



Eğitimde Makine Öğrenmesi: Bir Bilim Haritalama Çalışması

Machine Learning in Education: A Science Mapping Study

Vahid Sinap^{a*}

^aUfuk University, Ankara, Türkiye

Öz

Hızla gelişmekte olan makine öğrenmesi, son yıllarda birçok akademik çalışma alanının ilgisi haline gelmiştir. Özellikle eğitim alanında makine öğrenmesi üzerine gerçekleştirilen araştırmalar hızla artmaktadır. Makine öğrenmesinin eğitim alanındaki gelişiminin ve mevcut durumunun belirlenmesi alandaki araştırmacılara kapsamlı bir yol haritası sunacaktır. Bu kapsamda bu araştırmanın amacı, eğitimde makine öğrenmesi konulu yayınları başlıca çalışılan bilimsel olgu ve kavramlar ile uluslararası iş birliği süreçleri bakımından incelemek, alandaki eğilimleri tespit etmektir. Araştırmanın verilerini; Web of Science veri tabanında dizinlenmiş, 2002-2022 yılları arasında yayımlanan, bibliyografik künye bilgilerinde "makine öğrenmesi" ile "eğitim", "eğitsel" veya "öğretim" anahtar kelimeleri geçen ve araştırma kriterlerini sağlayan 2851 bilimsel belgenin bibliyografik verileri oluşturmaktadır. Araştırmada bibliyometrik analiz yöntemlerinden ortak kelime, ortak yazarlık, atıf ve ortak atıf analizleri kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, makine öğrenmesi tarafında en çok çalışılan bilimsel olgu ve kavramlar "makine öğrenmesi" ve "yapay zekâ" olmuştur. Eğitim tarafında ise "eğitsel veri madenciliği" ve "öğrenme analitiği" kavramları sıklıkla kullanılmıştır. Ayrıca, en üretken ve araştırmaları en çok atıf alan ülkeler ABD ile Çin'dir. Yapılan araştırmaların sayısı son beş yıl içerisinde ciddi bir ivme kazanmıştır. Yapılan çalışmalar eğitim teknolojisi, bilgisayar bilimi, bilişim, fen bilimleri, matematik, mühendislik ve sağlık gibi birçok çeşitli akademik alanla ilişkili halindedir.

Anahtar Kelimeler: Eğitim, makine öğrenmesi, yapay zekâ, bibliyometri, bilim haritalama.

Abstract

The rapidly developing field of machine learning has piqued the interest of many academic disciplines in recent years. Research on machine learning, especially in the realm of education, is experiencing rapid growth. Determining the current state and development of machine learning in the field of education will provide a comprehensive roadmap for researchers in this domain. Within this scope, the aim of this research is to analyze publications on machine learning in education in terms of their main topics and international collaboration processes, as well as to identify trends in the field. In the Web of Science database between 2002 and 2022, scientific documents containing keywords such as "machine learning" and "education," or related terms like "educational" or "instructional" in their bibliographic tags, constitute the dataset for this research. The bibliographic information of 2,851 studies obtained after conducting the queries and necessary processing forms the research dataset. The research utilizes bibliometric analysis methods, including co-word analysis, co-authorship analysis, citation analysis, and co-citation analysis. According to the results, the most frequently studied scientific concepts related to machine learning are "machine learning" and "artificial intelligence." On the educational side, concepts such as "educational data mining" and "learning analytics" are commonly used. Furthermore, the most productive and highly cited research originates from the USA and China. The number of studies conducted has gained momentum in the last five years. These studies span various academic fields, including educational technology, computer science, informatics, natural sciences, mathematics, engineering, and health.

Keywords: Education, machine learning, artificial intelligence, bibliometrics, science mapping.

© 2024 Başkent University Press, Başkent University Journal of Education. All rights reserved.

1. Giriş

Teknoloji, eğitim alanı da dahil olmak üzere birçok alanda yoğun olarak kullanılmaktadır. Öğrenciler için derslerin öğrenme çıktılarının gerçekleştirilmesi bakımından teknolojinin büyük bir önemi bulunmaktadır (Wekerle vd., 2022). Günümüzde eğitim, öğrencilere yalnızca önceden hazırlanmış belli metinlerin ezberletilmesi anlayışından ziyade hem sınıf içinde hem de sınıf dışında öğretim süreci, ölçülebilir hedefleri ve sonuçları olan bir etkinlik süreci haline gelmiştir (Nafea, 2018). Bununla birlikte öğretim yöntem ve teknikleri ile eğitsel materyaller zamanla, öğrenme sürecinin girdi ve çıktı bileşenlerinin etkin bir parçası durumuna dönüşmüştür. Eğitimciler yüzlerce yıldır, çağlarının en son teknolojilerini kullanarak, başkalarını eğitmelerine yardımcı olacak araçlar işe koşmuşlardır. Bu araçlar, hattatlıkta ustalaşmayı kolaylaştırmak için kullanılan kayrak yazı tahtalarından, öğrencilerin eleştirel düşünme becerilerini geliştirmeye yardımcı olan sanal ortamlara kadar geniş bir yelpazede yer almaktadır (Ferster, 2014). Özellikle son yıllarda eğitim alanında adı sıklıkla anılan teknolojilerden biri ise makine öğrenmesidir.

Makine öğrenmesi, bir bilgisayarın belirli bir görevi veya problemi insan müdahalesi olmadan, veri üzerinden öğrenerek çözmeye çalışan bir yapay zekâ alt dalıdır (Mackenzie, 2015). 1959'da Arthur Samuel, insanların bilgisayarlara öğretmek durumunda kalmadığı, bunun yerine bilgisayarların kendi başlarına öğrenmelerine izin verilebileceği yönünde bir fikir ortaya atmıştır (Samuel, 1959). Bilgisayarların özerk bir şekilde öğrenme yeteneği için standart bir tanım olarak kullanılan "makine öğrenmesi" terimi bu fikirle birlikte günümüze kadar gelmiştir

Başka bir tanıma bakıldığında makine öğrenmesi, örnek verileri veya deneyimleri kullanarak bir performans kriterini en iyi ve verimli şekilde kullanmak için bilgisayarları programlamaktır (Alpaydin, 2020). Örneğin, bir eğitim kurumu, öğrencilerin bir ders kapsamında hangi konularda başarılı veya başarısız olduklarını anlamak için öğrenci verilerini kullanabilir. Makine öğrenmesi algoritmaları, geçmiş verilere dayanarak öğrencilerin gelecekteki derslerde ve konularda elde edecekleri başarı durumlarını tahmin edebilir. Bu tahminler, öğrencilere yardımcı olmak için erken müdahalelerde bulunmak veya ekstra destek sağlamak için kullanılabilir. Bu şekilde, öğrencilerin başarılarını artırmak ve eğitim kalitesini yükseltmek için eğitim bilimleri alanında makine öğrenmesi tekniklerinden faydalanılabilir.

Günümüz toplumunda bireyler farkında olarak ya da olmayarak makine öğrenmesinden elde edilen pek çok faydadan istifade etmektedirler. Makine öğrenmesi sayesinde elektronik posta kutuları, istenmeyen elektronik postaları tanıyacak şekilde eğitilir ve bu tür postaların filtrelenmesi sağlanır. Böylelikle kullanıcıların, istenmeyen çok sayıda elektronik postayla yüz yüze kalmalarının önüne geçilebilir (Korkmaz & Correia, 2019). Makine öğrenmesi sağlık alanında, hastalardan toplanan verilerle eğitilen bilgisayarlar aracılığıyla hastalıkların analizi ve teşhisinde kullanılabilir. Bunların yanı sıra sosyal medya, finansal analiz, hava durumu tahmini, çevrimiçi eğitim platformu, biyoinformatik ve çoklu güvenlik platformları gibi çeşitli alanlarda makine öğrenmesi kullanımı artan bir eğilime sahiptir (Dhal & Azad, 2021).

Söz konusu, makine öğrenmesinin eğitim alanında kullanımı olduğunda bazı önemli uygulama başlıkları dikkat çekmektedir:

- Öğrenci performansı tahmini: Makine öğrenmesinin eğitim ortamlarında önemli bir uygulaması, öğrenci performansını tahmin etmektir. Makine öğrenmesi modeli, her öğrenci hakkında "öğrenerek" öğrencilerin güçlük yaşadıkları durumları bulabilmekte ve ek dersler veya ek konu çalışmaları gibi iyileştirme yolları önerebilmektedir (Anozie & Junker, 2006).
- Özelleştirilmiş ve kişiselleştirilmiş öğrenme: Makine öğrenmesi, öğrencinin bilgiyi nasıl özümlediğini öğrenen algoritmalarla yararlanarak, öğrencinin yalnızca önceki içeriği gerçekten kavradıktan sonra ilerlemesine olanak tanımaktadır. Bu süreç, hiçbir öğrencinin göz ardı edilmemesini veya geride bırakılmamasını sağlamaktadır (Nafea, 2018).
- Geliştirilmiş ölçme ve değerlendirme süreçleri: Makine öğrenmesi, bilgisayarlı uyarlanabilir değerlendirmeler oluşturmaya yardımcı olmaktadır (Luckin vd., 2016). Makine öğrenmesi tabanlı değerlendirme eğitimcilere, öğrencilerin en etkin nasıl ve hangi yollarla öğrendiği, süreçte ihtiyaç duydukları destek alanları ile öğrenme hedeflerine yönelik öğrencilerin kaydettikleri ilerleme hakkında sürekli geri bildirim sağlayabilmektedir (El-Alfy vd., 2008).
- Öğretim programlarına devam etme oranını iyileştirme: Makine öğrenmesi öğrencilerin öğretim programlarına devamını sağlama hususunda program yöneticilerine yardımcı olabilmektedir. "Risk altındaki" öğrenciler makine öğrenmesi modelleri ile belirlenerek okullar bu öğrencilere ulaşabilmektedir. Öğrencilerin başarılı olabilmeleri ve öğretim programlarına devam edebilmeleri açısından ihtiyaç duydukları yardımlar çok geç olmadan öğrencilere sağlanabilmektedir (Dambic vd., 2016).
- Görevlerin sadeleştirilmesi: Geleneksel öğrenme ortamlarında eğitimcilere, derslere devamsızlık yapan öğrencileri belirlemek veya sınıf ödevlerini toplamak gibi tekrar eden görevlerde önemli miktarda zaman harcamaktadırlar. Makineler, bu görevleri kendi kendine işleyen bir hale getirmek ve eğitimcilerin bunları yapması için gereken süreyi veya iş gücünü azaltmak için kullanılabilir. Buna göre eğitimcilerin,

öğrencilerinin öğrenme materyalini ve sorumluluklarını tam olarak anladığından emin olmak gibi daha önemli görevlere odaklanmak için daha fazla zamanı olacağı öngörülmektedir (Zhai vd., 2020).

Eğitim alanında yapay zekâ kullanımına ilişkin alanyazındaki bazı araştırmalar incelendiğinde; Eggert (2021) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, her öğrencinin önceki bilgisi, duygusal durumu veya ekonomik geçmişi ile ilgili büyük miktarda veri toplanarak, uyarlanabilir öğrenme ortamları üzerindeki öğretim yaklaşımlarını ve yöntemlerini düzenlemek için bir yapay zekâ yöntemi önerisinde bulunulmuştur. Akıllı öğretim sistemleri, yapay zekâ teknolojilerini kullanan uyarlanabilir öğrenme ortamlarından biridir. Bu öğrenme ortamları aracılığı ile öğretim sürecinde tekrarlanan görevlerin otomasyonunun sağlanması, öğretim elemanlarının öğretim yaklaşımlarının tasarımına odaklanabilmelerine izin vermektedir. Bunun yanı sıra yapay zekâ teknolojileri, Kitleles Açık Çevrimiçi Dersler (KAÇD) ile öğrenim gören öğrencilere kişiselleştirilmiş rehberlik imkânı sunarak öğrencilerin yaşam boyu öğrenme fırsatlarını ve deneyimlerini desteklemektedir. Ayrıca, KAÇD sürecinde yalnızlaşan veya öğrenim süreciyle alakalı herhangi bir insani yardıma ihtiyacı bulunan öğrencilerin çok geç olmadan tespit edilebilmesi açısından yapay zekâ teknolojilerinden faydalanılabilmektedir (Holstein vd., 2019).

Chen ve diğerleri (2020) yapay zekanın eğitim alanı üzerindeki etkilerini araştırdıkları çalışmalarında yapay zekâ teknolojilerinin eğitim alanında; öğrencilerin ve okulların değerlendirilmesi, ödevlerin ve sınavların notlandırılması ve değerlendirilmesi, akıllı okullar, kişiselleştirilmiş akıllı öğretim, çevrimiçi ve mobil uzaktan eğitim başlıkları altında kullanıldığını saptamıştır. Grammarly, Ecree, Paper-Rater ve Turnitin gibi uygulamalar, eğitim kurumlarının ve öğretim elemanlarının, intihal kontrolleri, tipografik ve dilbilgisi hata kontrolleri gerçekleştirmelerinde yardımcı olmak için yapay zekâ teknolojilerinden faydalanmaktadır. Öğrencilerin öğrenme deneyimi, eğitim alanının önemli bir bileşenidir. Yapay zekâ teknolojileri aracılığıyla öğrencilerin öğrenim ilerlemeleri kolaylıkla takip edilebilmektedir. Dahası, uyarlanabilir öğrenme ortamlarıyla öğrencilere kişiselleştirilmiş ders içerikleri sunularak öğrencilerin öğrenme deneyimleri zenginleştirilebilmektedir. Yapay zekâ teknolojilerinden faydalanan hızlı etkileşime sahip bir öğrenme platformu, öğrenciler ve eğitim sağlayıcılar arasındaki boşluğu azaltarak öğrencilerin sorun ve ihtiyaçlarının çözümlenmesinde önemli rol oynamaktadır.

Makine öğrenmesinin eğitim alanında kullanımına yönelik bilgilerin ortaya koyduğu gibi, bu bilgisayar biliminin eğitim ortamlarıyla bütünleştirilmesinin birçok avantajı beraberinde getireceği öngörülebilmektedir. Bu tür bir bütünleştirme işlemi gerçekleştirilmeden önce makine öğrenmesinin günümüze kadar olan süredeki eğitim alanıyla etkileşiminin ortaya koyulması önem taşımaktadır. Makine öğrenmesinin yapısal ve dinamik yönlerinin belirlenmesi, alandaki hangi konularda yapılan çalışmalarda kullanıldığının açığa çıkarılması ifade edilen bütünleştirmeyi kolaylaştırıcı bir etkiye sahip olacaktır. Gerçekleştirilen bu çalışma ile makine öğrenmesinin eğitim alanında kullanımına yönelik uluslararası düzeyde yayımlanan araştırmaların eğilimlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu vesileyle alanda araştırma yapacak araştırmacılara ve makine öğrenmesini eğitim ortamlarında kullanmayı planlayan uygulayıcılara makine öğrenmesi ve eğitim alanı arasındaki etkileşimin bir tasvirinin sunulması hedeflenmektedir. Bu kapsamda, makine öğrenmesinin eğitim alanında kullanımına ilişkin, bibliyometrik analiz yöntemleri kullanılarak bir bilim haritalaması gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın belirtilen amaç ve hedefleri doğrultusunda, bilim haritalama yöntemi kullanılarak aşağıdaki problemlere yanıtlar aranmıştır:

1. Makine öğrenmesi eğitim bilimlerinde en çok hangi amaçlarla ve eğitim bilimlerinin hangi alanlarında kullanılmaktadır?
2. Çalışmaların gerçekleştirildiği ülkeler ve kurumlar arasındaki bilimsel iş birliktelikleri nasıldır?
3. Çalışmalardaki atıf durumları nasıldır?
4. Çalışmalar en çok hangi disiplinler dahilinde gerçekleştirilmiştir?

2. Yöntem

Bu araştırma, eğitim alanında makine öğrenmesine yönelik gerçekleştirilen uluslararası yayınları, bibliyografik künyelerinde yer alan yazar, yayın, anahtar kelime, dergi, ülke ve atıf değişkenlerinin durumunu ortaya koyarak bilim haritalama yöntemi ile incelemektedir. Bilim haritalama, disiplinler, alanlar, bireysel yayınlar veya yazarlar arasındaki ilişkilerin uzamsal bir temsildir (Small, 1999). Bilim haritalama, belirli bir alandaki araştırmaların bazı karakteristik özelliklerini nicelleştirerek ve araştırma sonuçlarını değerlendirerek alandaki eğilimlerin belirlenmesine olanak tanır (Kasemodel vd., 2016). Bunun yanı sıra belirlenen bilimsel konu ile ilgili çalışmaların, araştırmacıların, kurumların ve bilimsel akışın takip edilmesini sağlar (Martí-Parreño vd., 2016).

Bilim haritalama yöntemi, bilimsel bilgi ve araştırma alanlarının görsel bir temsili olarak kullanılmaktadır. Bu yöntemde, makaleler, yazarlar, kurumlar, anahtar kelimeler ve diğer bilimsel öğeler arasındaki ilişkileri gösteren ağlar ve haritalar oluşturulur. Bilim haritalama yöntemi, bilgi organizasyonu, araştırma trendlerinin analizi, bilimsel iş birliği ve disiplinler arası çalışmaların teşviki gibi çeşitli amaçlarla işe koşulur (Börner, 2010). Bilim haritalama yönteminin disiplin alanlarına olası katkıları şu şekilde yer almaktadır:

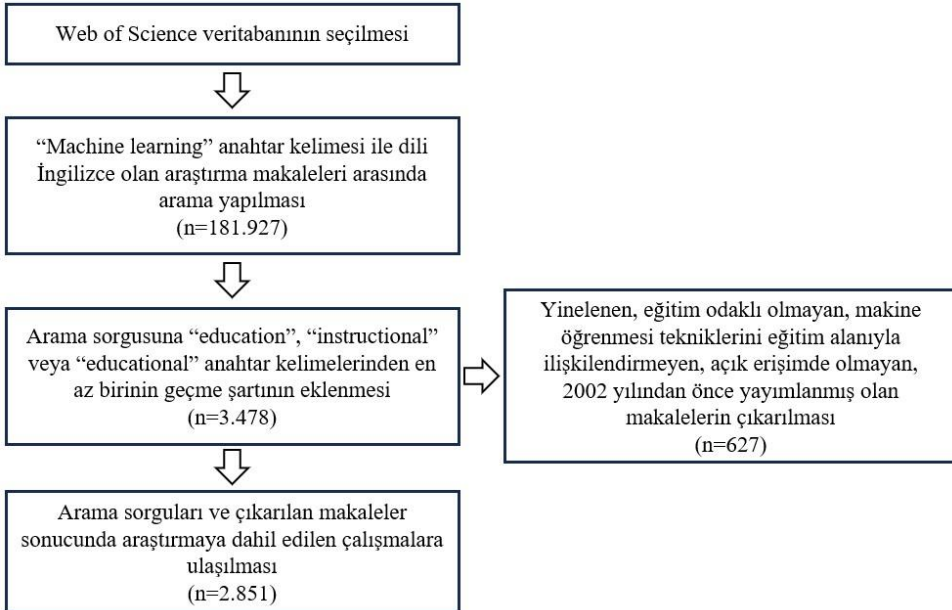
- Bilgi organizasyonu: Bilim haritaları, bilgi alanlarının yapısını ve ilişkilerini görselleştirerek, bilgi organizasyonu ve erişimini kolaylaştırmaktadır (Chen, 2006).
- Araştırma trendlerinin analizi: Bilim haritaları, araştırma alanlarının gelişimini ve mevcut eğilimleri analiz etmeye yardımcı olmaktadır (Small, 1999).
- Bilimsel iş birliği: Bilim haritaları, araştırmacılar ve kurumlar arasındaki iş birliği ağlarını göstererek, yeni iş birliklerine yol açabilmektedir (Noyons vd., 1999).
- Disiplinler arası çalışmaların teşviki: Bilim haritaları, farklı disiplinler arasındaki bağlantıları göstererek, disiplinler arası çalışmaların teşviki için fırsatlar sunmaktadır (Leydesdorff & Rafols, 2009).

2.1. Prosedür ve Arama Sorgusu

Analize dahil edilecek çalışmaların belirlenmesinde dört temel kriter kullanılmıştır. Bu kriterler: (1) Yayının eğitim odaklı olması, (2) Yayının makine öğrenmesi yaklaşımını ele alması, (3) Yayının araştırma kategorisinde olması, (4) Yayının İngilizce dilinde yazılması şeklindedir. Çalışmaların bibliyografik verilerine Web of Science (WoS) bibliyografik veri tabanından erişilmiştir. WoS veri tabanında bibliyografik künyesinde başlık, özet veya anahtar kelime bilgilerinde “machine learning” anahtar kelime grubu geçen, araştırma kategorisinde ve dili İngilizce olan 181.927 çalışma mevcuttur. Araştırmanın amaçları doğrultusunda arama sorgusuna, yayınların bibliyografik künyesinde başlık veya anahtar kelime bilgilerinde “education”, “instructional” veya “educational” kelimelerinden en az birinin geçme şartı eklendiğinde ilk çalışmanın 1987 yılında yayımlandığı, 1987-2022 yılları arasında 25 Kasım 2022 itibarıyla 3.478 çalışmanın yer aldığı görülmektedir. 1987-2002 yılları arasında çok az çalışmanın olması (n=13), bu sebeple grafiklerin dağılımını ve okunmasını güçleştirmesi nedeniyle bu yıllar arasındaki çalışmalar araştırmaya dahil edilmemiştir. Buna ek olarak, araştırmanın kriterleri doğrultusunda; yinelenen, eğitim odaklı olmayan, makine öğrenmesi tekniklerini eğitim alanıyla ilişkilendirmeyen ve açık erişimde olmayan 614 makale de çıkarıldığında, geriye kalan 2.851 çalışmanın bibliyografik künye bilgileri araştırmanın veri setini oluşturmaktadır. İncelenen çalışmaların belirlenmesinde kullanılan prosedür Şekil 1’de, çalışma sayılarının yıllara göre dağılımı Şekil 2’de verilmiştir.

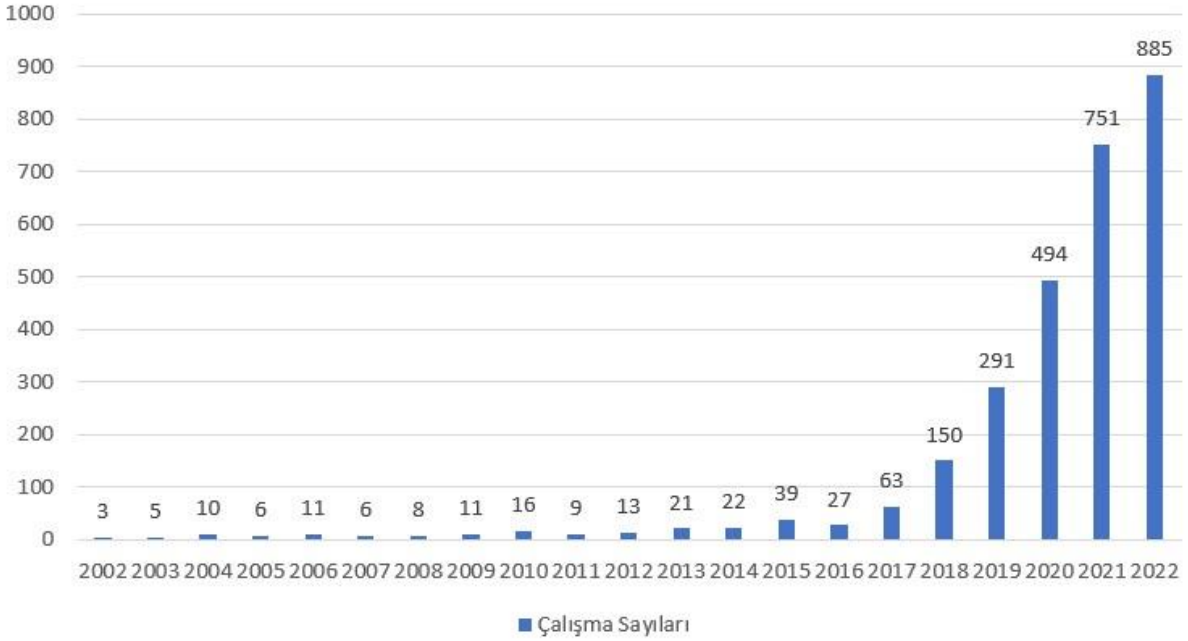
Şekil 1

İncelenen çalışmaların belirlenmesinde izlenen prosedür



Şekil 2

Yıllara göre çalışma sayılarının dağılımı



2.2. Verilerin Analizi

Bibliyografik verilerin analizi VOSviewer 1.6.18 ve HistCite 12.03.17 yazılımları aracılığıyla gerçekleştirilmiştir. Bu yazılımlar genellikle bibliyometrik ağların oluşturulması ve görselleştirilmesi için kullanılmaktadır. Ayrıca, bilimsel bir alanyazından türetilen önemli terimlerin ağlarını oluşturmak ve görselleştirmek için gerekli veri madenciliği tekniklerini de içermektedirler (Van Eck & Waltman, 2014). Bunlara ek olarak WoS veri tabanının kendi içerisinde sunduğu kategorilere göre oluşturulan analiz seçeneklerinden de faydalanılmıştır. Verilerin analizinde ortak kelime, ortak yazarlık ve ortak atıf analiz teknikleri kullanılmıştır. Ortak kelime analiz tekniği, yayınlarda kullanılan anahtar kelimelerin birlikte aynı belgelerde yer alma sıklıklarına göre incelemeler yapmaya olanak tanımaktadır. Ortak yazarlık tekniğinde, aynı araştırma belgesi üzerinde çalışan araştırmacıların çalıştıkları kurum veya yaşadıkları ülke gibi bilgiler üzerinden çıkarımlar yapılmaktadır (Peters ve Van Raan, 1991). Ortak atıf ise iki yayının araştırma belgelerinde bir arada kaynak gösterilme sıklığı üzerinde durmaktadır (Small, 1973). Gerçekleştirilen analiz sonrasında yazar, ülke, kurum ve kavram kümelerinin yoğunluklarını, merkez noktalarını, yıllar içerisindeki değişimlerini ve etkileşim güçlerini betimleyen bulgular elde edilmiştir. Yürütülen analiz türleri, belirlenen asgari bulunma sıklığı değerleri ve ilgili haritalardaki düğüm sayıları verilmiştir.

Tablo 1

Analiz türleri

Analiz	Bulunma Sıklığı	Düğüm Sayısı
Ortak Kelime	30 ve üzeri makalede yer alan anahtar kelimeler	23
Ortak Yazarlık	30 veya daha fazla ortak araştırma üreten ülkeler	30
	20 veya daha fazla araştırma üretilen kurumlar	12
Atıf	100 ve üzeri belgede atıf almış ülkeler	10
	20 ve üzeri araştırma yayımlanmış dergiler	18
Ortak Atıf	70 veya daha fazla çalışmada birlikte atıf almış yazarlar	26

2.3. Araştırma Etiği

Bu araştırmanın planlanmasından, uygulanmasına, verilerin toplanmasından verilerin analizine kadar olan tüm süreçte “Yükseköğretim Kurumları Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesi” kapsamında uyulması belirtilen tüm kurallara uyulmuştur. Yönergenin ikinci bölümü olan “Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiğine Aykırı Eylemler” başlığı altında belirtilen eylemlerden hiçbiri gerçekleştirilmemiştir.

Bu çalışmanın yazım sürecinde bilimsel, etik ve alıntı kurallarına uyulmuş; toplanan veriler üzerinde herhangi bir tahrifat yapılmamış ve bu çalışma herhangi başka bir akademik yayın ortamına değerlendirme için gönderilmemiştir.

2.3.1. Etik Kurul İzin Bilgileri

Çalışma sistematik alanyazın taraması, belge inceleme ya da derleme çalışması olduğu için “Etik Kurul İzni” alınmasını gerektiren çalışmalar grubunda yer almamaktadır. Bu nedenle “Etik Kurul İzni” beyan edilmemiştir.

3. Bulgular

3.1. Çalışılan Kavramlar

Tablo 2’de eğitim alanında makine öğrenmesi ile ilgili yayınlarda 7308 farklı kavram içerisinde en çok çalışılan 20 kavrama yer verilmiştir.

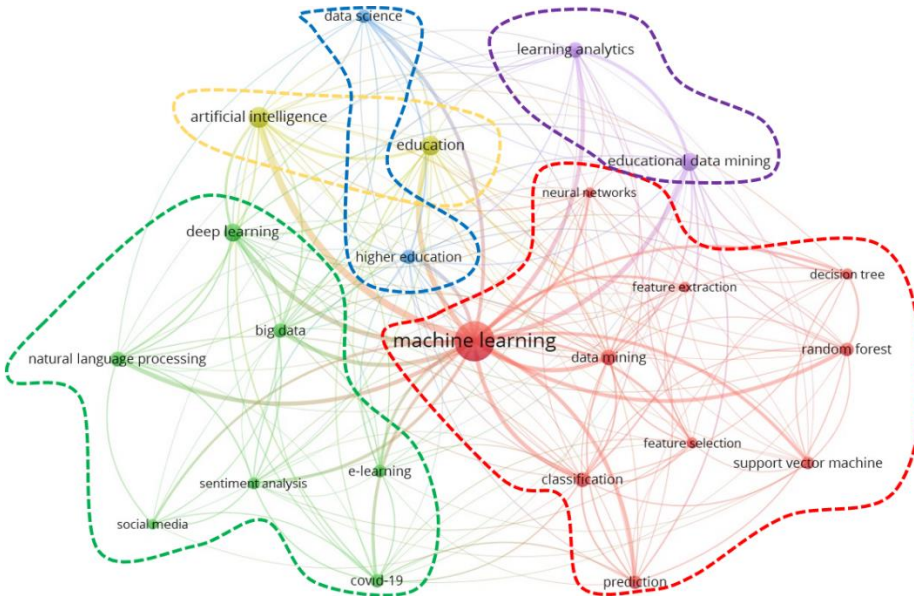
Tablo 2
En çok çalışılan 20 kavram

Kavram	Bulunma Sıklığı	Kavram	Bulunma Sıklığı
1. Machine learning	1311	11. Higher education	64
2. Artificial intelligence	206	12. Covid-19	63
3. Education	156	13. Random forest	62
4. Educational data mining	128	14. Prediction	59
5. Deep learning	126	15. Data science	58
6. Learning analytics	90	16. Support vector machine	50
7. Data mining	86	17. E-learning	50
8. Classification	80	18. Sentiment analysis	43
9. Natural language processing	73	19. Feature selection	37
10. Big data	65	20. Decision tree	35

İncelemeye dahil edilen yayınlarda en çok çalışılan kavramın “machine learning” olduğu anlaşılmaktadır. Sonrasında bunu makine öğrenmesinin de bir alt dalı olduğu “artificial intelligence” takip etmektedir. Bu kavramları ise “education”, “educational data mining”, “deep learning” ve “learning analytics” izlemektedir. Şekil 3’te kavramların birbirleri ile olan etkileşimini gösteren harita verilmiştir.

Şekil 3

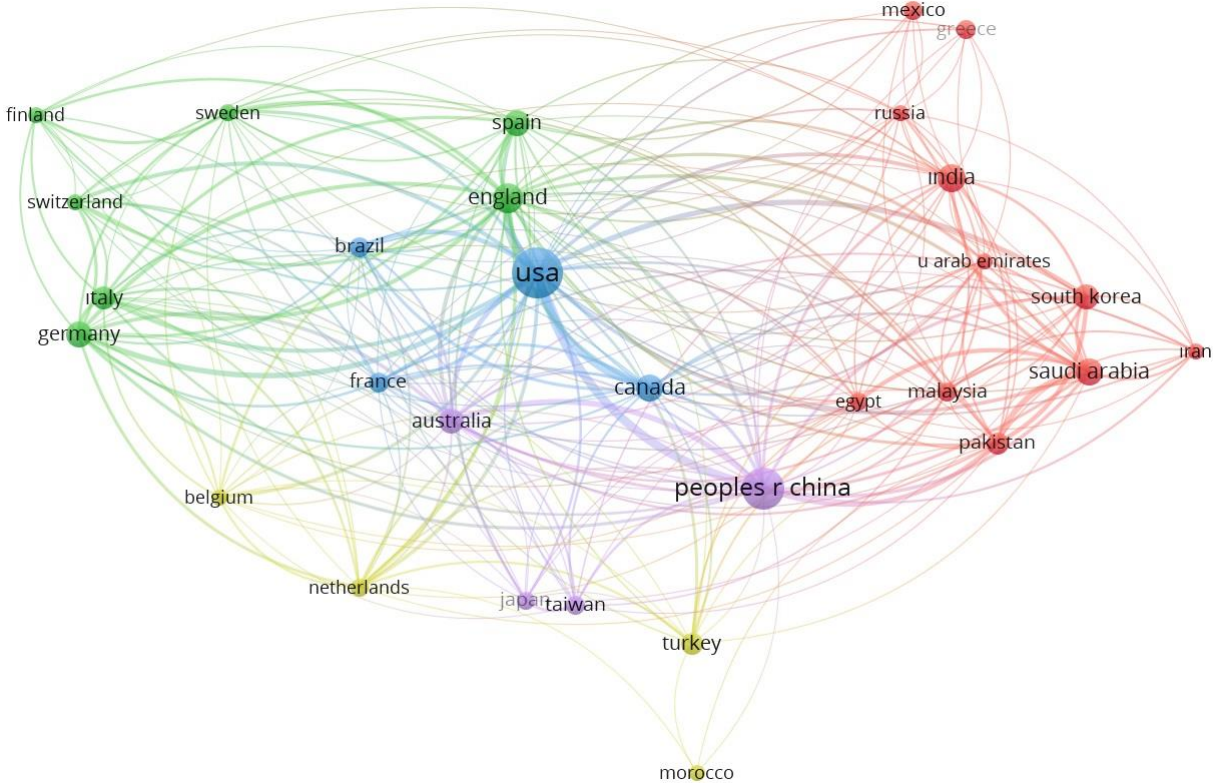
En çok çalışılan kavramların kümeleşme örüntüsü



Şekil 4 incelendiğinde, 10 ülkenin yıllık yayın sayıları her geçen gün kademeli olarak artmakta olduğu ve özellikle son 5 yıl içerisinde ciddi bir ivme kazandığı görülmektedir. Yayın sayısı 100'ün üzerine çıkan ilk ülke ABD'dir ve bunu 2012 yılında gerçekleştirmiştir. 2021 yılına kadar, her yıl bazında en üretken ülke ABD'dir. 2022 yılı içerisinde yayımlanan çalışma sayılarına bakıldığında Çin 238 yayın ile ABD'den 24 yayın fazla yaparak 2022'nin en üretken ülkesi olmuştur. Şekil 5'te ülkelerin birbirleri ile etkileşimleri gösterilmiştir.

Şekil 5

En çok yayın üreten ülkelerin iş birliği örüntüsü



Yukarıda verilen harita incelendiğinde ABD, Çin ve İngiltere'nin, en çok araştırma gerçekleştiren diğer ülkelerle yoğun ve güçlü bir etkileşim sürecine sahip olduğu anlaşılmaktadır. Hindistan ve Suudi Arabistan da güçlü iş birliği süreçlerine sahip olsalar da bu iş birliklerini daha kısıtlı sayıda ülkelerle gerçekleştirmişlerdir. Türkiye; Fas, Hollanda ve Belçika ülkeleri ile yoğun bir iş birliği örüntüsü çizmektedir ancak, ABD ile iş birliği içerisinde yapılan yayınlarının atıf alma sayısı diğer ülkelerle gerçekleştirilen çalışmalardan daha çoktur. En üretken 10 kurum Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4

En çok yayın üreten 10 kurum

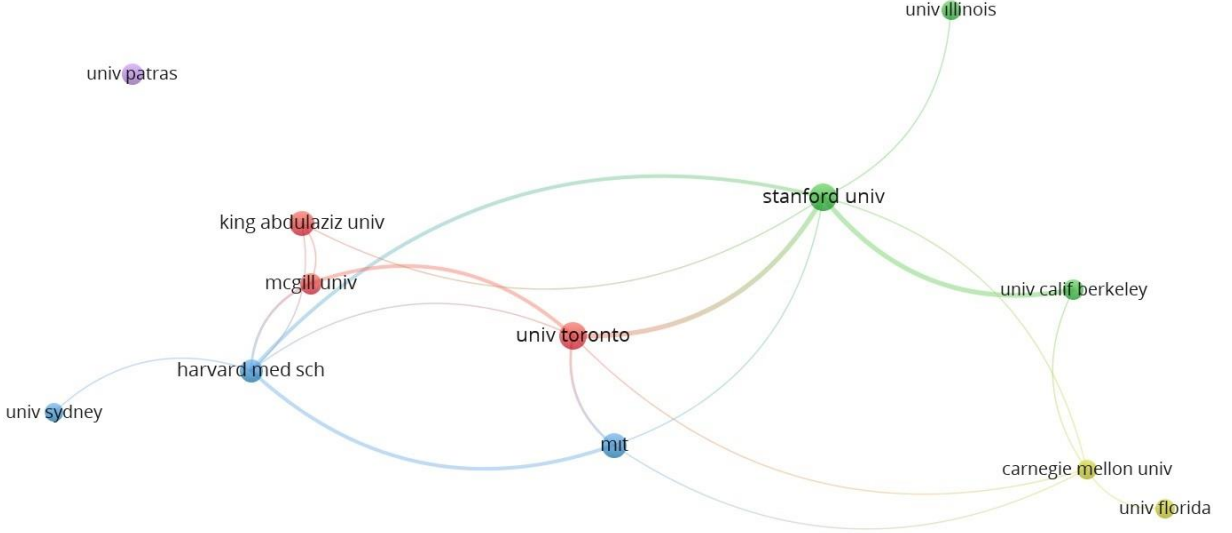
Ülke	Bulunma Sıklığı	Ülke	Bulunma Sıklığı
1. Stanford Üniversitesi	30	6. McGill Üniversitesi	23
2. Toronto Üniversitesi	30	7. Kaliforniya Üniversitesi	22
3. Massachusetts Teknoloji Enstitüsü	27	8. Patras Üniversitesi	22
4. Kral Abdülaziz Üniversitesi	27	9. Carnegie Mellon Üniversitesi	21
5. Harvard Tıp Fakültesi	25	10. Florida Üniversitesi	21

20 ve üzeri yayın üreten 12 kurum bulunmaktadır. Eğitim alanında makine öğrenmesine yönelik en çok çalışma gerçekleştiren kurumlar Stanford Üniversitesi (f=30) ve Toronto Üniversitesi'dir (f=30). Harvard Tıp Fakültesi ABD'nin önde gelen tıbbi araştırma fakültelerinden olup; eğitim, mühendislik veya teknoloji benzeri fakülterlere sahip olmamasına karşın eğitimde makine öğrenmesine ilişkin en çok yayın yapan 5. kurum konumundadır. Yaptıkları yayınlar incelendiğinde, araştırmaların tıp eğitiminde makine öğrenmesi tekniklerinin kullanımı üzerine olduğu

anlaşılmıştır. Türkiye'den en çok içerik üreten kurumlar ise İstanbul Teknik Üniversitesi (f=5) ve Hacettepe Üniversitesi'dir (f=5). Şekil 6'da en üretken kurumların iş birliği etkileşimleri gösterilmiştir.

Şekil 6

En çok yayın üreten kurumların iş birliği örüntüsü



Şekil 6'ya bakıldığında kurumların 4 adet küme oluşturdukları görülmektedir. Stanford Üniversitesi, Toronto Üniversitesi ve Harvard Tıp Fakültesi araştırmalarını başka kurumlarla iş birliği içerisinde yürüten başlıca kurumlardır. Patras Üniversitesi eğitimde makine öğrenmesi üzerine en çok araştırma üreten 8. kurum olsa da bütün araştırmalarını kendi bünyesinde yaptığı anlaşılmaktadır.

3.3. Atıf Durumları

İncelenen yayınlarda toplam 114.194 kaynağa (kitap, dergi vb.) atıf yapıldığı tespit edilmiştir. Atıflar ülke bazında analiz edildiğinde 108 farklı ülkeye atıfta bulunduğu anlaşılmıştır. Tablo 5'te en çok atıf alan 10 ülke ve aldıkları atıf sayıları listelenmiştir.

Tablo 5

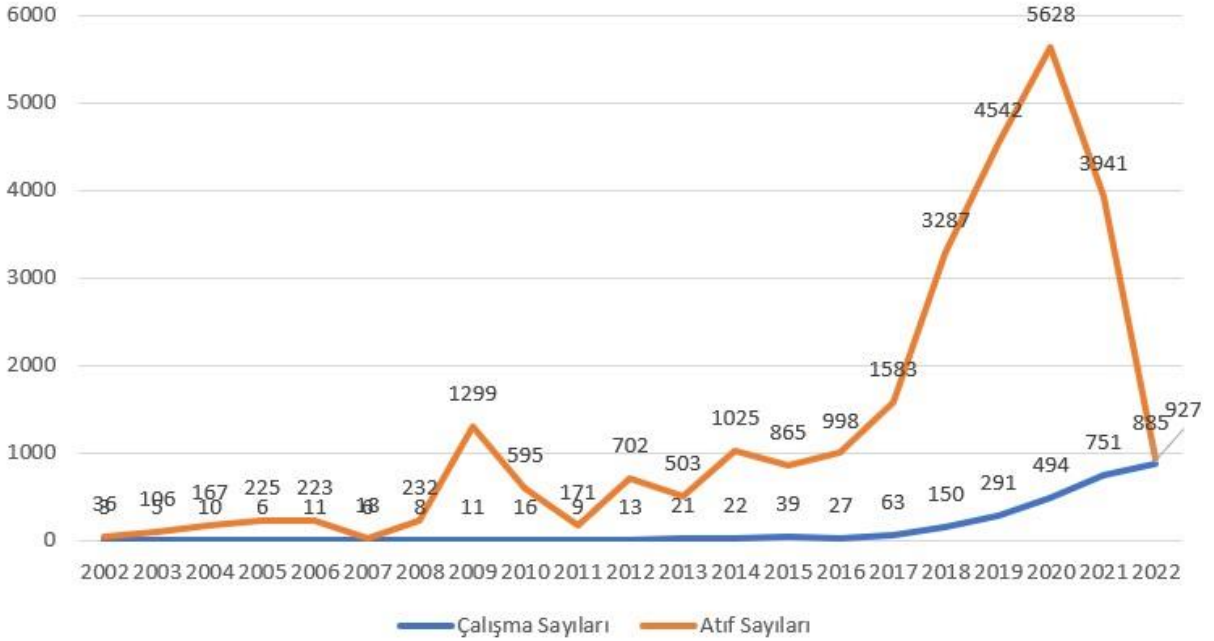
En çok atıf alan 10 ülke

Ülke	Yayın Sayısı	Atıf Sayısı	Ülke	Yayın Sayısı	Atıf Sayısı
1. ABD	827	10159	6. Kanada	140	1972
2. Çin	502	4251	7. Avustralya	119	1062
3. İngiltere	189	3959	8. Güney Kore	107	810
4. Almanya	120	2820	9. Hindistan	162	808
5. İspanya	121	2093	10. Suudi Arabistan	141	687

Tablo incelendiğinde en çok atıf alan ülkenin ABD olduğu, bunu Çin'in takip ettiği görülmektedir. Almanya başta olmak üzere İngiltere ve İspanya'nın alana katkıda buldukları yayınlarla aldıkları atıf sayılarının oranının çok olması dikkat çekicidir. Bunun tersi olarak Hindistan ve Suudi Arabistan en üretken ilk 5 ülke içerisinde olsalar da aldıkları atıf sayıları diğer ülkelere oranla azdır. Şekil 7'de yıllara göre çalışma ve atıf sayıları arasındaki ilişki verilmiştir.

Şekil 7

Yıllara göre çalışma ve atıf sayıları



Şekil 7 incelendiğinde, 2002'den 2008'e kadar araştırmaların yayın ve atıf sayılarında hafif bir artış olduğu görülmektedir. 2009 yılında yayınlanan çalışmalara alınan atıf sayısında ciddi bir artış bulunmaktadır. 2011'den beri artış eğilimi gözlemlenmekle birlikte, eğitimde makine öğrenmesi konusuna olan ilgi 2017'den beri hızla artmıştır. 2022 yılında atıf dağılımındaki düşüş, 2022'de yayınlanan çalışmalara atıfta bulunan makalelerin önemli bir kısmının henüz yayımlanmamış olmasından kaynaklanmaktadır. 2011'den bu yana eğitimde makine öğrenmesi araştırmaları kapsamında hem yayınlarda hem de yayınların aldıkları atıf sayılarında düzenli denebilecek artış eğilimi vardır. Tablo 6'da eğitimde makine öğrenmesi konusundaki en etkili dergiler listelenmiştir.

Tablo 6

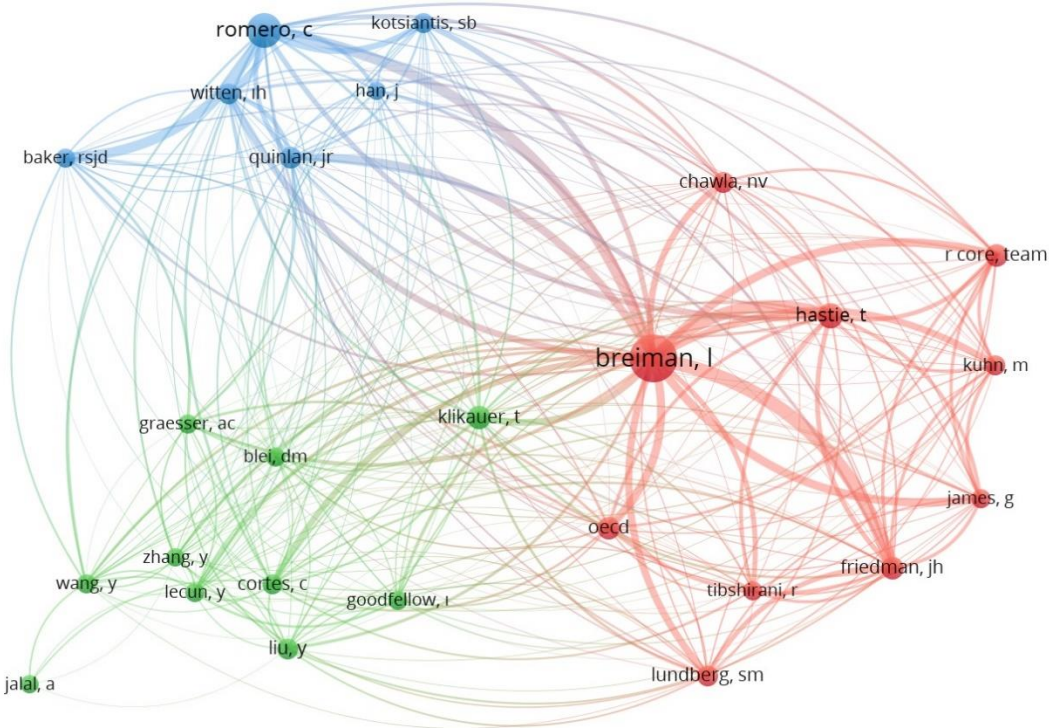
Yayın sayısına göre sıralanmış en etkili dergiler

Dergi	Yayın Sayısı	Atıf Sayısı
1. IEEE Access	93	1071
2. Applied Sciences-Basel	54	354
3. Education and Information Technologies	44	223
4. International Journal of Advanced Computer Science and Applications	42	82
5. Sustainability	40	255
6. PLOS ONE	33	315
7. International Journal of Emerging Technologies in Learning	31	198
8. Wireless Communications and Mobile Computing	31	25
9. Journal of Intelligent & Fuzzy Systems	30	139
10. International Journal of Environmental Research and Public Health	27	156

İncelenen 2.851 yayın, 1.220 farklı dergide yayımlanmıştır. Genel olarak eğitimde makine öğrenmesi ile ilgili çalışmalar, eğitim teknolojisi, bilgisayar bilimi, bilişim, fen bilimleri, matematik, mühendislik ve sağlık gibi birçok alanı kapsayan çok çeşitli dergilerde yayımlanmıştır. Buna göre, eğitimde makine öğrenmesi konusunun birçok disiplinin odak noktasında olduğu söylenebilir. Ancak, yayınların daha çok mühendislik ve bilgisayar bilimleri ile ilgili araştırma kategorilerindeki dergilerde yoğunlaştığı göz ardı edilmemelidir. Yazarların aynı belgede atıf alma birlikteliklerinin gösterildiği harita Şekil 8'de verilmiştir.

Şekil 8

Yazarların aynı belgede atıf alma birliktelikleri



Şekil 8 incelendiğinde yazarların 3 adet kümeleşme örüntüsü oluşturdukları gözlemlenmiştir. “Breiman, L.”, “Hastie, T.” ve “Friedman, J. H.” matematikçi ve istatistikçiler olarak istatistik ve bilgisayar bilimi arasında bir nevi köprü görevi gören araştırmacılar. “Graesser, A. C.”, “Romero, C.” ve “Baker, R.” isimli yazarlar eğitsel veri madenciliği, öğrenme analitikleri ve akıllı öğrenme sistemleri üzerine çalışmalar gerçekleştirmişlerdir. Haritada görülen diğer yazarların çoğunluğu ise doğrudan bilgisayar bilimleri, makine öğrenmesi algoritmaları ya da derin öğrenme gibi konunun daha teknik boyutu üzerinde çalışmalar gerçekleştiren araştırmacılar. Bütün kümelerdeki yazarların istatistik, matematik, eğitim veya bilgisayar bilimleri alanlarındaki çalışmalarını sebebiyle yayınlarda sıklıkla birlikte alıntulandıkları bulgusuna ulaşılmıştır.

3.4. Çalışma Alanları

Eğitimde makine öğrenmesi konulu çalışmaların hangi disiplinler altında çalışıldığı tespit edilmiştir. Disiplinler belirlenirken WoS veri tabanındaki çalışma alanı kategorilerinden faydalanılmıştır. İncelenen çalışmaların en çok ne tür disiplinlerde yayımlandığı Tablo 7’de verilmiştir.

Tablo 7

Çalışmaların en çok yayımlandığı disiplinler

Çalışma Alanı	Yayın Sayısı
1. Eğitim Araştırmaları	450
2. Bilgi Sistemleri	420
3. Yapay Zekâ	309
4. Elektrik Elektronik Mühendisliği	305
5. Telekomünikasyon	211
6. Disiplinler arası Bilgisayar Bilimi Uygulamaları	207
7. Multidisipliner Mühendislik	176
8. Bilgisayar Bilimi Teori ve Yöntemleri	164
9. Multidisipliner Bilimler	125
10. Çevre Bilimleri	124

Tablo 7 incelendiğinde, eğitimde makine öğrenmesine yönelik araştırmaların en çok eğitim araştırmaları ve bilgi sistemleri disiplinlerinde yayımlandığı görülmektedir. Bunu sırasıyla yapay zekâ, elektrik elektronik mühendisliği ve telekomünikasyon disiplinleri takip etmektedir. Mühendislik ve bilgisayar bilimi gibi alanlarda disiplinler arası ve multidisipliner yapıdaki alt çalışma alanları araştırmaların en çok yayımlandığı disiplinler olmuştur.

4. Tartışma ve Sonuç

Bu araştırmada, 2002'den 2022'ye kadar olan süreçteki eğitim alanında makine öğrenmesine yönelik yayınların kapsamlı bir genel bakışı sunulmaktadır. Bu çalışmanın sonuçları, makine öğrenmesinin eğitim alanında nasıl kullanılabileceği konusunda fikir veren ve araştırmacılara yol gösteren bilgiler içermektedir. Ön arama ve filtreleme işlemlerinden sonra WoS veri tabanında dizinlenen 2.851 yayın seçilmiş ve yayınların bibliyografik verileri bibliyometrik analizlere hazır hale getirilmiştir. Ülkelerin, kurumların, dergilerin ve yazarların atıf süreçleri ile iş birliği ağları VOSviewer ve HistCite yazılımları kullanılarak analiz edilmiştir. Araştırmada bibliyometrik analiz tekniklerinden ortak kelime, ortak yazarlık, atıf ve ortak atıf kullanılmıştır. Ek olarak, WoS veri tabanının kendi içerisinde sunmuş olduğu analiz ve filtreleme seçenekleri kullanılarak elde edilen verilerle, ilgili dönemi daha iyi anlamak için zaman grafikleri ve atıf yoğunluğu çizelgeleri oluşturulmuştur. Bu bağlamda eğitimde makine öğrenmesine yönelik yayınların eğilimleri, genel özellikleri ve iş birliği ağları ayrıntılı bir şekilde incelenmiştir. Eğitim alanında makine öğrenmesi fikri ilk ortaya atıldığından bu yana alan hızla gelişmeye devam etmektedir. Özellikle son yıllarda artan yayın sayıları ile birçok değerli araştırma bulgusu ortaya çıkmıştır.

İncelenen yayınlarda en çok çalışılan bilimsel olgu ve kavramlara bakıldığında makine öğrenmesi ve yapay zekâ kavramları ilk ikide yer almaktadır. Makine öğrenmesinin en çok çalışılan kavram olarak karşımıza çıkması, incelenen yayınlara ulaşılrken bu kelime grubunun arama sorgusunda yer alması sonucudur. Ancak konuyla ilgili olarak, eğitimde makine öğrenmesine yönelik gerçekleştirilen uluslararası çalışmalarda makine öğrenmesi kavramının eğitim sürecinde kullanılan bir yenilik veya araç olarak eğitim vurgusunun önüne geçtiği söylenebilir. Bilgisayar bilimleri alanındaki gelişmelerin eğitim alanında önemli çıktıları olmasına karşın, bu gelişmelerin bir araçtan ziyade amaç haline dönüşmesi eğitim ve öğretim süreçlerini olumsuz etkileyebilir. Yayınlar da kullanılan kavramlara eğitim alanı açısından bakıldığında öğrenme analitikleri, e-öğrenme ve eğitsel veri madenciliği kavramları karşımıza çıkmaktadır. Bu bulgulardan anlaşılmaktadır ki gerçekleştirilen çalışmalar, öğrenme ortamlarının ve eğitsel süreçlerin iyileştirilmesi adına öğrenenlerden toplanan ve analiz edilen verilerin yine öğrenenlere fayda sağlaması amacıyla hazırlanmaktadır. Alanyazın incelendiğinde, makine öğrenmesinin yükseköğretim öğrencilerinin eğitim ihtiyaçlarının belirlenmesi (Kuleto vd., 2021) veya okulu bırakma riski bulunan öğrencilerin saptanması (Cardona, 2020; Er, 2012) konularında kullanıldığı anlaşılmıştır. Bunlara ek olarak, yürütülen çalışmaların yoğunlukla yükseköğretim eğitim kademesinde gerçekleştirildiği görülmüştür. Makine öğrenmesi tekniklerini eğitim alanında işe koşabilmek için gerekli veriler en çok öğrenme yönetim sistemleri üzerindeki öğrenci eylem ve etkileşimlerinden elde edilmektedir (Kurilovas, 2019). Uzaktan ve çevrimiçi eğitim uygulamalarının en çok yükseköğretim eğitim kademesinde kullanıldığı (Palvia vd., 2018) ve bu uygulamalarda öğrenme yönetim sistemlerinden faydalandığı düşünüldüğünde yükseköğretim öğrencilerinin yürütülen çalışmalar açısından önemli veri kaynakları olduğu çıkarımına ulaşılabılır.

En üretken ülkelere bakıldığında ABD ilk, Çin ise ikinci sırada yer almaktadır. Bu iki ülkenin eğitimde makine öğrenmesi konusuna yaptıkları yayın katkısı, yaklaşık olarak diğer 106 ülkenin ürettikleri yayın sayısına eşittir. Ayrıca, konu üzerine en çok yayın üreten 10 ülkenin yayın sayısı toplam yayınların %85'ini oluşturmaktadır. Bu ülkelerin önemli bir kısmının IMF (International Monetary Fund – Uluslararası Para Fonu) kurumu tarafından belirlenen gelişmiş ülkeler kategorisinde olmaları dikkat çekmektedir (IMF, 2022). Makine öğrenmesi gibi bilgisayar bilimlerinin eğitim ortamlarında kullanımına ilişkin araştırmalar maliyetli olabileceğinden dolayı ekonomik açıdan refah düzeyi yüksek ülkelerdeki araştırmacıların bu tür araştırmaları gerçekleştirmeleri daha olasıdır.

Eğitim alanında makine öğrenmesine yönelik ilk araştırmalar 1987 yılına dayanmaktadır ve ABD'li araştırmacılar tarafından gerçekleştirilmiştir. Alandaki ilk araştırma akıllı öğrenme sistemlerinde makine öğrenmesi yaklaşımlarının kullanımına ilişkin bir uygulama çerçevesi oluşturmayı hedeflemiştir (Becker, 1987). ABD 2022 yılına kadar alandaki yayın sayısı hakimiyetini korumuştur. 2022'de yayınlanan araştırmalarda ise Çin ABD'nin önüne geçerek bu yıl içerisindeki en üretken ülke olmuştur.

Ülkelerin iş birliği örüntüleri incelendiğinde ABD ve Çin'in en çok yayın üreten ülkeler olarak birçok farklı ülkeyle yoğun iş birliğinde buldukları anlaşılmıştır. Bunun nedeni incelendiğinde, ABD ve Çin, büyük bir ekonomiye ve geniş araştırma kaynaklarına sahiptir (Lee & Haupt, 2020). Bu kaynaklar, uluslararası iş birliği projelerini desteklemek için kullanılabilir. Büyük laboratuvarlar, veri kaynakları ve finansman imkanları, uluslararası araştırmacıların bu ülkelerle iş birliği yapmalarını çekici hale getirebilir. Suudi Arabistan ve Hindistan alanda en çok yayın yapan ülkelerden olmakla birlikte güçlü iş birliği süreçleri de bulunmaktadır. Ancak, bu iş birliklerini daha az sayıda ülkelerle yürütmüşlerdir. Suudi Arabistan ve Hindistan, ABD ve Çin gibi büyük ekonomilere kıyasla daha sınırlı araştırma

kaynaklarına sahip olabilirler. Bu durum, uluslararası iş birliği projelerini destekleme kapasitelerini sınırlayabilir. Bunun yanı sıra farklı ülkeler arasındaki kültürel ve dil farkları iş birliği yapmayı zorlaştırabilir (Ross vd., 2010). İş birliği için aynı dili konuşan veya benzer kültürel bağlara sahip ülkeler arasında daha fazla iş birliği yapılabilir. Ayrıca, bazı ülkeler, belirli bir araştırma alanında öncü olup, bu alanlarda daha fazla iş birliği gerçekleştirebilmektedirler (Hazelkorn vd., 2022).

En üretken kurumlara bakıldığında ilk sırada ABD’de bulunan Stanford Üniversitesi ve Kanada’da bulunan Toronto Üniversitesi yer almaktadır. Harvard Tıp Fakültesi bünyesinde eğitim, mühendislik veya teknoloji benzeri fakülteleri barındırmamasına rağmen (Harvard Medical School, 2022) alanda en çok yayın üreten 5. kurumdur. Kurumdaki araştırmacıların ürettiği bazı yayınlar incelendiğinde, araştırmaların önemli bir bölümünün tıp eğitiminde makine öğrenmesi tekniklerinin kullanımı üzerine gerçekleştirildi anlaşılmıştır (Blease vd., 2021; Tajmir & Alkasab, 2018; Tolsgaard vd., 2020). Tıp fakültesi öğrencilerinin eğitiminde makine öğrenmesi teknikleri, öğrencilere daha etkili ve kişiselleştirilmiş bir öğrenme deneyimi sunma, klinik karar verme becerilerini geliştirme ve tıp alanındaki hızla değişen bilgilere ayak uydurma amaçlarıyla kullanılabilir (Kolachalama & Garg, 2018). Kurumların iş birliği örüntüleri incelendiğinde ise Stanford Üniversitesi, Toronto Üniversitesi ve Harvard Tıp Fakültesi çalışmalarını yoğun olarak başka kurumlarla iş birliği içerisinde gerçekleştiren kurumlardır. Yunanistan’ın en büyük 3. üniversitesi olan Patras Üniversitesi alanda en çok yayın üreten 8. kurum olmasına karşın, çalışmalarının tamamını kendi bünyesinde gerçekleştirmiştir. Yapılan çalışmalar incelendiğinde yayınların belirli birkaç araştırmacı tarafından üretildiği anlaşılmıştır. Bu araştırmacılar kişisel olarak çalışmalarını kendi aralarında gerçekleştirmeyi tercih etmiş olabilirler. Ayrıca, bir üniversitede sürdürülen belirli bir konuya dönük araştırma faaliyetlerinin büyük ölçüde belirli araştırmacılar tarafından yürütülmesi; araştırma alanının özgüllüğüne, iş birliği eğiliminin düşüklüğüne ve kaynak durumuna bağlı olabilir (Seonghee & Boryung, 2008).

Yayınların atıf ilişkileri irdelendiğinde en üretken ülkeler olan ABD ve Çin’in aynı zamanda en çok atıf alan ülkeler olduğu tespit edilmiştir. Yayın sayılarının çok olmasının yanı sıra alanda ilk çalışmaları üreten ülkeler olmaları ve günümüze kadar sürekli olarak yayın sayılarını artırmaları en çok atıf almalarına sebebiyet vermiştir. ABD ve Çin’in en çok atıf alan ülkeler olmaları, bu ülkelerin sahip olduğu bilimsel kaynakların fazlalığının ve araştırma ekosistemine verdikleri önemin bir göstergesidir. Nitekim eğitim alanındaki eğilimleri inceleyen çeşitli araştırmalara bakıldığında benzer şekilde ABD ve Çin merkezli çalışmalar en çok atıf alan ülkeler arasında başı çekmektedir (Grujters vd., 2019).

Atıf alma sayısının yayın sayısına oranı incelendiğinde başta Almanya olmak üzere, İngiltere ve İspanya ilk üç sırada yer almaktadır. Ülkelerin aldığı atıf sayısının yayın sayısına oranı yüksek olması durumunda, bu ülkelerin araştırma alanlarında üstün nitelikli çalışmalar ürettiği ve bu çalışmaların uluslararası alanda önemli bir etki yarattığı çıkarılabilir. Buna ek olarak, söz konusu ülkelerin yayınlarının atıf örüntüleri analiz edildiğinde, bu üç ülkenin yazarlarının, eğitimde makine öğrenmesi üzerine kendi ülkelerinden yapılan diğer çalışmalara yoğun bir şekilde atıf yaptıkları saptanmıştır. Almanya, İngiltere ve İspanya gibi ülkelerin kendi ülkelerinden yapılan çalışmalara yoğun bir şekilde atıf yapmaları, ulusal araştırma ve iş birliği ağlarının önemini ve bu ülkelerin ulusal araştırma ekosistemlerini güçlendirmeye odaklandığını göstermektedir. Hindistan ve Suudi Arabistan en üretken ilk beş ülke arasında bulunsu da aldıkları atıf sayılarının yayın sayılarına oranı düşüktür. Hindistan ve Suudi Arabistan gibi ülkelerin daha düşük atıf oranları, bu ülkelerin uluslararası düzeyde daha fazla tanınırlık kazanmak ve araştırma ağlarını genişletmek için daha fazla çaba harcamaları gerektiği çıkarımı yapılabilir.

Eğitimde makine öğrenmesine yönelik araştırmaların sayısı özellikle 2017 yılından itibaren ciddi bir artış eğilimi göstermekle birlikte, yayınların aldıkları atıf sayıları da buna paralel olarak artış göstermiştir. Yayın ve atıf sayılarındaki asıl artışın olduğu yılların Covid-19 dönemiyle kesişmesi dikkat çekmektedir. Araştırmanın bulgularında yer aldığı üzere eğitim alanında makine öğrenmesi konulu araştırmalarda en çok geçen kavramlardan bazıları öğrenme analitikleri ve eğitsel veri madenciliğidir. Ayrıca, Covid-19 kavramı da kavramların kümeleşme örüntüsünde yer almaktadır. Covid-19 döneminde yürütülen acil uzaktan eğitim uygulamaları eğitsel veri madenciliği ve öğrenme analitikleri açısından araştırmacılara birçok veri seti ve uygulama ortamı sağlamıştır. Söz konusu bulguları destekler nitelikte Kaddoura ve diğerleri (2022) yaptıkları çalışmada son beş yıl içerisinde çevrimiçi eğitimde makine öğrenmesi konulu 135 çalışmaya ulaşılmış ve alandaki çalışmaların giderek arttığını saptamıştır.

Araştırmaya dahil edilen yayınların en çok mühendislik ve bilgisayar bilimleri alanlarında yayımlanan dergilerde yayımlandığı tespit edilmiştir. Ancak, ana yayın alanı eğitim teknolojisi, fen bilimleri, matematik veya sağlık olan birçok dergide de eğitimde makine öğrenmesi konulu araştırmalar yayımlanmıştır. Eğitimde makine öğrenmesi konusu birçok farklı bilimsel disiplinin odak noktasını oluşturmaktadır. Çeşitli alanlardaki eğitim faaliyetlerinde makine öğrenmesi konusu sıklıkla irdelenmektedir.

İncelenen yayınlarda sıklıkla birlikte atıf alan yazarlar değerlendirildiğinde yazarların istatistik, matematik, eğitim veya bilgisayar bilimleri alanlarındaki çalışmaları sebebiyle yayınlarda sıklıkla birlikte alıntılındıkları sonucuna ulaşılmıştır. Eğitimde makine öğrenmesi söz konusu olduğunda bahsedilen bu dört disiplin ön plana çıkmaktadır.

Buna ek olarak, incelenen yayınların en çok hangi disiplinler altında yürütüldüğü irdelendiğinde eğitim araştırmaları başta olmak üzere; bilgi sistemleri, çeşitli bilgisayar bilimleri ve mühendislik alanları önemli ölçüde ön plana çıkmaktadır. Eğitim alanı, büyük miktarda veri üreten bir alandır. Öğrenci performansı, öğretmenlerin eğitim metotları, öğrenci değerlendirmeleri ve öğrenci davranışları gibi çeşitli veriler mevcuttur. Makine öğrenmesi, bu verileri analiz etmek ve değerli bilgiler çıkarmak için güçlü bir araçtır. Bu nedenle, eğitim bilimcileri ve araştırmacıları, makine öğrenmesi yöntemlerini kullanarak bu verilere daha iyi erişim sağlamak ve anlam çıkarmak isteyebilirler. Bu konuda bahsedilmesi gereken diğer bir husus makine öğrenmesi ve yapay zekânın, birçok farklı disiplini içeren bir alan olmasıdır. Eğitim bilimcileri, bilgi sistemleri uzmanları, mühendisler ve yapay zekâ araştırmacıları arasındaki iş birliği, eğitimde makine öğrenmesi konularının bu tür çeşitli alanlar altında araştırılmasına olanak tanımaktadır. Ayrıca, eğitimdeki büyük veri analitiği ve veri madenciliği gibi konular, bilgi sistemleri disiplini altında ele alınmış olabilir. Bu nedenle, eğitimdeki veri odaklı araştırmaların bu disiplinde daha fazla yayımlandığı görülebilir.

5. Öneriler

Araştırma sonuçlarına dayalı olarak bazı öneriler geliştirilmiştir ve maddeler halinde sunulmuştur:

- Yükseköğretim kademesinin yanı sıra ilkokul, ortaokul ve lise gibi farklı eğitim kademelerinde makine öğrenmesinin uygulanmasını inceleyen araştırmalara daha fazla odaklanılmalıdır. Bu, eğitimdeki farklı ihtiyaçların ve olası avantajların daha iyi anlaşılmasına yardımcı olacaktır.
- Çalışmalar uluslararası iş birliği projelerine öncelik vermelidir. Ülkeler, uluslararası iş birliği projelerini desteklemeli ve bilimsel kaynaklarını paylaşmalıdır. Büyük ekonomilere sahip ülkeler, diğer ülkelerle iş birliği yaparak eğitimde makine öğrenmesinin küresel etkisini artırabilirler. İş birliği için kültürel ve dil engelleri aşılanmalıdır. Bu sayede eğitimde makine öğrenmesi konusundaki araştırmaların daha geniş bir perspektiften ele alınmasına katkı sağlanabilir.
- Araştırmacılar, eğitimde makine öğrenmesi tekniklerini sadece öğrenme yönetim sistemlerinde değil, aynı zamanda farklı eğitim ortamlarında nasıl kullanabileceklerini araştırmalıdır. Özellikle uzaktan ve çevrimiçi eğitim uygulamalarının geliştirilmesi için bu tekniklerin nasıl kullanılacağı üzerinde çalışılmalıdır.
- Araştırmacılar, Covid-19 pandemisinin eğitimde makine öğrenmesi konusundaki araştırmalara etkisini daha fazla incelemelidir. Pandemi dönemindeki uzaktan eğitim uygulamalarının bu alandaki araştırmalara nasıl bir katkı sağladığını anlamak önemlidir.
- İstatistik, matematik, eğitim ve bilgisayar bilimleri gibi farklı disiplinlerden gelen araştırmacılar arasındaki iş birliği teşvik edilmelidir. Bu vesileyle eğitimde makine öğrenmesi konusunda daha kapsamlı ve çok yönlü çalışmaların yapılması sağlanabilir.
- Araştırmacılar, elde ettikleri verileri daha fazla paylaşarak ve açık erişime destek vererek eğitimde makine öğrenmesi konulu araştırmalardaki ilerlemeyi hızlandırabilirler.

Referanslar

- Alpaydin, E. (2020). *Introduction to machine learning*. MIT Press.
- Anozie, N., & Junker, B. W. (2006). Predicting end-of-year accountability assessment scores from monthly student records in an online tutoring system. *Educational data mining: papers from the AAAI workshop* içinde. AAAI Press.
- Börner, K. (2010). *Atlas of Science: Visualizing What We Know*. MIT Press.
- Becker, L. A. (1987). A framework for intelligent instructional systems: an artificial intelligence machine learning approach. *PLET: Programmed Learning & Educational Technology*, 24(2), 128-136.
- Blease, C., Kharko, A., Annoni, M., Gaab, J., & Locher, C. (2021). Machine learning in clinical psychology and psychotherapy education: a mixed methods pilot survey of postgraduate students at a Swiss university. *Frontiers in Public Health*, 273.
- Cardona, T., Cudney, E. A., Hoerl, R., & Snyder, J. (2020). Data mining and machine learning retention models in higher education. *Journal of College Student Retention: Research, Theory & Practice*, 0(0).
- Chen, C. (2006). Citespace II: Detecting and visualizing emerging trends and transient patterns in scientific literature. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 57(3), 359-377.
- Chen, L., Chen, P., & Lin, Z. (2020). Artificial intelligence in education: A review. *Ieee Access*, 8, 75264-75278.
- Dambic, G., Krajcar, M., & Bele, D. (2016). Machine learning model for early detection of higher education students that need additional attention in introductory programming courses. *International Journal of Digital Technology & Economy*, 1(1), 1-11.

- Dhal, P., & Azad, C. (2021). A comprehensive survey on feature selection in the various fields of machine learning. *Applied Intelligence*, 52, 4543–4581.
- Eggert, K. (2021, November). How artificial intelligence will shape universities of tomorrow. In *2021 International Conference* (p. 50).
- El-Alfy, E. S. M., & Abdel-Aal, R. E. (2008). Construction and analysis of educational tests using abductive machine learning. *Computers & Education*, 51(1), 1-16.
- Er, E. (2012). Identifying at-risk students using machine learning techniques: A case study with IS 100. *International Journal of Machine Learning and Computing*, 2(4), 476.
- Ferster, B. (2014). *Teaching machines: learning from the intersection of education and technology*. JHU Press.
- Gruijters, R. J., Chan, T. W., & Ermisch, J. (2019). Trends in educational mobility: How does China compare to Europe and the United States?. *Chinese Journal of Sociology*, 5(2), 214-240.
- Harvard Medical School (2022). *Education & admissions*. <https://hms.harvard.edu/education>
- Hazelkorn, E., Locke, W., Coates, H., & de Wit, H. (2022). Unprecedented challenges to higher education systems and academic collaboration. *Policy Reviews in Higher Education*, 6(2), 125-127.
- Holstein, K., McLaren, B. M., & Aleven, V. (2019). Co-designing a real-time classroom orchestration tool to support teacher-AI complementarity. *Grantee Submission*, 6(2), 27-52.
- IMF. (2022). *Advanced economies*. <https://www.imf.org/en/Publications/WEO/weo-database/2022/October/select-country-group>
- Kaddoura, S., Popescu, D. E., & Hemanth, J. D. (2022). A systematic review on machine learning models for online learning and examination systems. *PeerJ Computer Science*, 8(MI), e986. <https://doi.org/10.7717/peerj-cs.986>
- Kasemodel, M.G.C., Makishi, F., Souza, R.C., & Silva, V.L. (2016). Following the trail of crumbs: a bibliometric study on consumer behavior in the Food Science and Technology field. *International Journal of Food Studies*, 5(1), 73–83.
- Kolachalama, V. B., & Garg, P. S. (2018). Machine learning and medical education. *NPJ digital medicine*, 1(1), 54.
- Korkmaz, C., & Correia, A. P. (2019). A review of research on machine learning in educational technology. *Educational Media International*, 56(3), 250-267.
- Kuleto, V., Ilić, M., Dumangiu, M., Ranković, M., Martins, O. M., Păun, D., & Mihoreanu, L. (2021). Exploring opportunities and challenges of artificial intelligence and machine learning in higher education institutions. *Sustainability*, 13(18), 10424.
- Kurilovas, E. (2019). Advanced machine learning approaches to personalise learning: learning analytics and decision making. *Behaviour & Information Technology*, 38(4), 410-421.
- Lee, J. J., & Haupt, J. P. (2020). Winners and losers in US-China scientific research collaborations. *Higher Education*, 80, 57-74.
- Leydesdorff, L., & Rafols, I. (2009). A global map of science based on the ISI subject categories. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 60(2), 348-362.
- Luckin, R., Holmes, W., Griffiths, M., & Forcier, L. B. (2016). Intelligence unleashed: An argument for AI in education. <http://discovery.ucl.ac.uk/1475756/>
- Mackenzie, A. (2015). The production of prediction: What does machine learning want?. *European Journal of Cultural Studies*, 18(4-5), 429-445.
- Martí-Parreño, J., Méndez-Ibáñez, E., & Alonso-Arroyo, A. (2016). The use of gamification in education: a bibliometric and text mining analysis. *Journal of Computer Assisted Learning*, 32(6), 663–676.
- Nafea, I. T. (2018). Machine learning in educational technology. *Machine Learning-Advanced Techniques and Emerging Applications*, 175-183.
- Noyons, E. C. M., Moed, H. F., & Luwel, M. (1999). Combining mapping and citation analysis for evaluative bibliometric purposes: A bibliometric study. *Journal of the American Society for Information Science*, 50(2), 115-131.
- Palvia, S., Aeron, P., Gupta, P., Mahapatra, D., Parida, R., Rosner, R., & Sindhi, S. (2018). Online education: Worldwide status, challenges, trends, and implications. *Journal of Global Information Technology Management*, 21(4), 233-241.
- Peters, H.P.F. & Van Raan, A.F.J. (1991). Structuring scientific activities by co-author analysis an exercise on a university faculty level. *Scientometrics*, 20(1), 235–255.
- Ross, L. F., Loup, A., Nelson, R. M., Botkin, J. R., Kost, R., Smith Jr, G. R., & Gehlert, S. (2010). The challenges of collaboration for academic and community partners in a research partnership: Points to consider. *Journal of Empirical Research on Human Research Ethics*, 5(1), 19-31.

- Samuel, A.L. (1959) Some Studies in Machine Learning Using the Game of Checkers. *IBM Journal of Research and Development*, 3(3), 210-229.
- Seonghee, K., & Boryung, J. (2008). An analysis of faculty perceptions: Attitudes toward knowledge sharing and collaboration in an academic institution. *Library & Information Science Research*, 30(4), 282-290.
- Small, H. (1973). Co-citation in the scientific literature: A new measure of the relationship between two documents. *Journal of the American Society for Information Science*, 24(3), 265-269.
- Small, H. (1999). Visualizing science by citation mapping. *Journal of the American Society for Information Science*, 50(9), 799–813.
- Tajmir, S. H., & Alkasab, T. K. (2018). Toward augmented radiologists: changes in radiology education in the era of machine learning and artificial intelligence. *Academic radiology*, 25(6), 747-750.
- Tolsgaard, M. G., Boscardin, C. K., Park, Y. S., Cuddy, M. M., & Sebok-Syer, S. S. (2020). The role of data science and machine learning in Health Professions Education: practical applications, theoretical contributions, and epistemic beliefs. *Advances in Health Sciences Education*, 25(5), 1057-1086.
- Van Eck, N. J., & Waltman, L. (2014). Visualizing bibliometric networks. Ding Y., Rousseau R., Wolfram D. (Ed.) içinde *Measuring Scholarly Impact* (ss. 285-320). Springer, Cham.
- Wekerle, C., Daumiller, M., & Kollar, I. (2022). Using digital technology to promote higher education learning: The importance of different learning activities and their relations to learning outcomes. *Journal of Research on Technology in Education*, 54(1), 1-17.
- Zhai, X., C Haudek, K., Shi, L., H Nehm, R., & Urban-Lurain, M. (2020). From substitution to redefinition: A framework of machine learning-based science assessment. *Journal of Research in Science Teaching*, 57(9), 1430-1459.