

Nesnelerin İnterneti Araçlarının Uzaktan Eğitimde Kullanımı: Sistemik Alan Yazın Taraması

Use of Internet of Things Tools in Distance Education: A Systematic Literature Review

Fahri YILMAZ*, Selçuk ÖZDEMİR**

Öz: Bu çalışmada nesnelerin interneti (IoT) araçlarının kullanıldığı uzaktan eğitim çalışmalarının betimsel özellikleri ve araştırma eğilimleri incelenmiştir. Çalışma kapsamında Web of Science (WOS) veri tabanında yer alan 319 makale ele alınmış, bunlardan araştırma kriterlerine uyan 42 tanesi içerik analizi yöntemiyle incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar yıllar içerisinde IoT ile ilgili çalışmaların sayısında artış olduğunu göstermektedir. Özellikle COVID-19 pandemisi sonrası IoT'nin uzaktan eğitimde kullanımında artış olmuştur. Araştırma kapsamında incelenen çalışmaların büyük kısmı Çin, Tayvan, Japonya gibi Asya ülkelerinde gerçekleştirilmiştir. Yapılan çalışmalarda öğrenme ortamını iyileştirmek, uzaktan deney sistemleri geliştirmek, öğrenci davranışlarının takip edilmesi ve akıllı öğrenme ortamlarının geliştirilmesi ile ilgili çalışmalar öne çıkmaktadır. Nesnelerin interneti araçları, uzaktan eğitim ortamlarında kullanılabilir birçok fırsat sunmaktadır. Bu araçlar, öğrencilerin öğrenme deneyimini iyileştirmek, öğretmenlerin öğrenci ilerlemesini takip etmelerine yardımcı olmak ve eğitim kurumlarının verimliliğini artırmak için kullanılabilir. Makaleler, IoT teknolojilerinin eğitimde kullanımının avantajlarını vurgulamakta ve öğrencilerin öğrenme deneyimini geliştirmede önemli bir rol oynadığını ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Nesnelerin interneti, IOT, uzaktan eğitim, sistemik alan yazın taraması.

Abstract: In this study, the descriptive features and research trends of distance education studies using Internet of Things (IoT) tools were examined. Within the scope of the study, 319 articles in the Web of Science (WOS) database were reviewed, and 42 of them that met the research criteria were analyzed by content analysis method. The results show that there has been an increase in the number of studies on IoT over the years. Especially after the COVID-19 pandemic, there has been an increase in the use of IoT devices in distance education. Most of the studies examined were carried out in Asian countries such as China, Taiwan, and Japan. Studies on improving the learning environment, developing remote experiment systems, monitoring student behaviors, and developing smart learning environments come to the fore. Internet of Things tools offer many opportunities that can be used in distance education learning environments. These tools can be used to improve learners' experience, help teachers track student progress, and increase the efficiency of educational institutions. The articles highlight the advantages of using IoT technologies in education and reveal their important role in improving the learning experience.

Keywords: Internet of things, IOT, distance education, systematic literature review.

Giriş

Nesnelerin İnterneti (IoT) kavramı ilk defa 17 Kasım 2005 tarihinde Birleşmiş Milletler uzman kuruluşu olan Uluslararası Telekomünikasyon Birliği (ITU) tarafından kullanılmıştır (ITU, 2005). IoT, nesnelerin veya cihazların internet, radyo frekansları, GPS ve lazer tarayıcılar aracılığıyla birbirine bağlanarak bilgi alışverişi yapmasını ve iletişim kurmasını sağlar (Bao, 2016). Nesnelerin İnterneti terimi genellikle sensörleri, aktüatörleri, mikro denetleyicileri ve mikro bilgisayarları akıllı ortamlarda gruplamak için kullanılır (Simić vd., 2016). IoT, nesne olarak adlandırılan çeşitli cihazların, kablolu veya kablosuz iletişim ağları aracılığıyla internet protokolü

*Sorumlu Yazar, Öğretim Görevlisi, Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Rektörlük Merkezi, Ankara-Türkiye, ORCID: 0000-0002-8290-9079, e-posta: fyilmaz@aybu.edu.tr

**Prof. Dr., Gazi Üniversitesi, Gazi Eğitim Fakültesi, Ankara-Türkiye, ORCID: 0000-0002-6627-3381, e-posta: sozdemir@gazi.edu.tr

(IP) özellikli hizmetleri kullanarak kendi aralarında iletişim kurmasını mümkün kılar (Ramlowat ve Pattanayak, 2019). IoT ile her türlü sensöre doğrudan bağlanarak klavye vb. herhangi bir giriş biriminden insan eli ile bilgi girişi olmaksızın bilgiler otomatik olarak alınıp işlenebilir (Wang, 2010).

IoT, özellikle mobil internet kullanımının yaygınlaşması ile insanların hayatlarında daha fazla yer edinmekte ve hayatlarını hızla değiştirmektedir (Wang vd., 2020). Cisco'nun yayınladığı bir rapora göre, 2022 yılı itibariyle dünyadaki tüm ağa bağlı cihazların yaklaşık %43'ü kablosuz cihazlar olacaktır (Dai vd., 2021). IoT'nin hızla büyümesi ve 5G teknolojisinin ortaya çıkması sayesinde, 2025 yılı sonuna kadar tüm dünyada ağlara yaklaşık 46,8 milyar yeni cihazın ekleneceği beklenmektedir (Wang, 2022).

Bugün, nesnelerin interneti teknolojisi lojistik, ulaşım, güvenlik, enerji, tıp, mimari, imalat, ev, perakende ve tarım alanında yaygın olarak kullanılmaktadır (Dai vd., 2021). Diğer taraftan her yerde bulunabilen yapısı sayesinde akademik kurumlar/akademisyenler nesnelerin internetini öğrencilere, öğretmenlere ve tüm eğitim sistemine fayda sağlayabilecek eğitim faaliyetlerine dahil etmeye çalışmaktadır (Dai vd., 2021). Özellikle bu cihazlar sensörler, NFC ve RFID araçlarının öğrenme ortamlarına entegre edilmesiyle giderek daha fazla öğrenme senaryosuna dahil olmaktadır (Taamallah ve Khemaja, 2015).

2017 yılında yayınlanan horizon raporuna göre yükseköğrenimi etkileyen altı yeni teknoloji içerisinde nesnelerin internetinin de olduğu ifade edilmiştir (Sun vd., 2017). Birçok alanda karşımıza çıkan nesnelerin interneti teknolojisi eğitim alanında da dikkatleri üzerine çekmektedir (Mershad vd., 2020). Son zamanlarda nesnelerin interneti ile ilgili birçok çalışma karşımıza çıkmaktadır (Altınpulluk ve Kilinc, 2022). Farklı öğrencilerin ihtiyaçlarına yönelik nesnelerin interneti uygulamaları giderek daha fazla karşımıza çıkmaktadır (Dai vd., 2021). Ayrıca sınıf ortamlarının dışında açık ve uzaktan öğrenme ortamlarında da nesnelerin interneti araçlarının kullanımı artmaktadır (Taamallah ve Khemaja, 2015).

Nesnelerin interneti teknolojisi, geleneksel öğrenmenin dışında uzaktan eğitim alanında da kendine yer bulmasıyla, bu alanda çalışmalar yayınlanmaya başlanmıştır (Altınpulluk ve Kilinc, 2022). Bunun yanı sıra uzaktan eğitim sistemi, 21. yüzyıl için çok önemli bir eğitim yöntemidir ve ortaya çıkışı geleneksel öğretim yöntemlerinin inovasyonunu teşvik etmiştir (Wang, 2022).

Nesnelerin interneti teknolojisinin uzaktan eğitim alanında kullanımı ile ilgili çalışmalar yapılmasına karşın, uzaktan eğitim alanında kullanımı ile ilgili yapılan çalışmaların eğilimleri hakkında yeterli bilgi bulunmamaktadır. Nesnelerin internetinin uzaktan eğitim alanında kullanımına yönelik araştırma eğilimlerinin belirlenmesi ilerideki çalışmalara yön verecektir. Bu nedenle, bu çalışmada nesnelerin interneti araçlarının kullanıldığı uzaktan eğitim çalışmalarının betimsel özellikleri ve araştırma eğilimlerinin incelenmesi amaçlanmaktadır. Çalışma kapsamında aşağıdaki sorulara yanıt aranmıştır.

1. Nesnelerin interneti teknolojisinin uzaktan eğitimde kullanımına yönelik çalışmaların
 - a) Sayısı ve yıllara göre dağılımı,
 - b) Çalışmaların yayınlandığı dergiler,
 - c) Çalışmaların yapıldığı ülkeler,
 - d) Örneklem grubu,
 - e) Öğrenme alanları
nasıl dağılım göstermektedir?
2. Yapılan çalışmaların amaçları ve bunların dağılımı nedir?

Yöntem

Çalışma kapsamında Web of Science (WOS) veri tabanında yer alan araştırma konusuyla ilgili makaleler içerik analizi yöntemiyle incelenmiştir. İçerik analizi, bir metnin belirli kurallarla kodlanarak daha küçük içerik yapıları ile özetlendiği bir nitel analiz tekniğidir. İçerik analizi ayrıca yazılı metnin bazı özelliklerini sayısal olarak belirten bir analiz yöntemi olup materyalin nitel analizi ve istatistiksel sonuçları arasında bir bağlantı sağlamaktadır (Bauer, 2000).

Makalelerin seçimi

Bu çalışma kapsamında, WOS'da yer alan IoT'nin uzaktan eğitimde kullanımı ile ilgili tüm makaleler incelenmiştir. IoT, eğitim bilimleri, mühendislik gibi farklı disiplinler tarafından çalışılan bir konudur. Bu nedenle çalışma kapsamında dünyada en ünlü atıf indekslerinden biri olduğu ve farklı alanlardan makaleler içerdiği için WOS veri tabanı seçilmiştir (Silva vd., 2018; Wang vd., 2016).

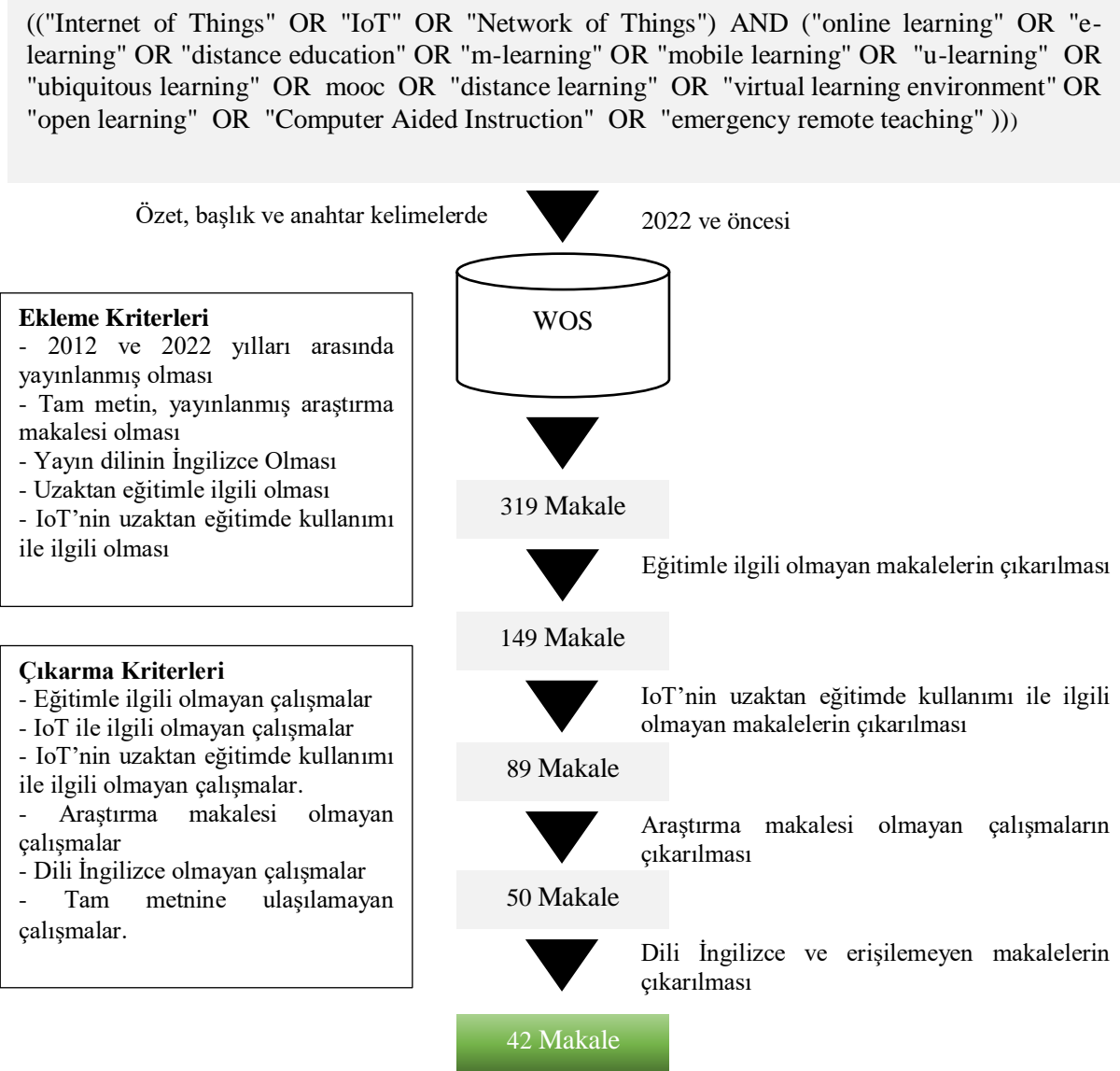
Makalelerin aranması sırasında uzaktan eğitim ile ilgili olabilecek terimlerle birlikte IoT ile ilgili terimler başlıkta, özetle ve anahtar kelimelerin içerisinde aranmıştır ve basım sürecindeki yayımlar aramaya dahil edilmemiştir. Anahtar kelimeler olarak Internet of Things, IoT ve Network of Things ile online learning, e-learning, distance education, m-learning, mobile learning, u-learning, ubiquitous learning, mooc, distance learning, virtual learning environment, open learning, computer aided instruction, emergency remote teaching kelimeleri kullanılmıştır.

Çalışmanın verileri 2023 yılı içinde toplanmıştır, fakat 2023 yılı henüz tamamlanmadığı için bu yıla ait veriler çalışmaya dahil edilmemiştir. Başlangıç yılı ile ilgili bir sınırlama kriteri belirlenmemiş olup, ilk makale 2012 yılına aittir. Çalışmada 2012-2022 yılları arasında yayınlanan tam metin makaleler kullanılmıştır. Arama sonucunda, kriterlerimize uyan 319 makale listelenmiştir. Ancak, bu makalelerin 277'si araştırma kriterlerimize uymadığı için çıkarılmıştır. Çıkarma kriterleri Tablo 1'de ayrıntılı olarak açıklanmıştır. Sonuç olarak, araştırma kapsamında 42 makale incelenmiştir. Araştırma süreci ve makale seçim süreci Şekil 1'de özetlenmiştir.

Tablo 1

Makale Çıkarma Kriterleri

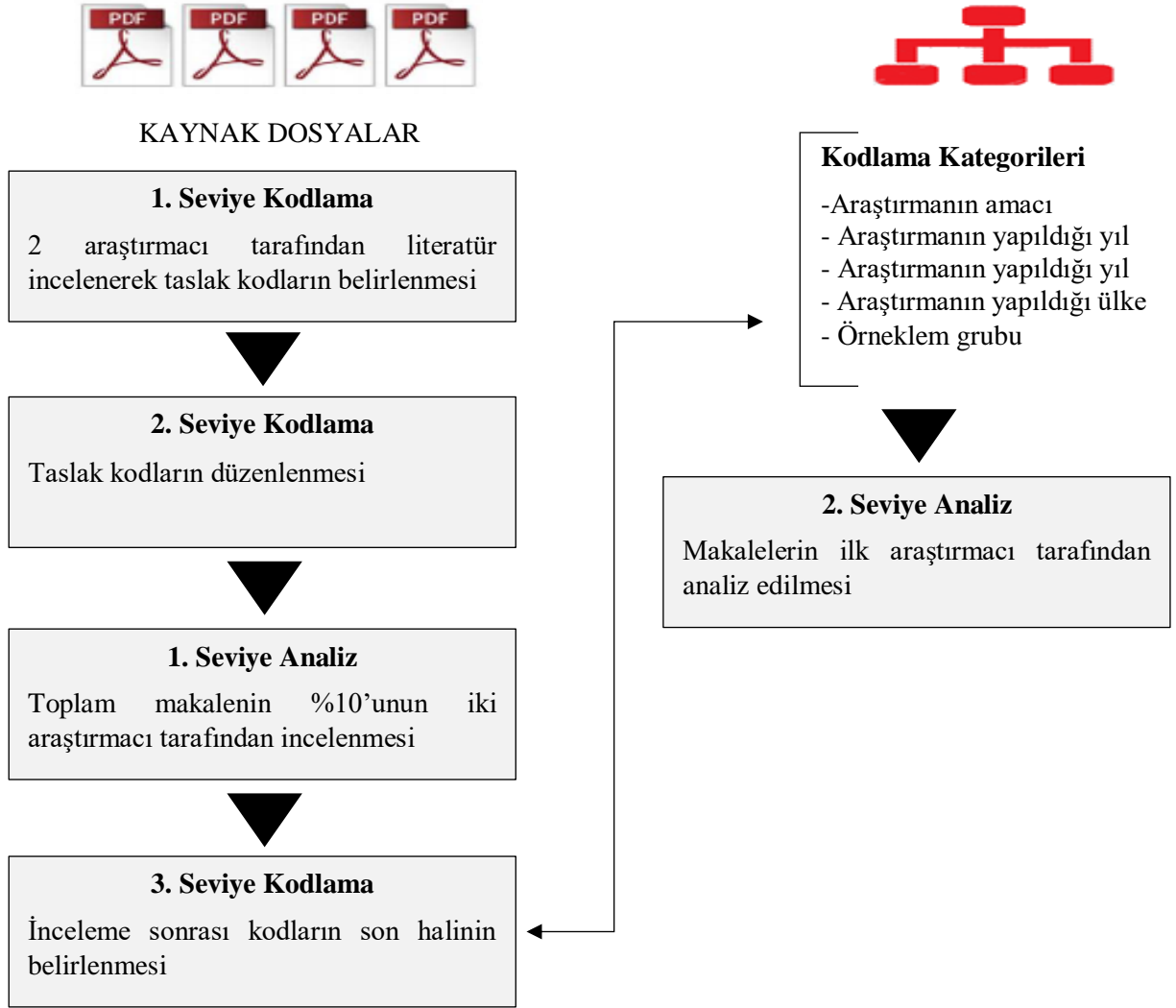
Çıkarma Kriterleri	Açıklama	Sayı
Eğitimle ilgili olmaması	IoT farklı disiplinlerce çalışılan bir konudur. Bu çalışma kapsamında yalnızca eğitimle ilgili çalışmalar incelenmiştir. Eğitim alanında yapılmayan makaleler çıkarılmıştır.	170
IoT'nin uzaktan eğitimde kullanımı ile ilgili olmaması	Eğitimle ilgili çalışmalar içerisinde çalışmanın amacına uygun olarak yalnızca IoT'nin uzaktan eğitimde kullanımı ile ilgili çalışmalar incelenmiştir. Diğer makaleler çıkarılmıştır.	60
Araştırma makalesi olmaması	Çalışma kapsamında doğrudan IoT'nin uzaktan eğitimde kullanımını açıklayan deneysel veya durum çalışması olmayan makaleler çıkarılmıştır.	39
Dili İngilizce olmaması	Çalışmada yalnızca dili İngilizce olan makaleler incelenmiştir.	2
Tam metnine ulaşılamaması	Tam metnine ulaşılamayan makaleler çalışmaya dahil edilmemiştir.	6



Şekil 1. Araştırma ve makale seçim süreci.

Makalelerin incelenmesi ve kodlanması

Çalışmada ele alınan makalelerin incelenmesi ve kodlanması ilk araştırmacı tarafından gerçekleştirilmiştir. Kodlama çalışmasına geçmeden önce kullanılacak kategoriler ve kodlar ikinci araştırmacının da katılımıyla oluşturulmuştur. Araştırma kapsamında kullanılan araştırma sayısı, çalışmaların yapıldığı ülke gibi kategoriler doğrudan demografik bilgi olarak elde edilebilirken, araştırma amacı, örneklem grubu, öğrenme alanı gibi kategoriler için kod tablolarının hazırlanması gerekmiştir. Kullanılacak kodların hazırlanma süreci Şekil 2'de gösterilmiştir. Araştırma kapsamında geliştirilen kodların geliştirilme süreci ve elde edilen verilerin bu kod gruplarına atanma kriterleri aşağıda verilmiştir.



Şekil 2. Araştırma ve makale seçim süreci.

Kodlamaların güvenilirliği

Çalışmaya dahil edilen makalelerin incelenmesi ve kodlanması öncesinde kodlamalardaki araştırmacılar arası uyum için, ilk arama sonunda elde edilen 319 makalenin %10'u, yani 32 tanesi rastgele seçilerek iki araştırmacı tarafından ayrı ayrı incelenmiştir. Araştırmacılar arası kodlama uyumu Cohen (1960) tarafından önerilen Kappa istatistiği kullanılarak hesaplanmıştır. İlk tur kodlama sonunda Kappa değeri 0,60 olarak bulunmuştur. Daha sonra belirlenen kodlar üzerinde tekrar çalışılmış, makaleler ikinci kez tekrar kodlanmıştır. İkinci kodlama sonucunda Kappa değeri 0,85 olarak tespit edilmiştir. Altman'a (1990) göre bu oran mükemmel uyumu göstermektedir ve buna bağlı olarak araştırmacılar arası uyumun yeterli olduğu söylenebilir. Bu aşamadan sonra kalan makalelerin incelenmesi ilk yazar tarafından gerçekleştirilmiştir.

Araştırmanın amacı kategorisi

Bu kategori, incelenen makalelerin amacını belirlemek için geliştirilmiştir. Kod listesi oluşturmak için önce literatür incelemesi yapılmış ve taslak kodlar belirlenmiştir. Daha sonra, bu kodlar doğrultusunda 32 makale, bağımsız olarak, iki araştırmacı tarafından incelenmiştir. İnceleme sonrasında gerekli düzenlemeler yapılmış ve yeni araştırma kategorileri tespit edilerek kod listesine eklenmiştir. Araştırmanın amacı kategorisine ait kod listesi ve açıklamaları Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2

Araştırmanın Amacı Kategorisi

Kod	Açıklama
Değerlendirme aracı geliştirmek	IoT cihazları kullanılarak öğrencilerin performanslarını ölçmeyi amaçlayan çalışmalar
IoT ile gerçek ortamın simüle edilmesi	Öğrencilerin deneyimlemesi için gerçek bir iş ortamının simüle edildiği çalışmalar
IoT ile uzaktan deney sistemi geliştirme	Öğrencilerin uzaktan kontrol edebildiği deney sistemlerinin geliştirildiği çalışmalar
IoT kullanarak öğrenme ortamını iyileştirmek	IoT araçlarından elde edilen verilerle öğrenme ortamının iyileştirilmesi ile ilgili çalışmalar
IoT kullanmanın öğrenme çıktılarına etkisi	IoT araçları kullanmanın öğrencilerin akademik çıktıları üzerindeki etkilerini inceleyen çalışmalar
Öğrenci davranışlarının takip edilmesi	Öğrencinin ders esnasında göz hareketi vb davranışlarının gözlenerek öğrencinin derse aktif katılımının sağlandığı çalışmalar
Öğrenme ortamı geliştirmek	IoT araçlarının kullanıldığı öğrenme ortamlarının geliştirilmesi ve geliştirme sürecinin anlatıldığı çalışmalar
Öğrenci performansını artırma	Öğrenme ortamının ölçülerek öğrencilerin öğrenme performanslarını etkileyecek şartların belirlendiği ve buna yönelik tedbirlerin alındığı çalışmalar

Örneklem grubu kategorisi

Örneklem grubu olarak çalışmanın yapıldığı eğitim düzeyi belirlenmiştir. Kodlamada İlkokul, Ortaokul, Lise, Lisans, Lisans Üstü (Yüksek Lisans / Doktora), Yaygın Eğitim, Çoklu Grup kategorileri kullanılmıştır. Her bir kategori belirtildiği eğitim seviyesini temsil ederken, örgün eğitim dışında kalan, eğitim sonunda yalnızca katılım ya da kurs bitirme belgesi verilen eğitimler *Yaygın Eğitim*, birden fazla eğitim seviyesinde öğrencilerden oluşan örneklem *Çoklu Grup* olarak kodlanmıştır. Çalışmada örneklem kullanılmamışsa veya açıkça belirtilmemişse *Belirtilmemiş* olarak kodlanmıştır.

Öğrenme alanı kategorisi

Öğrenme alanı kategorisinde kullanılan kodlar ve açıklamaları Tablo 3’de verilmiştir. Herhangi bir öğretim alanından bahsedilmeyen çalışmalar *Belirtilmemiş* olarak kodlanmıştır.

Tablo 3

Öğrenme Alanı Kategorisi Kod Listesi

Kod	Açıklama
Fen	Lisans altı eğitimlerde matematik, fizik, kimya, biyoloji gibi alanlar için kullanılmıştır
Matematik	Matematik, muhasebe, istatistik gibi alanlar için kullanılmıştır
Dil/Sanat	Yabancı dil eğitimi ve sanatla ilgili eğitimler için kullanılmıştır
Sosyal Bilimler	Edebiyat, tarih, coğrafya gibi alanlar için kullanılmıştır
Mühendislik	Tüm mühendislik alanları için kullanılmıştır
Sağlık Bilimleri	Tıp, hemşirelik gibi alanlar için kullanılmıştır
Çoklu Konu Alanı	Bir öğrenme yönetim sistemi içerisindeki tüm dersleri kapsayan araştırmalar veya öğrenme alanı alanlarından en az ikisinin yer aldığı çalışmalar için kullanılmıştır
Bilgisayar Teknolojileri	Bilgisayar mühendisliği, yazılım mühendisliği gibi bilişim teknolojileri gibi alanlar için kullanılmıştır
Diğer	Bu alanlara girmeyen çalışmalar için kullanılmıştır

Bulgular

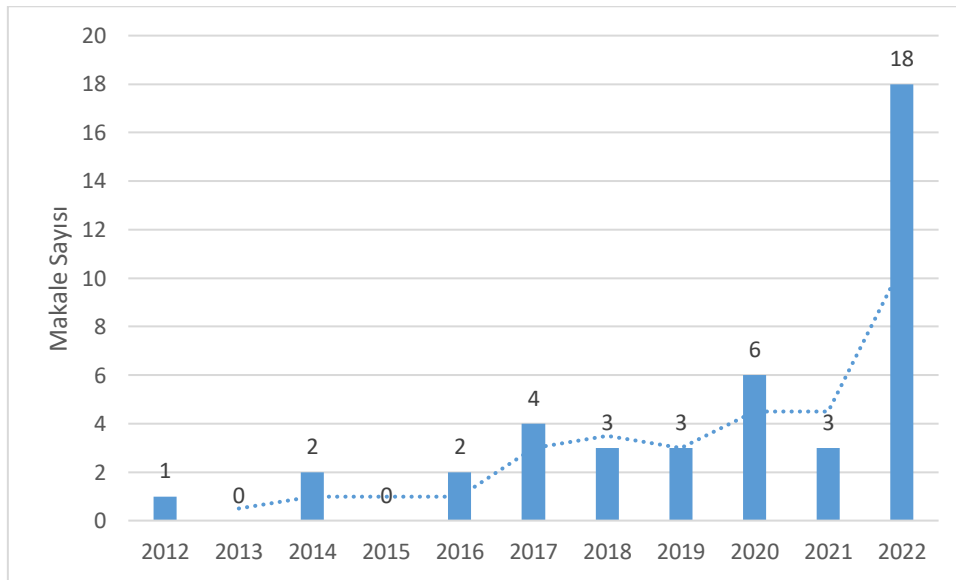
Çalışma kapsamında nesnelerin interneti teknolojisinin uzaktan eğitimde kullanımına yönelik çalışmaların betimsel özellikleri ve araştırma amaçları belirlenmeye çalışılmıştır.

IoT'nin uzaktan eğitim alanında kullanımı ile ilgili çalışmaların betimsel özellikleri

Çalışma kapsamında incelenen çalışmaların betimsel özellikleri çalışmaların sayısı, yayınlandığı dergiler, çalışmaların yapıldığı ülkeler, örneklem grubu ve öğrenme alanları başlıkları altında incelenmiştir.

Yapılan çalışmaların sayısı ve yıllara göre dağılımı

IoT'nin uzaktan eğitimde kullanımı ile ilgili çalışmaların sayısının (n=42) yıllara göre dağılımları Şekil 3'te gösterilmiştir. Elde edilen verilere dayanarak, nesnelerin interneti araçlarının uzaktan eğitimde kullanımı konusunda yapılan araştırmaların sayısında yıllar ilerledikçe belirgin bir artış görülmektedir. 42 makalenin incelendiği çalışmada, en çok makale 2022 yılında yayınlanmıştır (n=18, %43). Bu, son yıllarda IoT araçlarının eğitimde kullanımının popüler hale geldiğine işaret etmektedir. Bununla birlikte, 2013 ve 2015 yıllarında hiç makale bulunmaması dikkat çekicidir. Bu, bu alanda araştırmalara ilk yıllarda çok yer verilmediği anlamına gelebilir. Yıllara göre dağılım incelendiğinde, 2022 yılından sonra en çok çalışmanın 2020 yılında yayınlandığı (n=6, %14) görülmektedir. Bu durum, COVID-19 pandemisi nedeniyle uzaktan eğitime geçişin artmasıyla ilgili olabilir.



Şekil 3 Çalışmaların yıllara göre dağılımları.

Çalışmaların yayınlandığı dergiler

İncelenen çalışmalarda, bu çalışmaların 34 farklı dergide yayınlandığı görülmüştür. Bu dergilerden yalnızca beş tanesinde 1'den fazla çalışma yayınlanmıştır. Bu dergiler ve bunlara ait özellikler Tablo 4'de verilmiştir.

Çalışma kapsamında incelenen araştırmaların yayınlandığı dergilerin başında International Journal of Emerging Technologies in Learning (IJETL) gelmektedir. Toplam 42 makalenin incelendiği çalışmada, IJETL dergisinde 4 makale yayınlanmıştır. Diğer önemli dergiler arasında ise Computational Intelligence and Neuroscience, Computer Applications in Engineering Education, Mobile Information Systems ve Wireless Communications & Mobile Computing yer almaktadır. Her bir dergide 2 makale yayınlanmıştır. Bu sonuçlar, IoT'nin eğitimde kullanımı ile ilgili henüz bir derginin öne çıkmadığını göstermektedir.

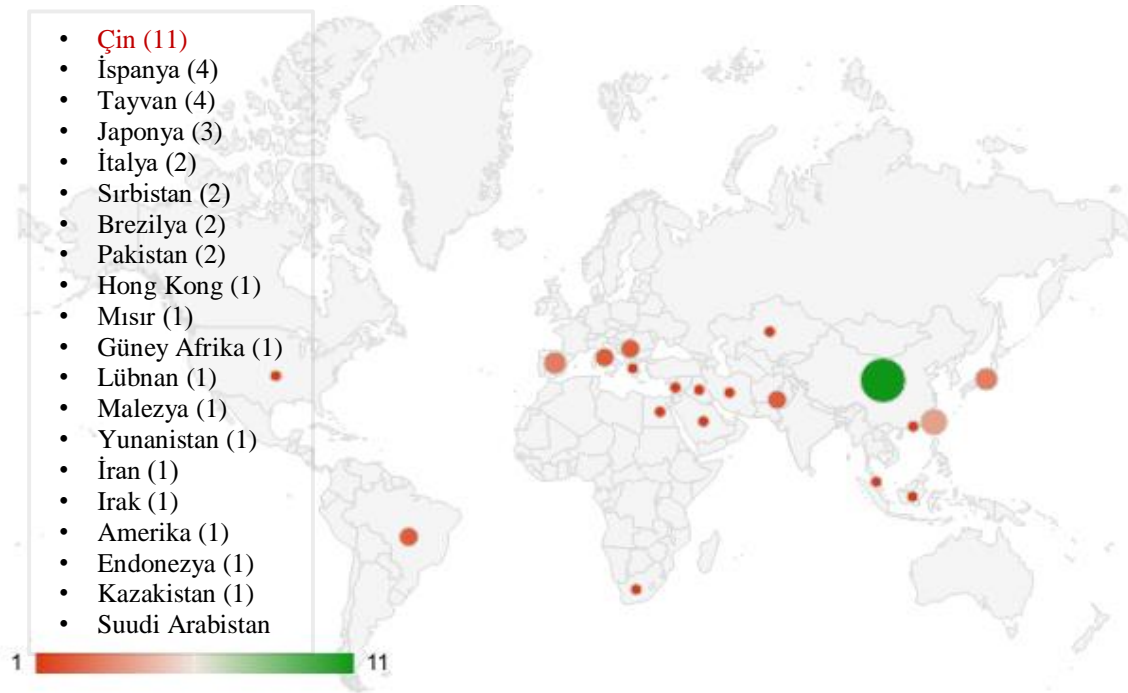
Tablo 4

Birden Fazla Çalışmanın Yayınlandığı Dergiler

Dergi	Sayı
International Journal Of Emerging Technologies In Learning	4
Computational Intelligence And Neuroscience	2
Computer Applications In Engineering Education	2
Mobile Information Systems	2
Wireless Communications & Mobile Computing	2

Çalışmaların yayınlandığı ülkeler

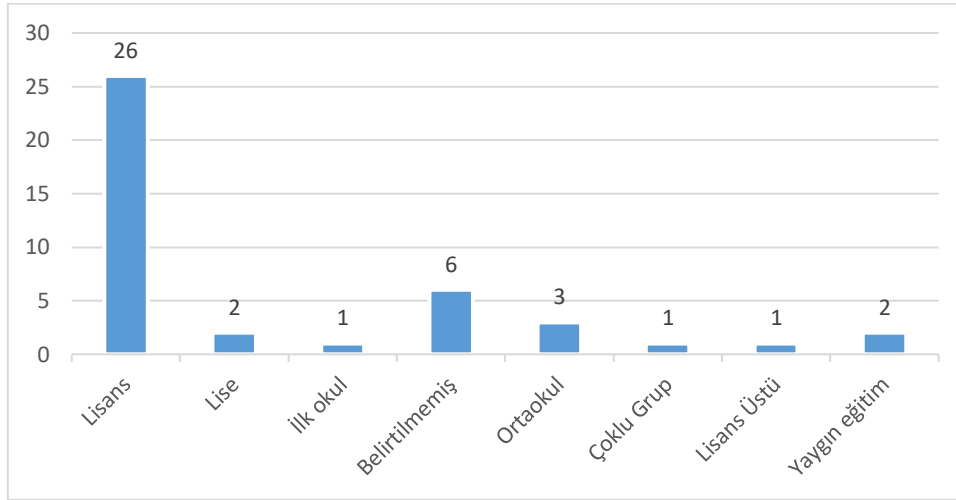
Çalışma kapsamında incelenen çalışmalara bakıldığında bu çalışmaların en çok Çin’de yapıldığı görülmüştür. Çin’de yayınlanan makale sayısı diğer ülkelerde yayınlanan makale sayısının neredeyse üç katıdır. Çin 11 makale ile toplam çalışmaların %26’sını oluşturmaktadır. Çin’i İspanya ve Tayvan 4’er makale, Japonya 3 ve İtalya, Sırbistan, Brezilya, Pakistan 2’şer makale ile takip etmiştir. Bu durum, Nesnelerin interneti araçlarının uzaktan eğitimde kullanımı konusunda Çin’in diğer ülkelerden daha önde olduğunu göstermektedir. Ancak, verilerin sınırlı sayıda olması nedeniyle, bu sonuçların genelleştirilmesi için daha fazla araştırmaya ihtiyaç vardır. Tüm ülkeler ve yayınladıkları makale sayıları Şekil 4’te gösterilmiştir.



Şekil 4. Çalışmaların yayınlandığı ülkeler.

Çalışmalarda kullanılan örneklem grupları

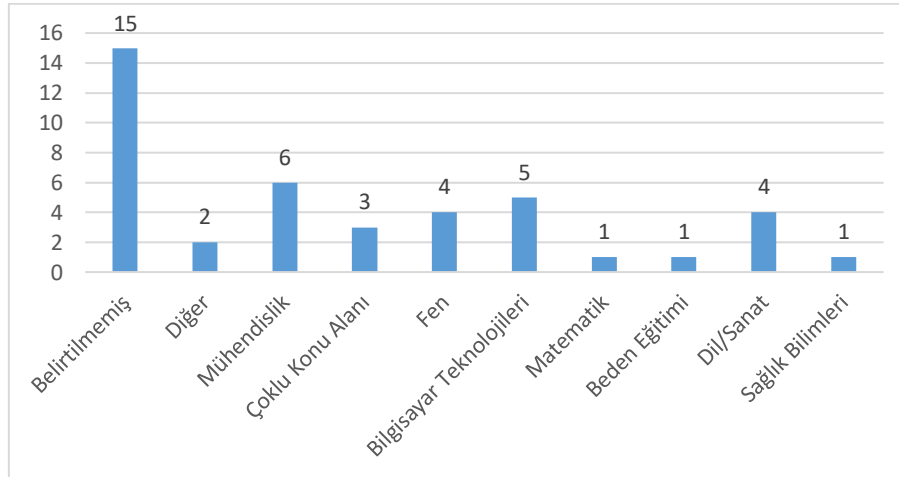
Çalışma kapsamında incelenen çalışmalara bakıldığında bu çalışmaların 26 (%62) tanesinin lisans düzeyinde yapıldığı görülmektedir. Ayrıca, örneklem grubunun çoğunluğunun belirtilmemiş (n=6) olduğu veya lisans (n=26) öğrencilerinin yer aldığı görülmektedir. İlkokul (n=1) ve ortaokul (n=3) düzeyindeki örneklem sayıları oldukça düşüktür. Yaygın eğitim (n=2) ve lisansüstü (n=1) seviyelerindeki örneklem sayıları ise sınırlıdır. Bu nedenle, Nesnelerin İnterneti Araçlarının Uzaktan Eğitimde Kullanımı ile ilgili yapılan araştırmaların, özellikle ilkököl ve ortaokul düzeyindeki öğrenciler için daha fazla çalışma gerektirdiği söylenebilir. Şekil 5’te kullanılan örneklem grupları ve dağılımları gösterilmiştir.



Şekil 5. Çalışmaların kullanıldığı örneklem grupları.

Çalışmalarda kullanılan öğrenme alanları

Yapılan çalışmalar incelendiğinde çalışmalarda mühendislik (n=6), bilgisayar teknolojileri (n=5), fen (n=4) ve dil/sanat (n=4) alanlarının öne çıktığı görülmektedir. Çalışmaların büyük kısmında (n=15) ise çalışma alanı belirtilmemiştir. Bu sonuçlar, IoT araçlarının uzaktan eğitimde farklı öğrenme alanlarında kullanım potansiyeli olduğunu göstermektedir. Tüm çalışma alanları ve dağılımları Şekil 6'da yer almaktadır.



Şekil 6. Çalışma alanları ve dağılımları.

Yapılan çalışmaların amaçları

Yapılan çalışmaların amaçları incelendiğinde öğrenme ortamını iyileştirmeye yönelik çalışmalar (n=12) ön plana çıkmaktadır. Bu çalışmaları uzaktan kontrol edilebilen deney sistemleri (n=10) takip etmektedir. Öğrenci davranışlarının takip edilmesi karşımıza en çok çıkan üçüncü konu (n=5) olmuştur. Tüm çalışmalar ve dağılımları Tablo 5'te gösterilmiştir.

Tablo 5

Yapılan Çalışmaların Amaçları ve Yıllara Göre Dağılımları

Amaç	Sayı
IoT kullanarak öğrenme ortamını iyileştirme	12
IoT ile uzaktan deney sistemi geliştirme	10
Öğrenci davranışlarının takip edilmesi	5
Akıllı öğrenme ortamı geliştirme	5
IoT ile gerçek ortamın simüle edilmesi	3
IoT kullanmanın öğrenme çıktılarına etkisi (motivasyon, katılım, başarı vb)	3
Değerlendirme aracı geliştirme	2
Öğrenci performansını artırma (ortam şartlarını ölçerek buna yönelik tedbir alma)	2

IoT kullanarak öğrenme ortamını iyileştirme

Çalışma kapsamında incelenen 42 çalışmanın 12 tanesinde IoT kullanarak öğrenme ortamını iyileştirmek amaçlanmıştır. Bu çalışmalarda IoT cihazları kullanılarak öğrencilerden veriler elde edilmiş, elde edilen bu veriler kullanılarak öğrenme sürecini iyileştirmeye yönelik önerilerde bulunulmuştur. Bu çalışmalarda çoğunlukla mevcut uzaktan eğitim ortamlarını iyileştirmek için IoT cihazlarının kullanımı teşvik edilmiştir.

Öğrenme ortamlarını iyileştirmek için IoT kullanımı ile ilgili çalışmalara baktığımızda, farklı önerilerin ortaya atıldığını görüyoruz. Bu öneriler arasında RFID/NFC teknolojileri, bulut bilişim, büyük veri akışları ve Edge Computing gibi çeşitli teknolojiler yer almaktadır.

Örneğin, Miglino ve diğerleri (2014) çalışmalarında RFID/NFC teknolojileri kullanılarak dijital ve fiziksel eğitsel oyunların birleştirilmesini önermektedir. Said ve Albagory (2017) ise öğretmenler ve öğrenciler arasındaki etkileşimi iyileştirmeye yönelik IoT tabanlı bir öğrenme sistemi sunmaktadır. Pecori (2018) ise IoT cihazlarından elde edilen büyük veri akışları ile geliştirilmiş bir sanal öğrenme mimarisi önermektedir. Bu sistem öğrencilerin performanslarının ve yorgunluğunun gerçek zamanlı doğru tahmini, çalışma yeri ve zamanlarına göre yeni didaktik modellerin keşfi, öğrencilerin veya öğrenci gruplarının öğrenme yeteneklerinin veya bazı belirli konulara katılımları üzerinde etkili olmuştur.

Diğer makalelerde ise, öğrenme ortamlarını iyileştirmek için IoT tabanlı uygulamaların farklı yönleri ele alınmaktadır. Örneğin, Ikuesan ve diğerleri (2019) polikroniklik eğilimi temelli bir çevrimiçi davranış uygulaması sunmaktadır. Robles-Gómez ve diğerleri (2021), IoT tabanlı bir bulut platformunun kullanıcı modeli kullanarak analiz etmektedir. Giannakas ve diğerleri (2022), siber güvenlik eğitimini IoT cihazlarıyla birleştirerek bir u-öğrenme senaryosu sunmuştur. Zhen ve Hu (2022) ise uç bilişim (Edge Computing) kullanarak bir çevrimiçi sınıf tasarımı önermektedir.

Bazı makalelerde IoT tabanlı öğrenme ortamlarının sürdürülebilir şehir gelişimi ve müzik eğitimi gibi farklı alanlarda kullanımına da odaklanılmaktadır. Örneğin, Setiawan ve diğerleri (2022), sürdürülebilir akıllı şehirlerin geliştirilmesi için IoT tabanlı sanal öğrenme sistemleri önermektedirler. Yu ve Xiong (2022) ise çalışmalarında gömülü sistem ve IoT tabanlı uzaktan şan dersi tasarımına odaklanmaktadır.

Elde edilen sonuçlar, IoT tabanlı öğrenme ortamlarının öğrencilerin öğrenme süreçlerine katkı sağlayabileceğini göstermektedir. Bu tür öğrenme ortamları, öğrencilere daha fazla özgürlük, esneklik ve işbirliği fırsatları sunarak öğrenme deneyimlerini zenginleştirebilir. IoT cihazları, öğrencilerin öğrenme verilerinin toplamasına ve analiz edilmesine olanak tanır, böylece öğretmenlerin öğrencilerin ihtiyaçlarını daha iyi anlamalarına yardımcı olur. Ayrıca, IoT teknolojisi, öğretmenlerin öğrencilerle daha sıkı bir şekilde etkileşime girmelerini sağlar, öğrencilerin öğrenme hedeflerine ulaşmalarına yardımcı olur ve öğrenme deneyimlerini daha

eğlenceli hale getirir. Sonuç olarak, IoT tabanlı öğrenme ortamları, öğrencilerin öğrenme sürecine dahil olmalarını, daha aktif ve katılımcı olmalarını sağlayarak öğrenmelerini geliştirir.

IoT ile uzaktan deney sistemi geliştirme

İncelenen makaleler içerisinde en çok yapılan çalışmalardan bir tanesi de uzaktan kontrol edilebilen deney sistemi geliştirmektir. İncelenen makalelerden 10 tanesinde IoT kullanarak uzaktan deney sistemi geliştirilmesinden bahsedilmiştir. Eğitim teknolojilerindeki son gelişmeler, uzaktan deney sistemlerinin oluşturulmasına olanak sağlamıştır. Yang ve Yu (2016) makalesinde, IoT teknolojisi kullanılarak mimarlık uzmanlığı dersinde uzaktan eğitim sınıfı oluşturulması tartışılmaktadır. Bu çalışma, öğrencilerin uzaktan eğitim sınıfında interaktif bir deneyim yaşamalarına olanak sağlamıştır.

García-Loro ve diğerleri (2019), VISIR adlı fen alanında kullanılmak üzere IoT tabanlı deney sistemi geliştirmiştir. Bu çalışmada, öğrencilerin uzaktan laboratuvarlarda deney yapmaları ve eğitimlerini geliştirmeleri için bir sistem geliştirilmiştir. Öğrenciler bu sistemde elektrik devreleri tasarlayabilmiş ve uzaktan yönetebilmiştir. Ayrıca, Robles-Gómez ve diğerleri (2020) de siber güvenlik alanında sanal uzaktan laboratuvarlar oluşturarak eğitim amaçlı kullanmışlardır.

Mershad ve diğerleri (2020) ise IoT teknolojisini öğrenme yönetim sistemlerine entegre etmek için LearnSmart adlı bir çerçeve tasarlamışlardır. Bu çalışma, öğrencilerin uzaktan eğitim deneyimlerinde IoT teknolojilerini kullanarak eğitim alabilecekleri yeni bir sistem sunmaktadır. Bu çalışmalarda uzaktan yönetilen laboratuvarların pedagojik yaklaşımı da geliştirilmektedir. Örneğin, Xie ve diğerleri (2022) "uzaktan lab 2.0" olarak adlandırılan bir pedagojik yaklaşım kullanarak öğrencilerin uzaktan deneyler yapmalarını sağlamışlardır. Bu yaklaşım, öğrencilerin deney yaparken öğrenmelerini sağlamaktadır.

Son olarak, COVID-19 pandemisi nedeniyle birçok eğitim kurumu uzaktan eğitime geçmek zorunda kalmıştır. Bu durumda, uzaktan laboratuvarların kullanımı önem kazanmaktadır. Valencia de Almeida ve diğerleri (2022), yaptıkları çalışmada, dijital elektronik alanında uzaktan laboratuvar kullanarak öğrencilerin eğitimlerini sürdürmelerine olanak sağlamışlardır.

Bu çalışmaların bir araya getirilmesi, uzaktan deney sistemleri geliştirmek isteyen araştırmacılara yol gösterebilir. Bu sistemler, öğrencilerin eğitimlerini geliştirmek için yeni olanaklar sunmaktadır. Ayrıca uzaktan çalıştırılan deney sistemleri gerçek deney ortamlarının avantajlarının yanı sıra gerçek deney ortamlarının getirdiği bazı kısıtlamaları da ortadan kaldırmaktadır (García-Loro vd., 2019).

Öğrenci davranışlarının takip edilmesi

İncelenen 42 çalışmanın beş tanesinde uzaktan eğitimde IoT kullanılarak öğrenci davranışlarının takip edilmesi amaçlanmıştır. Bu makaleler, öğrenci davranışlarının takip edilmesi konusunda farklı yaklaşımlar ve teknolojiler sunmaktadır.

dos Santos ve Notargiacomo (2018) çalışmalarında, çoklu ajan sistemleri ve bağlam duyarlı bilgi işlemeye dayalı akıllı bir eğitim asistanı tasarlamıştır. Bu asistan, öğrencilerin davranışlarını takip ederek, özelleştirilmiş eğitim desteği sunmaktadır. Farhan ve diğerleri (2018) tarafından sunulan IoT tabanlı öğrenci etkileşimi çerçevesi, öğrencilerin e-öğrenme sürecindeki dikkat seviyelerini izleyerek, özelleştirilmiş geri bildirimler sağlamaktadır.

Pappas ve diğerleri (2019) çalışmasında, yaşlı yetişkinler için bilişsel temelli e-öğrenme tasarımı sunulmaktadır. Bu tasarım, öğrencilerin öğrenme davranışlarını izleyerek, özelleştirilmiş öğrenme deneyimleri sunmaktadır. Guo ve diğerleri (2020) tarafından sunulan çalışmada, öğrencilerin bilişsel yüklerinin kalp hızı değişkenliği ve solunum hızı değişkenliği gibi fizyolojik veriler kullanılarak tespit edilmesi amaçlanmaktadır. Bu çalışmanın, öğrencilerin öğrenme

performansını artırmak için özelleştirilmiş eğitim yöntemlerinin geliştirilmesinde kullanılabileceği ifade edilmiştir.

Rahmani ve diğerleri (2021) çalışmasında, IoT ve blockchain teknolojilerinin birleştirilmesi ile COVID-19 pandemisi sırasında e-öğrenme platformları geliştirilmiştir. Bu platformlar, öğrencilerin öğrenme davranışlarını takip ederek, öğrenme deneyimlerinin optimize edilmesine yardımcı olmaktadır.

Bu çalışmaların birleşik olarak analizi, öğrencilerin öğrenme süreçlerinin izlenmesi ve optimize edilmesi için farklı teknolojilerin kullanılabileceğini ortaya koymaktadır. Bu teknolojiler, öğrencilerin davranışlarını takip ederek, özelleştirilmiş öğrenme deneyimleri sunmak, öğrencilerin dikkat seviyelerini izlemek, öğrenme performansını artırmak ve öğrenme deneyimlerinin optimize edilmesine yardımcı olmak gibi çeşitli faydalar sunmaktadır.

Akıllı öğrenme ortamı geliştirme

Çalışma kapsamında incelenen makalelerden beş tanesi, nesnelerin interneti araçlarının kullanımıyla akıllı öğrenme ortamları geliştirilmesini amaçlamaktadır. Bu beş makalede, Nesnelerin İnterneti (IoT) teknolojisinin akıllı öğrenme ortamları oluşturmada kullanılmasının farklı yönleri ele alınmaktadır. Bu makalelerin analizi, öğrenme deneyimlerinin geliştirilmesi, öğretmenlerin ve öğrencilerin performansının izlenmesi, öğrenci katılımının artırılması, öğrenme kaynaklarının bireyselleştirilmesi ve öğrenme süreçlerinin daha etkili hale getirilmesi gibi farklı konuları kapsamaktadır.

Simić ve diğerleri (2016), öğrenme sürecinin etkili bir şekilde yönetilmesine yardımcı olmak için bir platform geliştirmiştir. Bu platform, öğrencilerin, öğretmenlerin ve diğer eğitim paydaşlarının öğrenme sürecini kolayca yönetmelerini sağlamaktadır. Stojanović ve diğerleri (2020) ise yaygın teknolojilerin kullanımı ile öğrenme sürecinin nasıl güçlendirilebileceğini araştırmıştır. Bu çalışmada, akıllı telefonlar, tabletler, akıllı tahtalar, akıllı bileklikler ve diğer IoT cihazları, öğrenme sürecini desteklemek için kullanılmıştır.

Ahmad ve diğerleri (2022), öğrencilerin katılım düzeylerini takip etmek için düşük maliyetli bir sistem geliştirmiştir. Bu sistem, öğretmenlere, öğrencilerin katılım düzeylerini anında takip etmelerine ve öğrencilerin öğrenme sürecine daha fazla katılımını sağlamalarına olanak tanımaktadır. Shen (2022) de öğrenme sürecini geliştirmek için IoT cihazlarının kullanımını araştırmıştır. Bu çalışmada, Android sesli asistanları öğrenme materyallerinin sunulmasında kullanılmıştır.

Chen (2022) ise IoT teknolojilerinin, kişiselleştirilmiş öğrenme aktivitelerinin oluşturulması için hedefe yönelik bir işlem gezinmesi sağlayabileceği konusuna odaklanmaktadır. Makalede, bir IoT ortamında öğrenme materyallerinin kişiselleştirilmesi için bir yöntem sunulmaktadır. Bu yöntem, öğrencilerin öğrenme hedeflerini belirlemelerine ve hedeflerine ulaşmak için kişiselleştirilmiş öğrenme aktiviteleri oluşturmalarına olanak tanımaktadır. Bu yöntem, öğrenme materyallerinin içeriğini, öğrenme hedeflerine göre düzenlemekte ve öğrencilere öğrenme materyallerine farklı yollarla erişme imkanı sunmaktadır. Bu sayede, öğrencilerin öğrenme deneyimleri daha kişiselleştirilmiş ve etkili hale getirilmektedir.

Bu beş makalede incelenen konular, IoT teknolojisinin öğrenme deneyimlerini nasıl geliştirebileceği konusunda farklı örnekler sunuyor. IoT cihazlarının kullanımı, öğrenme sürecinde önemli bir etkiye sahip olabilir ve bu makaleler, IoT teknolojisinin öğrenme alanında gelecekteki potansiyelini gösteriyor. Bu analizlerden yola çıkarak, nesnelerin interneti araçları kullanılarak geliştirilen akıllı öğrenme ortamlarının öğrencilerin öğrenme sürecine olumlu katkı sağladığı sonucuna varılabilir. Bu teknolojiler, öğrenci öğrenme hızlarına göre özelleştirilmiş bir öğrenme deneyimi sunarak öğrencilerin daha aktif ve etkili bir şekilde derslere katılmalarını

sağlayabilir. Ayrıca, düşük maliyetli nesnelerin interneti araçlarının kullanımı, öğretmenlere öğrenci katılımını ve ilgisini takip etme imkanı vererek öğrenme sürecini optimize etmelerine yardımcı olabilir. Bu nedenle, nesnelerin interneti araçlarının kullanımı ile akıllı öğrenme ortamlarının geliştirilmesi, uzaktan eğitimde öğrenci başarısını artırmak için potansiyel bir strateji olabilir.

IoT ile gerçek ortamın simüle edilmesi

Çalışma kapsamında incelenen 42 makalenin 3'ü gerçek ortamın IoT ile simüle edilmesi amacını taşımaktadır. Bunlardan ilki, Zhong ve Huang (2014) tarafından yapılan ve RFID kullanılarak gerçekleştirilen öğrenim tedarik zinciri çalışmasıdır. Bu çalışmada, IoT teknolojisi kullanılarak, öğrencilerin bir ürünün tedarik zincirini gerçek zamanlı olarak takip etmeleri sağlanmıştır. Bu sayede öğrencilerin ürünün her aşamasındaki işlemleri anlamaları ve öğrenmeleri hedeflenmiştir. Kong ve diğerleri (2017) tarafından yapılan çalışmada, öğrencilerin örneklerle öğrenme ve uygulama yaparak öğrenme yaklaşımı kullanılarak, bir açık artırma öğrenme sistemi tasarlanmıştır. Bu sistemin amacı, öğrencilerin teorik konuları uygulamaya dönüştürerek öğrenmelerine yardımcı olmaktır.

Wong ve diğerleri (2020) tarafından yapılan çalışmada, IoT cihazları kullanılarak, gerçek zamanlı veri toplama ve analiz edilmesi için bir fizik laboratuvarı oluşturulmuştur. Öğrencilerin deneyleri yaparken, verilerin toplanması ve analiz edilmesi ile öğrenmeleri hedeflenmiştir.

Bu üç makale, IoT teknolojisinin uzaktan eğitimde kullanımı için önemli bir potansiyele sahip olduğunu göstermektedir. Gerçek dünyadaki uygulamaların simüle edilmesi, öğrencilerin somut ve pratik bilgiler edinmelerine yardımcı olabilir. Ayrıca, gerçek zamanlı veri toplama ve analizinin yapılması, öğrencilerin deneyleri anlamalarına ve teorik bilgileri pratik olarak uygulamalarına yardımcı olabilir.

IoT kullanmanın öğrenme çıktılarına etkisi

İncelenen 42 makaleden iki tanesinin amacı IoT kullanımının öğrenme çıktılarına etkisini incelemektir. Kumar (2021) tarafından yapılan çalışmada, ekip tabanlı bir tasarım dersi için bir eğitim sohbet robotunun kullanımının öğrenme çıktıları üzerindeki etkisi incelenmiştir. Araştırmada, öğrencilerin motivasyon, katılım ve başarı gibi öğrenme çıktıları üzerinde durulmuştur. Sonuçlar, eğitim sohbet robotunun öğrencilerin motivasyonunu ve katılımını artırdığını, ancak öğrenme başarısını artırmada bir etkisi olmadığını göstermiştir. Rahmani vd. (2022) tarafından yapılan çalışma, yeni bilgi ve iletişim teknolojilerinin (ICT) işyeri eğitim programlarındaki başarıya olan etkisini analiz etmek için bir model geliştirmiştir. Araştırmada, IoT teknolojilerinin işyeri eğitimindeki rolü ve öğrenme çıktılarına etkisi incelenmiştir. Sonuçlar, IoT teknolojilerinin, işyeri eğitiminde öğrenme başarısını artırdığı ve öğrencilerin işyerindeki performansını olumlu yönde etkilediğini göstermiştir. Bu çalışmalar, IoT teknolojilerinin eğitimde kullanımının farklı yönlerini ve öğrenme çıktılarına olan etkilerini analiz etmek için önemli bir temel oluşturuyor.

Değerlendirme aracı geliştirme

Çalışma kapsamında Nesnelerin İnterneti (IoT) araçlarının uzaktan eğitimde kullanımı üzerine yapılan literatür taraması sonucunda incelenen makalelerden iki tanesi, IoT kullanarak değerlendirme aracı geliştirme amacını taşımaktadır. Bu amaç doğrultusunda incelenen ilk makale, Yamada ve diğerleri (2017) tarafından gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada, bir IoT tabanlı e-öğrenme test ortamının performansı incelenmiştir. Bu ortamda kullanılan protokol, çeşitli zorluklara rağmen başarılı bir şekilde çalışmıştır. Ayrıca, elektroensefalogram (EEG) verilerini dikkate alan bir ortalama kayma kümeleme yaklaşımı ile test sonuçlarının değerlendirilmesi yapılmıştır.

Lian ve diğerleri (2022) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, bir grafik sinir ağı kullanılarak sanal gerçeklik ve IoT tabanlı çevrimiçi müzik öğrenmenin etkinliği incelenmiştir. Bu çalışmada, öğrencilerin ilerlemeleri, gerçek zamanlı olarak izlenmiş ve performanslarının analizi için bir değerlendirme aracı geliştirilmiştir.

Her iki makale de, IoT tabanlı e-öğrenme ortamlarının geliştirilmesinde ve öğrencilerin performansının değerlendirilmesinde IoT araçlarının kullanımının önemini vurgulamaktadır. Bununla birlikte, her iki çalışma da kendi özgün yöntemlerini kullanarak IoT araçlarının potansiyelini göstermektedir. Bu bulgular, IoT teknolojilerinin eğitim alanında önemli bir rol oynayabileceğini göstermektedir.

Öğrenci performansını artırma (ortam şartlarını ölçerek buna yönelik tedbir alma)

Bu çalışmada, Nesnelerin İnterneti (IoT) araçlarının uzaktan eğitimde kullanımı üzerine yapılan literatür taraması sonucunda incelenen makalelerden iki tanesi, öğrenci performansını artırma (ortam şartlarını ölçerek buna yönelik tedbir alma) amacını taşımaktadır.

Bu amaç doğrultusunda yapılan araştırmalardan biri Oda ve diğerleri (2017) tarafından gerçekleştirilmiştir. Bu araştırmada, bir IoT tabanlı e-öğrenme testi yatağı tasarlanmış ve uygulanmıştır. Bu test yatağı, öğrencilerin performansını artırmak için ortam koşullarını ölçerek buna göre tedbir almaktadır. Bu tedbirler, öğrencilerin öğrenme deneyimlerini geliştirerek daha iyi sonuçlar elde etmelerine yardımcı olabilir.

Benzer şekilde, Alrashidi'nin (2023) çalışması, IoT ve artırılmış gerçeklik (AR) teknolojilerinin işbirliği ile işitme engelli öğrenciler için e-öğrenme platformlarının tasarımına odaklanmaktadır. Bu çalışmada, IoT araçları kullanılarak öğrencilerin ortamda yaşayabilecekleri zorluklar ölçülmekte ve AR teknolojisi ile bu zorlukların üstesinden gelinmesi hedeflenmektedir. Bu sayede, öğrencilerin performansları artırılmakta ve eğitim deneyimleri daha olumlu hale getirilmektedir.

Sonuç olarak, eğitimde IoT araçlarının kullanımı öğrencilerin performanslarını artırabilir ve öğrenme deneyimlerini zenginleştirebilir. Bu amaç doğrultusunda yapılan araştırmaların sayısı arttıkça, bu teknolojilerin eğitim alanında daha yaygın bir şekilde kullanılması beklenmektedir.

Tartışma, Sonuç ve Öneriler

Sistemik alan yazın taraması sonucunda elde edilen bulgular, Nesnelerin interneti araçlarının uzaktan eğitimde kullanımı konusunda önemli fırsatlar sunmaktadır. 42 makaleden derlenen bilgiler, IoT teknolojilerinin öğrenci performansını artırmak, e-öğrenme ortamı geliştirmek, öğrenci davranışlarını analiz etmek, değerlendirme aracı geliştirmek ve öğrenci ortamındaki şartları ölçerek buna yönelik tedbir almak gibi çeşitli amaçlarla kullanılabilmesini ortaya koymaktadır.

Nicel sonuçlar göstermiştir ki, çalışmaların büyük bir çoğunluğu son beş yılda yapılmıştır, özellikle 2022 yılında 18 adet makale incelenmiştir. İncelenen makalelerin çoğunluğu lisans öğrencileri üzerinde yapılmıştır ve öğrenme alanı olarak mühendislik, bilgisayar teknolojileri, fen ve dil/sanat alanları öne çıkmaktadır. Bu alanlarda IoT araçlarının kullanımı, öğrencilerin derslerde daha fazla etkileşimli bir şekilde öğrenmelerine, anlayışlarını derinleştirmelerine ve kavramsal zorlukları aşmalarına yardımcı olmuştur. Ayrıca, incelenen makalelerin büyük bir bölümü Çin, İspanya ve Tayvan gibi ülkelerde yapılmıştır. Bu ülkelerde, IoT araçlarının yaygın olarak kullanıldığı ve eğitimde yenilikçi çözümler sunmak için aktif olarak araştırıldığı görülmektedir.

IoT teknolojileri, öğrencilerin e-öğrenme ortamında daha fazla bağımsızlık, etkileşim ve kişiselleştirilmiş öğrenme deneyimi yaşamalarını sağlamak için kullanılabilir. Özellikle, sesli

asistanlar, sanal gerçeklik ve artırılmış gerçeklik gibi IoT tabanlı araçlar, öğrencilerin öğrenme süreçlerini daha etkileşimli hale getirebilir. Bununla birlikte, IoT teknolojilerinin yaygınlaşması, güvenlik konularını da beraberinde getirmektedir. Bu nedenle, öğrencilerin verilerinin güvenliği için gerekli önlemler alınmalıdır.

IoT teknolojileri, uzaktan eğitimde öğrenci performansını artırmak, e-öğrenme ortamını geliştirmek ve öğrenci davranışlarını analiz etmek için kullanılabilir. Ancak, IoT teknolojilerinin kullanımı sırasında güvenlik konularına özellikle dikkat edilmesi gerekmektedir. Bu bağlamda, öğretim görevlileri, e-öğrenme ortamlarını geliştirirken, IoT teknolojilerini kullanarak öğrencilerin öğrenme süreçlerini daha verimli hale getirebilirler. Bu bulgulara dayanarak, öğretim teknolojilerinin geliştirilmesi ve IoT araçlarının daha yaygın olarak kullanılması önerilmektedir. Öğrencilerin öğrenme deneyimlerini iyileştirmek için, özellikle lisans öğrencileri için, IoT araçlarıyla etkileşimli öğrenme materyalleri geliştirilmesi ve bu araçların diğer öğrenme alanlarına da uyarlanması gerekmektedir. Ayrıca, IoT araçlarının öğrenme sürecini izlemek ve öğrencilerin öğrenme performansını ölçmek için kullanılacağı vurgulanmaktadır. Bu sayede öğrencilerin performanslarını analiz etmek ve gerekli tedbirleri alarak performanslarını artırmak mümkün olacaktır.

Etik Kurul Onay Bilgileri (The Ethical Committee Approval)

Bu çalışma sistematik derleme kapsamında olduğu için etik kurul onayı gerekmemektedir.

Yazarlar, bu çalışmada “Yükseköğretim Kurumları Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesi” kapsamında uyulması belirtilen tüm kurallara uyulduğunu ve yönergenin ikinci bölümü olan “Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiğine Aykırı Eylemler” başlığı altında belirtilen eylemlerden hiçbirinin gerçekleştirilmediğini beyan etmişlerdir.

Çıkar Çatışması (Conflict of Interest)

Yazarlar, bu çalışma kapsamında herhangi bir çıkar çatışmasının olmadığını beyan etmişlerdir.

Finansal Destek (Financial Support)

Yazarlar, bu çalışma için herhangi bir finansal destek almadıklarını beyan etmişlerdir.

Kaynakça

- Ahmad, I., Khusro, S., Alam, I., Khan, I., & Niazi, B. (2022). Towards a low-cost teacher orchestration using ubiquitous computing devices for detecting student's engagement. *Wireless Communications and Mobile Computing*, 2022, 1-21. <https://doi.org/10.1155/2022/7979766>
- Alrashidi, M. (2023). Synergistic integration between internet of things and augmented reality technologies for deaf persons in e-learning platform. *The Journal of Supercomputing*, 79(10), 10747–10773. <https://doi.org/10.1007/s11227-022-04952-z>
- Altınpulluk, H., & Kilinc, H. (2022). The opinions of field experts on the usability of internet-of-things technology in open and distance learning environments. *International Journal of Information and Communication Technology Education (IJICTE)*, 18(1), 1-17.
- Altman, D. G. (1990). *Practical statistics for medical research*. CRC press.
- Bao, Y. F. (2016). Analysis of the learning evaluation of distance education based on the Internet of Things. *World Transactions on Engineering and Technology Education*, 14(1), 168-172.
- Bauer, M. W. (2000). Classical content analysis: A review. In M. W. Bauer & G. Gaskell (Eds.), *Qualitative researching with text, image and sound* (pp. 131-151). Sage.
- Chen, D. (2022). Application of Iot-oriented online education platform in English teaching. *Mathematical Problems in Engineering*, 2022. <https://doi.org/10.1155/2023/9763061>

- Cohen, J. (1960). A coefficient of agreement for nominal scales. *Educational and Psychological measurement*, 20(1), 37-46.
- Dai, Z., Zhang, Q., Zhu, X., & Zhao, L. (2021). A comparative study of Chinese and foreign research on the internet of things in education: Bibliometric analysis and visualization. *IEEE Access*, 9, 130127-130140.
- dos Santos, F. R., & Notargiacomo, P. (2018). Intelligent educational assistant based on multiagent system and context-aware computing. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 9(4), 236-243.
- Farhan, M., Jabbar, S., Aslam, M., Hammoudeh, M., Ahmad, M., Khalid, S., . . . Han, K. (2018). IoT-based students interaction framework using attention-scoring assessment in eLearning. *Future Generation Computer Systems*, 79(3), 909-919.
- García-Loro, F., Baizán, P., Blázquez-Merino, M., Plaza, P., Aroca, A. M., Orduña, P., . . . Castro, M. (2019). Spreading remote laboratory scope through a federation of nodes: VISIR case. *IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje*, 14(4), 107-116.
- Giannakas, F., Troussas, C., Krouska, A., Voyiatzis, I., & Sgouropoulou, C. (2022). Blending cybersecurity education with IoT devices: A u-Learning scenario for introducing the man-in-the-middle attack. *Information Security Journal: A Global Perspective*, 32(5), 371-382. <https://doi.org/10.1080/19393555.2022.2100297>
- Guo, J., Dai, Y., Wang, C., Wu, H., Xu, T., & Lin, K. (2020). A physiological data-driven model for learners' cognitive load detection using HRV-PRV feature fusion and optimized XGBoost classification. *Software: Practice and Experience*, 50(11), 2046-2064.
- Ikuesan, A. R., Razak, S. A., Venter, H. S., & Salleh, M. (2019). Polychronicity tendency-based online behavioral signature. *International Journal of Machine Learning and Cybernetics*, 10, 2103-2118.
- ITU. (2005). *The internet of things*. Retrieved from <https://www.itu.int/net/wsis/tunis/newsroom/stats/The-Internet-of-Things-2005.pdf>
- Kong, X. T., Chen, G. W., Huang, G. Q., & Luo, H. (2017). Ubiquitous auction learning system with TELD (Teaching by Examples and Learning by Doing) approach: A quasi-experimental study. *Computers & Education*, 111, 144-157.
- Kumar, J. A. (2021). Educational chatbots for project-based learning: investigating learning outcomes for a team-based design course. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 18(1), 1-28.
- Lian, J., Zhou, Y., Han, L., & Yu, Z. (2022). Virtual reality and internet of things-based music online learning via the graph neural network. *Computational Intelligence and Neuroscience*, 2022. <https://doi.org/10.1155/2022/3316886>
- Mershad, K., Damaj, A., Wakim, P., & Hamieh, A. (2020). LearnSmart: A framework for integrating internet of things functionalities in learning management systems. *Education and Information Technologies*, 25, 2699-2732.
- Miglino, O., Di Ferdinando, A., Di Fuccio, R., Rega, A., & Ricci, C. (2014). Bridging digital and physical educational games using RFID/NFC technologies. *Journal of e-Learning and Knowledge Society*, 10(3), 89-106.
- Oda, T., Matsuo, K., Barolli, L., Yamada, M., & Liu, Y. (2017). Design and implementation of an IoT-based e-learning testbed. *International Journal of Web and Grid Services*, 13(2), 228-241.
- Pappas, M. A., Demertzi, E., Papagerasimou, Y., Koukianakis, L., Voukelatos, N., & Drigas, A. (2019). Cognitive-based E-learning design for older adults. *Social Sciences*, 8(1). <https://doi.org/10.3390/socsci8010006>
- Pecori, R. (2018). A virtual learning architecture enhanced by fog computing and big data streams. *Future Internet*, 10(1). <https://doi.org/10.3390/fi10010004>
- Rahmani, A. M., Ali Naqvi, R., Hussain Malik, M., Malik, T. S., Sadrishojaei, M., Hosseinzadeh, M., & Al-Musawi, A. (2021). E-learning development based on internet of things and blockchain technology during COVID-19 pandemic. *Mathematics*, 9(24), 3151.

- Rahmani, A. M., Ehsani, A., Mohammadi, M., Mohammed, A. H., Karim, S. H. T., & Hosseinzadeh, M. (2022). A new model for analyzing the role of new ICT-based technologies on the success of employees' learning programs. *Kybernetes*, 51(6), 2156-2171.
- Ramlowat, D. D., & Pattanayak, B. K. (2019). Exploring the internet of things (IoT) in education: a review. *Information Systems Design and Intelligent Applications*, 2, 245-255.
- Robles-Gómez, A., Tobarra, L., Pastor-Vargas, R., Hernández, R., & Cano, J. (2020). Emulating and evaluating virtual remote laboratories for cybersecurity. *Sensors*, 20(11). <https://doi.org/10.3390/s20113011>
- Robles-Gómez, A., Tobarra, L., Pastor-Vargas, R., Hernández, R., & Haut, J. M. (2021). Analyzing the users' acceptance of an IoT cloud platform using the UTAUT/TAM model. *IEEE Access*, 9, 150004-150020.
- Said, O., & Albagory, Y. (2017). Internet of things-based free learning system: performance evaluation and communication perspective. *IETE Journal of Research*, 63(1), 31-44.
- Setiawan, R., Devadass, M. M. V., Rajan, R., Sharma, D. K., Singh, N. P., Amarendra, K., . . . Sengan, S. (2022). IoT based virtual E-learning system for sustainable development of smart cities. *Journal of Grid Computing*, 20(3), 24.
- Shen, Y. (2022). Application of internet of things in online teaching of adult education based on android voice assistant. *Mobile Information Systems*, 2022. <https://doi.org/10.1155/2022/8915889>
- Silva, B. N., Khan, M., & Han, K. (2018). Towards sustainable smart cities: A review of trends, architectures, components, and open challenges in smart cities. *Sustainable Cities and Society*, 38, 697-713.
- Simić, K., Despotovic-Zratic, M., Bojovic, Z., Jovanic, B., & Knezevic, D. (2016). A platform for a smart learning environment. *Electronics and Energetics*, 29(3), 407-417. <https://doi.org/10.2298/FUEE1603407S>
- Stojanović, D., Bogdanović, Z., Petrović, L., Mitrović, S., & Labus, A. (2020). Empowering learning process in secondary education using pervasive technologies. *Interactive Learning Environments*, 31(2), 779-792. <https://doi.org/10.1080/10494820.2020.1806886>
- Sun, L. H., Ge, X. L., & Chen, Z. J. (2017). Application prospect of technology in higher education in the future—based on the analysis of horizon report 2017 (higher education edition). *Audio-Visual Education Research*, 38, 121-128.
- Taamallah, A., & Khemaja, M. (2015). Providing pervasive Learning eXperiences by Combining Internet of Things and e-Learning standards. *Education in the Knowledge Society*, 16(4), 98-117.
- Valencia de Almeida, F., Hayashi, V. T., Arakaki, R., Midorikawa, E., Canovas, S. d. M., Cugnasca, P. S., & Corrêa, P. L. P. (2022). Teaching digital electronics during the covid-19 pandemic via a remote lab. *Sensors*, 22(18), 6944.
- Wang, J., Chen, X., & Gao, X. (2020). Economic management teaching mode based on mobile learning and collaborative learning. *IEEE Access*, 8, 200589-200596.
- Wang, X., Fang, Z., & Sun, X. (2016). Usage patterns of scholarly articles on Web of Science: a study on Web of Science usage count. *Scientometrics*, 109(2), 917-926.
- Wang, Y. (November, 2010). *English interactive teaching model which based upon Internet of Things*. Paper presented at International Conference on Computer Application and System Modeling (ICASM), Taiyuan. Retrieved from <https://ieeexplore.ieee.org/document/5622914>
- Wang, Y. (2022). Design of cloud video distance education system based on internet of things. *IETE Journal of Research*, 1-10. <https://doi.org/10.1080/03772063.2021.2021826>
- Wong, W.-K., Chen, K.-P., & Lin, J.-W. (2020). Real-time data logging and online curve fitting using raspberry pi in physics laboratories. *International Journal of Distance Education Technologies (IJDET)*, 18(3), 57-77.

- Xie, C., Li, C., Sung, S., & Jiang, R. (2022). Engaging students in distance learning of science with remote labs 2.0. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 15(1), 15-31.
- Yamada, M., Cuka, M., Liu, Y., Oda, T., Matsuo, K., & Barolli, L. (2017). Evaluation of an IoT-based e-learning testbed: performance of OLSR protocol in a NLoS environment and mean-shift clustering approach considering electroencephalogram data. *International Journal of Web Information Systems*, 13(1), 2-13.
- Yang, Y., & Yu, K. (2016). Construction of distance education classroom in architecture specialty based on internet of things technology. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 11(5), 56-61.
- Yu, P.-J., & Xiong, M.-Z. (2022). Remote vocal singing course design based on embedded system and internet of things. *Mobile Information Systems*, 2022. <https://doi.org/10.1155/2022/8712081>
- Zhen, C., & Hu, K. (2022). Design of edge computing online classroom based on college english teaching. *Computational Intelligence and Neuroscience*, 2022. <https://doi.org/10.1155/2022/7068923>
- Zhong, R. Y., & Huang, G. Q. (2014). RFID-enabled learning supply chain: A smart pedagogical environment for TELD. *International Journal of Engineering Education*, 30(2), 471-482.

Extended Abstract

Introduction

The term Internet of Things (IoT) was first used on 17 November 2005 by the International Telecommunication Union (ITU), a United Nations expert body (ITU, 2005). IoT is often used to group sensors, actuators, microcontrollers, and microcomputers into intelligent environments (Simic, Despotovic-Zrakic, Bojovic, Jovanic, & Knezevic, 2016). IoT enables various devices, called objects, to communicate using internet protocol (IP)-enabled services through wired or wireless communication networks (Ramlowat & Pattanayak, 2019). With IoT, information can be received and processed automatically without human input from any unit, such as a keyboard, etc., by connecting data processor directly to all sensors (Yafang Wang, 2010).

Today, IoT is widely used in logistics, transport, security, energy, medicine, architecture, manufacturing, home, retail, and agriculture (Dai et al., 2021). Moreover, thanks to its ubiquitous nature, academic institutions/academics are trying to include IoT in educational activities that benefit students, teachers and the entire education system (Dai et al., 2021). In addition to physical classrooms IoT tools are increasing in open and distance learning environments (Taamallah & Khemaja, 2015).

Although there are studies on the use of IoT in distance education, there is limited information about these studies' trends. Determining the research trends on the use of the IoT in distance education will give direction to future studies. For this reason, this study aims to examine the descriptive characteristics and research trends of distance education studies in which IoT tools are used. Within the scope of the study, answers to the following questions were explored.

- 1) How distributed are the studies on the use of IoT technology in distance education by
 - a) Number and distribution by years,
 - b) Journals in which studies are published,
 - c) Countries where the studies are carried out,
 - d) Sample group, and
 - e) Learning areas?
- 2) What are the aims of the studies and their distribution according to years?

Method

Within the scope of the study, articles related to the research topic in the Web of Science (WOS) database were analyzed by content analysis method. Content analysis is a qualitative technique in which a text is coded with certain rules and summarised with smaller content structures (Bauer, 2000). IoT is a subject studied by various disciplines, such as educational sciences and engineering. Therefore, it was selected for the WOS database, one of the world's most famous citation indexes containing articles from different fields (Silva, Khan, & Han, 2018; X. Wang, Fang, & Sun, 2016).

The study's data were collected in 2023, but since 2023 has yet to be completed, that part of the data were not included. While no limitation criteria were set for the starting year, and the first article belongs to 2012. Full-text articles published between 2012 and 2022 were used in the study. As a result, 319 articles matching our search criteria were listed. However, 277 articles were excluded because they did not comply with the inclusion rules. Overall, remaining 42 articles were analyzed within the scope of the study.

Before examining and coding the articles, 10% of the matching articles obtained at the end of the first search, i.e., 32 articles, were randomly selected and examined separately by two researchers for inter-rater agreement in coding. Inter-rater coding agreement was calculated using the Kappa statistic proposed by Cohen (1960). At the end of the first round of coding, the Kappa value was found to be 0.60. Then, the codes were re-studied, and the articles were re-coded for a second time. After the second coding round, the Kappa value was found as 0.85. According to Altman (1990), this ratio shows perfect agreement, and it can be said that the inter-rater agreement is sufficient. After this stage, the remaining articles were analyzed by the first author.

Result and Discussion

Descriptive findings of the analyzed studies

In the study which focused on 42 articles, most articles were published in 2022 (n=18, 43%). This indicates that IoT tools in education have become popular in recent years. However, it is noteworthy that there were no articles in 2013 and 2015. In addition, it is seen that a large number of articles were published in 2020. This may be related to the increased transition to distance education due to the COVID-19 pandemic.

A journal on the use of IoT in education has not yet come to the fore. The studies obtained were published in various journals. Considering the reseaches examined within the scope of this study, it was seen that reseaches were primarily conducted in China. The number of articles published in China is almost three times those published in other countries. China constitutes 26% of the total studies with 11 articles. Spain and Taiwan followed China with four articles, Japan with three articles, and Italy, Serbia, Brazil, and Pakistan with two articles each. 62% of the analyzed experiments were conducted at the undergraduate level.

Findings related to the aims of the analyzed studies

Among all examined studies, the most aimed at improving the learning environment (n=12). They are followed by experiment systems that can be controlled remotely (n=10). Monitoring student behaviors was the third most common topic (n=5). All studies and their distribution with respect to study objectives are shown in Table 1.

Table 1

Objectives of the studies and their distribution according to years

Objective	Number
Improving the learning environment using IoT	12
Remote experiment system development with IoT	10
Monitoring student behaviour	5
Developing an intelligent learning environment	5
Simulating the real environment with IoT	3
I The impact of using IoT on learning outcomes (motivation, engagement, achievement, etc.)	3
Developing an evaluation tool	2
Improving student performance (measuring the environmental conditions and taking measures accordingly)	2

In this study, out of the 42 articles analyzed, 12 aim to enhance the learning environment by utilizing IoT devices. In these articles, suggestions are presented to improve the learning process by using the data obtained from students. These suggestions include various technologies such as RFID/NFC, cloud computing, big data streams, and Edge Computing. Several examples are given on how IoT-based applications can improve learning environments. Such as sustainable city development, music education, online behavioral applications, cloud platforms, and cyber security education. The fact that IoT technology allows students to collect and analyze learning data helps teachers better understand students' needs. Studies have shown that IoT-based learning environments can enrich learning experience by providing students more freedom, flexibility, and collaboration opportunities.

One of the most researched topics is the development of experimental systems that can be controlled remotely. Ten articles mentioned the development of remote experiment systems using IoT. These studies allowed students to have an interactive experience, improve their education, and learn. Pedagogical approaches for remotely managed laboratories were also proposed in these studies. Due to the COVID-19 pandemic, remote laboratories have become even more important. In five, different approaches and technologies were presented for monitoring student behaviors. It is suggested in these studies that monitoring student behaviors can be beneficial. For instance, customized educational support can be provided, along with monitoring students' attention levels, enhancing learning performance, and optimizing learning experiences. As a result of the analysis, it was stated that different technologies could be used to monitor and optimize students' learning processes.

The five articles analyzed address the development of smart learning environments with the use of IoT technology. These articles cover enhancing learning experiences, monitoring teachers' and students' performance, increasing student engagement, individualizing learning resources, and making learning processes more effective. IoT devices significantly impact on the learning process and these papers show the future potential of IoT technology in the field of learning.

This study analyzed three studies on simulating real environments using IoT technology. In these studies, a study to enable real-time tracking of the learning supply chain using RFID, designing an auction learning system to help students learn theoretical subjects by turning them into practice, and creating a physics laboratory for real-time data collection and analysis using IoT devices are described. These papers show that the use of IoT technology in distance education has significant potential and indicates that simulating real-world applications can provide students concrete and practical knowledge. At the same time, real-time data collection and analysis can help students understand experiments and apply theoretical knowledge in practise.

One of the issues addressed in examined articles is the effect of IoT use on students' learning outcomes. In two studies, the effect of IoT usage on learning outcomes was analyzed. The first article concluded that using educational chatbots increased students' motivation and engagement, but did not increase learning achievement. In the second article, IoT technologies were shown to increase learning achievement in workplace education and positively affect students' performance in the workplace. These studies provide a fundamental basis for analyzing different aspects of the use of IoT technologies in education and their effects on learning outcomes.

One of the issues addressed in these studies is to develop evaluation tools using IoT devices. In the first study, the performance of an IoT-based e-learning test environment was examined, and the test results were evaluated with a mean shift clustering approach considering electroencephalogram (EEG) data. The second article analyzed the effectiveness of virtual reality and IoT-based online music learning using a graphical neural network. These studies show that IoT tools can play an important role in education.

The last issue addressed in the articles is related to taking measures to improve students' performance by measuring environmental factors. Two of the analyzed studies, examined how the use of Internet of Things (IoT) tools in distance education can help improve student performance. In the two articles examined within the scope of the study, the aims of IoT tools to measure the environmental conditions to improve student performance and design e-learning platforms with augmented reality technology for deaf and hard-of-hearing students were discussed.

This study analyzes the results of a systematic literature review on using Internet of Things (IoT) tools in distance education. The review revealed that IoT technologies could improve student performance, develop an e-learning environment, analyze student behavior, and develop assessment tools. Most studies were conducted with undergraduate engineering, computer technology, science, and language/arts students in the last five years. IoT technologies can be used to enable students to have more independence, interactivity, and personalized learning experience in e-learning environments. However, special attention needs to be paid to the security issues of IoT technologies. It is recommended that instructional technologies be developed and IoT tools be used more widely.