimsel temellere dayandırarak kurumlara yol haritası olabilecek nitelikte veriler sunan EDUCAUSE’un 2019 yılı “EDUCAUSE Horizon Report: 2019 Higher Education Edition” konulu raporunda da blokzincir teknolojileri “Important Developments in Educational Technology for Higher Education” başlığı ile yakın geleceğin trend teknolojileri arasında yerini almış bulunmaktadır (EDUCAUSE, 2019).

Gartner ise her yıl yayınladığı “Teknoloji İlerleme Döngüsü” ile Blokzincir yapılarının teknoloji içerisindeki seyrini de yıllar bazında ele almaktadır:



Kaynak: <https://www.gartner.com/en/research/methodologies/gartner-hype-cycle>

Şekil 2. Gartner'in Teknoloji İlerleme Döngüsü

Garther'in teknoloji ilerleme grafiğinden de anlaşılacağı üzere bir teknoloji doğmakta ve belli bir zamanda pik(high) seviyeye ulaşmaktadır. Söz konusu teknoloji ilerleyen zamanlarda düşüş eğilimi göstererek platoya ulaşmakta ve insanlar onu yaşamlarının normal rutinlerinde kullanmaya başlamaktadır. Gartner, gerek teknolojinin ilerleme döngülerini yıllık olarak belirttiği grafiklerinde gerekse yine yıllık olarak yayınladığı trend teknolojiler de blokzincir uygulamalarına sıklıkla yer vermektedir (Gartner, 2021; Gartner, 2020; Gartner, 2019; Gartner, 2018; Gartner, 2017; Gartner, 2016). 2019 yılı grafiği incelediğinde sadece blokzincir ilerleme döngüsünün hedef alınmasının yanı sıra blokzincir teknolojilerinin pik (high) seviyesini tamamlayıp platoya ulaştığı görülmektedir. Burada bir sonraki aşama blokzincir teknolojilerinin yaygınlaşarak herkes tarafından yaşamlarının normal bir rutini olarak kullanılmaya başlanması sürecidir. Bu açıdan değerlendirildiğinde “blokzincir”in hızlı bir biçimde teknoloji dilinin önemli bir bileşeni konumuna gelmiş olduğu görülmektedir.

Ülkemizde ise blokzincir teknolojileri alanında TÜBİTAK çatısı altında “Blokzincir Araştırma Laboratuvarı” kurulmuştur (TÜBİTAK BİLGEM, 2021). TÜBİTAK BİLGEM “Blokzincir Araştırma Laboratuvarı” literatüre katkı sağlamadan kamu ve özel kuruluşlara destek olmaya, güvenlik analizinden bilimsel düzeyde düzenlenen çalıştaylara kadar geniş bir yelpazede blokzincir sürecini araştırma ve geliştirme yönünde çalışmalar yürütmektedir (TÜBİTAK BİLGEM, 2021). Görüldüğü üzere blokzincir teknolojisi finans, sağlık hizmetleri, üretim, tedarik zinciri vb. daha pek çok alanda yaygınlaşarak kullanımı artan teknolojiler

arasında yer aldığı gibi (Ducas & Wilner, 2017; Gartner, 2018; Tanrıverdi vd., 2019, s. 213-214) eğitim bilimleri alanının da önemle üzerinde durduğu konular arasında yer almaktadır.

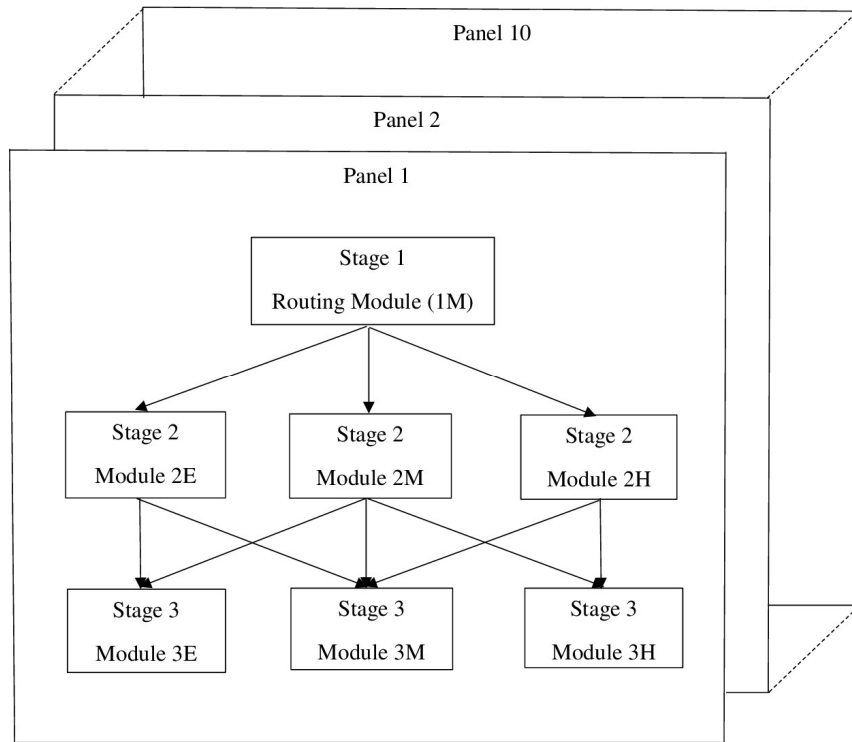
Eğitim sistemi içerisinde blokzincir teknolojileri konusunu işleyen araştırmalarda yoğun olarak odaklanılan aşamalar; “kayıt”, “kimlik doğrulama”, “bilgi ve kaynak paylaşımı”, “verilerin depolanması”, “çalışma programları”, “ölçme ve değerlendirme”, “sertifika yönetimi” süreçleri olarak sıralanmaktadır (Lizcano vd., 2020; Ma & Fang, 2020; Ogrutan, 2020; Palma vd., 2019; Williams, 2019; Wu, 2020; Zhao vd., 2020). Bu aşamalarda blokzincir teknolojilerinin eğitim öğretim sürecinde kullanılması sırasında “güvenlik”, “telif hakları”, “akıllı sözleşme”, “büyük veri”, “yapay zekâ”, “bilgi ekonomisi”, “zaman”, “maliyet”, “hizmet sürekliliği”, “dijital haklar” gibi hususlar kullanıcıların ve uygulayıcıların önemle üzerinde durdukları temel konular arasında yer almaktadır (Funk vd., 2018; Gräther vd., 2018; Guo vd., 2020; Li & Han, 2019; Zhao vd., 2020).

The Open University “Innovating Pedagogy 2016” raporunda eğitim alanında blokzinciri kullanımının kısa sürede yaygınlaşacağı bilgisinin vurgulanması ya da Avrupa Birliği Komisyonunca “Blockchain in Education” başlıklı raporun hazırlanması blokzincir teknolojilerinin eğitim bilimlerindeki yeri ve önemini ortaya koyma noktasında önemli bir diğer adımdır (Grech & Camilleri, 2017). Raporda blokzincir'in fizibilitesine, zorluklarına, faydalarına ve risklerine odaklanılmaktadır. İcat edildiği zamandan bu yana pek çok alanda hızla ilerlemesini sürdüren blokzincir teknolojileri farklı sektörlerin (Ducas & Wilner, 2017; Gartner, 2018; Tanrıverdi vd. 2019, s. 213-214) yanı sıra farklı alanlardaki araştırmacıların da çalışmalarının ilgi odağı olmuş durumdadır. Bu durum ise blokzincir teknolojilerinin günümüz ve yakın gelecekte eğitim bilimleri dahil pek çok alanda kullanımının hızla yaygınlaşması anlamına gelmektedir. Bu sebeple araştırmanın çıkış noktasının bir ayağını blokzincir teknolojileri oluşturmaktadır.

Çok Aşamalı Testler

Eğitim-öğretim süreçlerinin ölçme ve değerlendirme aşamasında uygulayıcılar ve araştırmacılar arasında popülerliği giderek artan “Multistage Testing (MST) = Çok Aşamalı Testler” bilgisayar uyarlamalı modern bir test sunum yöntemidir (Adedoyin & Mokobi, 2013; Hambleton, & Linden, 1997; Hambleton vd., 1991). MST örüntülerinde bireysel olarak sınava giren test katılımcısının yetenek seviyesine odaklanarak tüm test katılımcıları için hassas ölçümlerin sağlanabildiği çevrimiçi yüksek güvenli bir sınav yöntemidir (Magis vd., 2017, s. 3-5).

CAT'in, değerlendirmeyi daha verimli hale getirme potansiyelinin sağladığı avantajlarının yanı sıra pratikte uygulaması sırasında ortaya çıkan karmaşıklığı, test geliştirme için büyük çabalara gereksinim duyması, kalibrasyonunun büyük bir veri seti gerektirmesi, bilgisayar aracılığıyla yönetiminin maliyetli olması ve güvenlik endişeleri gibi bir takım dezavantajlarının gündeme gelmesiyle MST yönteminin kullanımı yaygınlaşmaktadır (Chang ve Ying, 2008; Hendrickson, 2007; Keng, 2008; MacGregor vd., 2022; Ockey, 2012, s. 347; Rotou, 2007; Weiss ve Kingsbury, 1984; Yan vd., 2014, s. 19; Zenisky vd., 2009). Çünkü MST'nin uygulamaya konulması, CAT'in önceki uygulamalarında karşılaşılan bazı sorunları etkili bir şekilde hafifletmiştir (Zheng & Chang, 2015). MST, yapısı itibariyle geleneksel uyarlanabilir olmayan testlere kıyasla daha iyi ölçüm verimliliği ve tek maddeli uyarlanabilir bilgisayarlı teste (CAT) göre ise uygulama kolaylığı sunmaktadır (Tang vd., 2024). MST özellikle son yıllarda artan bir kullanıma sahiptir. Bu durumun en önemli göstergesi “Educational Testing Service (ETS)”, “Graduate Record Examination (GRE)”, “Programme for International Student Assessment (PISA)”, “Progress in International Reading Literacy Study (PIRLS)”, “Trends in International Mathematics and Science Study (TIMSS,)” gibi uluslararası platformlardaki büyük ölçekli önemli sınavlarda uygulanmasıdır (Khorramdel vd., 2020; Mullis & Martin, 2019; Yin & Foy, 2021). MST yöntemin uluslararası platformlarda popülerliğinin artması araştırmacı, sınav uygulayıcı ve karar alıcılar tarafından alternatif yöntem olarak değerlendirilmesine yol açmıştır.



Kaynak: Wang, K. (2017). A fair comparison of the performance of computerized adaptive testing and multistage adaptive testing (Order No. 10273809). Available from ProQuest Dissertations & Theses Global. (1901897901). Retrieved from <https://www.proquest.com/dissertations-theses/fair-comparison-performance-computerized-adaptive/docview/1901897901/se-2>

Şekil 3. Çok Aşamalı Test (MST) Tasarımı Örneği

Şekil 3’de sunulan 1-3-3 desen MST tasarımı üç aşamadan ve yedi modülden oluşmaktadır. Her bir modüldeki maddelerin güçlük seviyeleri kolay, orta ve zor olarak sınıflandırılmıştır. Şekil 3’deki modülleri birleştiren çizgiler ise bir test katılımcısının izleyebileceği olası rotaları temsil etmektedir (Ariel vd., 2006). Test katılımcılarının yetenek düzeyi ile maddelerin veya modüllerin zorluk profili arasındaki ilişki, madde tepki kuramı (IRT) modelleri tarafından tanımlanmaktadır (Hambleton vd., 1991). Her aşamada bazı modüller düşük yetenek grubundaki test katılımcılarına daha uygunken bazı modüller yüksek yetenek grubundaki test katılımcılarına daha uygundur. Test katılımcısı her bir modülü tamamladıktan sonra sınava giren test katılımcısının geçici yetenek düzeyi elde edilen yeni ölçüm bilgilerini yansıtacak şekilde güncellenir ve bir sonraki modül, bu hesaplanmış geçici yetenek düzeyindeki birey için optimum düzeyde ölçüm bilgisi sağlamak üzere seçilmektedir (Zenisky vd., 2009). Bu sayede test katılımcıları her aşamada yetenek düzeylerine en uygun modüle yönlendirilmektedir. Sınava giren test katılımcılarının yetenek seviyelerini ölçmede

her bir aşamada yer alan modüller anahtar konumundadır (Berger vd., 2019; Sarı, 2020; Sarı ve Huggins-Manley, 2017). MST desenlerinde ölçümler bireysel olarak sınava giren test katılımcısının yetenek seviyesine odaklanarak ortalama beceriye sahip olanlar ve üst düzey beceriye sahip olanlar da dahil olmak üzere tüm test katılımcıları için hassas ölçümler sağlanmaktadır (Magis vd., 2017, s. 3-5). Bu sistemde testin rotasını öğrenenin verdiği cevaplar belirlemekle birlikte puanını da yine öğrenenin verdiği cevaplar belirlemektedir. Ayrıca test katılımcıları madde havuzundan yetenek tahminleri ile eşleştirilen aynı beceriyi ölçen farklı türde sorular almaktadırlar (Sarı, 2020; Yan vd., 2014, s. 87-94).

MST yöntem Fixed-MST (F-MST) ve On-the-fly MST (OMST) olmak üzere iki şekilde sınıflandırılmaktadır. F-MST modül ve panellerin sınav uygulamasından önce bir araya getirildiği test uygulamalarıdır. F-MST, yapısındaki panel, aşama ve modüllerin sabit olması (değişmemesi) dolayısıyla Sabit-MST olarak da adlandırılmaktadır. O-MST ise modül ve panellerin anlık olarak sınav katılımcısına özel oluşturulduğu sınav uygulamalarıdır (Choi vd., 2022; Chang, 2014; Zheng ve Chang, 2014; Zheng, Wang, Culbertson ve Chang, 2014). F-MST’de, ikinci ve sonraki aşamalarda belirli yetenek seviyelerinde -1, 0, 1 şeklinde adaptasyon noktaları belirlenirken O-MST’de tıpkı CAT’de olduğu gibi yetenek seviyesinin her noktası bir adaptasyon noktasıdır. O-MST’nin bu özelliği, ölçüm hassasiyeti açısından F-MST’ye göre bir avantaj sağlarken (Han, 2016; van der Linden & Diaio, 2014) CAT’a oldukça benzer ölçüm hassasiyeti sunması da bir diğer önemli avantajıdır (Yiğiter ve Doğan (2015). Bu kapsamda O-MST, CAT ve MST’nin avantajlarını bir araya getirmede yeni bir yaklaşım olarak değerlendirilmektedir (Zheng ve Chang, 2015).

Blokszincir ve MST temelinde ifade edilen yukarıdaki açıklamalar doğrultusunda bu iki yeni teknoloji ve yöntemin ölçme ve değerlendirme sürecinin işleyişi sırasında her ikisinin avantajlarının birleştirilerek birbiri ile entegrasyonunun güvenilir, şeffaf, denetlenebilir ve düşük maliyetli bir sınav sistemi oluşturulmasına katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Dolayısıyla araştırma kapsamında eğitim-öğretim süreçlerinin çıktısını görebilmenin önemli bir adımı olan ölçme ve değerlendirme uygulamalarında Blokszincir ve MST’nin birlikte işe koşulma durumu ele alınarak ilerleyen çalışmalara bir temel oluşturması, bir ilham kaynağı ve çıkış noktası olarak rehberlik etmesi amaçlanmaktadır.

Sonuç ve Tartışma

Eğitim-öğretim süreçlerinde ölçme ve değerlendirme öncesindeki tüm süreç adımlarının çıktılarına yönelik sağlıklı verilere ulaşmanın yolu gerçeğe yakın doğrulukta sonuçlar elde etmektir. Bu sonuçlara ulaşmanın en önemli koşulu öğretim yöntemleri ile ölçme ve değerlendirme yöntemlerinin aynı gelişmişlik seviyesinde olmasıdır. Çünkü sistemde izlenen süreçlerde bir taraftan çağı yakalamak için adımlar atılırken diğer tarafta geleneksel yöntem ve tekniklerle ölçümlerin gerçekleştirilmesi hatalı sonuçlar elde etmenin önde gelen sebepleri arasında yer almaktadır. Dünya genelinde çoğu ülkede öğretim yöntem ve tekniklerinin çağa uygun biçimde gerçekleştirilmesi yönünde çabalar mevcuttur. Bu durumun en güzel örneğini Cullen ve Mallet'in (2019) çalışmalarında ele aldığı Dünya Bankası'nın Gana'da finanse ettiği iBox projesi oluşturmaktadır. Proje kapsamında öncelikle yetersiz hizmet alan bölgelerdeki okullarda 100'e kadar öğrencinin aynı anda WiFi üzerinden birbirleriyle bağlantı kurması sağlanmaktadır. Öğrenciler, bilim müfredatını destekleyen video dersleri, alıştırmalar ve değerlendirmeler sağlayan bir öğrenme ortamına erişebilmektedir. Bu uygulamada ölçme ve değerlendirme adımı eklenmiş olması aynı gelişmişlik düzeyinde ölçümler yapıldığını ve girdi-çıkııı tespiti anlamında eşit doğrulukta veri elde edilmesini sağlaması noktasında araştırma kapsamında vurgulanan konu ile örtüşmektedir. Araştırmanın değerlendirme adımının Blokzincir ve MST yöntem ile sınırlandırılarak bu temel üzerinden ele alınmış olması ise bu araştırmanın farklılaştığı özgün yönüdür.

Udeozor, vd. (2023) çalışmalarında değerlendirmenin öğrenmenin anahtarı ve prosedürel yeterlilikleri değerlendirmenin birçok öğrenme etkinliğinin temel hedefi olduğunu vurgulayarak yeni teknolojilerin kullanımının geleneksel süreçlere (sınav, ödev vb.) radikal bir alternatif sunduğunu belirtmektedirler. Söz konusu araştırmada yapılan değerlendirme süreçlerinde yeni teknoloji kullanımı vurgusu araştırma kapsamı ile örtüşmektedir. Araştırmanın farklılaşan yönü ise Blokzincir ve MST gibi belirli bir yeni teknoloji ve yöntemle odaklanmasıdır.

“The Open University” tarafından hazırlanan “Innovating Pedogogy” yıllık raporlarda öğretim, öğrenim ve değerlendirme alanındaki yeniliklere ilişkin öğretmenler, politika yapımcılar, akademisyenler ile eğitimin nasıl değişebileceğiyle ilgilenen herkes için kıymetli veriler sunulmaktadır. Araştırmanın odak noktası ile örtüşen birkaç örnek kısaca şu şekilde özetlenebilir; 2012 yılı raporunda bilgisayar tabanlı değerlendirmenin sonuçlarının öğrencilere ve öğretmenlere hemen sunulabilmesi gibi faydalarına dikkat çekilmektedir (Innovating

Pedagogy, 2012). 2013 yılı raporunda bazı kuruluşlar öğrenmeyi akredite etmek için halihazırda dijital rozetler kullanmaktadır. Bu rozetler bir blok zincirine kaydedilebilir ve rozetlerin güvenilirliği ve küresel erişilebilirliği güçlendirilebilir. Bireyler, çalışmalarının ve tarihlerinin güvenli bir kamu kaydını sağlamak için blok zincirine sanat eserleri, edebi eserler, akademik makaleler veya icat kayıtları gibi öğeler ekleyebilirler (Innovating Pedagogy, 2013). 2014 yılı raporunda ise “Dinamik Değerlendirme” başlığı altında öğrenmeyi desteklemek için öğrenciye kişiselleştirilmiş değerlendirme verme vurgusu yapılmaktadır (Innovating Pedagogy, 2014). 2016 yılı raporunda ise çoğu ülkede içerik ve sınavlara odaklanılması, eğitim sistemlerinin gelecekteki öğrenmeyi karşılamak için toptan bir değişikliğe ihtiyaç duyabileceği anlamına gelmektedir (Innovating Pedogogy, 2016, s. 35-37). İlgili yıl raporuna göre Lefkoşa Üniversitesi, sınav sertifikalarını blokzincir’inde saklayan ilk yüksek öğrenim kurumudur. Sony Global Education, başarı kayıtlarını saklamak için ayrı bir eğitim blokzincir’i kurmayı önermektedir. The Open University gibi diğer kuruluşlar, mevcut blokzincir’lerde yeni eğitim hizmetleri denemektedirler. 2017 yılına gelindiğinde de uluslararası platformlarda eğitim uygulamalarını halihazırda etkileyen veya gelecek için fırsatlar sunan modern ve teknoloji destekli dünya için; yeni/değişen öğretme, öğrenme ve değerlendirme teorilerini ve uygulamalarını ele alınmaktadır (Innovating Pedogogy, 2017, s. 6). 2022 yılında yayınlanan raporda “Öğrenmeyi Kişisel Hale Getirme” başlığı altında; “Uyarlamalı öğretim – Bilgisayar tabanlı öğretimi öğrencinin bilgisine ve eylemine uyarlama” ve “Dinamik değerlendirme – Öğrenmeyi desteklemek için öğrenciye kişiselleştirilmiş değerlendirme verme” konuları ele alınmıştır. (Innovating pedagogy, 2022, s. 9). Son olarak 2023 ve 2024 raporlarında da yeni teknolojilerin eğitim öğretim süreçlerine dahil edilmesi vurgulanmaktadır. Genel bir değerlendirme yapıldığında tüm bu bulgular ve yeni teknoloji yolunda atılan adımlar araştırma konusunun önemini destekler niteliktedir. Özellikle 2022 yılı raporunda üzerinde durulan kişiselleştirilmiş değerlendirme MST yöntemin bireye özel sınav rotası oluşturabilme özelliği ile birebir örtüşmektedir. Sonuç olarak bu teknolojinin (Blokzincir) ve yöntemin (MST) dijital araçları süreçlerine adapte etmek isteyen sınav uygulayıcılara hitap edebilecek bir yapıya sahip olduğu görülmektedir.

Bu açıklamalar ışığında ölçme ve değerlendirmenin günümüz yeni teknoloji ve yöntemleri ile desteklenerek uygulanmasının eğitim sistemine önemli katkılar sağlayacağı düşünülmektedir. Dolayısıyla araştırma ölçme ve değerlendirme süreçlerinde yeni teknoloji ve yöntemlerin işe koşulması durumuna Blokzincir ve MST özelinde bir pencere açarak tüm paydaşların (politika yapımcılar, akademisyenler, kurumlar, araştırmacılar, program

geliştiriciler, öğretmenler, karar alıcılar, yöneticiler vb.) dikkatini çekmeyi ve bu yönde daha çok araştırma ve uygulamaya yönelik çalışma/ların yapılmasını teşvik etmeyi hedeflemektedir.

Blokzincir ve MST yapılarının en önemli ortak özelliği her ikisinin de güvenli ve düşük maliyetli olmalarıdır. Blokzincir teknolojisinin bireysel şifreleme yoluyla eşsiz bir kimlik oluşturabilme yeteneği ve MST yöntemin bireye özel sınav rotaları oluşturabilen yapısı bir araya getirilerek tam da arzu edildiği gibi güvenli, düşük maliyetli ve ölçüm hassasiyeti yüksek sınav uygulamaları tasarlanmasına ve verilerin depolanmasına olanak sağlayacağı düşünülmektedir. Bu bakış açısı araştırmanın özgün yönünü ortaya koymaktadır.

Yukarıda belirtilen konular çerçevesinde topluca özetlemek gerekirse;

- Günümüz koşullarında özellikle çevrimiçi sınavlarda yüksek güvenlikle hassas ölçümler yapabilen aynı zamanda sınav öncesi ve sonrasında elde edilen verileri kişiye özel güvenli biçimde depolamaya imkan sağlayan teknoloji ve yöntemlere ihtiyaç duyulmaktadır.
- Araştırma kapsamında MST kişiye özel yüksek güvenlikli hassas ölçüme olanak sağlarken Blokzincir yapısı ise sınav öncesi ve sonrasındaki tüm verileri güvenli biçimde depolayabilme olanağı sunmaktadır. Bu sebeple Blokzincir ve MST'nin birbiri ile entegrasyonunun ölçme ve değerlendirme alanına farklı bir bakış açısı kazandırmasının yanı sıra kalite, güvenlik ve maliyet anlamında alana önemli katkılar sağlayacağı düşünülmektedir.
- Dolayısıyla MST yöntem düşük maliyetli ve yüksek güvenlikli ölçüm yapılmasına olanak sağlayan modern bir yöntem sunarken yeni bir teknoloji olan Blokzincir ise birçok eğitim kaydını farklı bilgisayarlara kopyalanan evrensel bir ortamda güvenli ve düşük maliyetli bir şekilde saklayabilen dijital bir sistem sunmaktadır.

Öneriler

Araştırma kapsamında ölçme ve değerlendirme aşamasında Blokzincir ve MST'nin birbiri ile dijital olarak entegrasyonu gelecekte yapılacak çalışmalara rehberlik etmesi için teorik olarak ele alınmaya çalışılmıştır. Özellikle çevrimiçi sınavlarda Blokzincir ve MST entegrasyonu ile tasarlanmış uygulamalı çalışmaların gerçekleştirilmesi önerilmektedir.

İlerleyen araştırmalar için bir diğer öneri ise yapay zekâ, ChatGPT, makine öğrenmesi gibi farklı yeni teknoloji ve yöntemler bağlamında da konunun ele alınarak bu temelde dijital sistemlerin tasarlanması ve ölçme ve değerlendirme süreçlerine dahil edilmesi önerilmektedir.

Ölçme ve değerlendirmenin kapsamında bulunan tüm paydaşların (kurumlar, araştırmacılar, program geliştiriciler, öğretmenler, karar alıcılar, yöneticiler vb.) söz konusu dijital sistemlerin tasarlanması ve süreçlere uygulanması konusunda gerek teorik gerek simülatif ve gerekse uygulamalı çalışmalarını bu yönde yoğunlaştırmaları önerilmektedir. Çünkü yeni teknoloji ve yöntemlere yönelik daha çok araştırma yapılması bu ve benzeri sistemlerin gelişimine ve yaygınlaşmasına önemli katkılar sunmaktadır.

Kaynakça

- Adedoyin, O. & Mokobi, T. (2013). Using IRT psychometric analysis in examining the quality of junior certificate mathematics multiple choice examination test items. *International Journal of Asian Social Science*, 3(4), 992–1011. Erişim adresi: <https://archive.aessweb.com/index.php/5007/article/view/2471>
- Beck, R. (2018). Beyond bitcoin: The rise of blockchain world. *Computer*, 51(2), 54-58. Erişim adresi: <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=8301120>
- Berger, S., Verschoor, A. J., Eggen, T. J. H. M. & Moser, U. (2019). Improvement of measurement efficiency in multistage tests by targeted assignment. *Frontiers in Education*, 4(January). <https://doi.org/10.3389/educ.2019.00001>
- Chang, H.-H., & Ying, Z. (2008). To weight or not to weight? Balancing influence of initial items in adaptive testing. *Psychometrika*, 73(3), 441–450.
- Chen, G., Xu, B., Lu, M. & Chen, N.-S. (2018). Exploring blockchain technology and its potential applications for education. *Smart Learning Environments*, 5(1), 1. <https://doi.org/10.1186/s40561-017-0050-x>
- Choi, S. W., Lim, S., & van der Linden, W. J. (2022). TestDesign: an optimal test design approach to constructing fixed and adaptive tests in R. *Behaviormetrika*, 49(2), 191-229. <https://doi.org/10.1007/s41237-021-00145-9>
- Cullen, J. & Mallet, J. (2019). The Opportunities and Challenges for Developing ICT-Based Science Learning and Teaching in Ghana. Pan-Commonwealth Forum, 7. http://oasis.col.org/bitstream/handle/11599/3276/PCF9_Papers_paper_232.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Ducas, E. & Wilner, A. (2017). The security and financial implications of blockchain technologies: Regulating emerging technologies in Canada. *International Journal*, 72(4), 538–562. <https://doi.org/10.1177/0020702017741909>
- Dünya Ekonomik Forumu (2017). *Blokzincirin potansiyelini fark etmek*. Erişim adresi: http://www3.weforum.org/docs/WEF_Realizing_Potential_Blockchain.pdf
- EDUCAUSE (2019). *EDUCAUSE horizon report: 2019 higher education edition*. Erişim adresi: <https://library.educause.edu/-/media/files/library/2019/4/2019horizonreport.pdf?la=en&hash=C8E8D444AF372E705FA1BF9D4FF0DD4CC6F0FDD1>
- Funk, E., Riddell, J., Ankel, F. & Cabrera, D. (2018). Blockchain technology: a data framework to improve validity, trust, and accountability of information exchange in health professions education. *Academic Medicine*, 93(12), 1791-1794. Doi: 10.1097/ACM.0000000000002326
- Gartner, (2021). *Hype cycle for blockchain 2021; more action than hype*. Erişim adresi: <https://blogs.gartner.com/avivah-litan/2021/07/14/hype-cycle-for-blockchain-2021-more-action-than-hype/>
- Gartner, (2020). *Hype cycle for blockchain technologies, 2020*. Erişim adresi: <https://www.gartner.com/en/documents/3987450/hype-cycle-for-blockchain-technologies-2020>
- Gartner, (2019). *Gartner top 10 strategic technology trends for 2020*. Erişim adresi: <https://www.gartner.com/smarterwithgartner/gartner-top-10-strategic-technology-trends-for-2020/>
- Gartner, (2019). *The 4 phases of the Gartner Blockchain Spectrum*. Erişim adresi: <https://www.gartner.com/smarterwithgartner/the-4-phases-of-the-gartner-blockchain-spectrum/>
- Gartner, (2018). *Gartner top 10 strategic technology trends for 2019*. Erişim adresi: <https://www.gartner.com/smarterwithgartner/gartner-top-10-strategic-technology-trends-for-2019/>
- Gartner, (2017). *Gartner top 10 strategic technology trends for 2018*. Erişim adresi: <https://www.gartner.com/smarterwithgartner/gartner-top-10-strategic-technology-trends-for-2018/>
- Gartner, (2016). *Gartner top 10 strategic technology trends for 2017*. Erişim adresi: <https://www.gartner.com/smarterwithgartner/gartners-top-10-technology-trends-2017/>

- Gräther, W., Kolvenbach, S., Ruland, R., Schütte, J., Torres, C. & Wendland, F. (2018). Blockchain for Education: Lifelong Learning Passport. In: W. Prinz & P. Hoschka (Eds.), *Proceedings of the 1st ERCIM Blockchain Workshop 2018, Reports of the European Society for Socially Embedded Technologies* (ISSN 2510-2591), Doi: 10.18420/blockchain2018_07
- Grech, A. & Camilleri, A. F. (2017). *Blockchain in education*. doi: <https://doi.org/10.2760/60649>
- Guo, J., Li, C., Zhang, G., Sun, Y. & Bie, R. (2020). Blockchain-enabled digital rights management for multimedia resources of online education. *Multimedia Tools and Applications*, 79(15), 9735-9755. Doi: <https://doi.org/10.1007/s11042-019-08059-1>
- Hambleton, R. K. & Xing, D. (2006). Optimal and nonoptimal computer-based test designs for making pass-fail decisions. *Applied Measurement in Education*, 19(3), 221-239.
- Hambleton, R. K. Swaminathan, H., & Rogers, H. J. (1991). *Fundamentals of item response theory library* (1st ed.; D. Foster, ed.). London: SAGE.
- Hambleton, R. K. & Linden, W. J. (1997). *Handbook of modern item response theory* (1st ed.). USA: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-1-4757-2691-6>
- Hendrickson, A. (2007). An NCME instructional module on multistage testing. *Educational Measurement: Issues and Practice*, 26(2), 44-52. <https://doi.org/10.1111/j.1745-3992.2007.00093.x>
- Jodoin, M. G., Zenisky, A. & Hambleton, R. K. (2006). Comparison of the psychometric properties of several computer-based test designs for credentialing exams with multiple purposes. *Applied Measurement in Education*, 19(3), 203-220.
- Keng, L. (2008). *A comparison of the performance of testlet-based computer adaptive tests and multistage tests* (Doctoral dissertation, The University of Texas at Austin).
- Khorramdel, L., Pokropek, A., Joo, S. H., Kirsch, I., & Halderman, L. (2020). Examining gender DIF and gender differences in the PISA 2018 reading literacy scale: A partial invariance approach. *Psychological Test and Assessment Modeling*, 62(2), 179-231. Erişim adresi: https://www.researchgate.net/profile/Artur-Pokropek/publication/342344680_Examining_gender_DIF_and_gender_differences_in_the_PISA_2018_reading_literacy_scale_A_partial_invariance_approach/links/5eef16eb458515814a71a36e/Examining-gender-DIF-and-gender-differences-in-the-PISA-2018-reading-literacy-scale-A-partial-invariance-approach.pdf?origin=journalDetail&_tp=eyJwYWdlIjoiam91cm5hbERldGFpbCJ9
- Li, H. & Han, D. (2019). EduRSS: A blockchain-based educational records secure storage and sharing scheme. *IEEE Access*, 7, 179273-179289. Doi: 10.1109/ACCESS.2019.2956157

- Lizcano, D., Lara, J. A., White, B. & Aljawarneh, S. (2020). Blockchain-based approach to create a model of trust in open and ubiquitous higher education. *Journal of Computing in Higher Education*, 32(1), 109-134. Doi: <https://doi.org/10.1007/s12528-019-09209-y>
- Ma, Y. & Fang, Y. (2020). Current status, issues, and challenges of blockchain applications in education. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET)*, 15(12), 20-31. Doi: <https://doi.org/10.3991/ijet.v15i12.13797>
- Magis, D., Yan, D. & Davier A. A. (2017). *Computerized adaptive and multistage testing with R: Using Packages catR and mstR* (1st ed.). USA: Springer. doi: 10.1007/978-3-319-69218-0
- MacGregor, D., Yen, S. J., & Yu, X. (2022). Using multistage testing to enhance measurement of an english language proficiency test. *Language Assessment Quarterly*, 19(1), 54-75. <https://doi.org/10.1080/15434303.2021.1988953>
- Mullis, I. V., & Martin, M. O. (2019). PIRLS 2021 Assessment Frameworks. International Association for the Evaluation of Educational Achievement. Herengracht 487, Amsterdam, 1017 BT, The Netherlands. Erişim adresi: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED606056.pdf>
- Nakamoto, S. (2008). *Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system*. Erişim adresi: www.bitcoin.org. <https://doi.org/10.1007/s10838-008-9062-0>
- Nath, I. (2016, December). Data exchange platform to fight insurance fraud on blockchain. In *2016 IEEE 16th international conference on data mining workshops (ICDMW)* (pp. 821-825). IEEE Computer Society. Doi: 10.1109/ICDMW.2016.144
- Nofer, M., Gomber, P., Hinz, O., & Schiereck, D. (2017). Blockchain. *Business & Information Systems Engineering*, 59, 183-187. Doi: 10.1007/s12599-017-0467-3
- Ockey, G. J. (2012). Item Response theory. G. Fulcher ve F. Davidson (Editörler), *The routledge handbook of language testing* içinde (s. 336-349). New York/London: Routledge.
- Ogrutan, P. L. (2020). An analysis on the opportunity of introducing blockchain technology in Education-A case study. *TEM Journal*, 9(3), 971-976. Erişim adresi: <https://www.ceeol.com/search/article-detail?id=894547>

- Open University (2016). *Innovating Pedagogy 2016: Exploring new forms of teaching, learning and assessment, to guide educators and policy makers (Report 5)*. Erişim adresi: https://ou-iet.cdn.prismic.io/ou-iet/bfb6639f-3132-402f-8a14-db38c206f316_innovating_pedagogy_2016.pdf
- ÖSYM (2024). Ölçme ve değerlendirmede yenilikçi yaklaşımlar. Erişim tarihi: <https://symp2024.osym.gov.tr/Symposium/>
- Palma, L. M., Vigil, M. A., Pereira, F. L. & Martina, J. E. (2019). Blockchain and smart contracts for higher education registry in Brazil. *International Journal of Network Management*, 29(3), 1-21. doi: 10.1002/nem.2061
- Reyna, A., Martín, C., Chen, J., Soler, E., & Díaz, M. (2018). On blockchain and its integration with IoT. Challenges and opportunities. *Future Generation Computer Systems*, 88, 173-190. <https://doi.org/10.1016/j.future.2018.05.046>
- Rotou, O., Patsula, L., Steffen, M. ve Rizavi, S. (2007). Comparison of multistage tests with computerized adaptive and paper-and-pencil tests (Rapor No: 07-04). New Jersey: Educational Testing Service (ETS). <https://doi.org/10.1002/j.2333-8504.2007.tb02046.x>
- Sarı, H. İ. (2020). Testing multistage testing configurations: Post-Hoc vs. hybrid simulations. *International Journal of Psychology and Educational Studies*, 7(1), 27-37. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/1335540>
- Sarı, H. İ., & Huggins-Manley, A. C. (2017). Examining content control in adaptive tests: computerized adaptive testing vs. computerized adaptive multistage testing. *Educational Sciences: Theory & Practice*, 17(5), 1759-1781. doi: 10.12738/estp.2017.5.0484
- Tang, X., Zheng, Y., Wu, T., Hau, K. T. & Chang, H. H. (2024). Utilizing response time for item selection in on-the-fly multistage adaptive testing for PISA assessment. *Journal of Educational Measurement*, 0(0), 1-28. doi: 10.1111/jedm.12403
- Tanrıverdi, M., Uysal, M. & Üstündağ, M. T. (2019). Blokzinciri teknolojisi nedir? Ne değildir?: Alanyazın incelemesi. *Bilişim Teknolojileri Dergisi*, 12(3), 203-217. doi: 10.17671/gazibtd.547122
- The Open University (2024). *Innovating Pedagogy 2024*. Erişim adresi: <https://iet.open.ac.uk/files/innovating-pedagogy-2024.pdf>
- The Open University (2023). *Innovating Pedagogy 2023*. Erişim adresi: https://prismic-io.s3.amazonaws.com/ou-iet/4acfab6d-4e5c-4bbd-9bda-4f15242652f2_Innovating+Pedagogy+2023.pdf

- The Open University (2022). *Innovating Peagogy 2022*. Erişim adresi: https://prismic-io.s3.amazonaws.com/ou-iet/5c334004-5f87-41f9-8570-e5db7be8b9dc_innovating-pedagogy-2022.pdf
- The Open University (2017). *Innovating Peagogy 2017*. Erişim adresi: https://ou-iet.cdn.prismic.io/ou-iet/c80c19d1-3a86-4bae-96db-e198af6b8784_innovating-pedagogy-2017.pdf
- The Open University (2016). *Innovating Peagogy 2016*. Erişim adresi: https://ou-iet.cdn.prismic.io/ou-iet/bfb6639f-3132-402f-8a14-db38c206f316_innovating_pedagogy_2016.pdf
- The Open University (2014). *Innovating Peagogy 2014*. Erişim adresi: <https://oro.open.ac.uk/94047/1/innovating-pedagogy-2014.pdf>
- The Open University (2013). *Innovating Peagogy 2013*. Erişim adresi: https://ou-iet.cdn.prismic.io/ou-iet/cc86d85-4101-4c12-aef3-26174411e489_innovating-pedagogy-2013.pdf
- The Open University (2012). *Innovating Peagogy 2012*. Erişim adresi: https://ou-iet.cdn.prismic.io/ou-iet/59abb4d3-2e6e-4791-91cf-96e2c0059f62_innovating-pedagogy-2012.pdf
- TÜBİTAK (2024). Eğitimde ölçme ve değerlendirme alanında yenilikçi yaklaşımların uygulaması: Teoriden pratiğe, akademiden sahaya. Erişim adresi: <https://tubitak.gov.tr/tr/etkinlikler/egitimde-olcme-ve-degerlendirme-alaninda-yenilikci-yaklasimlarin-uygulamasi-teoriden-pratige-akademiden-sahaya>
- TÜBİTAK BİLGEM (2021). *Blokzincir araştırma laboratuvarı*. Erişim adresi: <https://blockchain.bilgem.tubitak.gov.tr>
- Udeozor, C., Chan, P., Russo Abegão, F. & Glassey, J. (2023). Game-based assessment framework for virtual reality, augmented reality and digital game-based learning. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 20(1), 36. <https://doi.org/10.1186/s41239-023-00405-6>
- Weiss, D. J. ve Kingsbury, G. G. (1984). Application of computerized adaptive testing to educational problems. *Journal of Educational Measurement*, 21(4), 361-375. Erişim adresi: <https://www.jstor.org/stable/pdf/1434587.pdf>
- Williams, P. (2019). Does competency-based education with blockchain signal a new mission for universities?. *Journal of Higher Education Policy and Management*, 41(1), 104-117. Doi: <https://doi.org/10.1080/1360080X.2018.1520491>

- Wu, X. (2020). Research on english online education platform based on genetic algorithm and blockchain technology. *Wireless Communications and Mobile Computing*, 2020, 1-7. doi: <https://doi.org/10.1155/2020/8827084>
- Yan, D., Davier, A. A. & Lewis, C. (2014). Computerized multistage testing: Theory and application (1st ed.). USA: CRC Press. doi: 10.1201/b16858
- Yin, L. & Foy, P. (2021). TIMSS 2023 Assessment Design. TIMSS 2023 Assessment Frameworks, 71. Erişim adres: https://pirls.bc.edu/timss2023/frameworks/pdf/T23_Frameworks.pdf#page=75
- Zenisky, A., Hambleton, R. K. & Luecht, R. M. (2009). Multistage testing: Issues, designs, and research. In *Elements of adaptive testing* (pp. 355-372). New York: Springer.
- Zhao, G., Di, B., He, H. & Zhu, W. (2020). Digital education transaction object authentication service based on blockchain technology. *Internet Technology Letters*, 3(2), 1-6. Doi: <https://doi.org/10.1002/itl2.149>
- Zhao, J. L., Fan, S., & Yan, J. (2016). Overview of business innovations and research opportunities in blockchain and introduction to the special issue. *Financial Innovation*, 2, 1-7. doi 10.1186/s40854-016-0049-2
- Zheng, Y., & Chang, H. H. (2015). On-the-fly assembled multistage adaptive testing. *Applied Psychological Measurement*, 39(2), 104–118. <https://doi.org/10.1177/0146621614544519>
- Zheng, Z., Xie, S., Dai, H. N., Chen, X., & Wang, H. (2018). Blockchain challenges and opportunities: A survey. *International Journal of Web and Grid Services*, 14(4), 352-375. Erişim adresi: <https://allquantor.at/blockchainbib/pdf/zheng2018blockchain.pdf>

Yazar Hakkında

Dr. Gülgün BULUT



Lisans eğitimini İktisat alanında, yüksek lisansını ise Maliye alanında tamamlamıştır. Doktora eğitimini Anadolu Üniversitesi Uzaktan Eğitim Anabilim Dalı'nda tamamlayan Bulut'un temel ilgi alanları arasında açık ve uzaktan öğrenme, eğitimde ölçme ve değerlendirme, bilgisayar tabanlı sınav uygulamaları, simülasyon çalışmaları, klasik test kuramı, madde tepki kuramı, çok aşamalı testler, nicel araştırma yöntemleri, makine öğrenmesi, blokzincir,

ChatGPT, istatistiksel analiz ve yapay zekâ uygulamaları yer almaktadır.

Posta adresi:

Tel (İş): +90 335 08 95

Eposta: gbulut@anadolu.edu.tr

URL: <https://orcid.org/0000-0002-7257-6207>