

Eğitim Araştırmalarında Kritik Teknoloji Alanlarının Uygulamaları Kapsamında Yayımlanan Makalelerin Eğilimlerinin İncelenmesi: Bibliyometrik Haritalama Analizi

Zeki Desterci¹, Gül Gizem Karaca², Büşra Baybaş³, Cemal Tosun*⁴

Anahtar Sözcükler

Bibliyometrik Analiz
Kritik Teknoloji Alanları
Makine Öğrenme
Öğrenme Analitiği
Veri Madenciliği

Makale Hakkında

Gönderim Tarihi

07 Mart 2023

Kabul Tarihi

07 Haziran 2023

Yayın Tarihi

27 Haziran 2023

Makale Türü

Araştırma Makalesi

Öz

Araştırma kapsamında kritik teknoloji alanlarının eğitim araştırmalarındaki uygulama eğilimlerini ortaya çıkarmak için ilgili dokümanların bibliyometrik analizi yapılmıştır. Tarama sonrası WoS'un Eğitim ve Eğitim Araştırmaları kategorisinde eğitim araştırmalarında kritik teknoloji alanlarının uygulamaları kapsamına giren 2.931 makale belirlenmiş ve bu makalelerin VOSviewer programı ile analizi yapılmıştır. Analiz sonuçlarına göre, bu alandaki makale sayısının 2015 yılından itibaren hızlı bir artış eğilimine girdiği ve 2022 yılında en yüksek sayıya eriştiği belirlenmiştir. Makalelerde en çok kullanılan anahtar kelimeler; öğrenme analitikleri, makine öğrenme, yapay zekâ, eğitsel veri madenciliği, derin öğrenme, yükseköğretim, büyük veri ve çevrimiçi öğrenme olarak tespit edilmiştir. Sonuçlar kritik teknoloji alanları kapsamında en çok yayın yapan ve atıf alan yazarın D. Gasevic olduğunu ortaya koymuştur. D. Gasevic, S. Dawson ve A. Pardo'nun diğer araştırmacılar ile güçlü işbirliğinin olduğu tespit edilmiştir. Bu alanda en üretken ülkelerin Amerika Birleşik Devletleri ve Çin Halk Cumhuriyeti olduğu belirlenmiştir. Özellikle ABD ile Avustralya, Çin ve İngiltere arasında güçlü işbirliği çalışmalarının olduğu belirlenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre Monash Üniversitesi, Open Üniversitesi ve Edinburgh Üniversitesi en üretken kurumlardır. Son olarak bu alandaki çalışmalara en çok fon sağlayan kuruluşlar ABD Ulusal Bilim Vakfı ve Avrupa Komisyonu'dur.

Review of the Trends of Articles Published within the Scope of Applications of Critical Technology Fields in Educational Research: Bibliometric Mapping Analysis

Keywords

Bibliometric Analysis
Critical Technology
Fields
Machine Learning
Learning Analytics
Data Mining

Article Info

Received

March 07, 2023

Accepted

June 07, 2023

Published

June 27, 2023

Article Type

Research Paper

Abstract

In this study, bibliometric analysis of the relevant articles was performed to reveal the application trends of critical technology fields in educational research. The screening was limited to the category of Education and Educational Research of the WoS, 2,931 articles were identified, and analysis of these articles was carried out with the VOSviewer program. According to the results of the analysis, it was determined that the number of articles in this field was on a rapid upward trend since 2015 and reached the highest number in 2022. The most frequently used keywords in the articles were learning analytics, machine learning, artificial intelligence, educational data mining, deep learning, higher education, big data and online learning. The results revealed that D. Gasevic was the most productive author in critical technology fields. It was found that D. Gasevic, S. Dawson and A. Pardo had strength collaboration with other researchers. The most productive countries in this field were the USA and the People's Republic of China. It was determined that there are strength cooperation efforts, especially between the USA and Australia, China and the UK. According to the research results, Monash University, the Open University and the University of Edinburgh were the most productive institutions. Finally, the organizations that provided the most funding for research in this field were the National Science Foundation and European Commission.

Atf: Desterci, Z., Karaca, G.G., Baybaş, B., & Tosun, C., (2023). Eğitim araştırmalarında kritik teknoloji alanlarının uygulamaları kapsamında yayınlanan makalelerin eğilimlerinin incelenmesi: Bibliyometrik haritalama analizi. *Bilgi ve İletişim Teknolojileri Dergisi*, 5(1), 20-45. <https://doi.org/10.53694/bited.1261406>

Cite: Desterci, Z., Karaca, G.G., Baybaş, B., & Tosun, C. (2023). Review of the trends of articles published within the scope of applications of critical technology fields in educational research: Bibliometric mapping analysis. *Journal of Information and Communication Technologies*, 5(1), 20-45. <https://doi.org/10.53694/bited.1261406>

*Sorumlu Yazar/Corresponding Author:

¹ M. Sc. Student, Bartın University, Bartın/Turkey, desterecizeki@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0004-6704-0688>

² M. Sc. Student, Bartın University, Bartın/Turkey, gulgizem.ozturk@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-7091-4316>

³ M. Sc. Student, Bartın University, Bartın/Turkey, busra_baybas@hotmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-2468-5326>

⁴ Assoc. Prof. Dr. Bartın University, Bartın/Turkey, ctosun@bartin.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0002-1236-9548>

Extended Abstract

Introduction

Technological developments increased the number of scientific publications. The increase in the number of online documents created large data sets. In education field, big data analysis or unprocessed data in data sets play a big role in time wasting. New methods are needed for the processing of this unstructured data. Critical technology fields were determined by the Council of Higher Education within the scope of the "Future Project" (YÖK, 2020). Critical technology fields such as artificial intelligence, machine learning, learning analytics and data mining (YÖK, 2020) play an important role in processing data and making inferences. The number of articles published within the scope of applications of critical technology fields in educational research was increased. It is important to reveal the trends in these publications, to reveal the current situation and to guide future research. In this research, the applications of critical technology fields in educational research were focused on. The articles published in this field were analysed with bibliometric mapping methods and it was aimed to reveal the overall picture. In this study, the following research questions investigated:

Research questions

- How is the distribution of the number of articles published within the scope of applications of critical technology fields in educational research by years and which are the journals in which these articles are frequently published?
- What are the keywords frequently used in articles published within the scope of applications of critical technology fields in educational research?
- What are the core topics of the articles published within the scope of applications of critical technology fields in educational research?
- How is the cooperation between researchers, countries and institutions in articles published within the scope of applications of critical technology fields in educational research?
- Which organizations provide the most funding support to articles published within the scope of applications of critical technology fields in educational research?

Method

The research was conducted within the scope of document review. In this research, bibliometric mapping methods used to reveal the trends of articles published within the scope of applications of critical technology fields in educational research. Bibliometric analysis is a useful tool for mapping the literature related to a special research field (Falagas et al., 2006).

Findings

Number of Articles by Year

According to the results of the analysis, it was determined that the number of articles in this field was on a rapid upward trend since 2015 and reached the highest number in 2022. In recent years, the annual number of articles published within the scope of applications of critical technology fields in educational research has reached 500.

Journals where the Articles are Published

Bibliometric analysis articles were mostly published in International Journal of Emerging Technologies in Learning (f=193 articles; 1.210 citations), Education and Information Technologies (f=152 articles; 1.142 citations) and Interactive Learning Environments (f=109 articles; 1.022 citations) journals.

Core Topics

The most commonly used keywords in the articles published within the scope of applications of critical technology fields in educational research were learning analytics (f=862), machine learning (f=360), artificial intelligence (f=360), educational data mining (f=242), data mining (f=237), deep learning (f=220), higher education (f=214), big data (f=187), online learning (f=106) and education (f=96).

Collaboration between Authors

According to the results of the analysis, the most productive authors were D. Gasevic (f=50 articles; 1.907 citations), A. Pardo (f=27 articles; 955 citations), B. Rienties (f=26 articles, 478 citations), W. Xing (f=26 articles; 398 citations) and H. Ogata (f=23 articles; 328 citations).

Cooperation between Countries

Among the 104 countries that published articles in this field, the USA (f=655 articles; 10.858 citations), People's Republic of China (f=353 articles; 2.451 citations), Australia (f=290 articles; 5.209 citations), England (f=213 articles; 4.170 citations) and Spain (f=210 articles; 3.204 citations) were the most productive countries.

Inter-Institutional Cooperation

According to the results of the analysis, Monash University (f=59 articles; 893 citations), Open University (f=52 articles; 1.864 citations) and University of Edinburgh (f=42 articles; 1.657 citations) were the most productive organizations.

The Most Funded Organizations

22.6% (663 articles) of the 2.931 articles whose bibliometric analysis was performed were funded by various institutions. The organizations that provided the most funds were the National Science Foundation/NSF- (f=102), European Commission (f=76), National Natural Science Foundation of China/NSFC (f=57) and Ministry of Science and Technology/Taiwan (f=46).

Discussion and Conclusion

This study revealed potential research trends of critical technology fields in education. For this purpose, 2,931 articles indexed in SSCI, SCI-E and ESCI in the WoS database were analyzed with the VOSviewer program. The first result revealed within the scope of the study is that the number of articles had a rapid upward trend since 2015 and reached the highest number in 2022. Another result of the research was that the journals that published articles focused on educational technologies had a high impact factor compared to other educational journals. It is thought that the impact value of the journals is an important factor when researchers publish articles focusing on the applications of critical technology fields in educational technology journals.

The most commonly used keywords in the articles were learning analytics, machine learning, artificial intelligence, educational data mining, deep learning, higher education, big data and online learning. In addition, the results showed that there was a correct ratio between the frequency of use of keywords and their linking strength. In the context of the applications of critical technology fields in education, it can be said that these keywords are mostly core subjects or fields of study that have the potential to become core subjects. It was seen that cluster formations became clearer in this field, but there were differences in the components of the clusters. In summary, the research results revealed that critical technology fields in educational research are usually used in prediction, recognition or decision-making processes using educational data. Predicting student performance, diagnosing at-risk students, and guiding policy makers in education are among the potential study topics of this field.

According to the results of the research, there is a moderate relationship between the most productive researchers in this field and their producing the most cited articles. Another result of this study is that there is a high level of relationship between publication productivity and link strength. It is important for novel researchers to get to know the most productive researchers of the field. It is thought that the research results will make significant contributions to international research collaborations focused on the applications of critical technology field in education.

According to the results of the analysis, the most productive countries in this field were the USA and the People's Republic of China. USA and the People's Republic of China are the countries with the two largest economies in the world. The result of the research can be evaluated as a result of the investments made by these two countries in educational technologies.

Another result of the research was that the most productive authors were studying in the most productive institutions. This situation can be interpreted as the fact that the productivity of organizations is focused on authors, not on institutions.

According to the results of the research, it is evaluated that the funding institutions in the People's Republic of China and Taiwan have a significant impact on the increase in the number of publications in this field. Another result of the research is that there is a strong relationship between the number of publications of countries and the funding support they provide to their researchers.

Giriş

Toffler (2019), "Üçüncü Dalga" adlı yapıtında tarım, sanayi ve bilgi devrimlerinden söz eder ve tarım devriminin 1000 yıl, sanayi devriminin 300 yıl sürdüğünü, ama bilgi devriminin 100 yılda tamamlanacağını öngörmektedir. Yaşadığımız dönemi nitelendiren terimlerden biri de "bilgi toplumu" olup, bilgi çağının amacı bilginin üretilmesi, itici gücü ise bilgisayar teknolojisi (Toffler, 2019). Bu dönemde teknolojiye gelişmelerden geri kalmak istemeyen ülkeler, teknolojinin lokomotif olarak kullanıldığı alanlara öncelik vermeye başlamışlardır. Dünya ekonomisinden pay almak için bu alanlarda yapılan AR-GE projelerine daha önem vermişler, katma değeri yüksek ürünler üretmeyi hedeflemişler ve bazı ülkelerde bu hedeflere erişmişlerdir.

Katma değeri yüksek ürünler üretme hedefi tüm Dünya'da kritik teknoloji alanlarına verilmesi gereken önemini beraberinde getirmiştir. Bu alanlar kapsamında Türkiye'de de birtakım çalışmalar yürütülmektedir. Yüksek Öğretim Kurulu (YÖK) tarafından "Gelecek Projesi" kapsamında mevcut durum göz önünde bulundurularak uygun kritik teknoloji alanları belirlenmiş, bu alanda araştırmacılar yetiştirilmesine önem verilmiştir (YÖK, 2020). Mevcut araştırma kapsamında eğitim araştırmalarında, son yıllarda, sıkça uygulamaları ile karşılaştığımız kritik teknoloji alanlarından bazıları; veri madenciliği (data mining), yapay zeka (artificial intelligence), öğrenme analitiği (learning analytics), makine öğrenme (machine learning), makine zekası (machine intelligence), derin öğrenme (deep learning), veri analitiği (data analytics), büyük veri (big data), yapay sinir ağları (artificial neural networks) ve derin ağlar (deep networks) gibi terimler ile ifade edilmektedir.

Bilgi toplumunun itici gücü olan teknolojik gelişmeler bilimsel yayın sayısını artırmış, çevrimiçi yayınlanan doküman sayısının artması da büyük veri oluşumlarına neden olmuştur. Her alanda olduğu gibi eğitim alanında da büyük veri analizleri veya veri setlerinde bulunan işlenmemiş veriler zaman kaybında büyük rol oynamaktadır. Bu yapılandırılmamış verilerin işlenmesi için yeni yöntemlere ihtiyaç duyulmaktadır. İhtiyaçlar doğrultusunda ortaya çıkan, *yapay zekâ*, *makine öğrenmesi*, *öğrenme analitiği* ve *veri madenciliği* gibi kritik teknoloji alanları (YÖK, 2020) verilerin işlenmesinde ve çıkarımlarda bulunmakta önemli rol oynamaktadır. Kritik teknoloji alanlarının eğitim araştırmalarında uygulamaları ile ilgili son yıllarda yapılan çalışma sayısında artış olduğu görülmektedir. Bu yayınlardaki eğilimlerin ortaya çıkartılması, mevcut durumun ortaya konması ve gelecekteki araştırmalara yol göstermesi açısından önemlidir. Bu araştırmada kritik teknoloji alanlarının eğitim araştırmalarındaki uygulamalarına odaklanarak, bu alanda yayınlanmış makaleler, bibliyometrik haritalama yöntemleri ile analiz edilerek büyük fotoğrafın ortaya çıkartılması hedeflenmiştir. Bu çalışmada manuel olarak gerçekleştirilen içerik ve tematik analizler gibi sistematik literatür incelemelerinden ve meta-analiz çalışmalarından farklı bir yol takip edilmiştir. Sistematik literatür incelemelerinde nitel teknikler kullanılır. Bu araştırmada meta-analiz çalışmalarında olduğu gibi nicel teknikler kullanılmıştır. Değişkenler ile etkinin gücü arasındaki ilişkileri analiz ederek deneysel kanıtları özetlemeye odaklanan meta-analiz çalışmalarından (Carney ve diğerleri, 2011) farkı ise, bu araştırmada anahtar kelime ve atıf sayımına dayanan ve bilgisayarlı metin analizi olarak da ifade edilen metin madenciliği yöntemlerinden (Kobayashi ve diğerleri, 2018) bibliyometrik haritalama yöntemlerinin kullanılmış olmasıdır.

Çalışmanın Amacı

Araştırma kapsamında son yıllarda popülaritesi artan ve YÖK tarafından kritik teknoloji alanları olarak adlandırılan öncelikli ve özellikli alanların eğitim araştırmalarındaki uygulama eğilimlerini ortaya çıkarmak için ilgili dokümanların bibliyometrik analizi yapılmıştır. Bu çalışmada aşağıdaki araştırma sorularına cevap aranmıştır:

- Eğitim araştırmalarında kritik teknoloji alanlarının uygulamaları kapsamında yayınlanan makale sayılarının yıllara göre dağılımı nasıldır ve ilgili makalelerin sıklıkla yayınlandığı dergiler hangileridir?
- Eğitim araştırmalarında kritik teknoloji alanlarının uygulamaları kapsamında yayınlanan makalelerde sıkça kullanılan anahtar kelimeler nelerdir?
- Eğitim araştırmalarında kritik teknoloji alanlarının uygulamaları kapsamında yayınlanan makalelerin çekirdek konuları nelerdir?
- Eğitim araştırmalarında kritik teknoloji alanlarının uygulamaları kapsamında yayınlanan makalelerde araştırmacılar, ülkeler ve kurumlar arası işbirliği nasıldır?
- Eğitim araştırmalarında kritik teknoloji alanlarının uygulamaları kapsamında yayınlanan makalelere en çok fon ayıran kuruluşlar hangileridir?

Literatür İncelemesi

Yapay Zekâ

Massachusetts Institute of Technology-MIT bilgisayar bilimleri laboratuvar yöneticilerinden Edward Fredkin Britanya'nın bir yayın kuruluşu olan BBC ile yaptığı bir söyleyişi de "tarihte üç büyük olay vardır. Bunlardan ilki kâinatın oluşumudur. İkincisi yaşamın başlangıcıdır. Üçüncüsü de yapay zekânın ortaya çıkışıdır" ifadesini kullanmıştır (Pirim, 2006). Yapay zeka hem ilgili literatür de hem de basında, "çağımızın en önemli genel amaçlı teknolojisi" olma potansiyeline sahip, dönüştürücü olarak tasvir edilmiştir (Brynjolfsson & McAfee, 2017, s.2). Modern bilgisayar bilimi kadar eski bir geçmişe sahip yapay zekâ terimi, ilk duyulduğunda her kesimde merak uyandıran bir kavramdır. Yapay zekâ; felsefe, bilişsel bilim, matematik, nörofizyoloji, psikoloji, bilgisayar bilimi, bilgi teorisi, sibernetik ve belirsizlik teorisinin birleşimidir (Huang & Qiao, 2022). Makineler düşünebilir sorunsalı makine zekâsını tartışmaya açmış bu durum yapay zekâ kavramını ortaya çıkarmıştır.

Yapay zekâ, sağlık, mühendislik, eğitim gibi birçok disiplinde uygulamaları ile karşılaştığımız çalışma alanlarından biridir. Roll ve Wylie (2016) yapay zekâ eğitimi alanındaki fırsatları ve zorlukları ele almışlardır. Luan ve diğerleri (2020), büyük veri patlamasının ve yapay zekâ devriminin getireceği yeni fırsatları ve zorlukları incelemişlerdir. Hwang ve Tu (2021), matematik eğitiminde yapay zekânın rolünü ve araştırma eğilimlerini araştırmışlardır. Lee ve Lee (2021) fizik eğitiminde yapay zekânın kullanımını incelemişlerdir. Yapay zekâ uygulamalarının günümüz eğitim araştırmalarında nasıl kullanıldığı (Bozkurt ve diğerleri, 2021) veya gelecekte nasıl kullanılacağı üzerinde durulması gereken önemli bir araştırma alanıdır.

Yapay zekâ sistemlerinin eğitimde;

- (i) akıllı öğretmen,
- (ii) akıllı öğrenen,
- (iii) akıllı öğrenme aracı ve

(iv) politika yapıcılara danışman

şeklinde dört rolü bulunmaktadır (Hwang ve diğerleri, 2020). Kalafat (2022), yaptığı çalışmada yapay zekâ teknolojilerinin eğitimdeki yansımalarını, özellikle öğretici pozisyonundaki öğretmenin buradaki rolü üzerinde durmuştur. Başka bir çalışmada Saçan ve arkadaşları (2022), çocukların yapay zeka kavramına ilişkin metaforik algılarını incelemiştir. Huang ve Qiao, (2022) yaptıkları çalışmada STEAM ile entegre edilmiş yapay zeka eğitiminin lise öğrencilerin hesaplamalı düşünme becerilerini, öğrenme motivasyonunu ve öz yeterliğini artırabildiğini ortaya koymuşlardır. Akıllı ders verme sistemlerinin uyarlanabilir öğrenme sistemleri, kişiselleştirilmiş öğrenme sistemleri ve öneri sistemleri gibi çeşitli biçimleri olup (Huang ve diğerleri, 2023), çalışmalar, akıllı ders verme sistemlerinin öğrencilerin öğrenme çıktılarına iyileştirebileceğini doğrulamıştır (Ma ve diğerleri, 2014; Steenbergen-Hu & Cooper, 2014). Yapay zeka teknolojisi, sınıfta kişiselleştirilmiş öğrenmeyi desteklemek için kullanılabilir (Huang ve diğerleri, 2023). Huang ve diğerleri (2023) yakın bir zamanda yaptıkları çalışmada, yapay zeka destekli kişiselleştirilmiş video önerilerinin, orta düzeyde motivasyon düzeyine sahip öğrencilerin öğrenme performansına ve katılımına önemli ölçüde katkıda bulunduğunu ortaya koymuşlardır.

Makine Öğrenme

Diğer bir kritik teknoloji alanı olan makine öğrenmesi karmaşık verilerin düzenlenerek daha anlaşılır olmasını, kolay ulaşılabilir olmasını ve sınıflandırılmasını sağlar (Hamim ve diğerleri, 2021). Makine öğrenimi, verilerden otomatik olarak bilgi oluşturmayı amaçlayan öğrenci profillerini modelleme için kullanılan yöntemlerden biridir. Makine öğrenmesi, bir problemi o probleme ait veriye göre modelleyen bilgisayar algoritmalarının genel adıdır.

Yapay zekâ, makine öğrenimi ve derin öğrenme (Chah, 2019) terimleri etrafında çok fazla kafa karışıklığı vardır ve sıklıkla bu terimler birbirinin yerine kullanılır (Jakhar & Kaur, 2019). Bu durum tanımları netleştirme ihtiyacını artırmaktadır. Yapay zeka terimi makine öğrenme ve derin öğrenmeyi kapsayıcı olarak çerçevelemektedir (Jakhar & Kaur, 2019; Nguyen ve diğerleri, 2019). Makine öğreniminin aksine, derin öğrenme algoritmaları ham verilerden kendi özelliklerini çıkarabilir (Bini, 2018).

Çınar ve diğerleri (2020) makine öğrenimi algoritması ile açık uçlu fizik sorularını derecelendirmeyi amaçlamış ve fizik dersi için olumlu sonuçlar elde etmişlerdir. İlgili literatürde yapılan diğer bir çalışmada ise makine öğrenimi ve derin öğrenmenin açık çevrimiçi kursları bırakma tahmin gücündeki farklar araştırılmış ve makine öğrenimi sınıflandırıcılarının derin öğrenme sınıflandırıcıları kadar iyi tahmin edebildiği rapor edilmiştir (Basnet ve diğerleri, 2022).

Öğrenme Analitikleri

Kritik teknoloji alanlarından öğrenme analitiği öğrenenlerle ve öğrenme süreçleriyle ilgili verilerinin nasıl analiz edileceği ve öğrenme sistemlerinin kanıta dayalı geliştirilmesi ile ilgilenen bir alan olarak ortaya çıkmıştır (Shum, 2012). Öğrenme analitiği öğrenmenin daha anlamlı, daha anlaşılır, daha sağlam temelli olmasına odaklanır. Öğrenme analitiği, öğrenmeyi ve gerçekleştiği ortamı anlamak ve en uygun hale getirmek amacıyla öğrenciler ve bağlamlar hakkında verilerin ölçülmesi, toplanması, analizi ve raporlanması olarak tanımlanabilir (Wilson ve diğerleri, 2017). Öğrenme analitiği kavramı, risk altındaki öğrenci popülasyonlarını belirlemeyi ve proaktif müdahale stratejilerini harekete geçirmeyi içerir (Lu ve diğerleri, 2017).

Çil ve diğerleri (2022) çalışmalarında, öğrenme analitiklerinin motivasyon üzerine etkisini artırmak ve daha fazla verim alabilmek için farklı öğrenme ortamları hazırlamaya ağırlık verilmesi gerektiğini rapor ederler. Karaoglan-Yılmaz ve Yılmaz (2020) yaptıkları çalışma ile öğretmen adaylarının öğrenme analitiğine dayalı kişiselleştirilmiş öneri ve rehberlik geri bildirim hakkındaki görüşlerini incelemişlerdir. Araştırma sonucunda, öğretmen adaylarının bakış açısıyla öğrenme analitiğine dayalı kişiselleştirilmiş öneri ve rehberlik geri bildiriminin yararlı yönlerini ve sınırlılıklarını rapor etmişlerdir. Casquero ve diğerleri, (2016) öğrenme analitiği yaklaşımına sahip kişisel bir öğrenme ortamının öğrencilerin öğrenme performansı üzerinde olumlu etkiler sağladığını ortaya koymuşlardır. Lu ve diğerleri (2017) tarafından yapılan çalışma ile öğrenme analitiği ile önerilen programlama kursunun öğrencilerin öğrenme çıktılarını ve katılım düzeylerini iyileştirdiği tespit edilmiştir.

Veri Madenciliği

Kritik teknoloji alanlarının eğitim araştırmalarında uygulamaları ile karşılaştığımız diğer bir konu alanı ise veri madenciliğidir. Ham veriyi bilgiye veya anlamlı hale dönüştürme işlemidir (Kalikov, 2006). Veri madenciliği ile büyük miktardaki veri setlerinde saklı durumda bulunan örüntü ve eğilimler keşfedilir (Thuarisingham, 2003). Veri madenciliği yeni yöntemlerle verileri özetlemek ve verilerin aralarındaki beklenmeyen ilişkileri bulmak için veri kümelerinin analiz edilmesidir (Hand ve diğerleri, 2001).

Veri madenciliği yöntemlerinin eğitim alanında uygulanmasına eğitsel veri madenciliği adı verilmektedir (Baker & Yacef, 2009). Eğitim sistemini geliştirmek için çok önemli olan veri madenciliği yöntemleri, modern teknikler kullanarak karar vericilerin doğru bilgiyi elde etmelerine ve en iyi kararları vermelerine yardımcı olur.

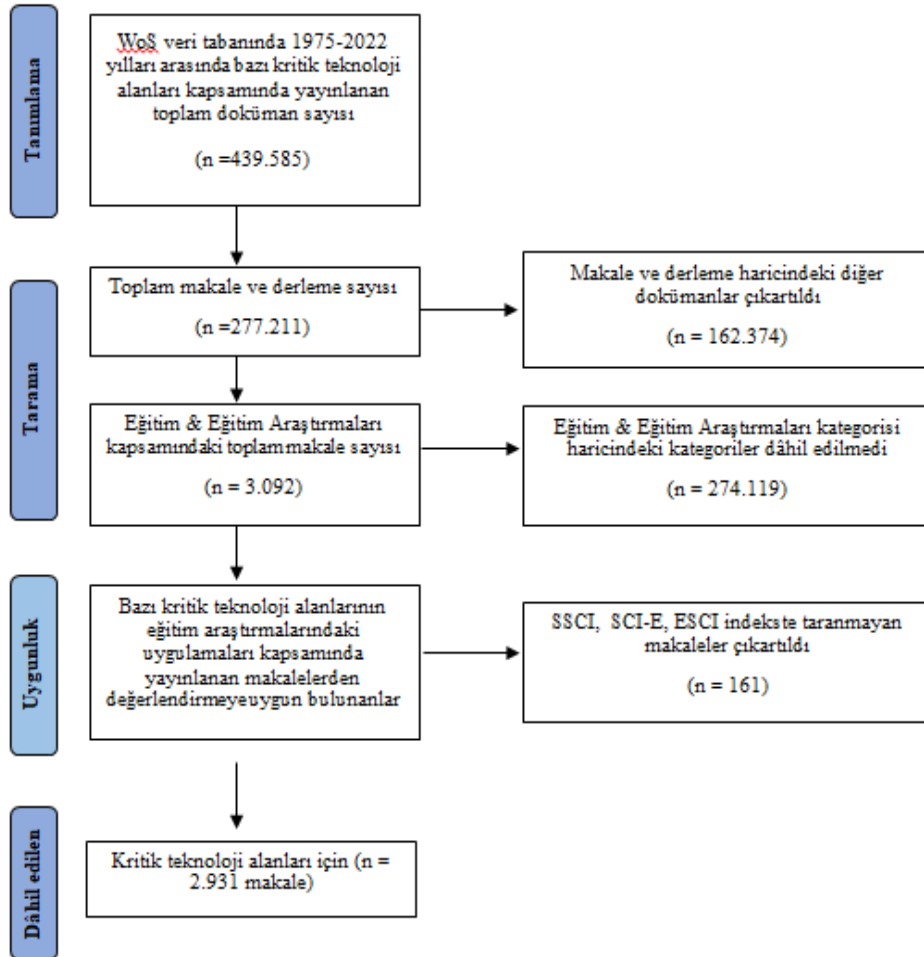
İlgili literatürde eğitsel veri madenciliği uygulamalarının öğrenci modellemesi, öğrenci performansını tahmin etme ve öğrenci davranışını modelleme gibi amaçlar için kullanıldığı görülmektedir (Bakhshinategh ve diğerleri, 2018; Bousbia & Belamri, 2014). Abbasoğlu (2020) öğrencilerin demografik özelliklerinin ve sosyoekonomik durumlarının, öğrencilerin yılsonu genel başarı ortalamaları üzerindeki etkisini eğitsel veri madenciliği yöntemleri ile analiz etmiştir. Aydoğdu (2020) çalışmasında, öğrenme yönetim sisteminde öğrenim gören 3.518 üniversite öğrencisinin performansları üzerinde bazı değişkenlerin etkisini yapay sinir ağları ile tahmin etmeye çalışmıştır. Sonuçlar canlı derslere katılım sayısı, arşivlenen derslere katılım sayısı ve içerikte geçirilen süre değişkenlerinin öğrenci performansı üzerinde diğer değişkenlere göre daha fazla katkı sağladığını göstermiştir.

Yöntem

Araştırma doküman incelemesi kapsamında yürütülmüştür. Bu çalışmada son yıllarda popülaritesi artan bazı kritik teknoloji alanlarının eğitim araştırmalarındaki uygulamaları ile ilgili yapılan çalışmaların eğilimlerini ortaya çıkarmak için bibliyometrik haritalama yöntemleri kullanılmıştır. Bibliyometrik analiz özel bir araştırma alanı ile ilgili literatürü haritalandırmak için kullanışlı bir araçtır (Falagas ve diğerleri 2006). Büyük veri kümelerinin incelenmesinde kullanılan bir dizi metotları içerir (Cobo ve diğerleri, 2011). Bir araştırma konusunun eğilimlerini incelemek ve belirli bir araştırma alanındaki yayınların göreceli önemini değerlendirmek için farklı metodolojiler kullanır (Gimenez ve diğerleri, 2018). Metin madenciliği uygulamalarından olan bibliyometrik haritalama yöntemi, ilgili disiplinin veya çalışma alanının gelişim eğilimlerinin ve çekirdek konularının keşfedilmesine yardımcı olur (Song ve diğerleri, 2019).

Makale Seçim Süreci

Bu çalışmada bazı kritik teknoloji alanlarının eğitim araştırmalarındaki uygulamalarına dair gelişimi ortaya çıkarmak için Web of Science (WoS) veri tabanından erişilen makalelere bibliyometrik haritalama yöntemleri uygulanmıştır. Kritik teknoloji alanları kapsamındaki makaleleri belirlemek için WoS veri tabanında yer alan başlık (title) veya anahtar kelime (author keywords) seçenekleri kullanılmıştır. Tarama esnasında yapay zeka (artificial intelligence), makine öğrenme (machine learning), makine zekası (machine intelligence), derin ağlar (deep networks), veri madenciliği (data mining), veri analitikleri (data analytics), öğrenme analitikleri (learning analytics), derin öğrenme (deep learning), büyük veri (big data), yapay sinir ağları (artificial neural networks) terimleri kullanılmıştır. Mevcut araştırmada eğitim araştırmalarına odaklanıldığından tarama "Education & Educational Research" kategorisi ve doküman türü olarak "makale" ve "derleme" ile sınırlandırılmıştır. Makalelerin yayın dili ile ilgili olarak herhangi bir sınırlamaya gidilmemiştir. Tarama sonrası analiz için 2.931 makale belirlenmiştir. Makale seçim süreci Şekil 1'de sunulmuştur.



Şekil 1. Makale Seçim Süreci (Moher ve diğerleri, 2009)

Veri analizi

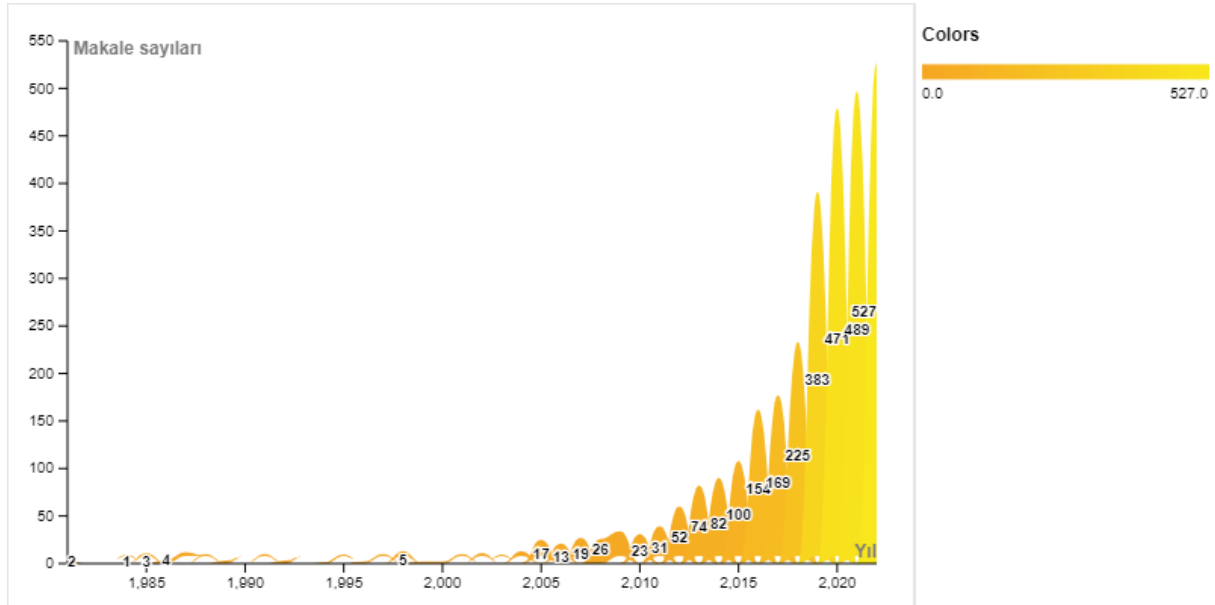
WoS veri tabanında taranan dergilerde eğitim araştırmalarında kritik teknoloji alanlarının uygulamaları kapsamında yayınlanan makaleler bir metin madenciliği yöntemi olan VOSviewer programı kullanılarak analiz edilmiştir (Artsın, 2020). Bu veri tabanının seçilme nedenlerinden biri VOSviewer programının WoS, Scopus ve PubMed dosyalarını analiz edebilmesidir. VOS tekniğinin kullanıldığı yazılımlardan biri olan VOSviewer (Van

Eck & Waltman, 2007; 2009) bibliyometrik ağların görselleştirilmesi amacıyla yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu program ile makalelerde en çok kullanılan anahtar kelimeler ve çalışmaların çekirdek konuları belirlenmiştir. İlgili makalelerde hangi ülkeler, kurumlar ve yazarlar arasında güçlü iş birliklerinin olduğu, en çok atıf alan yazarlar, bu alanda en üretken yazarlar ve ülkeler ortaya çıkartılmıştır. Ayrıca anahtar kelimelerin, ülkelerin, yazarların ve kurumların bağlantı güçleri tespit edilmiştir.

Bulgular

Yıllara Göre Makale Sayıları

İncelenen makalelerin yıllara göre dağılımı Şekil 2’de sunulmuştur. Şekil 2 incelendiğinde eğitim araştırmalarında bazı kritik teknoloji alanlarının uygulamaları kapsamında yayınlanan makalelerin 2015 yılından itibaren hızlı bir artış eğilimine girdiği ve makale sayısının 2022 yılında en yüksek sayıya eriştiği görülmektedir. 2000 yılına kadar kritik teknoloji alanlarında yayınlanan toplam makale sayısı 39 dur. 2001-2010 yılları arasında 135 makale yayınlanırken, 2011-2015 yılları arasında 339 makale yayınlanmıştır. Son yıllarda kritik teknoloji alanlarının eğitim araştırmalarında uygulamaları ile ilgili yayınlanan yıllık makale sayısı 500’e ulaşmıştır.



Şekil 2. Yıllara Göre Makale Sayıları

En Çok Makalenin Yayınlandığı Dergiler

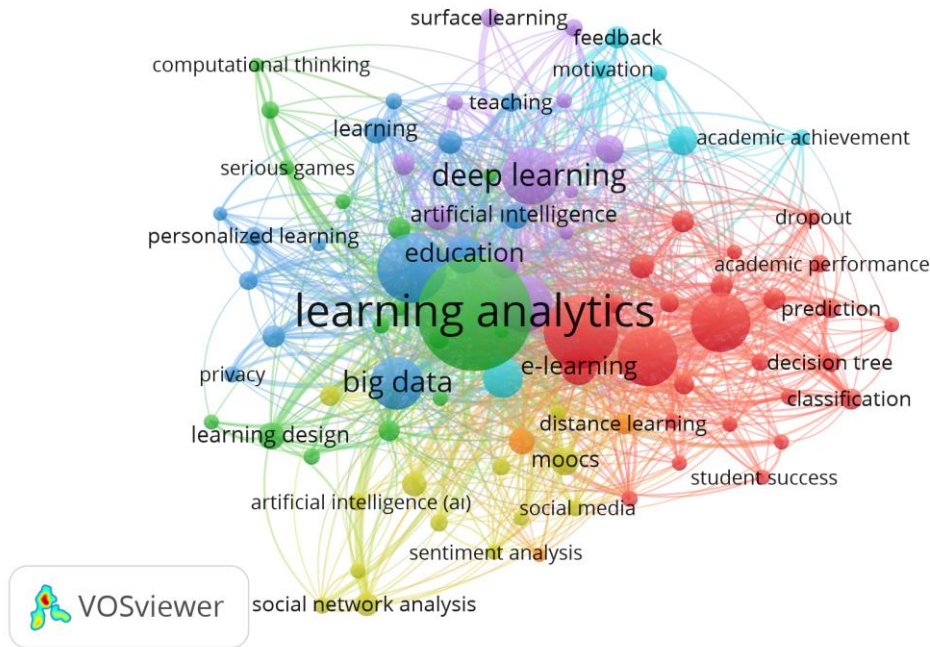
Eğitim araştırmalarında kritik teknoloji alanlarının uygulamaları kapsamında yayınlanan ve bu çalışmada analiz edilen makalelerin en çok yayınlandığı dergiler; International Journal of Emerging Technologies in Learning (f=193 makale; 1.210 atıf), Education and Information Technologies (f=152 makale; 1.142 atıf) ve Interactive Learning Environments (f=109 makale; 1.022 atıf) şeklindedir. En çok atıf alan makalelerin Computers & Education (f=103 makale; 5.429 atıf), Educational Technology & Society (f=80 makale; 2.415 atıf) ve British Journal of Educational Technology (f=74 makale; 1.800 atıf) dergilerinde yayınlandığı görülmektedir (Tablo 1).

Tablo 1. En Çok Makalenin Yayınlandığı Dergiler

Dergi Adı	Frekans	Atf
International Journal of Emerging Technologies in Learning	193	1.210
Education and Information Technologies	152	1.142
Interactive Learning Environments	109	1.022
Computers & Education	103	5.429
IEEE Transactions on Learning Technologies	97	1.667
Educational Technology & Society	80	2.415
British Journal of Educational Technology	74	1.800
Journal of Learning Analytics	71	759
Journal of Computer Assisted Learning	63	1.092
Technology Knowledge and Learning	51	758

Çekirdek Konular

VOSviewer programında analiz türü olarak "co-occurrence" ve analiz birimi olarak "author keywords" seçilmiştir. Eğitim araştırmalarında bazı kritik teknoloji alanlarının uygulamaları kapsamında yayınlanan makalelerde en çok kullanılan anahtar kelimeler belirlenmiş ve oluşturulan harita Şekil 3'de sunulmuştur. Anahtar kelimenin minimum tekrar sayısı 15 olarak belirlenmiştir. 6.714 kelimedenden otomatik olarak belirlenen anahtar kelime sayısı 90'dır.

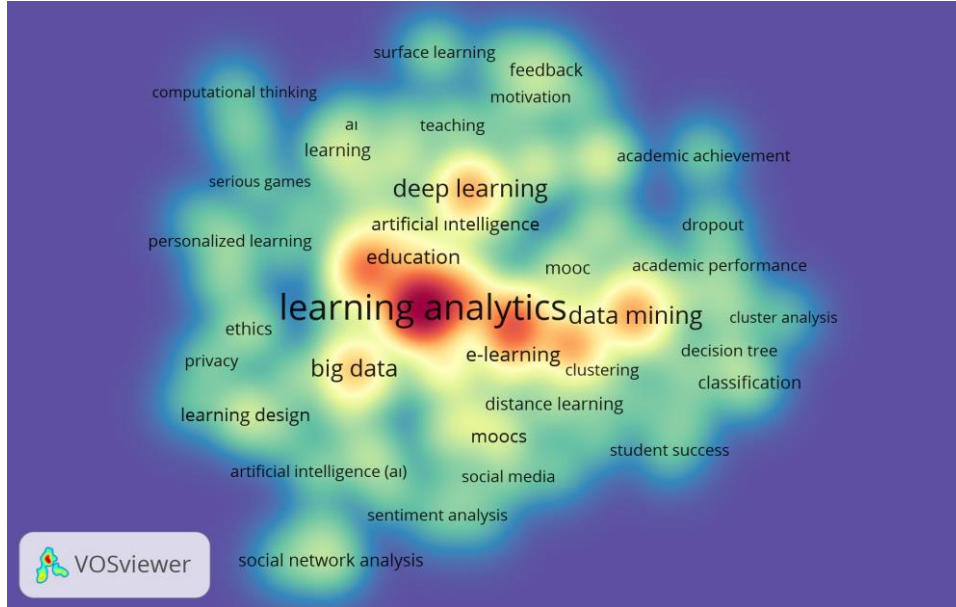
**Şekil 3.** En Çok Kullanılan Anahtar Kelimeler

Eğitim araştırmalarında kritik teknoloji alanlarının uygulamaları kapsamında yayınlanan makalelerde en çok kullanılan anahtar kelimeler; öğrenme analitikleri ($f_{\text{learning analytics}} = 862$), makine öğrenme ($f_{\text{machine learning}} = 360$), yapay zeka ($f_{\text{artificial intelligence/intelligence}} = 360$), eğitsel veri madenciliği ($f_{\text{educational data mining}} = 242$), veri madenciliği

($f_{\text{data mining}} = 237$), derin öğrenme ($f_{\text{deep learning}} = 220$), yüksek öğretim ($f_{\text{higher education}} = 214$), büyük veri ($f_{\text{big data}} = 187$), çevrimiçi öğrenme ($f_{\text{online öğrenme}} = 106$) ve eğitim ($f_{\text{education}} = 96$) şeklindedir.

Araştırmalarda kullanılan anahtar kelimelerin toplam bağlantı güçleri de tespit edilmiştir. Bunun için 6.714 anahtar kelimenin kendi aralarındaki bağlantı güçleri ortaya çıkartılmıştır. En büyük bağlantı gücüne sahip anahtar kelimeler; öğrenme analitikleri (toplam bağlantı gücü: 3.849), makine öğrenme (toplam bağlantı gücü: 1.694), yapay zekâ (toplam bağlantı gücü: 1.673), eğitsel veri madenciliği (toplam bağlantı gücü: 1.077), veri madenciliği (toplam bağlantı gücü: 1.076), derin öğrenme (toplam bağlantı gücü: 1.024), yükseköğretim (toplam bağlantı gücü: 997), büyük veri (toplam bağlantı gücü: 813), çevrimiçi öğrenme (toplam bağlantı gücü: 539) ve eğitim (toplam bağlantı gücü: 533) şeklindedir. Bu sonuçlara göre anahtar kelimelerin kullanım sıklığı ile bağlantı güçleri arasında doğru orantı olduğu söylenebilir.

Ayrıca araştırma kapsamında incelenen dokümanların çekirdek konuları da belirlenmiştir. Anahtar kelimelerin minimum tekrar sayısı 15 olarak belirlendikten sonra kriteri karşılayan 90 anahtar kelimenin 7 küme (clustering) altında toplandığı belirlenmiştir. Birinci küme kırmızı ile gösterilmiştir (Şekil 3). Bu kümenin çekirdek konusu makine öğrenmedir. Bu kümenin 26 bileşeni bulunmaktadır. Eğitsel veri madenciliği ve veri madenciliği de bu kümenin bileşenleri arasındadır. İkinci küme yeşil ile gösterilmiştir. Bu kümenin çekirdek konusu öğrenme analitikleridir. Bu kümenin 16 bileşeni vardır. Mavi ile gösterilen üçüncü kümenin çekirdek konusu yapay zekâdır. Bu kümenin 14 bileşeni bulunmaktadır. Büyük veri bu kümenin bileşenleri arasındadır. Dördüncü küme sarı ile gösterilmiştir. Bu kümenin çekirdek konusu MOOCS (Massive open online course-kitlesel açık çevrimiçi ders)'dur. Bu kümenin 13 bileşeni vardır. Beşinci kümenin çekirdek konusu derin öğrenmedir. Mor ile gösterilen bu kümenin 12 bileşeni bulunmaktadır. Yükseköğretim bu kümenin önemli bileşenleri arasındadır. Altıncı küme turkuaz ile gösterilmiştir. Bu kümenin çekirdek konusu çevrimiçi öğrenmedir. Toplamda 6 bileşeni vardır. Son kümenin çekirdek konusu veri analitikleridir. Bu küme turuncu ile gösterilmiştir ve 3 bileşeni bulunmaktadır.



Şekil 4. Çekirdek Konular

Araştırmalarda odaklanılan çekirdek konular Şekil 4'de detaylandırılmıştır. Şekilde mavi-yeşil-sarı ve kırmızı şeklinde bir akış takip edilerek, kümelerin çekirdek konuları veya çekirdek konu olma potansiyeli bulunan

konular gösterilmiştir. Şekil 4 incelendiğinde eğitim araştırmalarında uygulamalarına sıkça rastlanılan kritik teknoloji alanları öğrenme analitikleri, eğitsel veri madenciliği, derin öğrenme, yapay zekâ ve makine öğrenmedir.

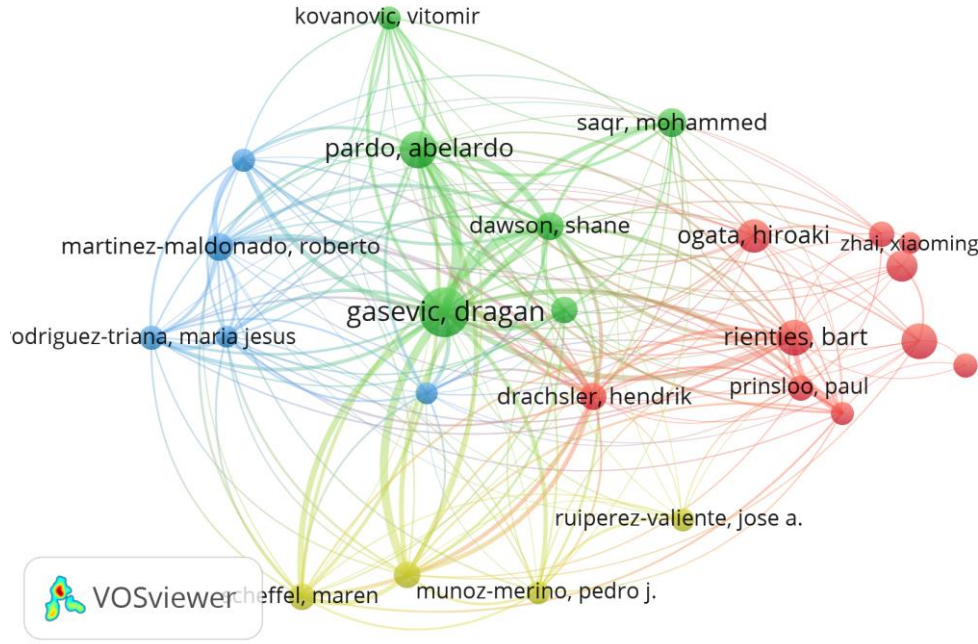
Yazarlar Arası İşbirliği

Araştırma kapsamında en üretken yazarlar belirlenmiştir (Tablo 2). Bunun için analiz türü olarak "citation" ve analiz birimi olarak "authors" seçilerek, analizi yapılan makalelerin en üretken yazarları tespit edilmiştir. Analiz sonuçlarına göre eğitim araştırmalarında kritik teknoloji alanlarının uygulamaları kapsamında yayınlanan makalelerde en çok yayın yapan yazarlar; D. Gasevic (f=50 makale; 1.907 atıf), A. Pardo (f=27 makale; 955 atıf), B. Rienties (f=26 makale, 478 atıf), W. Xing (f=26 makale; 398 atıf) ve H. Ogata (f=23 makale; 328 atıf) şeklindedir. En çok atıf alan yazarlar arasında D. Gasevic (f=50 makale; 1.907 atıf) ve S. Dawson (f=16 makale; 1.299 atıf) ile birlikte C. Romero (6 makale; 1.048 atıf), R. Ferguson (f=7 makale; 1.029 atıf) ve S. Ventura (f=5 makale; 1.014 atıf) da yer almaktadır.

Tablo 2. En Üretken Yazarlar

Yazarlar	Makale sayısı	Atıf sayısı	Toplam bağlantı gücü
D. Gasevic	50	1.907	3.456
A. Pardo	27	955	1.672
B. Rienties	26	478	929
W. Xing	26	398	413
H. Ogata	23	328	440
G.J. Hwang	20	261	203
M. Saqr	17	159	380
S. Dawson	16	1.299	1.724
R. Martinez-Maldonado	16	251	848
H. Drachsler	15	718	1.033

Yazarlar arası işbirlikleri de incelenmiştir. Bunun için en az 1 makalesi olan araştırmacılar da dâhil olmak üzere eğitim araştırmalarında kritik teknoloji alanlarının uygulamaları kapsamında makale yayınlayan 7.057 yazar arasındaki işbirliğinin düzeyi tespit edilmiştir. Toplam bağlantı gücü sıralamasına bakıldığında; D. Gasevic (toplam bağlantı gücü: 3.456), S. Dawson (toplam bağlantı gücü: 1.724), A. Pardo (toplam bağlantı gücü: 1.672), H. Drachsler (toplam bağlantı gücü: 1.033) ve B. Rienties (toplam bağlantı gücü: 929) ilk sıralarda yer almaktadır. Diğer taraftan hangi yazarlar arasında daha yakın bir işbirliği olduğu ortaya çıkartılmak istendiğinde bu alanda en az 10 makalesi olma kriterini karşılayan 26 araştırmacı arasındaki ilişkinin düzeyi Şekil 5’de sunulmuştur.



Şekil 5. Yazarlar Arası İşbirliği

Dairelerin büyüklüğü makale sayılarını göstermektedir. Bağlantı çizgilerinin kalınlığı araştırmacıların kendi aralarındaki ilişkinin düzeyini göstermektedir. Buna göre D. Gasevic'in, A. Pardo (bağlantı gücü: 122), S. Dawson (bağlantı gücü: 98) ve Y.S. Tsai (bağlantı gücü: 80) ile arasında güçlü işbirliğinin olduğu görülmektedir. Ayrıca S. Dawson ve A. Pardo (bağlantı gücü: 54) arasında da güçlü işbirliğinin olduğu tespit edilmiştir.

Ayrıca çalışma kapsamında analiz türü olarak "co-citation" ve analiz birimi olarak "cited authors" seçilerek, analizi yapılan makalelerin kaynakçalarında en çok atıfta bulunan yazarlar/dokümanlar da belirlenmiştir. Bibliyometrik analiz sonuçlarına göre 57.380 kaynakça içerisinde; C. Romero (599 co-citations), G. Siemens (458 co-citations), D. Gasevic (398 co-citations), R. Ferguson (381 co-citations) ve Ph. Winne (277 co-citations) eğitim araştırmalarında kritik teknoloji alanlarının uygulamaları kapsamına giren makalelerde en çok atıfta bulunan yazarlardır.

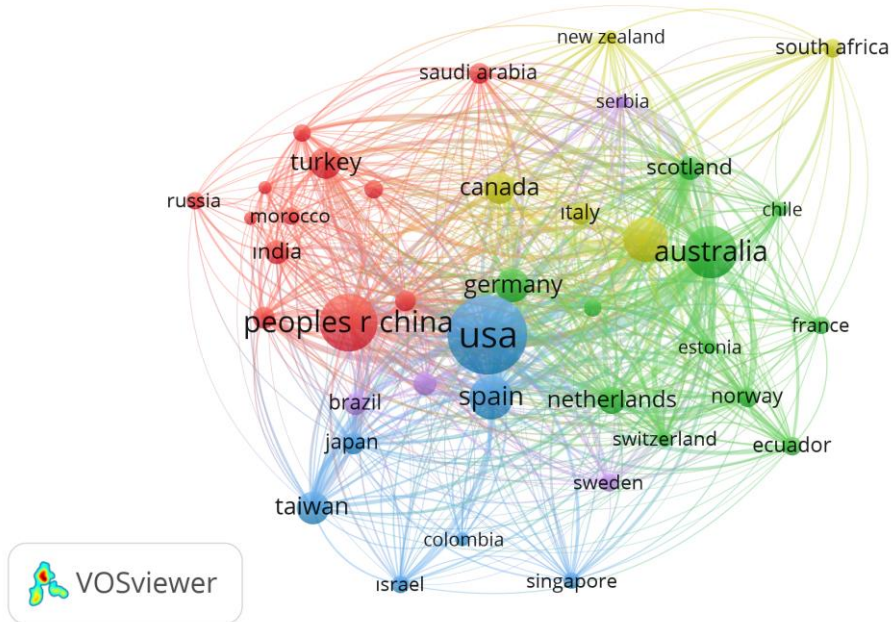
Ülkeler Arası İşbirliği

Araştırma kapsamında cevabı aranan diğer bir soru ise bu alanda en üretken ülkelerin hangileri olduğudur. Bunun için analiz türü olarak "citation" ve analiz birimi olarak "countries" seçilerek, analizi yapılan makalelerde en üretken ülkeler tespit edilmiştir (Tablo 3). Analiz sonuçlarına göre bu alanda yayın yapan 104 ülke arasında en üretken ülkeler; ABD (f=655 makale; 10.858 atıf), Çin Halk Cumhuriyeti (f=353 makale; 2.451 atıf), Avustralya (f=290 makale; 5.209 atıf), İngiltere (f=213 makale; 4.170 atıf) ve İspanya (f=210 makale; 3.204 atıf) şeklindedir. En çok atıf alan ülkeler arasında İskoçya (69 makale; 2.361 atıf), Hollanda (88 makale; 2.169 atıf), Almanya (128 makale; 2.118 atıf), Kanada (114 makale; 1.887 atıf) ve Tayvan (117 makale; 1.628 atıf) da yer almaktadır.

Tablo 3. En Üretken Ülkeler

Ülkeler	Makale sayısı	Atıf sayısı	Toplam bağlantı gücü
ABD	655	10.858	2.928
Çin Halk Cumhuriyeti	353	2.451	1.177
Avustralya	290	5.209	2.911
İngiltere	213	4.170	1.497
İspanya	210	3.204	1.133
Almanya	128	2.118	1.054
Tayvan	117	1.628	516
Kanada	114	1.887	795
Türkiye	113	734	467
Hollanda	88	2.169	951

Ülkeler arası işbirlikleri de incelenmiştir. Bunun için en az 1 makalesi olan ülkelerde dâhil olmak üzere bu alanda makale yayımlayan 104 ülke arasındaki işbirliğinin düzeyi tespit edilmiştir. Toplam bağlantı gücü sıralamasına bakıldığında; ABD (toplam bağlantı gücü: 2.928), Avustralya (toplam bağlantı gücü: 2.911), İngiltere (toplam bağlantı gücü: 1.497), İskoçya (toplam bağlantı gücü: 1.363) ve Çin Halk Cumhuriyeti (toplam bağlantı gücü: 1.177) ilk sıralarda yer almaktadır. Diğer taraftan hangi ülkeler arasında daha yakın işbirliği olduğu ortaya çıkartılmak istendiğinde bu alanda en az 20 makalesi olma kriterini karşılayan 39 ülke tespit edilmiştir. Bu ülkeler arasındaki işbirliğinin düzeyi Şekil 6'da sunulmuştur.

**Şekil 6.** Ülkeler Arası İşbirliği

Dairelerin büyüklüğü makale sayılarını göstermektedir. Bağlantı çizgilerinin kalınlığı ülkelerin kendi aralarındaki ilişkinin düzeyini göstermektedir. Buna göre işbirliğinin en yüksek olduğu ülkelerin ABD ile Avustralya (bağlantı gücü: 420), Çin Halk Cumhuriyeti (bağlantı gücü: 224), İngiltere (bağlantı gücü: 202),

Almanya (bağlantı gücü: 166), İspanya (bağlantı gücü: 163), Kanada (bağlantı gücü: 146), İskoçya (bağlantı gücü: 136), Hollanda (bağlantı gücü: 116), Güney Kore (bağlantı gücü: 103) ve Tayvan (bağlantı gücü: 99) arasında olduğu belirlenmiştir. Ayrıca Avustralya ile İspanya (bağlantı gücü: 159), Hollanda (bağlantı gücü: 155), Kanada (bağlantı gücü: 128) ve Çin Halk Cumhuriyeti (bağlantı gücü: 119) arasında da güçlü işbirliğinin olduğu tespit edilmiştir.

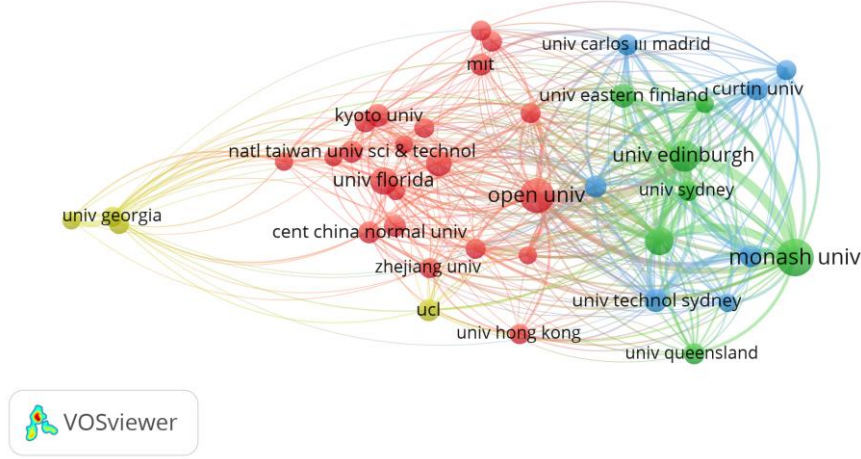
Kurumlar Arası İşbirliği

Çalışma kapsamında en üretken kurumlar belirlenmiştir. Bunun için analiz türü olarak "citation" ve analiz birimi olarak "organizations" seçilerek, analizi yapılan makalelerde en üretken organizasyonlar tespit edilmiştir (Tablo 4). Analiz sonuçlarına göre Monash Üniversitesi (f=59 makale; 893 atıf), Open Üniversitesi (f=52 makale; 1.864 atıf) ve Edinburgh Üniversitesi (f=42 makale; 1.657 atıf) en üretken organizasyonlardır. En çok atıf alan organizasyonlar arasında Cordoba Üniversitesi (f=8 makale; 1.054 atıf), Hollanda Open Üniversitesi (f=21 makale; 784 atıf) ve Sydney Üniversitesi (f=19 makale; 696 atıf) de yer almaktadır.

Tablo 4. En Üretken Kurumlar

Kurum	Makale sayısı	Atıf sayısı	Toplam bağlantı gücü
Monash Üniversitesi / Monash University	59	893	1.426
Open Üniversitesi / Open University	52	1.864	1.188
Edinburgh Üniversitesi / Universtiy of Edinburgh	42	1.657	1.530
Güney Avustralya Üniversitesi / University of South Australia	36	980	1.079
Florida Üniversitesi / Üniversity of Florida	33	248	326
Pekin Normal Üniversitesi / Beijing Normal University	30	196	238
Doğu Finlandiya Üniversitesi / University of Eastern Finland	26	194	281
Kyoto Üniversitesi / Kyoto University	24	349	241
Sidney Teknoloji Üniversitesi / University of Technology Sydney	23	357	493

Kurumlar arası işbirlikleri de incelenmiştir. Bunun için en az 1 makalesi olan organizasyonlarda dâhil olmak üzere eğitim araştırmalarında kritik teknoloji alanlarının uygulamaları kapsamında makale yayınlayan 2.380 kurum arasındaki işbirliğinin düzeyi tespit edilmiştir. Toplam bağlantı gücü sıralamasına bakıldığında; Edinburgh Üniversitesi (toplam bağlantı gücü: 1.530), Monash Üniversitesi (toplam bağlantı gücü: 1426) ve Open Üniversitesi (toplam bağlantı gücü: 1.188) ilk sıralarda yer almıştır. Diğer taraftan hangi kurumlar arasında daha yakın bir işbirliği olduğu ortaya çıkartılmak istendiğinde bu alanda en az 15 makalesi olma kriterini karşılayan 39 kurum tespit edilmiştir. Bu kurumlar arasındaki işbirliğinin düzeyi Şekil 7’de sunulmuştur.

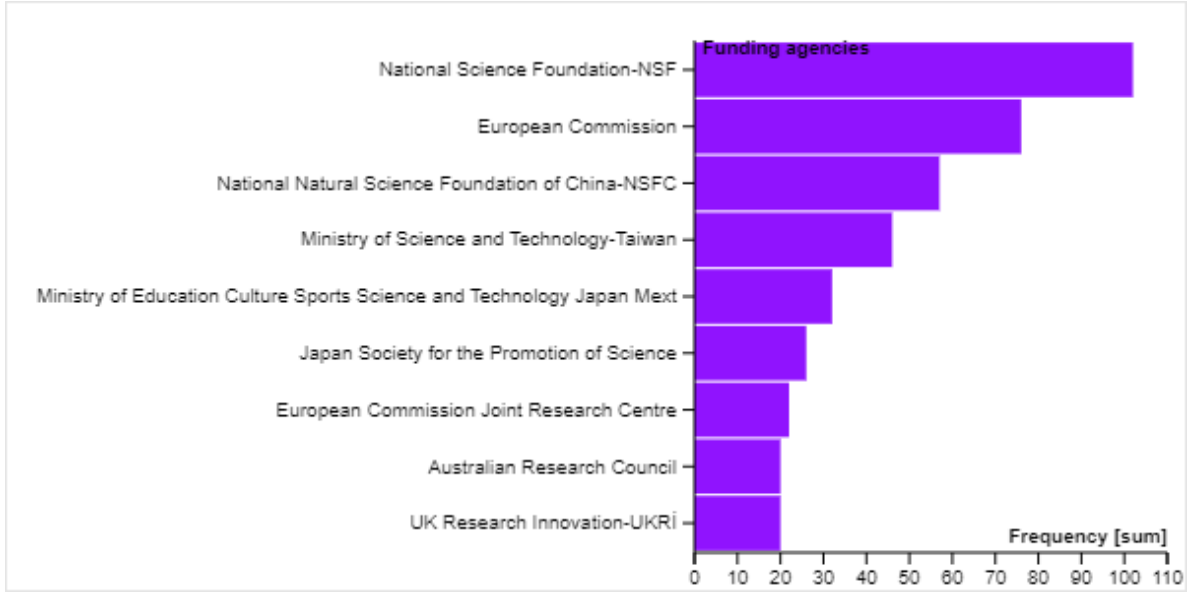


Şekil 7. En Üretken Kurumlar Arası İşbirliği

Dairelerin büyüklüğü makale sayılarını göstermektedir. Bağlantı çizgilerinin kalınlığı kurumların kendi aralarındaki ilişkinin düzeyini göstermektedir. Buna göre; Monash Üniversitesi ile Edinburgh Üniversitesi (bağlantı gücü: 137), Güney Avustralya Üniversitesi (bağlantı gücü: 93), Open Üniversitesi (bağlantı gücü: 58), Sydney Üniversitesi (bağlantı gücü: 56) ve Sydney Teknoloji Üniversitesi (bağlantı gücü: 54) arasında güçlü işbirliğinin olduğu görülmektedir. Diğer taraftan Edinburgh Üniversitesi ile Güney Avustralya Üniversitesi (bağlantı gücü: 89) ve Open Üniversitesi (bağlantı gücü: 59) arasında da güçlü işbirliği vardır.

En Çok Fon Sağlayan Kuruluşlar

Çalışma kapsamında en çok fon sağlayan kuruluşlarda belirlenmiştir. Bunun için WoS'un filtreleme seçeneği kullanılmıştır. Araştırma kapsamında bibliyometrik analizi yapılan 2.931 makalenin %22.6'sına (663 makale) çeşitli kurum ve kuruluşlarca fon sağlanmıştır (Şekil 8). En çok fon sağlayan kuruluşlar ABD Ulusal Bilim Vakfı -National Science Foundation/NSF- (f=102), Avrupa Komisyonu -European Commission- (f=76), Çin Ulusal Doğa Bilimleri Vakfı -National Natural Science Foundation of China / NSFC- (f=57) ve Tayvan Bilim ve Teknoloji Bakanlığı -Ministry of Science and Technology / Taiwan- (f=46) şeklindedir.



Şekil 8. En Çok Fon Sağlayan Kuruluşlar

Tartışma ve Sonuç

Bu çalışmada odaklanılan kritik teknoloji alanlarının en önemli ortak özellikleri büyük veri setlerini inceleyen metotlar olmalarıdır. Eğitimin en önemli paydaşlarından biri öğrencilerdir. Öğrencilerin başarısını etkileyen pek çok faktör vardır. Bu bileşenlerin tahmin edilmesi önem arz eder. Bu çalışmada odaklanılan kritik teknoloji alanları, var olan verilerden hareketle gelecekte olabilecek durumlar hakkında tahminde bulunma imkânı sağlar. Böylece gelecekte olabilecek durumlar için önlemler alınabilmesine yardımcı olur. Kritik teknoloji alanlarına son yıllarda eğilim olmasındaki en büyük etken başarılı bir eğitim sistemine ulaşılma istenmesidir. Bu çalışmada bibliyometrik analiz metotları ile eğitim araştırmalarında kritik teknoloji alanlarının uygulamaları kapsamında yayınlanmış makaleler incelenerek, bu alandaki büyük fotoğraf ortaya çıkartılmıştır.

Bu çalışmada eğitimde kritik teknoloji alanlarının potansiyel araştırma eğilimleri ortaya çıkartılmıştır. Bu kapsamda WoS veri tabanında SSCI, SCI-E ve ESCI da dizinlenen 2.931 makale VOSviewer programı ile analiz edilmiştir. Çalışma kapsamında ortaya çıkan ilk sonuç 2015 yılından itibaren hızlı bir artış eğilimine giren makale sayısı 2022 yılında en yüksek sayıya erişmiştir. Son yıllarda yıllık makale sayısı 500'lere ulaşmıştır. Bozkurt ve diğerleri (2021) eğitimde yapay zekâ araştırmalarının son yarım yüzyıldaki (1970-2020) eğilimlerini sistematik bir gözden geçirme yaklaşımıyla incelemiştir. Son yıllarda yayınlarda bir artış gözlemlediklerini ve eğitimde yapay zekâ uygulamalarına olan ilginin artmasıyla bu eğilimin muhtemelen önümüzdeki yıllarda da devam edeceğini rapor etmişlerdir.

Araştırma kapsamında ortaya çıkan diğer bir sonuç ise bu alandaki çalışmaların özellikle International Journal of Emerging Technologies in Learning, Education and Information Technologies ve Interactive Learning Environments dergilerinde yayınlanmasıdır. En çok atıf alan makalelerin Computers & Education, Educational Technology & Society ve British Journal of Educational Technology dergilerinde yayınlandığı görülmüştür. Education and Information Technologies dergisi 1996 yılından beri düzenli olarak makale yayınlamakta olup Springer yayıncı kuruluşudur. Interactive Learning Environments dergisinin yayıncı kuruluşu Taylor Francis olup, 1990 yılından beri etkileşimli öğrenme ortamlarının tasarımı ile ilgili makaleleri yayınlayan bir dergidir. Computers & Education dergisi 1976, British Journal of Educational Technology dergisi 1970 ve Educational

Technology & Society dergisi de 1998 yılından itibaren düzenli olarak yayın hayatına devam etmektedir. Bu dergiler eğitim teknolojileri ile ilgili araştırmaların gelişimini teşvik etmeyi amaçlamaktadır. Diğer eğitim dergileri ile kıyaslayınca eğitim teknolojileri odaklı çalışmaları yayınlayan dergilerin yüksek etki faktörüne sahip olduğu söylenebilir. Eğitim araştırmalarında kritik teknoloji alanlarının uygulamaları kapsamına giren makalelerini, araştırmacıların bu dergilerde yayınlama çabalarında bu dergilerin yüksek etki değerine sahip olmaları durumunun önemli bir faktör olduğu değerlendirilmektedir.

Makalelerde en çok kullanılan anahtar kelimeler; öğrenme analitikleri, makine öğrenme, yapay zekâ, eğitsel veri madenciliği, derin öğrenme, yükseköğretim, büyük veri ve çevrimiçi öğrenme olarak tespit edilmiştir. Ayrıca sonuçlar anahtar kelimelerin kullanım sıklığı ile bağlantı güçleri arasında doğru orantı olduğunu göstermektedir. Eğitim sektöründe kritik teknoloji alanlarının uygulamaları bağlamında bu anahtar kelimelerin çoğunlukla çekirdek konu veya çekirdek konu olma potansiyeli taşıyan çalışma alanları olduğu söylenebilir. Bu alanda küme oluşumlarının netleştiği, ancak kümelerin bileşenlerinde farklılıkların olduğu görülmektedir. Bilimsel dokümanların raporlaştırılmasında aynı anlam için farklı terimler tercih edilebilir. Ayrıca kelimeler ve terimler zamanla değişebilir. Metin madenciliği yöntemi, anahtar kelime sayımına dayanır ve bilgisayarlı metin analizi olarak da ifade edilebilir (Kobayashi ve diğerleri, 2018). Bibliyometrik analiz yöntemi ile aynı anlamda kullanılan anahtar kelimeler veya zaman içinde kelimelerin/terimlerin farklı kullanımları tespit edilemez. Bu araştırmanın bulguları bu sınırlılıklar göz önünde bulundurularak yorumlanmalıdır. Mevcut çalışma sonuçlarına göre eğitimde kritik teknoloji alanlarının potansiyel araştırma eğilimlerinin ilk sırasında öğrenme analitikleri görülmektedir. Bu sonuç eğitim araştırmacılarının öğrenenlerle ve öğrenme süreçleriyle ilgili verilerin nasıl analiz edileceğine ve öğrenme sistemlerinin kanıta dayalı geliştirilmesine (Shum, 2012) odaklandığını göstermektedir. Ayrıca bu çalışma alanı risk altındaki öğrencileri belirlemeyi ve müdahale stratejilerini içerir (Lu ve diğerleri, 2017). Araştırmada ortaya çıkan diğer bir sonuç, eğitimde yapay zekâ ve makine öğrenmesi alanlarına da bir eğilim belirtmelerinin olduğudur. Yapay zekâ uygulamalarının akıllı öğretmen, akıllı öğrenen, akıllı öğrenme aracı ve politika yapıcılara yol gösterme şeklinde rolleri bulunmaktadır (Hwang ve diğerleri, 2020). Yapay zekâ terimi akıllı eğitim süreçleri oluşturmak için makine öğrenme ve derin öğrenmeyi kapsayıcı genel amaçlı teknoloji olarak kullanılmakta (Jakhar & Kaur, 2019; Nguyen ve diğerleri, 2019) olup, araştırma sonuçları bu terimin diğer terimlere göre araştırmalarda daha çok tercih edilme durumunu açıklamaktadır. Kritik teknoloji alanlarından bir diğeri olan eğitsel veri madenciliği de son yıllarda eğitim araştırmalarında sıklıkla tercih edilmektedir. Bu teknik ile büyük miktardaki veri setleri özetlenir (Hand ve diğerleri, 2001) ve saklı durumda bulunan örüntü ve eğilimler keşfedilir (Thuarisingham, 2003). Eğitim de bu tür modern tekniklerin kullanılması karar vericilerin doğru bilgiyi elde etmelerine ve en iyi kararları vermelerine yardımcı olur. Özetle, araştırma sonuçları eğitim araştırmalarında kritik teknoloji alanlarının genellikle eğitim verilerini kullanarak tahmin etme, tanıma veya karar verme süreçlerinde kullanıldığını ortaya koymaktadır. Öğrenci performansını tahmin etme, risk altındaki öğrencileri tanıma ve eğitimde politika yapıcılara yol gösterme bu alanın potansiyel çalışma konuları arasındadır.

Sonuçlar eğitimde kritik teknoloji alanları kapsamında en çok yayın yapan yazarın D. Gasevic olduğunu ortaya koymuştur. En çok atıf alan yazarlar D.Gasevic, ve S. Dawson'dur. D. Gasevic, S. Dawson ve A. Pardo'nun diğer araştırmacılar ile güçlü işbirliğinin olduğu tespit edilmiştir. D. Gasevic'in, A. Pardo, S. Dawson ve Y.S. Tsai arasında yüksek bir işbirliğinin olduğu görülmektedir. Ayrıca S. Dawson ve A. Pardo arasında da güçlü işbirliğinin olduğu tespit edilmiştir. Bibliyometrik analiz sonuçlarına göre incelenen makalelerin

kaynakçalarında çoğunlukla C. Romero, G. Siemens, D. Gasevic ve R. Ferguson'a atıfta bulunulduğu belirlenmiştir. Alanın en üretken yazarlarından D. Gasevic'in bu alanda en çok atıf alan yayını Techtrends dergisinde 2015 yılında yayınlanmıştır. Çalışmanın başlığı "Let's not forget: Learning analytics are about learning" şeklindedir (Gasevic ve diğerleri, 2015). Gasevic'in yeni nesil öğrenme ve yazılım teknolojileri üzerine çalışmaları vardır. Son zamanlarda, kendi kendine öğrenme ve sosyal etkileşimler yoluyla kazanılan yetkinlikleri izlemek, değerlendirmek ve tanımak için bir yazılım geliştirme üzerine çalışmaları bulunmaktadır. Ayrıca incelenen makalelerde şu ana kadar (Mart 2023) en çok atıf alan yayınlar "Learning analytics: Drivers, developments and challenges" (Ferguson, 2012) ve "Data mining in course management systems: Moodle case study and tutorial" (Romero ve diğerleri, 2008) şeklindedir. Araştırma sonuçlarına göre bu alanda en üretken araştırmacıların en çok atıf alan makaleler üretmeleri arasında orta düzeyde ilişki olduğu söylenebilir. Bu sonuçlar ilgili literatür sonuçları ile uyumludur (Abramo ve diğerleri, 2014; Tosun, 2022a). Bu çalışmada ortaya çıkan diğer bir sonuç ise üretkenlik ile bağlantı gücü arasında yüksek düzeyde ilişki olduğudur. Bu alanda çalışan veya çalışmak isteyen araştırmacıların alanın en üretken araştırmacılarını tanımaları önemlidir. Araştırmaya ait sonuçların eğitimde kritik teknoloji alanlarının uygulamalarına yönelik yapılacak uluslararası araştırma işbirliklerine önemli katkılar sağlayacağı düşünülmektedir.

Araştırma kapsamında bu alanda en üretken ülkelerin ABD, Çin Halk Cumhuriyeti, Avustralya, İngiltere ve İspanya olduğu belirlenmiştir. En çok atıf alan ülkeler arasında İskoçya, Hollanda, Almanya, Kanada ve Tayvan da yer almaktadır. Ayrıca ABD, Avustralya, İngiltere, İskoçya ve Çin Halk Cumhuriyeti'nin diğer ülkeler ile işbirliği içerisinde olduğu görülmektedir. Özellikle ABD ile Avustralya, Çin Halk Cumhuriyeti, İngiltere, Almanya, İspanya, Kanada, İskoçya, Hollanda, Güney Kore ve Tayvan arasında güçlü işbirliği çalışmalarının olduğu belirlenmiştir. Ayrıca Avustralya ile İspanya, Hollanda, Kanada ve Çin Halk Cumhuriyeti arasında da güçlü işbirliğinin olduğu tespit edilmiştir. Hem fen eğitimi hem de genel eğitim araştırmalarında en üretken ülkelerin ABD, Kanada, Avustralya ve İngiltere olduğu ilgili literatürde rapor edilmiştir (Tosun, 2022a; 2022b). Ayrıca son yıllarda artan yayın sayıları ile Tayvan ve Çin Halk Cumhuriyeti'nin de ilk 10 da yer aldığı bildirilmiştir (Tosun, 2022b). Çin Halk Cumhuriyeti, Tayvan ve İspanya'daki eğitim araştırmacılarının teknoloji destekli öğrenme ortamlarına odaklandıkları şeklindeki araştırma sonuçları mevcut çalışma sonuçları ile uyumludur (Tosun, 2022b). ABD ve Çin Halk Cumhuriyeti'nin Dünya'nın en büyük ekonomisine sahip ülkelerden olduğu bilinmektedir. Araştırmada ortaya çıkan sonuç, bu iki ülkenin eğitim teknolojilerine yaptıkları yatırımın bir sonucu olarak değerlendirilebilir.

Araştırmada ortaya çıkan diğer bir sonuç, Monash Üniversitesi, Open Üniversitesi ve Edinburgh Üniversitesi en üretken organizasyonlardır. En çok atıf alan organizasyonlar arasında Cordoba Üniversitesi, Hollanda Open Üniversitesi ve Sydney Üniversitesi de yer almaktadır. Edinburgh Üniversitesi, Monash Üniversitesi ve Open Üniversitesi arasında güçlü işbirliklerinin olduğu tespit edilmiştir. Özellikle Monash Üniversitesi ile Edinburgh Üniversitesi, Güney Avustralya Üniversitesi, Open Üniversitesi, Sydney Üniversitesi ve Sydney Teknoloji Üniversitesi arasında güçlü işbirliğinin olduğu görülmektedir. Diğer taraftan Edinburgh Üniversitesi ile Güney Avustralya Üniversitesi ve Open Üniversitesi arasında da güçlü işbirliği vardır. Araştırmada ortaya çıkan bir diğer sonuç en üretken yazarlar ile o yazarların görev yaptıkları kurumların en üretken organizasyonlar olması arasında doğru orantı olduğudur. Bu durum organizasyonların üretkenliğinin kurumlar odaklı değil de yazarlar odaklı olduğu şeklinde yorumlanabilir.

Son olarak eğitim araştırmalarında bazı kritik teknoloji alanlarının uygulamaları kapsamındaki çalışmalara en çok fon sağlayan kuruluşların ABD Ulusal Bilim Vakfı (National Science Foundation-NSF), Avrupa Komisyonu (European Commission), Çin Ulusal Doğa Bilimleri Vakfı (National Natural Science Foundation of China-NSFC) ve Tayvan Bilim ve Teknoloji Bakanlığı (Ministry of Science and Technology-Taiwan) olduğu bu çalışmada tespit edilmiştir. NSF, ABD’nde tüm bilim dalları ve mühendislik alanlarında yapılan temel araştırmaları desteklemek için 1950 yılında kurulmuştur. 2020 yılı itibariyle 8.3 milyar dolarlık bütçeye sahiptir. NSFC, 1986 yılında Çin Halk Cumhuriyeti’nde temel ve uygulama araştırmalarını fonlamak için kurulmuştur. Araştırma sonuçlarına göre Çin Halk Cumhuriyeti ve Tayvan’daki fon kuruluşlarının bu alandaki yayın sayılarının artışında önemli bir etkiye sahip olduğu değerlendirilmektedir. Araştırmada ortaya çıkan diğer bir sonuç ülkelerin yayın sayıları ile ülkelerin araştırmacılarına sağladıkları fon desteği arasında güçlü bir ilişkinin olduğudur.

Teşekkür ve Bilgilendirme / Acknowledgements

Bu çalışmanın bir bölümü 28-30 Haziran 2021 tarihleri arasında şanlıurfa/Türkiye’de düzenlenen 1. Ulusal Eğitimde Yapay Zekâ Uygulamaları Kongresi’nde (EYZ) sözel bildiri olarak sunulmuştur / A part of this study was presented as an oral presentation in the 1st National Congress of Artificial Intelligence Applications in Education, 28-30 June 2021, şanlıurfa, Türkiye.

Yayın Etiği Bildirimi / Research Ethics

Araştırma sresince yayın etiği konusuna dikkat edilmiştir. / The issue of publication ethics has been paid attention to during the research.

Araştırmacıların Katkı Oranı / Contribution Rate of Researchers

Yazarların katkı oranları eşittir. / The authors’ contribution rate is equal.

ıkar atışması / Conflict of Interest

Bu alışmada herhangi bir ıkar atışması bulunmamaktadır. / There is no conflict of interest in this study.

Fon Bilgileri / Funding

Araştırma sresince herhangi bir fon desteği alınmamıştır. / No funding was received during this research.

Etik Kurul Onayı / The Ethical Committee Approval

Araştırma doküman incelemesidir. Araştırma sresince tm etik standartlar dikkate alınmış ve takip edilmiştir. / Research is document review. All ethical standards were taken into account and followed during the research.

Kaynakça

- Abbasoğlu, B. (2020). Ortaokul öğrencilerinin akademik başarılarının eğitsel veri madenciliği yöntemleri ile tahmini. *Veri Bilimi*, 3(1), 1-10.
- Abramo, G., Cicera, T., & D'Angelo, C.A. (2014). Are the authors of highly cited articles also the most productive ones? *Journal of Informetrics*, 8(2014), 89-97.
- Artsın, M. (2020). Bir metin madenciliği uygulaması: VOSviewer. *Eskişehir Teknik Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi B-Teorik Bilimler*, 8(2), 344-354.
- Aydoğdu, Ş. (2020). Predicting student final performance using artificial neural networks in online learning environments. *Education and Information Technologies*, 25: 1913-1927.
- Baker, R. S., & Yacef, K. (2009). The state of educational data mining in 2009: A review and future visions. *JEDM-Journal of Educational Data Mining*, 1(1), 3-17.
- Bakhshinategh, B., Zaiane, O. R., ElAtia, S., & Ipperciel, D. (2018). Educational data mining applications and tasks: A survey of the last 10 years. *Education and Information Technologies*, 23(1), 537-553.
- Basnet, R.B., Johnson, C. & Doleck, T. (2022). Dropout prediction in Moocs using deep learning and machine learning. *Education and Information Technologies*, 27: 11499-11513.
- Bini, S. A. (2018). Artificial intelligence, machine learning, deep learning, and cognitive computing: What do these terms mean and how will they impact health care? *The Journal of Arthroplasty*, 33(8), 2358-2361.
- Bousbia, N., & Belamri, I. (2014). Which contribution does EDM provide to computer-based learning environments? In Pena-Ayala, A. (Ed). *Educational data mining: Applications and trends* (pp. 3-28). Cham: Springer.
- Bozkurt, A., Karadeniz, A., Baneres, D., Guerrero-Roldán, A. E., & Rodríguez, M. E. (2021). Artificial intelligence and reflections from educational landscape: A review of all studies in half a century. *Sustainability*, 13(2), 800.
- Brynjolfsson, E., & McAfee, A. (2017). *The business of artificial intelligence*. Harvard Business Review. Retrieved from <https://starlab-alliance.com/wp-content/uploads/2017/09/The-Business-of-ArtificialIntelligence.pdf>
- Carney, M., Gedajlovic, E.R., Heugens, P.P., Van Essen, M., & Van Oosterhout, J. (2011). Business group affiliation, performance, context, and strategy: A meta-analysis. *Academy of Management Journal*, 54(3), 437-460.
- Casquero, O., Ovelar, R., Romo, J., Benito, M., & Alberdi, M. (2016). Students' personal networks in virtual and personal learning environments: A case study in higher education using learning analytics approach. *Interactive Learning Environments*, 24(1), 49-67.
- Chah, N. (2019). Down the deep rabbit hole: Untangling deep learning from machine learning and artificial intelligence. *First Monday*. 24(2-4), <https://doi.org/10.5210/fm.v24i2.8237>.

- Cobo, M. J., López-Herrera, A. G., Herrera-Viedma, E., & Herrera, F. (2011). An approach for detecting, quantifying, and visualizing the evolution of a research field: A practical application to the fuzzy sets theory field. *Journal of Informetrics*, 5(1), 146–166.
- Çınar, A., Ince, E. & Gezer, M. (2020). Machine learning algorithm for grading open-ended physics questions in Turkish. *Educ Inf Technology*. 25, 3821–3844.
- Çil, B. D., Akgün, E., & Yılmaz, G. K. (2022). Öğrenme analitikleri ve motivasyon üzerine bir içerik analizi çalışması. *Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*, 53, 409-426.
- Falagas, M. E., Karavasiou, A. I., & Bliziotis, I. A. (2006). A bibliometric analysis of global trends of research productivity in tropical medicine. *Acta Tropica*, 99(2–3), 155–159.
- Ferguson, R. (2012). Learning analytics: drivers, developments and challenges. *International Journal of Technology Enhanced Learning*, 4(5-6), 304-317.
- Gasevic, D., Dawson, & Siemens, G.(2015). Let's not forget: Learning analytics are about learning. *Tech Trends*, 59(1), 64-71.
- Gimenez, E., Salinas, M., & Manzano-Agugliaro, F. (2018). Worldwide research on plant defense against biotic stresses as improvement for sustainable agriculture. *Sustainability*, 10(2), 391.
- Hamim, T., Benabbou, F., & Sael, N. (2021). Survey of machine learning techniques for student profile modeling. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (IJET)*, 16(4), 136-151.
- Hand, D., Mannila, H. & Smyth, P.(2001). *Principles of data mining*. USA: MIT Press. 546 pages.
- Huang, X. & Qiao, C. (2022). Enhancing computational thinking skills through artificial intelligence education at a STEAM high school. *Science & Education*, <https://doi.org/10.1007/s11191-022-00392-6>.
- Huang, A.Y.Q., Lu, O.H.T. & Yang, S.J.H. (2023). Effects of artificial intelligence-enabled personalized recommendations on learners' learning engagement, motivation, and outcomes in a flipped classroom. *Computers & Education*, 194 (2023): 104684.
- Hwang, G. J., Xie, H., Wah, B. W., & Gasevic, D. (2020). Vision, challenges, roles and research issues of artificial intelligence in education. *Computers & Education: Artificial Intelligence*, 1, Article 100001.
- Hwang, G.J., & Tu, Y.F. (2021). Roles and research trends of artificial intelligence in mathematics education: A bibliometric mapping analysis and systematic review. *Mathematics*, 9(6), 1–19.
- Jakhar, D., & Kaur, I. (2019). Artificial intelligence, machine learning and deep learning: Definitions and differences. *Clinical and Experimental Dermatology*, 45(1), 131–132.
- Kalafat, Ö. (2022). Eğitim ve yapay zekâ. İçinde Bilen M. (Ed). *Yapay zekânın değiştirdiği dinamikler* (1.Baskı). Eğitim Yayınevi.
- Kalıkov, A. (2006). Veri madenciliği ve bir e-ticaret uygulaması (Yüksek Lisans Tezi). Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Karaoglan Yılmaz, F. G., & Yılmaz, R. (2020). Student opinions about personalized recommendation and feedback based on learning analytics. *Technology, Knowledge and Learning*, 25(4), 753-768.

- Kobayashi, V.B., Mol, S.T., Berkers, H.A., Kismihok, G., & Den Hartog, D.N. (2018). Text mining in organizational research. *Organizational Research Methods*, 21, 733-765.
- Lee, H. S., & Lee, J. (2021). Applying artificial intelligence in physical education and future perspectives. *Sustainability*, 13(1), 1–16.
- Lu, O.H.T., Huang, J.C.H., Huang, A.Y.Q. & Yang, S.J.H. (2017). Applying learning analytics for improving students engagement and learning outcomes in an MOOCs enabled collaborative programming course. *Interactive Learning Environments*, 25:2, 220-234.
- Luan, H., Geczy, P., Lai, H., Gobert, J., Yang, S. J. H., Ogata, H., Baltés, J., Guerra, R., Li, P., & Tsai, C. C. (2020). Challenges and future directions of big data and artificial intelligence in education. *Frontiers in Psychology*, 11, 1–11.
- Ma, W., Adesope, O. O., Nesbit, J. C., & Liu, Q. (2014). Intelligent tutoring systems and learning outcomes: A meta-analysis. *Journal of Educational Psychology*, 106(4), 901-918.
- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, D.G. (2009). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA statement. *Annals of Internal Medicine*, 151(4), 264-269.
- Nguyen, G., Dlugolinsky, S., Bobák, M., Tran, V., López García, Á., Heredia, I., et al. (2019). Machine learning and deep learning frameworks and libraries for large-scale data mining: A survey. *Artificial Intelligence Review*, 52(1), 77–124.
- Pirim, H. (2006). Teknolojiye bağımlı yaşamın matematiksel desenleri-1. *Journal of Yaşar University*, 1(1), 81-93.
- Roll, I., & Wylie, R. (2016). Evolution and revolution in artificial intelligence in education. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 26(2), 582–599.
- Romero, C., Ventura, S. & Garcia, E. (2008). Data mining in course management systems: Moodle case study and tutorial. *Computers & Education*, 51(1), 368-384.
- Saçan, S., Yaralı, K. T., & Kavruk, S. Z. (2022). Çocukların “yapay zeka” kavramına ilişkin metaforik algılarının incelenmesi. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 64, 274-296.
- Shum, S. B. (2012). UNESCO policy brief: Learning analytics. Moskova: UNESCO Institute for Information Technologies in Education.
- Song, Y., Chen XL., Hao, TY., Liu, ZN, & Lan, Z.X. (2019). Exploring two decades of research on classroom dialogue by using bibliometric analysis. *Computers & Education*, 137, 12-31.
- Steenbergen-Hu, S., & Cooper, H. (2014). A meta-analysis of the effectiveness of intelligent tutoring systems on college students’ academic learning. *Journal of Educational Psychology*, 106(2), 331–347.
- Thuarisingham, B. M. (2003). *Web data mining and applications in business intelligence and counter terrorism*. CRC Press LLC. Boca Raton, FL, USA.
- Toffler, A. (2019). *The third wave (Üçüncü dalga)*. (Çevirmen: S. Yeniçeri). İstanbul. Koridor Yayıncılık.
- Tosun, C. (2022a). Analysis of the last 40 years of science education research via bibliometric methods. *Science & Education*, <https://doi.org/10.1007/s11191-022-00400-9>.

- Tosun, C. (2022b). Trends of WoS educational research articles in the last half-century. *Review of Education*, 10:e3328.
- Van Eck, N.J. & Waltman, L. (2007). VOS: A new method for visualizing similarities between objects. In Decker, R. and Lenz, H.J. (Eds). *Advances in data analysis* (pp. 299-306). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Van Eck, N.J. & Waltman, L. (2009). Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. *Scientometrics*, 84(2), 523-538.
- Wilson, A., Watson, C., Thompson, T. L., Drew, V., & Doyle, S. (2017). Learning analytics: Challenges and limitations. *Teaching in Higher Education*, 22(8), 991-1007.
- Yüksek Öğretim Kurulu-YÖK (2020). YÖK-Gelecek projesinin ikinci aşaması. <https://www.yok.gov.tr/Sayfalar/Haberler/2020/yok-gelecek-projesi-nin-ikinci-asamasina-iliskin-beyanat.aspx>.