

Nesnelerin İnterneti'nin Eğitimde Kullanıldığı Alanlar ve Bu Alanlara Etkileri

Fields Where the Internet of Things is Used in Education and Effects on These Fields

Abdulkerim AYDIN, Bilal USANMAZ, Yüksel GÖKTAŞ

ÖZ

Çalışmanın amacı; Nesnelerin İnterneti (Nİ) teknolojisinin eğitimde kullanıldığı alanları belirlemek ve bu alanlara etkisini araştırmaktır. Bu kapsamda eğitimde Nİ çalışmalarının yapıldığı konular, bu çalışmaların eğitime etkileri ve bu çalışmalarda kullanılan teknolojiler incelenmiştir. Doküman incelemesi yöntemi kullanılan bu çalışmada; “internet of things” ve “education” anahtar kelimeleriyle “Web of Science” ve “ERIC” veri tabanlarında tarama yapılmıştır. Tarama yapılırken seçilen çalışmaların eğitime etkisinin doğrudan gözlenebildiği bir Nİ uygulaması içermesine dikkat edilmiştir. Bu kapsamda Mayıs 2020 tarihine kadar 748 çalışmaya ulaşılmıştır. Bu çalışmalardan 617 tanesi belirlenen kriterlere uymadığı için elenmiş, geriye kalan 131 çalışma analiz edilmiştir. Analizler sonucunda; Nİ'nin eğitimde her yerde öğrenme, mühendislik eğitimi, e-öğrenme ve laboratuvar uygulamalarında daha fazla kullanıldığı görülmüştür. Ayrıca Nİ'nin eğitimde; her yerden bilgiye erişimi, öğrenci – içerik etkileşimini ve eğitim ortamlarındaki uygulama ortamlarına öğrencilerin uzaktan etkileşimini artırma potansiyeli taşıdığı tespit edilmiştir. Yapılan uygulamalarda ise en fazla sensörler, modüller, akıllı cihazlar ve ağ alt yapısındaki gelişimden faydalandığı görülmüştür.

Anahtar Sözcükler: Nesnelerin İnterneti, Eğitim, IoT

ABSTRACT

The aim of this study is to determine the fields where the Internet of Things (IoT) technology is used in education and to investigate its effects on these fields. In this scope, the fields where IoT studies are carried out in education, the effects of these studies on education and the technologies used in these studies have been examined. In this study, which used document analysis method; the searches were conducted in the “Web of Science” and “ERIC” databases with the keywords “internet of things” and “education”. It was noted that the studies selected during the searching included an IoT application for education. In this context, 748 studies have been reached until May 2020. Since 617 of these studies did not meet the specified criteria, the remaining 131 studies were analyzed. As a result of the analysis; it has been observed that IoT is used more in ubiquitous learning, engineering education, e-learning, laboratory practices. In addition, IoT in education; It is seen that it has the potential to increase access to information from anywhere, student-content interaction, and distance interaction of students to application environments in educational environments. It is noteworthy that in the applications made, the development in sensors, modules, smart devices and network infrastructure is benefited the most.

Keywords: Internet of Things, Education, IoT

Aydın A., Usanmaz B., & Göktaş Y., (2021). Nesnelerin interneti'nin eğitimde kullanıldığı alanlar ve bu alanlara etkileri. *Yükseköğretim ve Bilim Dergisi/Journal of Higher Education and Science*, 11(2), 425-436. <https://doi.org/10.5961/jhes.2021.462>

Abdulkerim AYDIN (✉)

ORCID ID: 0000-0003-4657-3683

Atatürk Üniversitesi, CEIT Anabilim Dalı, Erzurum, Türkiye
Ataturk University, Department of CEIT, Erzurum, Turkey
abdulkerimaydn@gmail.com

Bilal USANMAZ

ORCID ID: 0000-0003-0531-4618

Atatürk Üniversitesi, CEIT Anabilim Dalı, Erzurum, Türkiye
Ataturk University, Department of CEIT, Erzurum, Turkey

Yüksel GÖKTAŞ

ORCID ID: 0000-0002-7341-2466

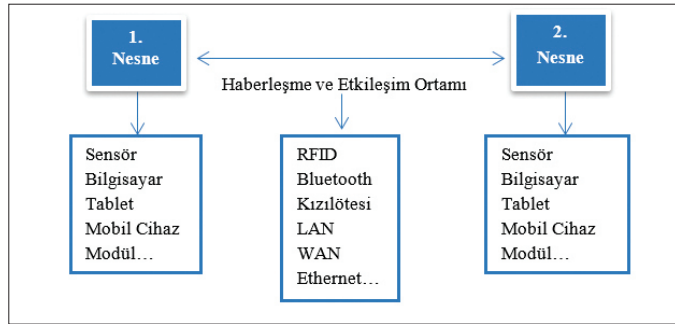
Atatürk Üniversitesi, CEIT Anabilim Dalı, Erzurum, Türkiye
Ataturk University, Department of CEIT, Erzurum, Turkey

Geliş Tarihi/Received : 08.05.2021

Kabul Tarihi/Accepted : 05.07.2021

GİRİŞ

Günümüzde eğitim-öğretim süreçlerini daha etkili hâle getirebilmek adına pek çok çalışma yapılmaktadır ve bu çalışmaların önemli bir kısmını teknolojinin eğitime entegrasyonu oluşturmaktadır. Bu sebeple eğitimde; artırılmış gerçeklik (augmented reality), bulut teknolojisi (cloud technology), üç boyutlu materyaller, 3B yazıcılar gibi yeni teknolojilerin kullanımı gün geçtikçe artmaktadır. Bu çalışmada da Nesnelerin İnterneti (Nİ – ‘Internet of Things’ – IoT) ele alınmış ve Nİ’nin eğitimde kullanımına yönelik uygulamaların eğitime etkileri incelenmiştir. Nİ teknolojisi beraberinde getirdiği ağ altyapısına yönelik çözümleri ile bant genişliği ve internet alt yapısı problemlerine yeni bir bakış açısı sunabilir. Nesnelerin İnterneti’nin (Nİ) tanımı ilk defa Procter ve Gamble’nin 1999’da yapmış oldukları çalışmalara dayanmaktadır (Ashton, 2009). Nİ genel olarak internet teknolojisini kullanarak eşsiz bir şekilde adreslenen nesnelerin (cihazların), birbirlerini algılaması ve iletişime geçmesi şeklinde tanımlanmaktadır (Gubbi vd., 2013; INFISO, 2008). Tanımdan da anlaşılacağı üzere “Nesnelerin İnterneti” kavramından söz edebilmek için en az iki nesne ve bu nesnelerin aralarında haberleşme veya etkileşim sağlayan bir ortamın olması gerekmektedir. Bu durum Şekil 1’de özetlenmiştir.



Şekil 1: En az iki nesne ve bir bağlantı.

Birinci nesneden ikincisine aktarılan bilgi, ikinci nesnede gözlemlenebilir, depolanabilir, analizi yapılabilir veya bu nesneyi çalıştırmak için kullanılabilir. Bu etkileşimin nasıl gerçekleşeceği, nesnelerin ve aradaki bağlantının yapısına bağlıdır. Nİ protokol mimarisinde; algılama, iletim, ağ, ara katman ve uygulama katmanı olarak beş katman sıralanmaktadır (Samoilă vd., 2016). Nİ günümüzde genelde üç şekilde kullanılmaktadır. Bunlar; depolama/gözlemeleme, analiz yapma ve etkileşim/tetikleme olarak ele alınabilir.

Nİ Kapsamında Kullanılan Teknolojiler

Nİ kapsamında kullanılan teknolojilerin başında; programlanabilir kartlar, modüller, sensörler, RFID, NFC, Zigbee, LoRa, Sigfox, BLE ve çeşitli internet tabanlı platformları nesneler ile birleştiren sis/bulut bilişim gelmektedir (Akbar & Rashid, 2018). Bu teknolojiler dört farklı kategoride sınıflandırılmış ve Tablo 1’de sunulmuştur.

Tablo 1: Nesnelerin İnterneti Kapsamında Kullanılan Teknolojiler

Teknoloji	Örnek
Programlanabilir Kartlar	Arduino, Tinny, Raspberry Pi, Intel Edison
Modüller	Ethernet, Wifi
Sensörler	Sıcaklık, Nem, Hava Kalitesi, Işık, Ses, Basınç, Titreşim
Nesneleri Birleştiren Ortamlar	RFID, NFC, BLE, Zigbee

Nesnelerin İnterneti uygulamaları kapsamında programlanabilir kart olarak genelde; Arduino, Tinny, Raspberry Pi, Intel Edison gibi mikro işlemciye sahip gömülü devreler kullanılmaktadır (Green vd., 2018). Bu kartlar programlanabilmekte, üzerine çeşitli sensörler (sıcaklık, basınç, ses, ışık, titreşim vb.) ve modüller (ethernet, wifi vb.) entegre edilebilmektedir. NFC (Near Field Communication), birbirine 10 cm’den daha yakın olan cihazların haberleşebilmesini sağlayan bir teknolojidir (Want, 2011). Benzer bir mantıkla çalışan başka bir teknoloji ise RFID (Radio Frequency Identification)’dir. RFID’nin NFC’den farkı; daha uzun mesafede daha az enerji ile cihazların haberleşmesini sağlayan bir teknoloji olmasıdır (Bonsor & Keener, 2010). Fiziksel nesnelerin gözlenen davranışı ile ilgili durumlar sensörler aracılığıyla algılanıp, yakın mesafede; NFC, RFID, BLE, Zigbee gibi iletişim teknolojileri kullanılarak bir Nİ ağ geçidine aktarılır. Bir yüzü yakın mesafe teknolojilerine dönük olan Nİ ağ geçidinin diğer yüzü iletilen verileri depolayan ve IEEE 802.X ağ protokollerini kullanarak işleyen sis ve bulut teknolojilerine döndürür.

Nesnelerin İnterneti teknolojisinin kullanımının yaygınlaşması adına birtakım çalışmalar ele alınmaktadır. Örneğin İnternet ağına katılacak cihazlara verilen IPv4 biçimindeki gerçek IP adreslerinin sınırlı olması sebebiyle IPv4 kullanımı yerine IPv6 kullanımının yaygınlaştığı dikkat çekmektedir (Johnson, Adams Becker, Estrada & Freeman, 2015a). Bunun yanı sıra Nİ, bant genişliğinin artırılması ve veri aktarımının daha iyi bir şekilde yapılabilmesi için 4G, 5G, yeni kablolu-kablosuz veri aktarımı yöntemleri geliştirilmekte ve kullanılmaktadır (Georgescu & Popescu, 2015). Ağ ortamlarındaki veri yoğunluğunun çok fazla olması beklentisine yönelik ise yeni güvenlik duvarı algoritmaları geliştirilmektedir (Park, 2016).

İlgili Araştırmalar

Nesnelerin İnterneti; sağlık (Islam vd., 2015), akıllı evler (Stojkoska & Trivodaliev, 2017), şehir planlaması (Rathore vd., 2017) gibi pek çok alanda kullanılmaktadır. Bu çalışmada ise Nİ’nin eğitimde kullanımına odaklanılmıştır. Alanyazında Nİ’nin eğitimde kullanımının bazı avantajları ifade edilmektedir. Bunların başında; öğrencilerin zaman ve mekândan bağımsız bir şekilde her yerden bilgiye erişme fırsatındaki artış gelmektedir (Abbasy & Quesada, 2017; Majeed & Ali, 2018; Pei vd., 2013; Prasanna, 2017; Zhamanov vd., 2017). Nİ, internet alt yapısındaki güçlenmeyi sağlamakta ve her yerde öğrenme (“ubiquitous learning”) ortamlarını artırmaktadır (Alam, & Benaida, 2020; Hung & Wu,

2019; Ke & Jiang, 2019; Rico-Bautista vd., 2019). Bu ortamlar sayesinde öğrenciler, eğitim ortamıyla uzaktan etkileşim sağlayabilmektedir (Katranas vd., 2020; Moreira vd., 2017).

Öte yandan Nİ'nin çalışma mantığıyla oluşturulan eğitim materyalleriyle öğrenci-içerik etkileşiminin artırılması sağlanmakta ve eğitim ortamlarının daha verimli hâle getirilmesi amaçlanmaktadır (Abdel-Basset vd., 2018; Bonnaud & Fesquet, 2018; Domínguez & Ochoa, 2017; Marquez vd., 2016). Nesnelerin İnterneti'nin eğitimdeki diğer bir etkisi ise bilgisayar bilimleri kavramlarının (computer science concepts) ve programlama öğretiminde kullanılmasıdır (Burd vd., 2018; Gómez vd., 2013; Namiot vd., 2017). Öğrenciler, Nİ projeleri üzerinde çalışırken bilgisayar bilimleri ile ilgili kavramları ve programlamayı daha iyi öğrenebilmektedir (Chai vd., 2019; Gul vd., 2017; Raikar vd., 2018).

Nesnelerin İnterneti, sensörler yardımıyla, eğitim ortamlarındaki verilerin kullanılmasına da olanak sağlamaktadır (Ahad vd., 2018; Banica vd., 2017; Lee, 2016). Bu kapsamda kullanılan sensörler ve prototipler aracılığıyla eğitim ortamındaki öğrenci (bilişsel, duyuşsal, fizyolojik), öğretmen veya ortam (sıcaklık, nem, hava kalitesi, vs.) hakkında çeşitli veriler elde edilmektedir (Bakla, 2019). Saklanan bu veriler derin öğrenme (deep learning) ve öğrenme analitikleri (learning analytics) kapsamında işlenerek öğretmen, öğrenci ve velilere anlamlı dönütler sunulabilmektedir (Bajracharya vd., 2018; Silva vd., 2020; Ullah vd., 2018). Yerleştirilen sensör ve prototipler ise akıllı eğitim ortamlarının oluşturulmasını sağlamaktadır (Heinemann & Uskov, 2017; Sani, 2019). Ayrıca Nİ'nin eğitimde; dil eğitimi için ortamlar tasarlama (Marquez vd., 2016), işbirlikli çalışmalar oluşturma (Gul vd., 2017) için de kullanıldığı ifade

edilmektedir. Alanyazında Nİ ile ilgili çalışmalar incelendiğinde, Nİ'nin eğitime etkileri Tablo 2'deki gibi özetlenebilir.

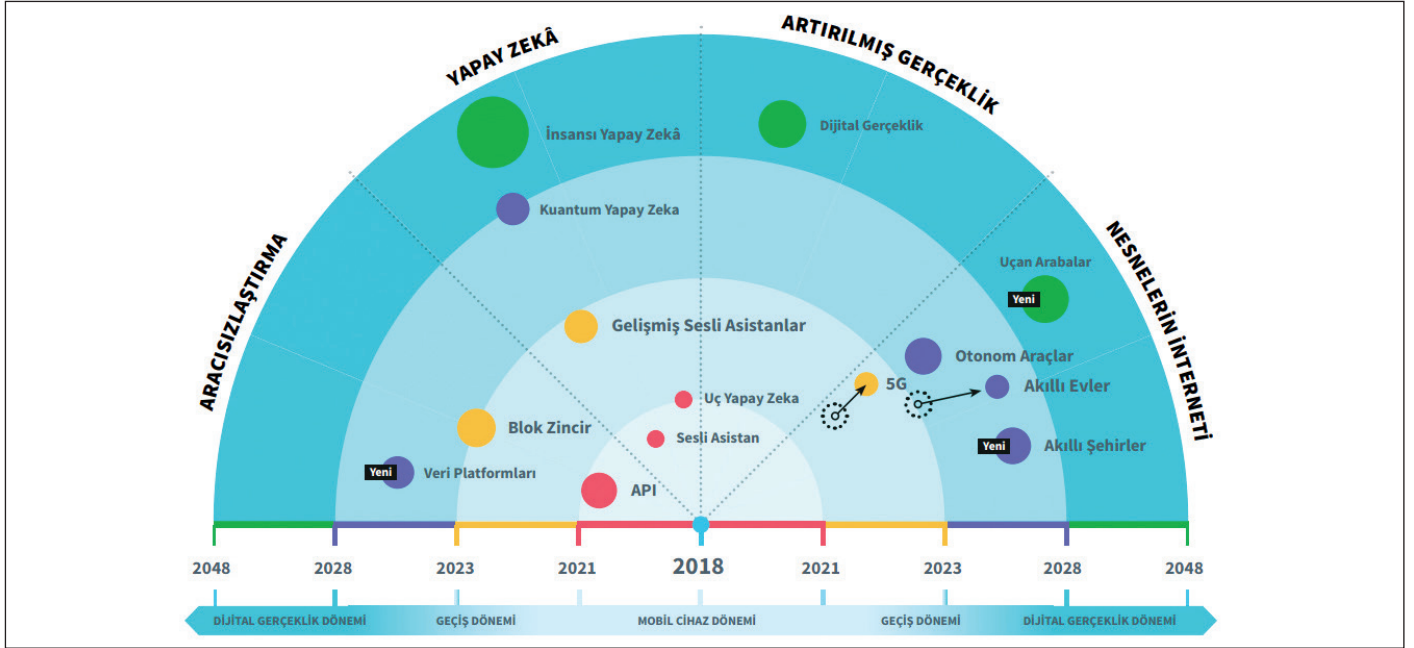
Gereğe, Önem ve Amaç

Nİ teknolojisinin önemi gün geçtikçe artmaktadır. Örneğin; Avrupa Birliği bünyesinde çalışmalar yürüten Avrupa Komisyonu; Nİ için 2014 yılında 365.992.000 € olarak ayırdığı bütçeyi 2020 yılında 1.181.603.000 € olarak artırmıştır (Aguzzi vd., 2013). Ayrıca teknolojilerin etkisi ve yaygınlaşma süreçlerinin analizi çalışmalarıyla tanınan Gartner'ın (2018) belirttiği üzere; Nİ, yaygınlaşma potansiyeli yüksek bir teknolojidir. Bu raporda da görüleceği üzere bazı teknolojiler beş sene içerisinde bazıları ise on sene içerisinde kullanımı yaygınlaşacak potansiyelindedir ve Nİ beş ila on yıl arasında kullanımı yaygınlaşacak potansiyelindeki teknolojiler arasındadır. Dahası Şekil 2'de de görüldüğü üzere teknoloji eğilimlerine yönelik tahminlerde bulunan Soft Tech (2020), en büyük dört bileşenden birinin Nİ olduğunu ifade etmektedir. Buradan hareketle teknolojiler üzerine analizler yapan bazı raporlar: Nİ teknolojisinin ekonomik hacminin 2015 yılında 2,7 trilyon dolar ve 2025 yılında 6,2 trilyon dolar olacağını ifade etmektedir (Manyika vd., 2013; Statista, 2020).

Çeşitli çalışma alanlarına önemli düzeyde etkisi olan ve sürekli yatırımlar yapılan Nİ teknolojisinin eğitim ortamlarında da kullanıldığı ve birtakım yeniliklere yol açabileceği söylenebilir. Örneğin eğitimde hangi alanlarla ilgili çalışmaların artacağına yönelik açıklamalarda bulunan horizon raporlarının 2012, 2015 ve 2017 yayınlarında eğitimde Nİ kullanımının artacağı ifade edilmiştir (Horizon, 2012; Horizon, 2015a; Horizon, 2015b; Horizon, 2017). Bu raporlarda özellikle "hypersituation" vurgusu yapılmakta yani Nİ sayesinde öğrencilerin her yerden bilgiye erişiminin kolaylaşacağına yönelik tahminlerde bulunulduğu

Tablo 2: Eğitimde Nİ'nin Etkisi ile İlgili Çalışmalar

	Abdel-Basset vd., (2018)	Ahad vd., (2018)	Al-Emran vd., (2020)	Bakla (2019)	Gómez vd., (2013)	Gul vd., (2017)	Heinemann & Uskov (2017)	Kassab vd., (2020)	McRae vd., (2018)	Marquez vd., (2016)	Moreira vd., (2017)	Prasanna (2017)	Ramlowat, & Pattanayak (2019)	Roy vd., (2016)	Ullah vd., (2018)
Her yerde öğrenme ('ubiquitous learning') ortamları sağlamak	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Öğrenci-içerik etkileşimini artırmak	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓		✓	✓		✓
Bilgisayar bilimleri kavramlarını (computer science concepts) ve programlamayı öğretmek			✓		✓	✓							✓		
Öğrenci verilerini (learning analytics) kullanmak	✓	✓		✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓
Akıllı eğitim ortamları tasarlamak (smart learning enviroment)	✓	✓		✓		✓	✓		✓		✓				
Uzaktan etkileşim imkânı sağlamak	✓					✓	✓	✓			✓	✓		✓	



Şekil 2: Soft tech teknoloji raporu.

görülmektedir. Nitekim alanyazın incelendiğinde eğitimde Nİ çalışma sayılarının arttığı (Kassab vd., 2020; McRae vd., 2018; Ramlowat, & Pattanayak, 2019) ve her yerde öğrenme ortamlarının oluşturulduğu (Majeed & Ali, 2018; Prasanna, 2017; Zhamanov vd., 2017) ifade edilebilir. Bu nedenle çalışmalarının daha iyi bir şekilde olgunlaşarak devam edebilmesi için eğitimde yapılan Nİ çalışmalarının hangi yöne doğru ilerlediğine ilişkin perspektif sunan çalışmalara ihtiyaç olduğu söylenebilir. Bu sayede öğretmenler, öğrenciler, akademisyenler ve eğitim politikaları üretecek kişilere rehber olacak nitelikte çalışmalar ortaya konulabilir. Nitekim alanyazında Nİ'nin eğitimde kullanımına ilişkin politikalar ve stratejiler geliştirilmesinin önemli olduğu ifade edilmektedir (Al-Emran vd., 2020; Hernandez vd., 2018). Öte yandan eğitimde Nİ çalışmalarının hangi alanlarda yapıldığının bilinmesi, araştırmacıların hangi noktalara yönelmesi noktasında fikir sağlayabilir. Ayrıca Nİ'nin eğitime etkilerini inceleyen çeşitli çalışmalar olsa da yeni çalışmalara ihtiyaç olduğu da vurgulanmaktadır (Heinemann & Uskov, 2017; Ullah vd., 2018).

Eğitimde Nİ kullanımıyla ilişkili diğer bir konu ise Nİ kapsamında kullanılan teknolojilerin bilinmesiyle ilgilidir. Bu teknolojilerin bilinmesi, eğitimde Nİ kullanımı politikalarını üretirken nelere ihtiyaç olduğunun belirlenmesi açısından önemlidir. Öte yandan alanyazında, eğitimde Nİ kullanımını inceleyen çalışmaların Nİ'nin eğitime muhtemel katkılarına veya Nİ'nin sınırlılıklarını açıklamaya çalıştığı; Nİ kapsamında ihtiyaç duyulan teknolojilere yer vermediği görülmüştür.

Özetle; Nİ teknolojisi, kullanımının yaygınlaşacağı düşünülen, genişleyen alt yapısı ile çeşitli imkânlar sağlayabilecek ve yapılan yatırımların arttığı bir teknolojidir. Bu sebeple Nİ'nin eğitimde kullanımına ve kullanıldığında ne gibi faydalar sağladığına yönelik çalışmaların ele alınması kritik öneme sahiptir. Ayrıca Nİ'yi kullanmak isteyen eğitimcilerin ne gibi ihtiyaçlarının ola-

cağının belirlenmesi gerekmektedir. Bu sebeple Nİ ile birlikte hangi teknolojilerin kullanılacağını bilmesinin önemli katkıları sağlayacağı düşünülmektedir. Ele alınan çalışmada Nİ'nin eğitimde kullanımı incelenmiş ve şu araştırma sorularına yanıt aranmıştır;

- 1) Nİ çalışmaları genellikle hangi eğitim alanlarında yürütülmüştür?
- 2) Nİ uygulamalarının eğitime ne gibi etkileri olmuştur?
- 3) Eğitimdeki Nİ uygulamalarında hangi teknolojiler kullanılmıştır?

YÖNTEM

Araştırma Deseni

Bu çalışma kapsamında nitel araştırma yöntemlerinden içerik analizi kullanılmıştır. İçerik analizi; yazılı, görsel veya video içerikli materyallerin derinlemesine özetlenmesi ve raporlanması süreçlerini içeren bir araştırma türüdür (Cohen vd., 2007). Ayrıca içerik analizi yöntemi araştırmacılar tarafından irdelenmesi amaçlanan metinlerden çıkarım yapılmak için kullanılan bir yöntemdir (Fraenkel vd., 2012). Ele alınan çalışma kapsamında eğitimde Nİ teknolojisinin etkilerini ortaya çıkarmak için ilgili çalışmaların derinlemesine analiz edilmesi sebebiyle içerik analizi yöntemi kullanılmıştır.

Makale Seçim Kriterleri

Alanyazında Nİ teknolojisine ilişkin pek çok çalışma bulunmaktadır. Fakat bu çalışma kapsamında eğitimde yapılan Nİ çalışmalarına ve bu çalışmalarda kullanılan teknolojilere odaklanılması hedeflenmiştir. Bu nedenle analiz edilmesi planlanan makaleleri seçerken bir takım seçim kriterleri uygulanmıştır. Bu kriterler şu şekilde sıralanabilir:

- Web of Science ve ERIC veri tabanında yer alması
- SSCI, SCI, SCI-EXPANDED, A & HCI, CPCI-S, CPCI-SSH ve ESCI indekslerinde yer alması
- Çalışmanın eğitsel bir Nİ uygulaması içermesi

Tablo 3'te görüldüğü üzere "internet of things (nesnelerin interneti)" ve "education (eğitim)" anahtar kelimeleri kullanılarak "Web of Science (WOS)" ve "ERIC" veri tabanları üzerinde yer alan çalışmaların özet kısımlarında tarama yapılmıştır. Tarama yapılırken seçilen çalışmaların bir Nİ uygulaması içermesine dikkat edilmiştir.

Tablo 3: Alanyazın Tarama Süreci

Kullanılan veri tabanları	Anahtar kelimeler	Seçim Kriterleri
<ul style="list-style-type: none"> • Web of Science • ERIC 	<ul style="list-style-type: none"> • Internet of Things • Education 	<ul style="list-style-type: none"> • Eğitsel Nİ uygulaması içermesi

Veri Toplama Aracı

Çalışma kapsamında belirlenen dokümanların sistematik bir biçimde analiz edilebilmesi için bir doküman analizi formu oluşturulmuştur. Bu form içerisinde; çalışmanın adı, yılı, hangi veri tabanında olduğu, indeksi, eğitimle ilişkisi, uygulama içerip içermediği, eğitime etkisi, kullanılan teknolojiler sorgulanmıştır. Elde edilen veriler bu çalışma kapsamında ele alınan üç araştırma sorusu çerçevesinde sunulmuştur.

Veri Toplama Süreci

Oluşturulan içerik analizi formu kullanılarak Mayıs 2020'ye kadar yayınlanan eserlerde yapılan tarama sonucunda 748 (WOS=698, ERIC=50) çalışma elde edilmiştir. Bu çalışmalardan 497 (WOS=494, ERIC=3) tanesi eğitimle ilişkili olmaması, 120 (WOS=97, ERIC=23) tanesi ise uygulama içermemesi sebebiyle elenmiş ve toplamda 131 (WOS=107, ERIC=24) çalışma analiz edilmiştir (Şekil 3). Son olarak araştırma soruları temel alınarak; analiz edilen çalışmaların eğitimin hangi alanında kullanıldığı, bu çalışmaların eğitime etkileri ve kullanılan teknolojiler incelenmiştir.

Verilerin Analizi

Toplanan veriler, araştırma soruları temel alınarak içerik analize tabi tutulmuştur. İçerik analizi formunda çalışmanın; hangi eğitim alanı ile ilişkili olduğu, eğitime etkisi ve kullanılan teknolojiler sorgulanmıştır. Yapılan analizlerin geçerli ve güvenilir olması için, içerik analizi formu kullanılarak iki farklı değerlendiricinin analiz yapması sağlanmış ve değerlendiriciler arasındaki tutarlılık katsayısı (Kohen Kappa) 0,83 olarak bulunmuştur.

BULGULAR

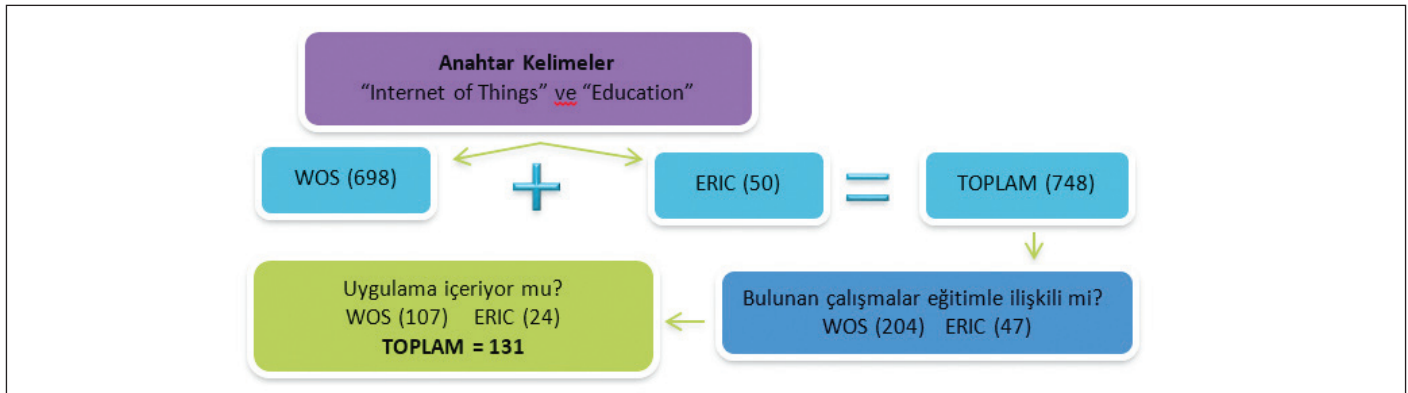
Nesnelerin İnterneti Çalışmalarının Yoğunlaştığı Eğitim Alanları

Eğitimde yapılan Nİ çalışmaları analiz edildiğinde; bunların önemli bir kısmının birkaç alanda yoğunlaştığı görülmektedir. Alanlar sırasıyla: her yerde öğrenme (%32), mühendislik eğitimi (%15), e-öğrenme (%10), FeteMM (%8), laboratuvar uygulamaları (%8), öğrenci verileri (%7), kampüs uygulamaları (%5), fiziksel şartlar (%3) şeklindedir. Ayrıca diğer alanların (akıllı şehirler, müzeler, oyun temelli öğrenme, işbirlikli öğrenme, dil öğretimi, durumlu öğrenme ve uzaktan eğitim) oranları da %2'nin altındadır. Eğitimde Nİ çalışmalarında yoğun olarak kullanılan konuların yüzdelik oranları Şekil 4'te sunulmuştur.

Nesnelerin İnterneti Çalışmalarının Eğitime Etkileri

Ele alınan kapsamda incelenen Nİ çalışmalarının eğitime çeşitli etkileri bulunmaktadır. Bu etkiler, bir önceki bulguda ifade edilen konular temel alınarak ve "her yerde eğitim, FeteMM, mühendislik eğitimi, eğitim ortamlarının tasarımı, e-öğrenme ve diğer" başlıkları altında toplanarak oluşturulmuştur. Bu başlıklar altında toplanmasının sebebi; diğer anahtar kelimelerinde bu üst başlıkları hedef alan uygulamalar ortaya koymasından kaynaklanmaktadır. Tespit edilen konular temel alınarak bu alanlara Nİ'nin etkileri; kod, kategori ve tema halinde Tablo 4'te özetlenmiştir.

Tablo 4'te görüldüğü üzere Nİ'nin eğitime çok çeşitli etkileri bulunmaktadır. Bu etkilerden bazıları daha baskın biçimde diğerlerinin sınırlı olduğu ifade edilebilir. Yapılan analizler sonucunda; Nİ'nin eğitime en önemli 10 etkisi Tablo 5'teki gibi özetlenebilir.



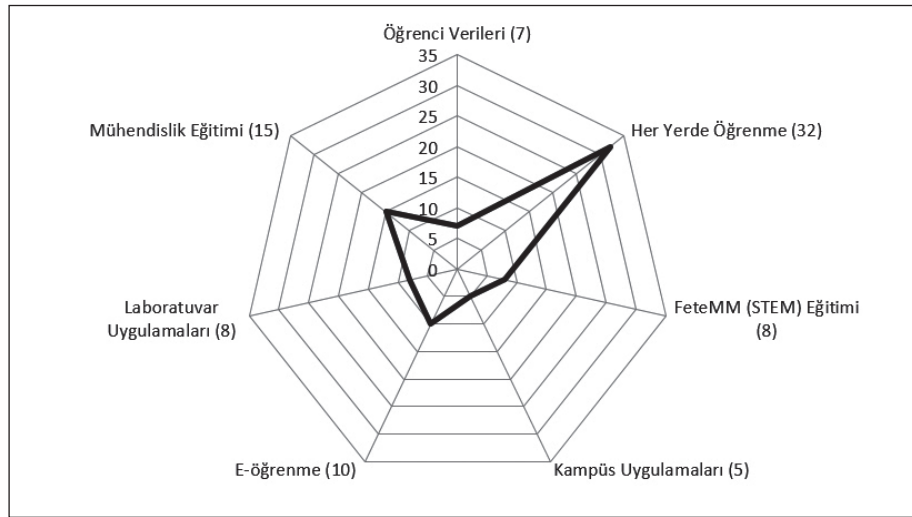
Şekil 3: Doküman belirleme süreci.

Tablo 4: Nİ'nin Eğitime Etkilerine Alanyazından Örnekler

Tema	Kategori	Kod	Örnek Çalışma
Her Yerde Öğrenme	Her Yerde Öğrenme	Daha büyük ağ alt yapısı sağlamak Daha fazla bilgi edinebilme fırsatı sunmak Bilgiye kolay erişim için akıllı servisler sağlamak	Alam, & Benaida, 2020
	Akıllı Eğitim	Öğrenci içerik etkileşimini artırmak Öğrenme alanlarını artırmak Öğrencilerin dersteki durumlarını tespit etmek Fiziksel şartları takip etmek Uzaktan erişim sağlamak Büyük veri analizi yapmak	Bonnaud & Fesquet, 2018
	Kampüs Uygulamaları	Kampüsün her yerinden bilgiye erişmek	Hung & Wu, 2019
	Laboratuvar Uygulamaları	Öğrencilerin motivasyonlarını yükseltmek Etkileşim sağlamak Oyun temelli senaryolar üretebilmek Cihazları uzaktan kontrol edebilmek	Akbar & Rashid, 2018
	Akıllı şehirler	Şehrin her yerinden bilgiye erişmek Öğrencileri motivasyonlarını yükseltmek	Rico-Bautista vd., 2019
	Müze Uygulamaları	Müzenin her yerinden bilgiye erişmek	Ke & Jiang, 2019
FeTeMM	Otantik Deneyimler	İşbirlikli öğrenme ortamları sağlamak Öğrencilerin motivasyonlarını yükseltmek Öğrencilerin öz yeterliliğini yükseltmek	Byrne vd., 2017
		Deneyimler yoluyla öğrenmenin gerçekleşmesini sağlamak	Cornetta vd., 2019
	Problem Çözme	Öğrencilere problem çözme becerisi kazandırmak	Maenpaa vd., 2017
Mühendislik Eğitimi	Mühendislik Alan Bilgisi	Bilgi ve İletişim Teknolojilerini daha etkili kullanabilmek	Chai vd., 2019
		Öğrencilerin teknik bilgilerini (yazılım bilgisi, protokoller, donanım bilgisi vs.) geliştirmek Öğrencilerin, işbirlikli çalışma olanaklarını ve yönetim becerilerini artırmak	Alharbi, 2020
Eğitim Ortamlarının Tasarımı	Fiziksel Şartlar	Eğitim ortamının fiziksel şartları hakkında bilgi toplamak ve bu şartları düzenleyebilmek	Uzelac vd., 2015
	Öğrenci Verileri	Sensörleri kullanarak öğrencilerle ilgili veriler toplamak	Silva vd., 2020
E Öğrenme	Alt Yapı	Daha az bant genişliği ile daha fazla bilgi aktarılabilme	Abdel-Basset vd., 2018
	Öğrenme Süreçlerinde Esneklik	Yaşam boyu öğrenme süreçlerini artırmak	Majeed & Ali, 2018
		Öğretime esneklik katmak ve öğretmen-öğrenci arasındaki iletişimi çeşitliliğini artırmak	Bonnaud & Fesquet, 2018
	İş Birliği	İşbirlikli çalışma fırsatları sunmak	Gul vd., 2017
Bireysel Dönüt	Bireyselleştirilmiş eğitimlerle anında dönütler alabilmek	Niculescu, 2016	
Diğer	Oyun Temelli Öğrenme	Oyunlarla öğrenci içerik etkileşimini artırmak	Manches vd., 2015
	İşbirlikli Öğrenme	İşbirlikli ve proje temelli çalışmalar yapmak	Salis vd., 2015
	Dil Öğretimi	Öğrenci içerik etkileşimini artırmak	de la Guía vd., 2016
	Durumlu Öğrenme	Öğrencilerin yaşantı yoluyla öğrenmelerini sağlamak	Antle vd., 2016
	Uzaktan Eğitim	Daha fazla nesneyi internete bağlayarak öğrencilerin uzaktan eğitim fırsatlarını artırmak	Ramlowat, & Pattanayak, 2019

Tablo 5: Nİ'nin Eğitime En Önemli 10 Etkisi

Eğitime Etkisi	f (n=131)
Gelişen ağ alt yapısı ile her yerden bilgiye erişmek (müzedde, kampüste, okulda, şehirde ...)	49
Öğrenci içerik etkileşimini artırmak	28
Bilgisayar bilimleri kavramlarını ve programlamayı öğretmek (computer science concepts)	23
Uzaktan etkileşim imkânı sağlamak	17
Proje temelli öğrenme alanlarını artırmak	13
Eğitim ortamlarındaki sensörlerin sayesinde; yapılan eğitimle ve öğrencilerle ilgili verileri toplamak (fiziksel şartlar, öğrencinin bilişsel ve sağlık durumu)	12
İşbirlikli eğitim süreçlerinin artırmak	10
Motivasyon sağlamak	7
Yaşam boyu öğrenme süreçlerini artırmak	4
Eğitim için oyun temelli senaryolar oluşturmak	4

**Şekil 4:** Eğitimde Nİ çalışmalarının yoğunlaştığı alanlar.

Tablo 5 incelendiğinde Nİ'nin eğitimde kullanımının çeşitli etkilerinin olduğu görülmektedir. Bunlardan; her yerden bilgiye erişim ve öğrenci – içerik etkileşiminin artması en fazla karşılaşılan etkiler olarak ele alınabilir. Öte yandan yaşam boyu öğrenme alanları ve oyun temelli senaryoları oluşturan Nİ çalışmalarının diğerlerine göre daha sınırlı olduğu göze çarpmaktadır.

Eğitimdeki Nİ Uygulamalarında Kullanılan Teknolojiler

Eğitim alanında yapılan 131 Nİ çalışması incelendiğinde eğitim öğretim süreçlerinde bazı teknolojilere daha fazla yer verildiği görülmektedir. Bu teknolojilerden bazıları birden fazla çalışmada kullanılmış durumdadır. İncelenen çalışmalar neticesinde kullanılan teknolojiler ve kaç çalışmada kullanıldığı Şekil 5'te sunulmuştur.

Şekil 6'da görüldüğü üzere çeşitli teknolojilerin Nİ uygulamalarında kullanıldığını ifade etmek mümkündür. Fakat bu teknolojilerden her birinin kullanım amaçları farklılık göstermektedir. Bu teknolojilerin Nİ kapsamında eğitimde kullanım amaçları Tablo 6'daki gibi özetlenebilir.

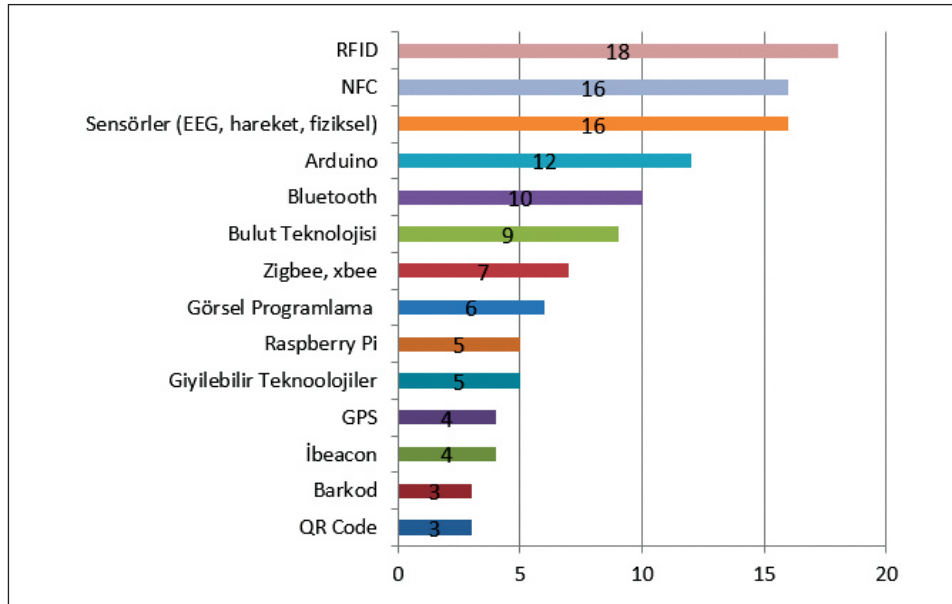
Tablo 6 incelendiğinde eğitimde yapılan Nİ çalışmalarında çeşitli teknolojilerin kullanıldığı görülmektedir. Bunlardan RFID, NFC ve sensörlerin (EEG, hareket, fiziksel şartlar vb.) daha fazla kullanıldığı dikkat çekmektedir. Bu teknolojilerin yakın mesafedeki cihazlar arasında etkileşim sağlayabilmek ve eğitim ortamından veriler toplamak için kullanıldığı ifade edilebilir. Öte yandan GPS, ibeacon, barkod, QR code gibi teknolojilerin eğitimde yapılan Nİ çalışmalarında daha sınırlı kullanıldığı görülmektedir.

TARTIŞMA

Elde edilen bulgular incelendiğinde; Nİ'nin eğitimdeki pek çok alanda kullanıldığı görülmektedir. Bunlardan her yerde öğrenme (Alam, & Benaida, 2020; Hung & Wu, 2019), mühendislik eğitimi (Chai vd., 2019; Gul vd., 2017), e-öğrenme (Abdel-Basset vd., 2018; Majeed & Ali, 2018), FeTeMM (Ke & Jiang, 2019; Cornetta vd., 2019), laboratuvar uygulamaları (Akbar & Rashid, 2018), öğrenci verileri (Silva vd., 2020), kampüs uygulamaları (Hung & Wu, 2019), akıllı eğitim (Bonnaud & Fesquet, 2018), fiziksel şartlar (Uzelac vd., 2015) daha fazla; akıllı şehirler (Rico-Bautista vd., 2019), müzeler (Ke & Jiang, 2019), oyun

Tablo 6: Teknolojilerin Nİ Kapsamında Kullanım Amaçları

Teknoloji	Kullanım Amacı
RFID ve NFC	Yakın mesafede bir kart veya mobil cihazların birbiri ile etkileşime girip, veri gönderebilmesi için kullanılmaktadır.
Sensörler (EEG, Hareket, fiziksel şartlar ...)	Öğrenciler ve eğitim ortamına ilişkin veri toplamak için kullanılmaktadır.
Arduino	Nİ uygulamaları kapsamında prototip geliştirmek için kullanılmaktadır.
Bluetooth	Eğitim ortamlarındaki nesnelerin kısa mesafede haberleşmesini sağlamaktadır.
Bulut Teknolojisi	Elde edilen verilerin sunucu üzerinde depolanması ve istenildiği anda ulaşılabilmesi için faydalanılmaktadır.
Xbee	Arduino gibi çeşitli Nİ uygulamalarında mikro işlemci olarak kullanılmaktadır.
Görsel Programlama	Özellikle mühendislik eğitiminde Nİ konusunu öğretmek amacıyla öğrencilerin çeşitli yazılımlar geliştirmesi için kullanılmaktadır.
Raspberry pi	Nİ uygulamalarında mikro işlemci – mini bilgisayar olarak kullanılmaktadır.
Giyilebilir Teknolojiler	Öğrencilerden giyilebilir teknolojiler sayesinde sağlıkla ilgili çeşitli veriler toplanabilmektedir.
GPS (Global Positioning System)	Öğrencilerin konumlarına göre çeşitli işlemlerin yapılmasını sağlayan yazılımlara altyapı sağlamaktadır.
Ibeacon / Blesh	Öğrenciler eğitim ortamında iken buldukları konuma göre onlara mobil cihazlar yardımıyla bilgi gönderen cihazlardır.
Barkod / QR Code	Yakın alanda mobil cihazlara okutulan görsel sayesinde bilgi gönderilmesi için faydalanılmaktadır.

**Şekil 5:** Eğitimde Yapılan Nİ uygulamalarında kullanılan teknolojiler.

temelli öğrenme (Manches vd., 2015), işbirlikli öğrenme (Salis vd.,2015), dil öğretimi (de la Guía vd., 2016), durumlu öğrenme (Antle vd., 2016), uzaktan eğitim (Ramlowat, & Pattanayak, 2019) ise daha düşük düzeyde kullanılmaktadır. Söz konusu konularla ilgili alanyazında daha az çalışmanın olmasından kaynaklanan bu durum Nİ'nin eğitime etkilerini açıklayan bulgulara da görülmektedir. Nitekim her yerde öğrenme ortamları

oluşturulan çalışmalar daha fazla iken (f= 49); işbirlikli eğitim süreçleri oluşturan çalışmalar daha azdır (f=10).

Alanyazın incelendiğinde Nİ'nin eğitimde kullanımına yönelik potansiyelinin olduğu ilk olarak horizon raporlarında vurgulanmaktadır (Horizon, 2012; Horizon, 2015a; Horizon, 2015b; Horizon, 2017). Bu raporlarda ise eğitimde Nİ'nin her yerde öğrenme ortamları oluşturmaya yönelik potansiyelinin olduğu

Tablo 7: Nİ Teknolojisinde Kullanılan Cihazların Eğitime Etkileri

Nİ Teknolojisi	Kullanılan Cihazlar	Eğitime Etkisi
Sensörler	EEG sensörler, fiziksel şartlarla ilgili sensörler (sıcaklık, nem, hava kalitesi vs.), 'kinect' (hareket) sensörleri	Sensörler sayesinde öğrenci, öğretmen ve eğitim ortamı ile ilgili bilgiler toplanabilmektedir.
Ağ alt yapısı	Kablosuz ağ bağlantıları, 'bluetooth' cihazlar	Ağ alt yapılarındaki gelişmeler sayesinde daha geniş ağlar elde edilebilmekte, daha fazla cihaza IP adresi verilebilmekte ve bu cihazlar arasındaki bağlantılar sağlanabilmektedir.
Modüller	NFC, RFID, QR code, Mikro denetleyiciler (Arduino vs.)	Modüller sayesinde öğrenciler farklı materyaller ile uzaktan veya yakından etkileşime girebilmektedir. Ayrıca bu modüller kullanılarak eğitim amaçlı özgün prototipler oluşturulabilmektedir.
Akıllı cihazlar	Tablet, telefon, PDF okuyucu vs.	Akıllı cihazlar ise oluşturulan Nİ uygulamaları ile haberleşmekte ve etkileşimde bulunabilmektedir.

ifade edilmektedir. Bu nedenle eğitimde yapılan Nİ çalışmalarının her yerde öğrenme konusu ile daha fazla ilişkilendirilerek ele alındığı düşünülebilir. Diğer alanlarda yapılan çalışmaların daha az olmasının sebebi ise, genel olarak eğitimde Nİ çalışmalarının sınırlı olması ile ilişkilendirilebilir (Heinemann & Uskov, 2017; Ullah vd., 2018)

Çalışma kapsamında Nİ'nin eğitime 10 temel etkisi vurgulanmaktadır. Bu etkilerden; her yerde bilgiye erişim (Abdel-Basset vd., 2018), öğrenci-içerik etkileşiminin artması (Ahad vd., 2018), bilgisayar bilimleri kavramlarını – programlamayı daha iyi öğrenmek (Gul vd., 2017), öğrencilerin eğitim ortamlarına uzaktan etkileşim sağlayabilmesi (Heinemann & Uskov, 2017) ve öğrenme ortamları hakkında veri toplanabilmesi (Marquez vd., 2016), bu çalışmada olduğu gibi, alanyazında da Nİ'nin eğitimdeki etkilerini inceleyen çalışmalar tarafından ifade edilmiştir (Al-Emran vd., 2020; Kassab vd., 2020; Ramlowat, & Pattanayak, 2019). Fakat Nİ'nin eğitimdeki proje temelli öğrenme ortamlarını artırması, işbirlikli süreçler oluşturması, motivasyon sağlaması ve yaşam boyu öğrenme süreçlerini artırması etkilerini ifade eden çalışmalar sınırlı sayıdadır. Özellikle Nİ'nin eğitimde proje temelli öğrenme ortamlarını artırmasına yönelik etkisi bu çalışmada baskın bir biçimde ifade edilirken (f=13), alanyazında sınırlı biçimde ele alınması dikkat çekmektedir. Bu durumun; alanyazındaki çalışmaların, bilgisayar bilimleri kavramlarını (computer science concepts) ve programlamayı öğreten Nİ uygulamalarının proje temelli eğitime dayandırmasından kaynaklandığı düşünülebilir. Hâlbuki bu uygulamalar genelde proje temelli bir eğitim süreciyle gerçekleşmekte ve süreç sonunda ürün çıkmaktadır.

Eğitimde yapılan Nİ uygulamalarında en fazla RFID, NFC, sensörler ve Arduino teknolojilerinin kullanıldığı görülmektedir. Bu kapsamda eğitimdeki Nİ uygulamalarında en yaygın kullanılan teknolojinin RFID olmasının sebebi ilk Nİ çalışmalarının 1999'daki RFID çalışmalarına dayanması olarak gösterilebilir (Ashton, 2009). NFC'nin RFID'den hemen sonra gelmesi ise benzer bir şekilde çalışan bir teknoloji olmasından ileri gelmektedir (Want, 2011). Sensörler hem eğitim ortamlarından veri toplayabilmesi (Prasanna, 2017) hemde öğrenci-içerik etkileşimi artırması (Ullah vd., 2018) sayesinde eğitimdeki Nİ uygu-

lamalarında yaygın olarak kullanılan diğer bir teknoloji olduğu düşünülebilir. Arduino'nun ise, açık kaynak kodlu ve eğitim ortamları için çeşitli prototipler üretilecek bir mikro denetleyici olması sebebiyle kullanıldığı ifade edilebilir (Green vd., 2018).

SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışmada, Nİ'nin eğitimde kullanıldığı alanları belirlemek ve bu alanlara olan etkisini araştırmak amaçlanmıştır. Çalışmanın sınırlılıkları iki maddede özetlenmiştir: Öncelikle bu çalışmada belirtilen çerçeveye uyan yalnızca 131 makale, inceleme süreçlerine dahil edilmiştir. Ayrıca yapılan analizlerde; Nİ'nin hangi eğitim alanlarında kullanıldığına, Nİ uygulamalarının eğitime etkilerine ve eğitimdeki Nİ uygulamalarında kullanılan teknolojilere ilişkin yalnızca üç odak üzerinde durulmuştur. Çalışmadan elde edilen sonuçlar, araştırma soruları temelinde çalışmanın sınırlılıkları da dikkate alınarak sunulmuştur.

Analiz edilen çalışmalar sonucunda eğitimde Nİ çalışmalarında en fazla; her yerde öğrenme, mühendislik eğitimi, e-öğrenme, FeTeMM, laboratuvar uygulamaları, öğrenci verileri, kampüs uygulamaları, akıllı eğitim, fiziksel şartlar konularının kullanıldığı tespit edilmiştir. Eğitimde Nİ çalışmalarında bazı teknolojilerin daha yaygın kullanıldığı görülmektedir. Bunlar; RFID, NFC, sensörler, Arduino, bluetooth ve bulut olmak üzere çeşitli teknolojilerden oluşmaktadır. Bu teknolojiler sensörler, ağ alt yapısı, modüller, kartlar ve akıllı cihazlar olmak üzere 5 başlık altında toplanmaktadır. Bu teknolojilerin Nİ kapsamında kullanımını öğretmen ve öğrenciler için yeni öğrenme alanları oluşturmakta, eğitim ortamlarında birtakım etkilerde bulunmaktadır. Nİ teknolojisinde kullanılan cihazların eğitime etkileri Tablo 7'de gösterilmektedir.

Sonuçlarda görüldüğü üzere Nİ teknolojisi ile birlikte kullanılan; sensörler, ağ alt yapısı, modüller ve akıllı cihazlar eğitimde yeni bakış açıları geliştirilmesini sağlamaktadır. Nitekim alanyazında bu teknolojiler eğitim amaçlı kullanılmıştır. Fakat ele alınan başlıkların çoğunda görülmektedir ki bilimsel çalışmalar sınırlı sayıdadır. Bu anlamda, elde edilen bulgular ışığında Nİ teknolojisinin eğitimde kullanımıyla ilgili şu önerilerde bulunulabilir;

- Eğitimde yapılan Nİ çalışmalarının sınırlı olduğu görülmüştür. Bu nedenle tespit edilen eğitim alanlarında (her

yerde öğrenme, mühendislik eğitimi, e-öğrenme, FeteMM, laboratuvar uygulamaları, öğrenci verileri, kampüs uygulamaları, fiziksel şartlar, akıllı şehirler, müzeler, oyun temelli öğrenme, işbirlikli öğrenme, dil öğretimi, durumlu öğrenme, uzaktan eğitim) daha fazla uygulamalı ve teorik çalışmalar yapılabilir.

- Eğitimde yapılan Nİ çalışmalarının temelde 10 etkisinin olduğu görülmüştür. Fakat tüm bu etkilere ilişkin çalışmaların sınırlı düzeyde olduğu fark edilmiştir. Bu etkileri (her yerden bilgiye erişmek, öğrenci-içerik etkileşimini artırmak, programlama öğretmek, uzaktan etkileşim sağlamak, proje temelli öğrenme alanları oluşturmak, öğrenciler ve eğitim ortamlarıyla ilgili veriler toplamak, işbirlikli eğitim süreçlerini desteklemek, motivasyon sağlamak, yaşam boyu öğrenme süreçlerini zenginleştirmek, oyun temelli senaryolar oluşturmak) çeşitli değişkenler açısından inceleyen eğitimde Nİ çalışmaları tasarlanabilir.
- Eğitimde Nİ uygulamaları oluşturabilmek adına RFID, NFC, sensörler, Arduino ve bluetooth gibi teknolojilerin kullanıldığı çeşitli uygulamalar hazırlanabilir.
- Eğitimde Nİ çalışmalarının artırmaya yönelik RFID, NFC, sensörler, Arduino, bluetooth, Xbee, Raspbeey pi, GPS, İbeacon, Blesh, Barkod, QR Code gibi konularda daha yaygın eğitimler verilebilir.

KAYNAKLAR

- Abbasy, M. B., & Quesada, E. V. (2017). Predictable influence of IoT (Internet of Things) in the higher education. *International Journal of Information and Education Technology*, 7(12), 914-920. <https://doi.org/10.18178/ijiet.2017.7.12.995>
- Abdel-Basset M, Manogaran G, Mohamed M, Rushdy E. (2018) Internet of things in smart education environment: Supportive framework in the decision-making process. *Concurrency Computat Pract Exper*. 2018; e4515. <https://doi.org/10.1002/cpe.4515>
- Aguzzi, S., Bradshaw, D., Canning, M., Cansfield, M., Carter, P., Cattaneo, G., ... & Stevens, R. (2013). Definition of a Research and Innovation Policy Leveraging Cloud Computing and IoT Combination. *Final Report, European Commission, SMART*, 37, 2013. http://ec.europa.eu/newsroom/dae/document.cfm?doc_id=9472
- Ahad, M. A., Tripathi, G., & Agarwal, P. (2018). Learning analytics for IoE based educational model using deep learning techniques: architecture, challenges and applications. *Smart Learning Environments*, 5(1), 7. <https://doi.org/10.1186/s40561-018-0057-y>
- Akbar, M. A., & Rashid, M. M. (2018). Technology based learning system in internet of things (iot) education. In 2018 7th International Conference on Computer and Communication Engineering (ICCC) (pp. 192-197). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICCC.2018.8539334>
- Alam, T., & Benaida, M. (2020). Blockchain and Internet of Things in Higher Education. *Universal Journal of Educational Research*, 8(5), 2164-2174. <https://doi.org/10.13189/ujer.2020.080556>
- Al-Emran, M., Malik, S. I., & Al-Kabi, M. N. (2020). A Survey of Internet of Things (IoT) in Education: Opportunities and Challenges. In *Toward Social Internet of Things (SIoT): Enabling Technologies, Architectures and Applications* (pp. 197-209). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-24513-9_12
- Alharbi, F. (2020). Integrating internet of things in electrical engineering education. *The International Journal of Electrical Engineering & Education*. <https://doi.org/10.1177/0020720920903422>
- Antle, A. N., Matkin, B., & Warren, J. (2016). The Story of Things: Awareness through Happenstance Interaction. In *Proceedings of the The 15th International Conference on Interaction Design and Children* (pp. 745-750). ACM. <https://doi.org/10.1145/2930674.2955211>
- Ashton, K. (2009). That 'internet of things' thing. *RFID Journal*, 22(7), 97-114. <http://www.itrco.jp/libraries/RFIDjournal-That%20Internet%20of%20Things%20Thing.pdf>
- Bajracharya, B., Blackford, C., & Chelladurai, J. (2018). Prospects of Internet of Things in Education System. *Prospects*, 6(1).
- Bakla, A. (2019). A Critical Overview of Internet of Things In Education. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, (49), 302-327.
- Banica, L., Burtescu, E., & Enescu, F. (2017). The impact of internet-of-things in higher education. *Scientific Bulletin-Economic Sciences*, 16(1), 53-59.
- Bonnaud, O., & Fesquet, L. (2018). Innovation for education on Internet of things. *Proceedings of Engineering and Technology Innovation*, 9, 1.
- Bonsor, K. & Keener, C. (2010). HowStuffWorks: "How RFID Works". <http://electronics.howstuffworks.com/gadgets/high-tech-gadgets/rfid.htm>
- Burd, B., Barker, L., Divitini, M., Perez, F. A. F., Russell, I., Siever, B., & Tudor, L. (2018). Courses, content, and tools for internet of things in computer science education. In *Proceedings of the 2017 ITiCSE Conference on Working Group Reports* (pp. 125-139). <https://doi.org/10.1145/3174781.3174788>
- Byrne, J. R., O'Sullivan, K., & Sullivan, K. (2017). An IoT and Wearable Technology Hackathon for Promoting Careers in Computer Science. *IEEE Transactions on Education*, 60(1), 50-58. <https://doi.org/10.1109/TE.2016.2626252>
- Chai, Y., Huangfu, W., Ning, H., & Zhao, D. (2019). A Review of Internet of Things Major Education in China. In *Cyberspace Data and Intelligence, and Cyber-Living, Syndrome, and Health* (pp. 389-404). Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-13-3338-5_23
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2007). *Research methods in education* (6th Edition). New York: Taylor and Francis Group. https://doi.org/10.1111/j.1467-8527.2007.00388_4.x
- Cornetta, G., Touhafi, A., Togou, M. A., & Muntean, G. M. (2019). Fabrication-as-a-Service: A Web-based Solution for STEM Education using Internet of Things. *IEEE Internet of Things Journal*. <https://doi.org/10.1109/JIOT.2019.2956401>
- de la Guía, E., Camacho, V. L., Orozco-Barbosa, L., Luján, V. M. B., Penichet, V. M., & Pérez, M. L. (2016). Introducing IoT and Wearable Technologies into Task-Based Language Learning for Young Children. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 9(4), 366-378. <https://doi.org/10.1109/TLT.2016.2557333>

- Domínguez, F., & Ochoa, X. (2017). Smart objects in education: An early survey to assess opportunities and challenges. In *2017 Fourth International Conference on eDemocracy & eGovernment (ICEDEG)* (pp. 216-220). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICEDEG.2017.7962537>
- Fraenkel, J. R., Wallen, N. E., & Hyun, H. H. (2012). *How to design and evaluate research in education* (8th Edition). New York: McGraw-Hill Companies.
- Gartner. (2018), Gartner Inc., 2018. <https://www.gartner.com/smarterwithgartner/5-trends-emerge-in-gartner-hype-cycle-for-emerging-technologies-2018/>
- Georgescu, M., & Popescu, D. (2015). How Could Internet Of Things Change The E-Learning Environment. In *Conference proceedings of eLearning and Software for Education «(eLSE)* (No. 01, pp. 68-71). Universitatea Nationala de Aparare Carol I. <https://doi.org/10.12753/2066-026X-15-009>
- Gómez, J., Huete, J. F., Hoyos, O., Perez, L., & Grigori, D. (2013). Interaction system based on internet of things as support for education. *Procedia Computer Science*, 21, 132-139. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2013.09.019>
- Green, T., Wagner, R., & Green, J. (2018). A Look at Robots and Programmable Devices for the K-12 Classroom. *TechTrends*, 1-9. <https://doi.org/10.1007/s11528-018-0297-2>
- Gubbi, J., Buyya, R., Marusic, S., & Palaniswami, M. (2013). Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions. *Future Generation Computer Systems*, 29(7), 1645-1660. <https://doi.org/10.1016/j.future.2013.01.010>
- Gul, S., Asif, M., Ahmad, S., Yasir, M., Majid, M., & Arshad, M. S. (2017). A survey on role of internet of things in education. *IJCSNS*, 17(5), 159.
- Heinemann, C., & Uskov, V. L. (2017). Smart University: Literature Review and Creative Analysis. In *International Conference on Smart Education and Smart E-Learning* (pp. 11-46). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-59454-5_2
- Hernandez, L., Jimenez, G., Baloco, C., Jimenez, A., & Hernandez, H. (2018). Characterization of the Use of the Internet of Things in the Institutions of Higher Education of the City of Barranquilla and Its Metropolitan Area. In *International Conference on Human-Computer Interaction* (pp. 17-24). Springer, Cham. doi.org/10.1007/978-3-319-92285-0_3
- Horizon. (2012). *The technology outlook for STEMv education 2012-2017: an NMC horizon report sector analysis* (pp. 1-23). The New Media Consortium. <https://charxie.github.io/papers/2012-Technology-Outlook-for-STEM-Education-2.pdf>
- Horizon. (2015a). *The NMC Horizon Report: 2015 Higher Education Edition*. New Media Consortium. 6101 West Courtyard Drive Building One Suite 100, Austin, TX 78730. <https://library.educationcause.edu/-/media/files/library/2015/2/hr2015-pdf.pdf>
- Horizon. (2015b). *The NMC Horizon Report: 2015 Museum Edition*. New Media Consortium. 6101 West Courtyard Drive Building One Suite 100, Austin, TX 78730. <https://files.eric.ed.gov/full-text/ED559371.pdf>
- Horizon. (2017). *NMC horizon report: 2017 higher education edition* (pp. 1-60). The New Media Consortium. https://www.learnlib.org/p/174879/report_174879.pdf
- Hung, Y. H., & Wu, S. H. (2019). Investigating the Effect of the Cloud Computing on Education Internet of Things (Eiot). In *Proceedings of the 2nd International Conference on Computing and Big Data* (pp. 149-153). doi.org/10.1145/3366650.3366674
- INFISO, D. (2008). Networked Enterprise & RFID INFISO G. 2 Micro & Nanosystems, in co-operation with the Working Group RFID of the ETP EPOSS, Internet of Things in 2020, Roadmap for the Future [R]. *Information Society and Media, Tech. Rep.* https://docbox.etsi.org/erm/Open/CERP%2020080609-10/Internet-of-Things_in_2020_EC-EPoSS_Workshop_Report_2008_v1-1.pdf
- Islam, S. R., Kwak, D., Kabir, M. H., Hossain, M., & Kwak, K. S. (2015). The internet of things for health care: a comprehensive survey. *IEEE Access*, 3, 678-708. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2015.2437951>
- Kassab, M., DeFranco, J., & Laplante, P. (2020). A systematic literature review on Internet of things in education: Benefits and challenges. *Journal of Computer Assisted Learning*, 36(2), 115-127. <https://doi.org/10.1111/jcal.12383>
- Katranas G., Riel A., Corchado-Rodríguez J.M., Plaza-Hernández M. (2020). The SMARTSEA Education Approach to Leveraging the Internet of Things in the Maritime Industry. In: Yilmaz M., Niemann J., Clarke P., Messnarz R. (eds) Systems, Software and Services Process Improvement. EuroSPI 2020. Communications in Computer and Information Science, vol 1251. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-56441-4_18
- Ke, G., & Jiang, Q. (2019). Application of Internet of Things technology in the construction of wisdom museum. *Concurrency and Computation: Practice and Experience*, 31(10), e4680. <https://doi.org/10.1002/cpe.4680>
- Lee, M. J. (2016). Guest Editorial: Special section on learning through wearable technologies and the Internet of things. *IEEE transactions on learning technologies*, 9(4), 301-303. <https://doi.org/10.1109/TLT.2016.2629379>
- Maenpaa, H., Varjonen, S., Hellas, A., Tarkoma, S., & Mannisto, T. (2017). Assessing IOT projects in university education-A framework for problem-based learning. In *2017 IEEE/ACM 39th International Conference on Software Engineering: Software Engineering Education and Training Track (ICSE-SEET)* (pp. 37-46). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICSE-SEET.2017.6>
- Majeed, A., & Ali, M. (2018). How Internet-of-Things (IoT) making the university campuses smart? QA higher education (QAHE) perspective. In *2018 IEEE 8th Annual Computing and Communication Workshop and Conference (CCWC)* (pp. 646-648). IEEE. <https://doi.org/10.1109/CCWC.2018.8301774>
- Manches, A., Duncan, P., Plowman, L., & Sabeti, S. (2015). Three questions about the Internet of things and children. *TechTrends*, 59(1), 76. <https://doi.org/10.1007/s11528-014-0824-8>
- Manyika, J., Chui, M., Bughin, J., Dobbs, R., Bisson, P., & Marrs, A. (2013). Disruptive Technologies: Advances That Will Transform Life. *Business, and the Global Economy*, 180. http://www.mckinsey.com/insights/business_technology/disruptive_technologies.
- Marquez, J., Villanueva, J., Solarte, Z., & Garcia, A. (2016). IoT in education: Integration of objects with virtual academic communities. In *New Advances in Information Systems and Technologies* (pp. 201-212). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-31232-3_19
- McRae, L., Ellis, K., & Kent, M. (2018). Internet of things (IoT): education and technology. *Relatsh. between Educ. Technol. students with Disabil. Leanne, Res.*, 1-37. www.ncsehe.edu.au/wp-content/uploads/2018/02/IoTEducation_Formatted_Accessible.pdf

- Moreira, F. T., Magalhães, A., Ramos, F., & Vairinhos, M. (2017). The Power of the Internet of Things in Education: An Overview of Current Status and Potential. In *Conference on Smart Learning Ecosystems and Regional Development* (pp. 51-63). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-61322-2_6
- Namiot, D., Ventspils, M. S. S., & Daradkeh, Y. I. (2017). On internet of things education. In *2017 20th conference of open innovations association (FRUCT)* (pp. 309-315). IEEE. <https://doi.org/10.23919/FRUCT.2017.8071327>.
- Niculescu, C. (2016). Intelligent Tutoring Systems-Trends On Design, Development And Deployment. In *The International Scientific Conference eLearning and Software for Education* (Vol. 3, p. 280). "Carol I" National Defence University.
- Park, C. S. (2016). A secure and efficient ECQV implicit certificate issuance protocol for the Internet of Things applications. *IEEE Sensors Journal*, 17(7), 2215-2223. <https://doi.org/10.1109/JSEN.2016.2625821>.
- Pei, X. L., Wang, X., Wang, Y. F., & Li, M. K. (2013). Internet of things based education: Definition, benefits, and challenges. In *Applied Mechanics and Materials* (Vol. 411, pp. 2947-2951). Trans Tech Publications Ltd. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMM.411-414.2947>
- Prasanna, S. (2017). Expanding the learning environment by using Internet of Things for eLearning. In *2017 International Conference on Intelligent Sustainable Systems (ICISS)* (pp. 361-364). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ISS1.2017.8389430>
- Raikar, M. M., Desai, P., Vijayalakshmi, M., & Narayanar, P. (2018). Upsurge of IoT (Internet of Things) in engineering education: A case study. In *2018 International Conference on Advances in Computing, Communications and Informatics (ICACCI)* (pp. 191-197). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICACCI.2018.8554546>.
- Ramlowat, D. D., & Pattanayak, B. K. (2019). Exploring the internet of things (IoT) in education: a review. In *Information Systems Design and Intelligent Applications* (pp. 245-255). Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-13-3338-5_23
- Rathore, M. M., Paul, A., Ahmad, A., & Jeon, G. (2017). IoT-Based Big Data: From Smart City towards Next Generation Super City Planning. *International Journal on Semantic Web and Information Systems (IJSWIS)*, 13(1), 28-47. <https://doi.org/10.4018/IJSWIS.2017010103>
- Rico-Bautista, D., Medina-Cárdenas, Y., & Guerrero, C. D. (2019). Smart University: a Review from the educational and technological view of internet of things. In *International Conference on Information Technology & Systems* (pp. 427-440). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-11890-7_42
- Roy, A., Zalzal, A. M., & Kumar, A. (2016). Disruption of things: a model to facilitate adoption of IoT-based innovations by the urban poor. *Procedia engineering*, 159, 199-209. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.08.159>
- Salis, C., Murgia, F., Wilson, M. F., & Mameli, A. (2015). IoT-DESIR: a case study on a cooperative learning experiment in Sardinia. In *Interactive Collaborative Learning (ICL), 2015 International Conference on* (pp. 785-792). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICL.2015.7318128>
- Samoilă, C., Ursuțiu, D., & Jinga, V. (2016). The remote experiment compatibility with Internet of Things. In *Remote Engineering and Virtual Instrumentation (REV), 2016 13th International Conference on* (pp. 204-207). IEEE. <https://doi.org/10.1109/REV.2016.7444466>
- Sani, R. M. (2019). Adopting Internet of Things for higher education. In *Redesigning Higher Education Initiatives for Industry 4.0* (pp. 23-40). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-5225-7832-1.ch002>
- Silva, R., Bernardo, C. D. P., Watanabe, C. Y. V., Silva, R. M. P. D., & Neto, J. M. D. S. (2020). Contributions of the internet of things in education as support tool in the educational management decision-making process. *International Journal of Innovation and Learning*, 27(2), 175-196. <https://doi.org/10.1504/IJIL.2020.105077>
- Soft Tech. (2020). Soft Tech Teknoloji raporu. <https://softtech.com.tr/teknoloji-raporu-2020/>
- Statista. (2020). Projected value of the global Internet of Things (IoT) in energy market from 2020 to 2025. <https://www.statista.com/statistics/1178804/global-internet-of-things-in-energy-market-size-projection/>
- Stojkoska, B. L. R., & Trivodaliev, K. V. (2017). A review of Internet of Things for smart home: Challenges and solutions. *Journal of Cleaner Production*, 140, 1454-1464. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.10.006>
- Ullah, F., Wang, J., Farhan, M., Jabbar, S., Naseer, M. K., & Asif, M. (2018). LSA Based Smart Assessment Methodology for SDN Infrastructure in IoT Environment. *International Journal of Parallel Programming*, 1-16. <https://doi.org/10.1007/s10766-018-0570-1>
- Uzelac, A., Gligoric, N., & Krco, S. (2015). A comprehensive study of parameters in physical environment that impact students' focus during lecture using Internet of Things. *Computers in Human Behavior*, 53, 427-434. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2015.07.023>
- Want, R. (2011). Near field communication. *IEEE Pervasive Computing*, 10(3), 4-7. <https://doi.org/10.1109/MPRV.2011.55>
- Zhamanov, A., Sakhiyeva, Z., Suliyev, R., & Kaldykulova, Z. (2017). IoT smart campus review and implementation of IoT applications into education process of university. In *2017 13th International Conference on Electronics, Computer and Computation (ICECCO)* (pp. 1-4). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICECCO.2017.8333334>