

Gönderim Tarihi : 17.01.2022

Kabul Tarihi : 13.02.2022

DOI: 10.5281/zenodo.6647667

Hakan KILINÇ¹

Nesnelerin İnterneti Konusunda Gerçekleştirilen Akademik Çalışmaların Eğilimleri: Bir Sistematik Tarama

Trends of Academic Studies on the Internet of Things: A Systematic Review

Özet

Bu çalışma kapsamında, uluslararası düzlemde nesnelerin interneti konusunu ele alan bilimsel çalışmaların incelenmesi amaçlanmıştır. Bu amaç kapsamında sistematik tekniğinin kullanıldığı bu çalışmada, Scopus veri tabanından faydalanılmıştır. Scopus veri tabanını kullanırken belirlenen kriterlerden biri çalışmanın başlık kısmında nesnelerin interneti kavramının İngilizce karşılığı olan “internet of things” kelimesinin geçmesi şeklinde olmuştur. Diğer bir kriter ise ulaşılan bilimsel çalışmaların bildiri ve makale olarak belirlenmesidir. Çalışma kapsamında, yayınlanma yılı olarak 2011-2021 (son on yıl) aralığı seçilmiştir. Bu sorgulama ile 20.032 bildiri ve makaleye ulaşılmıştır. Araştırma kapsamında elde edilen veriler, yüzde ve frekansa dayalı bir şekilde yorumlanmış, tablo ve grafiklerle de verilerin gösterimine yer verilmiştir. Veri analizinde, filtrelenen sonuçların çıktılarını sunan Scopus analizlerinden faydalanılmıştır.

Anahtar kelimeler: nesnelerin interneti, uluslararası akademik çalışmalar, sistematik tarama

Abstract

Within the scope of this study, it is aimed to examine scientific studies that deal with the subject of the Internet of Things at the international level. Scopus database was used in this study, in which the systematic technique was used for this purpose. When using the Scopus database, the word internet of things in the title of the studies was determined as a criterion. Another criterion is the determination of the scientific studies reached as papers and articles. Within the scope of the study, the range of 2011-2021 (last ten years) was chosen as the publication year. With this query, 20,032 papers and articles were reached. The data obtained within the scope of the research were interpreted based on percentage and frequency, and the data were displayed with tables and graphics. Scopus analyzes, which present the outputs of the filtered results, were used in the data analysis.

Keywords: internet of things, international academic studies, systematic scanning

¹Anadolu Üniversitesi, Açıköğretim Fakültesi, Uzaktan Eğitim Anabilim Dalı

GİRİŞ

Nesnelerin İnterneti kavramı, 1999 yılında Radyo Frekansı ile Tanımlama (RFID) teknolojisinin P&G firması için sağladığı yararlarla ilgili bir sunumda Kevin Ashton tarafından ilk kez kullanılmıştır (Ashton, 2009). Bununla birlikte, tarihteki ilk Nesnelerin İnterneti uygulaması, 1991 yılında Cambridge Üniversitesi'ndeki bir grup akademisyen tarafından kameralı bir sistem ile bir kahve makinesinin görüntülerinin internet üzerinden paylaşılması olmuştur (Armentia, Mansilla ve Ipiña, 2012).

2010'lu yıllardan itibaren internet evrimleşmekte ve "4. nesil internet" olarak anılmaktadır. 4. nesil internet; "Nesnelerin İnterneti, Web 3.0, Uygulama ve Hizmetlerde -yerel- kavramının sonu, canlı-cansız tüm nesnelerin internet ağına ilişkilendirilmesi" olarak tarif edilmektedir. Aslında uzun yıllardır dile getirilen, ancak son yıllarda geniş bant internetin, fiber optik kablo altyapısının ve akıllı mobil cihazların yaygınlaşmasıyla hız kazanan ve geleceğin interneti olarak tanımlanan bu 4. nesil internet kavramı, artık "Nesnelerin İnterneti" olarak da adlandırılmaktadır (Ulaş, 2015).

Nesnelerin İnterneti teknolojisi, özellikle internet alanında yaşanan hızlı gelişmelerle birlikte en popüler teknolojik kavramlardan biri haline gelmiştir. Nesnelerin interneti, endüstriyel ve bilimsel bağlamlarda, ortamlardan veri algılayan, çevrimiçi olarak erişilebilen ve kontrol edilebilen küresel bir cihaz ağıdır (Davies, Beauchamp, Davies ve Price, 2019). Nesnelerin interneti, makineleri ve nesneleri sensörlerle donatarak internet veya Yerel Alan Ağı aracılığıyla birbirleriyle iletişim kurmalarına izin verme işlemidir. İnternet küresel olarak insandan insana teması değiştirirken, IoT insandan makineye ve makineden makineye iletişimde yenilikler yapmayı hedeflemektedir. Bulut bilişim, entegre ağlar, yüksek hızlı internet ve 4G / 5G internet protokollerindeki gelişmeler, internetin fiziksel alanımızın hemen hemen her köşesine nüfuz etmesini sağlamıştır. Bu, giderek daha fazla nesnenin internet üzerinden entegre edilebileceği anlamına gelmektedir (Qazi, 2019).

Juniper Research (2020) tarafından yapılan bir araştırmaya göre, birbiriyle bağlanan IoT cihazlarının sayısı 2015'te 13,4 milyardan 2020'de 38 milyara "neredeyse üç katına" çıkmıştır. Markets and Markets'in (2018) "IoT in Education Market" adlı başka bir araştırma raporuna göre, eğitimde 2018'de 4,8 milyar dolar olan IoT küresel pazar büyüklüğünün 2023'e kadar 11,3 milyar dolara çıkması beklenmektedir.

Nesnelerin interneti teknolojisi; Nesnelerin İnterneti, Her şeyin İnterneti, Nesnelerin Ağı, Her Şeyin Ağı, Makineden Makineye gibi isimlerle de anılmaktadır (Gözüaçık, 2015). Farklı isimlendirmeler olsa da yapılan isimlendirmelerin temelde kesiştikleri ortak noktalarının çok olduğu ifade edilebilir. Nesnelerin İnterneti kavramı nesne, cihaz ve makinelerin birbiri ile iletişiminden bahsederken, Her şeyin İnterneti ise insana vurgu yaparak, insan-insan, makine-insan arasındaki bağlantıyı da kapsar. Nesnelerin İnterneti, Her Şeyin İnterneti, Nesnelerin Webi, Her Şeyin Webi gibi kavramların tümü akıllı sistemler olarak nitelendirilebilmektedir. Alanyazından hareketle Nesnelerin İnterneti kavramını, çeşitli haberleşme protokolleri sayesinde birbirleri ile haberleşen ve birbirine bağlanıp, bilgi paylaşarak akıllı bir ağ oluşturmuş cihazlar sistemi olarak tanımlamak mümkündür (Ulaş, 2015). Nesnelerin İnterneti, insan dokunuşuna, veri girişine ihtiyaç olmaksızın cihazların, makinelerin kendi aralarında veri iletişimi yaptığı, veri topladığı ve oluşturduğu bilgi ile karar verdiği bir ağ yapısı olarak ta tanımlanabilir (Aktaş, Çeken ve Erdemli, 2016). Genel olarak Nesnelerin İnterneti, belirli ortamlarda çeşitli teknolojiler kullanılarak bilgi alabilen, bilgi üretebilen ve bilgi alışverişi yapabilen akıllı nesnelerin kullanılmasıdır (Söğüt ve Erdem, 2017).

Birçok nesnenin oluşturduğu ve internete bağlanabildikleri bir ağdan meydana gelen nesnelerin interneti teknolojisi kapsamında milyarlarca nesne çok yakın bir gelecekte birçok alanda hizmet vermeye başlayacaktır (Arıs, Oktug ve Yalçın, 2015). Bu teknolojiyi kapsayan üç farklı iletişim modu bulunmaktadır. Bunlar şu şekilde sıralanabilir (Lee ve Crespi, 2010):

- İnsan-İnsan İletişim: İnsanların bir nesne aracılığıyla iletişimde kalmasına olanak sağlamayı ifade etmektedir.
- İnsan- Nesneye İletişim: İnsanların cihazla dosya transferi gibi özel bir bilgiyi elde etmek amacıyla iletişim kurmasını ifade eder. Nesnelerin uzak erişimli olarak insanlar tarafından erişilebilmesini de içerir.
- Nesneden- Nesneye iletişim: Nesnenin sensör tabanlı bilgiye ulaşmasında diğer bir nesne ile veya insan dışı bir cihaz ile iletişim kurmasını içerir. Nesneler fiziksel cihazlar ve ürünler olabileceği gibi mantıksal içerik ve kaynakları da içerebilir.

Teknik olarak bakıldığında, radyo frekansı tanımlama (RFID) etiketleri ve sensör gibi bir takım algılayıcı cihaz yerleştirilmiş nesneler birbirleri ve çevreleriyle internet üzerinden iletişim kurarak Nesnelerin İnterneti sistemini oluşturur (Altınpulluk, 2018; Kılınç, 2021). RFID bu sistemin temel bileşeni ve etkinleştiricisi olarak kabul edilir (Torğul, 2015). RFID genellikle “Elektronik Ürün Kodu” (Electronic Product Codes/ EPC) vasıtasıyla çok sayıda benzersiz tanımlanabilir nesneleri izleme kabiliyeti ile Nesnelerin İnterneti için anahtar konumundadır. Ancak, her yerde her an hazır bulunan sensör cihazlar, barkod veya 2B kodları da tüm büyük ölçekli gömülü sensörler ile Nesnelerin İnterneti için kullanılabilir (Şişmanyazıcı ve Doğan, 2016). Nesnelerin İnterneti uygulamalarında iletişim için birçok farklı teknoloji (IPv6, 6LowPAN, ZigBee, Bluetooth, RFID, NFC, 3G, WiFi, GSM, 4G/LTE, Wimax vb.) kullanılabilmesi yeni iş modellerini de beraberinde getirmektedir (Bozdoğan, 2015). Kullanılan bu teknolojilerden biri olan RFID, bir okuyucu ile etiket veya etiketlerden meydana gelen otomatik bir tanıma sistemidir (Aktaş vd., 2016).

Nesnelerin İnterneti kavramının temel fikri eşsiz adresleme sistemlerini kullanarak nesnelerin birbiriyle etkileşimli hale getirmektir (Arslan ve Kırbas, 2016). Buna örnek olarak, RFID teknolojisini kullanarak cep telefonları, algılayıcılar, etiketler vb. nesnelerin iş birliği yaparak ortak hedefe ulaşılması gösterilebilir (Gusto, Iera, Morabito ve Atzori, 2010). Nesneler, internet altyapısını kullanarak verileri sanal platform üzerinden anlamlı bir şekilde işlemektedir (Zeng, 2012). Uluslararası Telekomünikasyon Birliği (ITU) Nesnelerin İnternetini herhangi bir zamanda, herhangi bir yerde, her nesnenin birbirine bağlanabileceği bir teknolojidir şeklinde tanımlamaktadır. Şekil 1. de nesnelerin interneti genel yapısı yer almaktadır.



Şekil 1. Nesnelerin İnterneti Genel Yapısı (Arslan ve Kırbas, 2016).

Çalışmanın Amacı

Gerçekleştirilen bu çalışmanın amacı, her geçen gün hayatımızın daha da içinde olan nesnelerin interneti hakkında farklı alanlarda gerçekleştirilmiş olan bildiri ve makalelerin incelenmesi ile daha güncel bilgiler sunmak ve gelecekte bu konu üzerine gerçekleştirilecek olan çalışmalara yön göstermektir.

Çalışma kapsamında belirlenen amaç doğrultusunda şu sorulara yanıtlar aranmıştır:

Nesnelerin internet ile ilgili olan bildiri ve makalelerin;

- Yayınlandıkları yıllara göre dağılımları nasıldır?
- Yayınlandıkları bilimsel kaynaklara göre dağılımları nasıldır?
- Gerçekleştirildikleri kurumlar bağlamında dağılımları nasıldır?
- Gerçekleştirildikleri ülkeler bağlamında dağılımları nasıldır?
- Döküman türlerine göre dağılımları nasıldır?

YÖNTEM

Bu araştırmada, nesnelerin interneti ile ilgili bildiriler ve makaleler sistematik olarak taranmıştır. Sistematik tarama, alanında uzman kişiler tarafından araştırma eğilimlerini belirlemek için benzer yöntemler ile yapılmış çok sayıdaki araştırmanın yapılandırılmış ve kapsamlı bir sentezidir (Karaçam, 2014). İdeal olarak, sistematik taramalar, önceden tanımlanmış uygunluk kriterlerine dayanarak, ana hatlarıyla belirtildiği gibi bir metodolojik yaklaşıma göre yürütülür (Moher vd., 2015). Sistematik taramalar, seçim kriterlerinin belirlenmesi, ilgili çalışmalar için araştırma yapılması, eleştirel değerlendirme, veri analizi ve sentezi süreçlerini içermektedir (Dybå ve Dingsøyr, 2008).

Veri Toplama Araçları

Bu araştırmada veri toplama ortamı olarak Scopus'tan yararlanılmıştır. Scopus, dünya genelinde en fazla bilimsel yayın indeksleyen akademik veri tabanıdır. Elsevier Yayıncılığın bir ürünü olan bu veri tabanında gelişmiş bir ayrıntılı sorgulama sistemi bulunmaktadır. Sorgulama sisteminde, anahtar kelime bazlı sorgulamalar, yayın özeti, başlığı, kaynağı, kuruluşu, yazarı ve alanına göre sınıflandırılabilir. Ulaşılan veriler yine Scopus veri tabanı tarafından görselleştirilebilmektedir. Sağladığı çeşitli sorgulama olanaklarından dolayı bir sistematik tarama çalışması olan bu makalede Scopus'tan yararlanılmıştır.

Verilerin Analizi

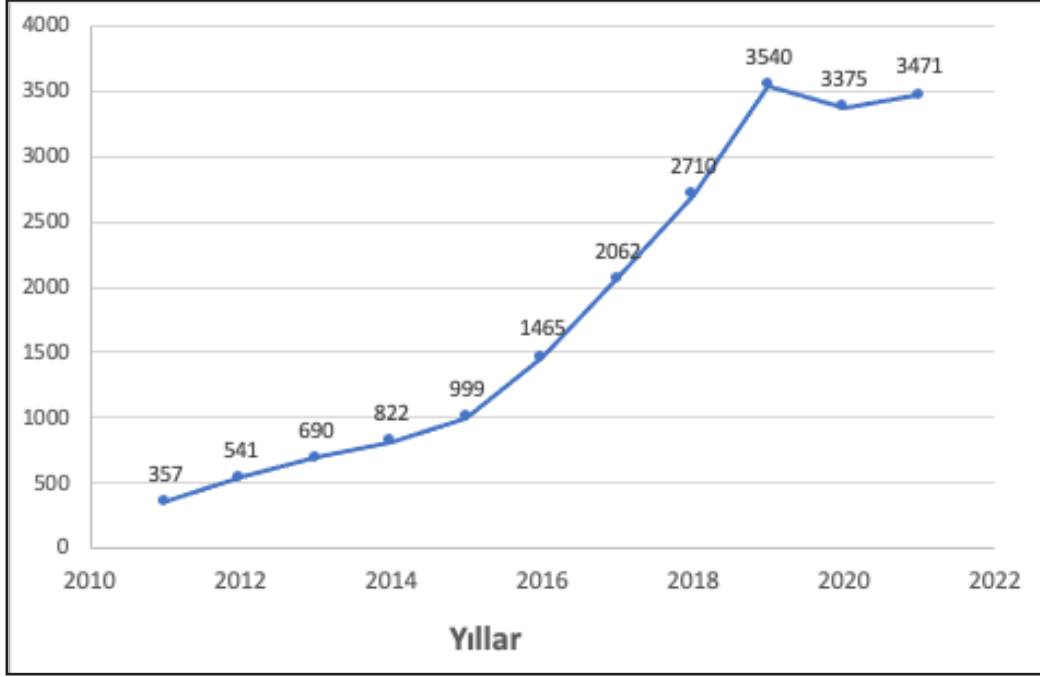
İncelenen çalışmalar Scopus veri tabanından alınmıştır. Scopus veri tabanını kullanırken belirlenen kriterlerden biri çalışmanın başlık kısmında nesnelerin interneti kavramının İngilizce karşılığı olan “internet of things” kelimesinin geçmesi şeklinde olmuştur. Diğer bir kriter ise ulaşılan bilimsel çalışmaların bildiri ve makale olarak belirlenmesidir. Çalışma kapsamında, yayınlanma yılı olarak 2011-2021 (son on yıl) aralığı seçilmiştir. Bu sorgulama ile 20.032 bildiri ve makaleye ulaşılmıştır. Araştırma kapsamında elde edilen veriler, yüzde ve frekansa dayalı bir şekilde yorumlanmış, tablo ve grafiklerle de verilerin gösterimine yer verilmiştir. Veri analizinde, filtrelenen sonuçların çıktılarını sunan Scopus analizlerinden faydalanılmıştır.

BULGULAR

Bu bölümde çalışma kapsamında belirlenen araştırma soruları doğrultusunda elde edilen bulgulara yer verilmiştir.

Nesnelerin interneti konusunda yapılan bildiri ve makalelerin yayınlandıkları yıllara göre dağılımları

Çalışma kapsamında belirlenen ilk araştırma sorusu, nesnelerin internetini konu edinen çalışmaların son on yılda gerçekleştirildikleri yıllara göre dağılımlarının nasıl olduğunu belirlemek üzerine olmuştur. Bu kapsamda elde edilen bulgular şekil 2. de gösterilemektedir.

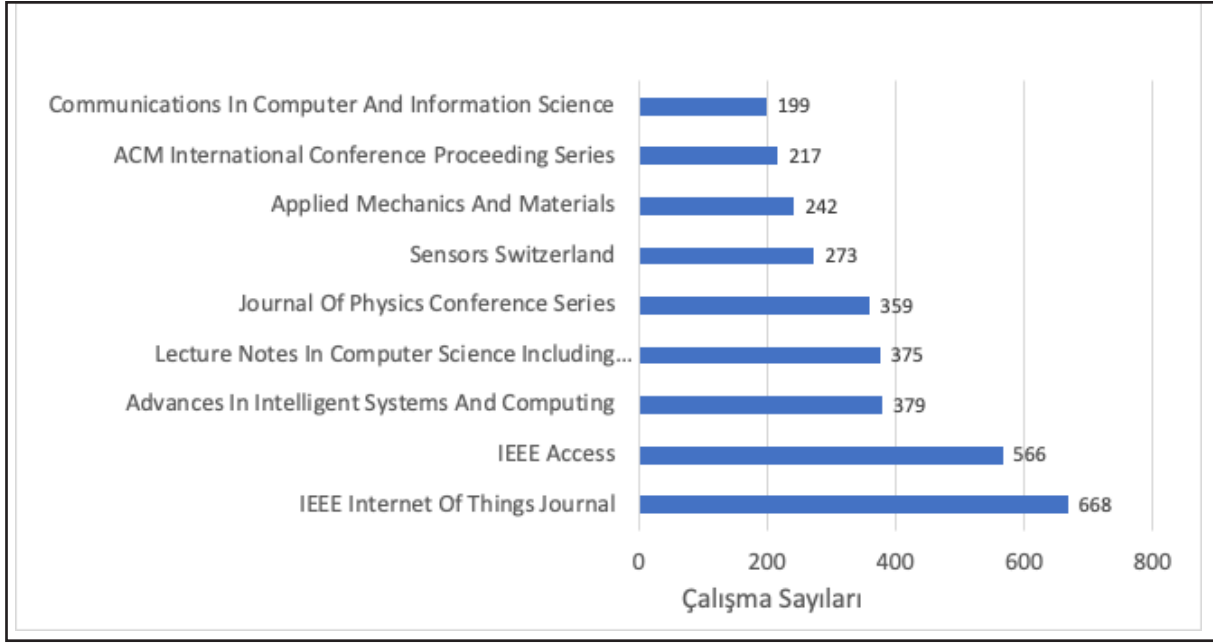


Şekil 2. Çalışmaların yıllara göre dağılımları

Şekil 2. incelendiğinde nesnelerin interneti üzerine 2020 ve 2021 yıllarında gerçekleştirilen çalışmaların sayısının 2019 yılına oranla nispeten düştüğü görülse de genel anlamda artan bir eğilim izlediği görülmektedir. Bu durum, nesnelerin interneti konusunun son on yılda güncelliğini koruduğunu göstermektedir.

Nesnelerin interneti konusunda yapılan bildiri ve makalelerin yayınlandıkları bilimsel kaynaklara göre dağılımları

Çalışma kapsamında belirlenen diğer bir araştırma sorusu, nesnelerin interneti üzerine gerçekleştirilen çalışmaların yayınlandıkları bilimsel kaynaklara göre dağılımlarını incelemek üzerine olmuştur. Bu kapsamda elde edilen bulgular şekil 3. de sunulmaktadır.

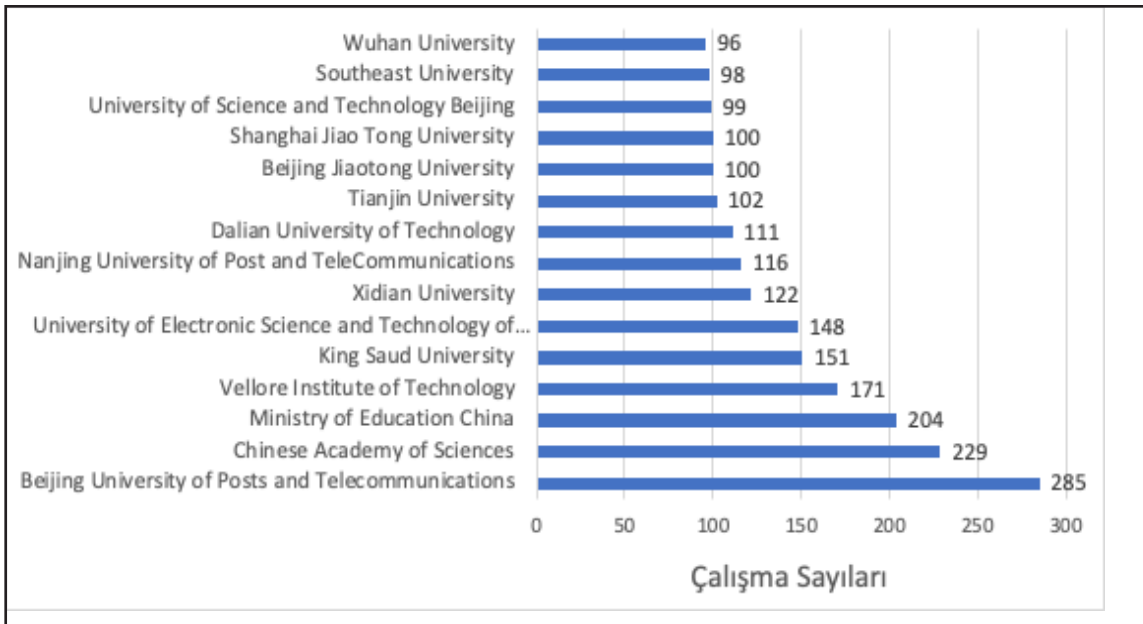


Şekil 3. Çalışmaların yayınlandıkları kaynaklara göre dağılımları

Şekil 3. incelendiğinde nesnelerin interneti konusunda son on yılda gerçekleştirilen çalışmaların en fazla IEEE Internet of Things Journal kaynağında yayınlandığı görülmektedir. Bu durumun, kaynağın belirlemiş olduğu yayın politikası ile doğrudan ilişkili olduğu söylenebilir. Bu durumun yanı sıra, okunabilirliği sağlayabilmek amacıyla, elde edilen toplam 20.032 çalışmanın yayınlandığı kaynakların tamamına yer verilmemiştir.

Nesnelerin interneti konusunda yapılan bildiri ve makalelerin gerçekleştirildikleri kurumlara göre dağılımları

Çalışma kapsamında cevabı aranan diğer bir araştırma sorusu, son on yılda nesnelerin internetini konu edinen bilimsel çalışmaların gerçekleştirildikleri kurumlar bağlamında nasıl bir dağılım gösterdiği üzerine olmuştur. Bu bağlamda elde edilen bulgular şekil 4. te sunulmaktadır.

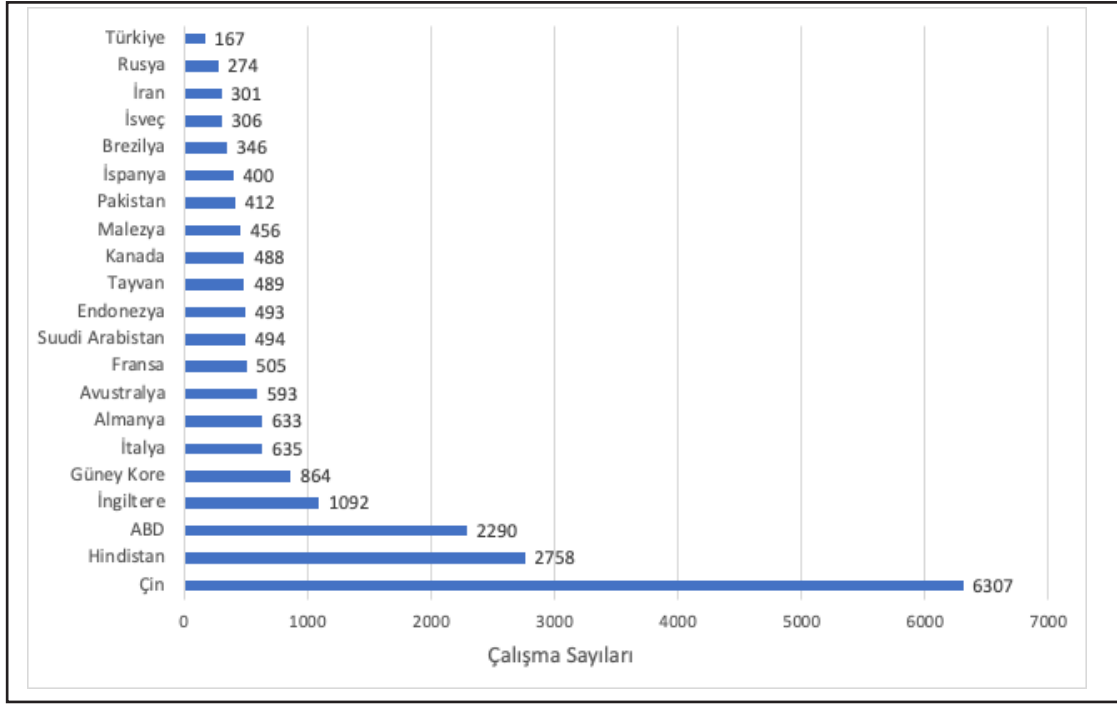


Şekil 4. Çalışmaların yayınlandıkları kurumlara göre dağılımları

Şekil 4. incelendiğinde nesnelerin internetini konu edinen çalışmaların genel anlamda uzak doğu ülkelerinde yer alan kurumlar bünyesinde gerçekleştirildikleri görülmektedir. Şekil 4'ün okunabilirliği sağlayabilmek amacıyla, elde edilen çalışmaların yayınlandığı kurumların tamamına yer verilmemiştir.

Nesnelerin interneti konusunda yapılan bildiri ve makalelerin gerçekleştirildikleri ülkeler bağlamında dağılımları

Nesnelerin interneti konusunda bilimsel çalışma yapılan ülkelerin incelenmesi, çalışma kapsamında cevabı aranan bir diğer araştırma sorusunu oluşturmaktadır. Bu doğrultuda elde edilen bulgular şekil 5. te gösterilmektedir.

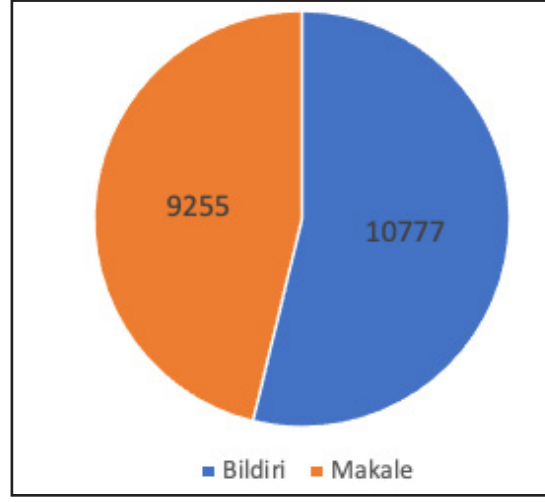


Şekil 5. Çalışmaların yayınlandıkları ülkelere göre dağılımları

Şekil 5. incelendiğinde nesnelerin interneti ile ilgili olarak son on yılda en fazla çalışma yapılan ülkenin Çin olduğu görülmektedir. Bu durum, çalışmaların yayınlandığı kurumlar bağlamında da kendisini göstermektedir. Bu kapsamda, nesnelerin interneti konusunda Çin'in diğer ülkelere oranla açık ara önde olduğu ifade edilebilir. Bu kısımda da verilen şeklin okunabilirliğini sağlamak amacıyla tüm ülkelere yer verilmemiştir.

Nesnelerin interneti konusunda yapılan bildiri ve makalelerin döküman türlerine göre dağılımları

Çalışma kapsamında belirlenen son araştırma sorusu, son on yılda nesnelerin interneti konusunda gerçekleştirilen bilimsel çalışmaların döküman türüne göre dağılımlarının belirlenmesine yönelik olmuştur. Bu kapsamda elde edilen bulgular şekil 6. da gösterilmektedir.



Şekil 6. Çalışmaların döküman türüne göre dağılımları

Şekil 6. incelendiğinde, son on yılda nesnelerin interneti üzerine gerçekleştirilen bildiri ve makalele sayılarının birbirine yakın olduğu görülmektedir. Birbirine yakın olan bu sayıların aynı zamanda yüksek sayılar olması, nesnelerin interneti konusunun hem bilimsel konferanslarda hem de bilimsel dergilerde kabul gören bir konu olduğunu göstermektedir.

TARTIŞMA SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışma kapsamında elde edilen bulgular, nesnelerin interneti konusunun akademik çalışma ortalamalarında giderek önem kazandığını göstermektedir. Bu durum her geçen yıl artan çalışma sayısı ile birlikte kendini göstermektedir. Elde edilen bu sonuç, (Dai, Zheng ve Zhang, 2019 tarafından gerçekleştirilen çalışma sonuçlarıyla da benzerlik göstermektedir. Buna göre, nesnelerin interneti önemini koruyan ve giderek üzerinde daha fazla çalışılan bir konu haline gelmektedir.

Nesnelerin interneti konusunda gerçekleştirilen çalışmaların yayınlandıkları kaynaklara bakıldığında ise bu çalışmaların daha çok mühendislik alanında hizmet veren akademik kaynaklarda yayınlandığı görülmektedir. Nesnelerin interneti konusunun mühendislik alanında oldukça güncel ve ilgi çekici bir konu olduğu (Silvis-Cividjian, 2019) göz önüne alındığında bu durumun beklenen bir sonuç olduğu söylenebilir. Yine benzer şekilde nesnelerin interneti konusunda yayınlanan akademik çalışmaların çalışma alanlarına bakıldığında mühendislik alanının oldukça baskın olduğu görülmektedir. Dolayısıyla elde edilen bu sonuçların kendi aralarında tutarlılık gösterdiği ifade edilebilir.

Nesnelerin interneti konusunda en fazla akademik çalışma yayınlayan kurumlara bakıldığında ise genel anlamda Çin gibi uzak doğu ülkelerinin bu alanda baskın olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu durum teknoloji tabanlı uygulamalar anlamında bu ülkelerin daha aktif olmasıyla açıklanabilir. Elde edilen bu sonuç, nesnelerin interneti konusunda en fazla akademik çalışma yapan ülkeler bağlamında elde edilen sonuç ile de tutarlılık göstermektedir. Buna göre nesnelerin interneti konusunda en fazla akademik çalışma yapılan ülke açık ara Çin olmuştur. Bu durumla benzer doğrultuda, Wu ve MA (2020) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada nesnelerin interneti konusunda Çin gibi uzak doğu ülkelerinin baskın olduğu ifade edilmektedir.

Son olarak, nesnelerin interneti konusunda gerçekleştirilen çalışmaların en fazla makale formatında olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bununla birlikte bildiri formatının yayınlanan çalışmaların sayısının, makale formatında yayınlanan çalışma sayısına yakın olduğu ifade edilebilir.

ÖNERİLER

Nesnelerin interneti konusunda yapılan çalışmalar, mühendislik alanında olduğu gibi eğitim alanında da yoğun bir şekilde işe koşulabilir. Bu sayede tasarlanabilecek olan akıllı kampüsler sayesinde öğrenme süreçlerinin daha kolay yönetilebilmesi ve bu süreçlerden alınacak olan verimin daha fazla artırılabilmesi mümkün olabilir. Araştırmacıların, nesnelerin interneti konusuna özel olarak gerçekleştirilen konferanslara, oturumlara ve tartışmalara katılarak bu alanda gerçekleştirilen eğilimleri takip etmeleri ve bu doğrultuda kendi çalışmalarına yön vermeleri, nesnelerin interneti konusunda gerçekleştirilen çalışmaların alanlarını genişletecek bir unsur olarak değerlendirilebilir.

REFERANSLAR

Aktaş, F., Çeken, C. ve Erdemli, Y. E. (2016). Nesnelerin interneti teknolojisinin biyomedikal alanındaki uygulamaları. *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 4(1), 37-54.

Altınpulluk, H. (2018). Nesnelerin interneti teknolojisinin eğitim ortamlarında kullanımı. *Açıköğretim Uygulamaları ve Araştırmaları Dergisi*, 4(1), 94-111.

Aris, A., Oktug, S. F. ve Yalçın, S. B. Ö. (2015). Nesnelerin interneti güvenliği: servis engelleme saldırıları. *23th Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU)*, Malatya, Turkey

Armentia, J., C.-Mansilla, D., Ipiña, D. L. (2012). Fighting against Vampire Appliances through Eco-aware Things. *Sixth International Conference on Innovative Mobile and Internet Services, Ubiquitous Computing*.

Arslan, K. ve Kırbaş, İ. (2016). Nesnelerin İnterneti Uygulamaları İçin Algılayıcı/Eyleyici Kablosuz Düğüm İlkörneği Geliştirme. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 7(1), 35-43.

Ashton, K. (2009). That 'internet of things' thing. *RFiD Journal*, 22(7), 97-114.

Bozdoğan, Z. (2015). Nesnelerin interneti için mimari tasarımı. *Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Düzce Üniversitesi*.

Dai, H. N., Zheng, Z. & Zhang, Y. (2019). Blockchain for Internet of Things: A survey. *IEEE Internet of Things Journal*, 6(5), 8076-8094.

Davies, D., Beauchamp, G., Davies, J. & Price, R. (2019). The potential of the 'Internet of Things' to enhance inquiry in Singapore schools. *Research in Science & Technological Education*, 38(4), 484-506.

Dybå, T. & Dingsøyr, T. (2008). Empirical studies of agile software development: A systematic review. *Information and Software Technology*, 50(9-10), 833-859.

Giusto, D., Iera A., Morabito, G. & Atzori I. (2010). *The Internet of Things*. Springer.

Gözüaçık, N. (2015). IOT Ağlarında Kullanılan RPL İçin Ebeveyn Temelli Yönlendirme Algoritması. *Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul Teknik Üniversitesi*.

Karaçam, Z. (2014). Sistematiik derleme metodolojisi: Sistematiik derleme hazırlamak için bir rehber. *Dokuz Eylül Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi Elektronik Dergisi*, 6(1), 26-33.

Kılınç, H. (2021). Nesnelerin İnterneti. Kesim, M., Yüzer, T.V. (Eds). *Açık ve uzaktan öğrenmenin teknoloji boyutu içinde* (ss. 165-185). Pegem Akademi

Lee, G. & Crespi, N. (2010). Shaping future service environments with the cloud and internet of things: networking challenges and service evolution. *4th International Symposium On Leveraging Applications of Formal Methods, Verification and Validation (ISoLA 2010)*, Heraclion, Greece.

Markets and Markets'in (2018). IoT in education market. <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/iot-education-market-115520843.html> adresinden erişilmiştir.

Moher, D., Shamseer, L., Clarke, M., Ghersi, D., Liberati, A., Petticrew, M. ... & Stewart, L. A. (2015). Preferred reporting items for systematic review and meta-analysis protocols (PRISMA-P) 2015 statement. *Systematic Reviews*, 4(1), 1-9.

Qazi, A. (2019). How will Iot change the education sphere?. <https://www.emergingedtech.com/2019/05/how-will-iot-change-impact-education/> adresinden erişilmiştir.

Silvis-Cividjian, N. (2019). Teaching internet of things (IoT) literacy: A systems engineering approach. In 2019 IEEE/ACM 41st International Conference on Software Engineering: Software Engineering Education and Training (ICSE-SEET) (pp. 50-61). IEEE.

Şişmanyazıcı, D. ve Doğan, B. (2016). Nesnelerin internetinde veri madenciliği data mining on internet of things. International Conference on Computer Science and Engineering.

Söğüt, E. ve Erdem, O. A. (2017). Günümüzün vazgeçilmez sistemleri: nesnelerin haberleşmesi ve kullanılan teknolojiler. AB 2017 Akademik Bilişim Konferansları, Aksaray.

Torğul, B. (2015). Nesnelerin interneti ile kapalı döngü tedarik zinciri optimizasyonu: yeni bir model önerisi. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Selçuk Üniversitesi.

Ulaş, S. (2015). Nesnelerin interneti ekosisteminde makineler arası özerk iletişim. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Gazi Üniversitesi.

Wu, F. & Ma, J. (2020). Evolution dynamics of agricultural internet of things technology promotion and adoption in China. Discrete Dynamics in Nature and Society, 2020 (1), 1-18.

Zeng, L. Y. (2012). A security framework for internet of things based on 4G communication. In Computer Science and Network Technology (ICCSNT), 2012 2nd International Conference on (pp. 1715-1718). IEEE.