

Internet of Things (IoT) in Healthcare: Are We Ready for the Future?

Sağlık Bakım Sisteminde Nesnelerin İnterneti (IoT): Geleceğe Hazır mıyız?

Gönül BODUR 

İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Florence Nightingale Hemşirelik Fakültesi, İstanbul, Türkiye

Cite this article as: Bodur G. Internet of Things (IoT) in Healthcare: Are We Ready for the Future? Arc Health Sci Res 2020; 7(1): 75-81.

75

ABSTRACT

Developments in 21st century technology have the potential to cause social, cultural, economic, and political changes. It is predicted that biotechnology, nanotechnology, artificial technology, robotic studies, internet of things (IoT), and developments in health informatics will become determinant dynamics of health systems and nursing. This study discusses the effects of IoT and robots on the future of healthcare. It was developed by searching the PubMed, Scencedirect, Medline, CINAHL, Ebcost, and ULAKBİM databases using the following keywords: "internet of things," "future," "robots," "healthcare," and "nursing." According to futurists, devices such as smart, wearable, and tight-fitting physiological sensors that can measure vital signs (ECG, oximeter, thermometer, and pulse), smart implants for blood sugar, remote-controlled nanorobots working in the veins of old or disabled people and enabling them to live independently, artificial organ production, and 3D printers, are few of the many innovations that will have direct effects on healthcare and nursing. An analysis of reports that have predicted the future of healthcare showed that, in the close future, practices in fields such as home care, geriatrics, remote patient monitoring, chronic disease management, and health education are expected to develop with IoT and robots. This information means that is highly important for nurses and health professionals to be aware of the future roles of IoT and robots in health systems and to reflect on the future of technologies in their professional practices. It can be suggested that research projects on technological trends should be conducted by supporting the innovative ideas of health professionals that may affect the future.

Keywords: Future, healthcare, internet of things, medicine, nursing, robots

ÖZ

Yirmi birinci yüzyıl teknolojide yaşanan gelişmeler, yaşamı sosyal, kültürel, ekonomik hatta politik yönden değişime uğratabilecek bir potansiyeli beraberinde getirmektedir. Yakın gelecekte biyoteknoloji, nanoteknoloji, yapay zekâ, robotik çalışmalar, nesnelerin interneti ve sağlık bilişimindeki gelişmelerin sağlık bakım sisteminin belirleyici dinamikleri olacağı ve hemşireliğin rollerini değiştireceği öngörülmektedir. Bu derlemede, nesnelerin interneti teknolojisinin sağlık bakımının ve hemşireliğin geleceğine yönelik etkileri üzerinde durulacaktır. Derleme, Nisan 2017-Aralık 2018 tarihleri arasında nesnelerin interneti, gelecek, robotlar, sağlık, hemşirelik anahtar kelimeleriyle PubMed, Scencedirect, Medline, CINAHL, Ebcost, ULAKBİM veritabanları taranarak oluşturulmuştur. Konu ile ilgili kuramsal çerçeveyi oluşturan derlemelerin yanı sıra IoT teknolojisinin sağlık bakım sisteminde kullanımına yönelik 20 adet uluslararası araştırma makalesi taranmış ve sunulmuştur. Fütüristlere göre gelecekte akıllı ve giyilebilir veya insan tenine yapışabilen yaşam bulgularını ölçebilen fizyolojik sensörler (EKG, oksimetre, termometre, nabız), akıllı kan şekeri implantları, damar içinde çalışacak uzaktan yönetilen, yaşlı ya da engelli bireylerin bağımsız yaşamasına yardımcı olan nanorobotlar, yapay organ üretimi ve üç boyutlu yazıcılar sayesinde pek çok yenilik sağlık bakımını ve dolayısıyla hemşireliği doğrudan etkileyecektir. Hemşireliğin ve sağlık bakımının geleceğini öngören raporlar ve yayınlar incelendiğinde; yakın gelecekte nesnelerin interneti ve robotlarla birlikte hemşirelerin özellikle evde bakım, geriatri, uzaktan hasta takibi, kronik hastalıkların yönetimi, sağlık eğitimi gibi konularda uygulamalarının gelişeceği beklenmektedir. Bu bilgiler ışığında değerlendirildiğinde; hemşirelerin/sağlık profesyonellerinin nesnelerin interneti ve robotların sağlık bakım sisteminin geleceğine yansımalarının farkında olmaları ve geleceğin teknolojilerini mesleki uygulamalarına yansıtılmaları oldukça önemlidir. Sağlık profesyonellerinin geleceği etkileyecek yenilikçi fikirlerinin desteklenerek teknolojik trendlere yönelik araştırma projelerinin yapılması önerilebilir.

Anahtar Kelimeler: Gelecek, hemşirelik, nesnelerin interneti, robotlar, sağlık bakım sistemi, tıp

Address for Correspondence: Gönül BODUR, İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Florence Nightingale Hemşirelik Fakültesi, İstanbul, Türkiye, gonul.bistanbul@gmail.com



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

Received: 08.04.2019

Accepted: 22.07.2019

Giriş

Bilimsel ve teknolojik değişimlerin çok hızlı, kapsamlı olduğu iletişim ve bilgi çağında yaşanan değişimlere bireysel, örgütsel, mesleki ve toplumsal uyum sağlama çabaları kaçınılmaz olmaktadır. Yirmi birinci yüzyılda teknolojiye yaşanan gelişmeler, yaşamı sosyal, kültürel, ekonomik hatta politik yönden değişime uğratabilecek bir potansiyeli beraberinde getirmektedir. Küresel refah düzeyinin artması, bilgi ve iletişim teknolojilerinde yaşanan gelişmeler, genetik çalışmaları 21. yüzyılda sağlıkta büyük bir dönüşümün gerçekleşeceğini, hekim ve hastane odaklı sağlık bakımı sisteminden birey odaklı sağlık bakım sistemine dönüşümün gerçekleşeceğini göstermektedir (1-5). Yakın gelecekte biyoteknoloji, nanoteknoloji, yapay zekâ, robotik çalışmalar, nesnelerin interneti ve sağlık bilişimindeki gelişmelerin sağlık bakım sisteminin belirleyici dinamikleri olacağı öngörülmektedir.

76

Bu derlemede, nesnelerin interneti teknolojisinin sağlık bakımının ve hemşireliğin geleceğine yönelik etkileri üzerinde durulacaktır. Derleme, Nisan 2017- Aralık 2018 tarihleri arasında nesnelerin interneti, gelecek, robotlar, sağlık, hemşirelik anahtar kelimeleriyle Pubmed, Sciencedirect, Medline, CINAHL, Ebscohost, ULAKBİM veritabanları taranarak oluşturulmuştur. Konu ile ilgili kuramsal çerçeveyi oluşturan derlemelerin yanı sıra IoT teknolojisinin sağlık bakım sisteminde kullanımına yönelik 20 adet uluslararası araştırma makalesi taranmış ve sunulmuştur.

Nesnelerin İnterneti (IoT) Teknolojisi Nedir?

Nesnelerin interneti teknolojisi (IoT), geleneksel nesnelerin, gömülü cihazlar, çip ve sensörler, haberleşme protokolleri, algılayıcı ağlar, internet protokolü ve uygulamaları gibi temel teknolojiler kullanılarak akıllı olanlarına dönüşümdür. Bir başka ifade ile, nesnelerin interneti (IoT), bilgilerini paylaşım beraberce karar verebilmeleri için fiziksel nesnelere/cihazlara onlara birbirlerini görme, duyma, düşünme ve bir araya gelerek "konuşma" olanağı vermektedir. IoT teknolojisi, gündelik yaşamımızdaki her türlü nesnenin (telefonlar, arabalar, ev aygıtları, elbiseler hatta gıdalar) akıllı yongalarla kablosuz olarak bağlandığı, veri toplanabilen ve paylaşılabilen bir dünyaya karşılık gelmektedir. Kablosuz vücut alan ağları ve radyo frekanslı tanımlama sistemleri nesnelerin interneti teknolojisinin önemli bileşenleridir (3-10). Nesnelerin interneti, başka bir bakış açısıyla her zaman ve her yerde her şeyi irtibatlandırarak dünya çapında makine-makine iletişim ağı olarak düşünülebilir. Bu teknoloji, düşük maliyetli, enerji tasarruflu kablosuz algılayıcı aygıtları, her yerde İnternet bağlantısı ve bulut bilişim alanındaki ilerlemelerin geliştirilmesindeki son teknolojik devrim nedeniyle ortaya çıkmıştır. Sağlık bakım sistemi dışında literatürde IoT teknolojisinin akıllı şehirler, atık yönetimi, veri güvenliği ve genetik alanında kullanılabileceği belirtilmektedir (8, 11).

Nesnelerin İnterneti Teknolojisinin (IoT) Sağlık Bakım Sisteminin Geleceğine Yansımaları Nasıl Olacaktır?

Dünyada ve ülkemizde sağlık alanındaki bilimsel ve teknolojik gelişmeler, hastalıkların erken tanı ve tedavisi ile azalan ölüm hızına, insan ömründe uzamaya ve toplam nüfus içinde 65 yaş ve üzeri nüfusta artışa neden olmuştur. Küreselleşen dünyada

fütüristler, 2050'li yıllarda dünyada 85 yaş ve üzeri yaşlı nüfusun, buna bağlı olarak kronik hastalıkların çarpıcı bir şekilde artacağını, bireylerin yaşam kalitelerinin artarken sağlık bakımından beklentilerinin değişeceğini uzgörmektedir (12-16). Birleşmiş Milletlerin (UN) 2015 yılındaki nüfus raporlarında Dünyada yaşlı kişilerin sayısının 2030 yılında 1,4 milyara ve 2050 yılında 2,1 milyara ulaşacağı, ülkemizde de 2050 yılında 65 yaş ve üstü nüfusun hızlı bir şekilde artacağı belirtilmektedir (17). Günümüzde dünyada ve ülkemizde nüfus artışı ile birlikte hastaların hastane ortamında uzun süre bakım ve tedavi hizmeti alması ciddi ölçüde maddi yüke neden olmakta, hastanede gerçekleştirilen uzun süreli tedaviler, hastada hastaneye yatış ile ilgili birçok fiziksel, psikolojik ve sosyal sorunlara neden olabilmektedir. Bu sebeple, kablosuz teknolojiler kullanılarak sağlık hizmetlerinin hastane ortamı dışında da verilebilmesi bir zorunluluk haline gelmiştir (1, 14, 18).

Fütüristler ve ilgili literatüre göre artan yaşlı nüfus ile birlikte kalp hastalıkları, kanser, depresyon, obezite gibi hastalıkların artacağı bu nedenle hastalık ve tedavi amaçlı tıp uygulamalarının yerine birey merkezli koruyucu, uzaktan, teknoloji ile entegre takip ve bakım uygulamalarının artacağı vurgulanmaktadır (1, 10, 12-14, 18-21). Future Health Index'in 2016 yayınladığı rapora göre dünya nüfusunun büyük bir bölümünün teknolojik cihazlara sahip olması gelecekte sağlık bilişim uygulamalarının hasta bakımındaki önemini daha da arttıracaktır (22). Dijital hasta kayıtlarının tutulması, sağlık verilerinin elektronik ortama aktarılması, hasta ve sağlık profesyonelleri arasındaki bilgi akışının güvenilir ve sağlıklı olmasını sağlayacaktır. Fütüristlere göre nesnelerin interneti teknolojisi ile kolay kullanılabilir özel bilgisayarlar ve aynı dili konuşan, biyosensör ve diğer teknolojilerle evde bakım uygulamalarının yaygınlaşacağı, taşınabilir, akıllı ekran ve ara yüzlerle sesli komut yazılımlarıyla video ve telekonferans özellikli tıbbi cihazların evde bakım ve uygulamalarında kullanılmalarının yaygınlaşacağı, akıllı ve giyilebilir sensörler, damar içinde çalışacak uzaktan yönetilen nanorobotlar, yaşlı ya da engelli bireylerin bağımsız yaşamasına yardımcı olan robotlar, kolay kullanılabilir ve taşınabilir tıbbi cihazlar sayesinde pek çok yenilik sağlığın geleceğini doğrudan etkileyecektir (8, 9, 14, 23). Gelecekte IoT teknolojilerinin sağlık bakım hizmetlerinin evde bakım, kronik hastalıkların yönetimi, hasta takip sistemleri ve yaşlı bakımı uygulamalarında doğrudan kullanılacağı belirtilmektedir (14-16, 18, 20, 24, 25). IoT teknolojisinin sağlık sistemlerinde önde gelen çalışmaları devam etmekte olup, bağlantılı ev cihazları, biyomedikal uygulamalar, sensör teknolojisi, izleme ve akıllı ve uzaktan sağlık sistemlerini içermektedir (4, 8, 26-28). Tablo 1'de Dünya'da IoT teknolojisinin sağlık alanında geliştirilmesine yönelik öne çıkan çalışmalara yer verilmiştir (Tablo 1) (29-47).

Sağlık hizmetleri alanında kullanılan nesnelerin interneti tabanlı sistemler; mobil sağlık ve uzaktan bakım hizmetleri, koruyucu sistemler, teşhis, tedavi ve izleme sistemleri olarak sıralanabilir. IoT teknolojileri sağlık alanında uzaktan hasta takibi, ilaç kontrolü, tıbbi personelin ve donanımın izlenmesi gibi konular için kullanılabilir. Hastaların tanınması özellikle tıbbi bakım hatalarının (yanlış ilaç/doz/zaman/işlem) azaltılmasında önemli bir konudur. Hasta takip işlemlerinde de fizyolojik sensörlerden oluşan (EKG, oksimetre, termometre,

Tablo 1. IoT teknolojisinin geliştirilmesine yönelik sağlık bakım sistemine yönelik öne çıkan araştırmalar

Yazarlar	Yayının adı	Ülke	Sonuçların uygulamaya katkısı
Baker ve ark. (29).	Wright, Wireless Sensor Networks for Home Health Care, 21 st IEEE International Conference on Advanced Information Networking and Applications, 2007; 832-837.	Kanada	Uzaktan hasta izleme ve hasta-hemşire-hekim etkileşimini artırarak sağlık hizmetlerinin maliyetlerini azaltmaya yönelik çeşitli prototipler geliştirmişlerdir.
Lee ve ark. (36)	An ECG Analysis on Sensor Node for Reducing Traffic Overload in u-Healthcare with Wireless Sensor Network, IEEE Sensors Conference, 2007; 256-259.	Amerika	Yaşlı hastaların evde bakımı için EKG sinyallerinin izlenmesi üzerine yeni bir yaklaşım geliştirmişlerdir.
Ang ve ark. (31)	Wireless intelligent incontinence management system using smart diapers. 5 th International Conference on Electrical Engineering/ Electronics, Computer, Telecommunications and Information Technology, 2008; 69-72.	Malezya	Islaklık verilerini izlemek, merkezi bir sisteme iletmek ve daha sonra hemşireleri SMS ile uyararak için kablosuz akıllı bir idrar kaçırma yönetim sistemi geliştirmişlerdir.
Luo ve ark. (32)	Remote Monitoring Information System and Its Applications Based on the Internet of Things, International Conference on Future Biomedical Information Engineering, Sanya-China, 2009; 482-485.	Çin	Nesnelerin interneti teknolojisi ile uzaktaki hastaların üzerinde bulunan sensörlerden gelen fizyolojik verilerin elektronik tıbbi kayıtlarının tutulması ile ilgili bir çalışma yapmışlardır.
Huang ve ark. (33)	Location-Aware fall detection system for medical care quality improvement. Third International Conference on Multimedia and Ubiquitous Engineering, 2009; 477-480.	Tayvan	Hasta uyarı sistemi ve pasif bir düşüş izleme sistemi geliştirmişlerdir.
Hu ve ark. (34)	An intelligent non-contact wireless monitoring system for vital signs and motion detection. International Conference on System Science and Engineering, 2010; 190-194.	Amerika	Hastanın yaşamsal belirtilerini takip etmek ve izlemek için kablosuz akut bakım sağlayan, temassız bir Doppler sensörü geliştirmişlerdir.
Rohokale ve ark. (35)	A Cooperative Internet of Things (IoT) for Rural Healthcare Monitoring and Control, 2nd IEEE International Conference on Wireless Communication, Vehicular Technology, Information Theory and Aerospace & Electronic Systems Technology, 1-6.	Hindistan	Nesnelerin interneti teknolojisinin biyomedikal ve hasta izleme uygulamalarında kullanılabileceğini vurgulamıştır.
Donnelly ve ark. (36)	Development of a ubiquitous clinical monitoring solution to improve patient safety and outcomes. Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, 2012; 6068-6073. doi:http://dx.doi.org/10.1109/EMBC.2012.63473	İrlanda	Elektrokardiyografi, kalp atış hızı, solunum dalga şekli ve hızını, cilt sıcaklığını tespit eden çok yönlü bir sistem ve tek bir giyilebilir sensör geliştirmişlerdir.
Yin ve ark. (37)	EMG and EPP-Integrated Human-Machine Interface Between the Paralyzed and Rehabilitation Exoskeleton, IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine, 2012; 16(4): 542-549.	Çin	Gerçek zamanlı çift yönlü insan-makine arayüzü, dış iskeleti sağlıklı tarafı ile kontrol etmek ve aynı zamanda EPP ile felçli taraftaki hareketi aynı anda algılamak için alt ekstremitelerde felçli bir hastaya yardımcı olabilecek bir sistem geliştirmişlerdir.
Li ve ark. (2013)	A Continuous Biomedical Signal Acquisition System based on Compressed Sensing in Body Sensor Networks. IEEE Transactions on Industrial Informatics, 2013; 9(3): 1764-1771, DOI: 10.1109/TII.2013.2245334	Çin	Biyomedikal sinyal toplama sistemlerinin, bir hastanın kan basıncı, saturasyonu, elektrokardiyogram (EKG), elektromiyografi (EMG) ölçümlerinde ve hasta izleme uygulamalarında kullanılmasına yönelik çalışmalar yapmışlardır.
Zhang ve ark. (39)	Zigbee based Wireless Sensor Networks and Their Use in Medical and Health Care Domain, 7 th International Conference on Sensing Technology 2013; 756-761.	Yeni Zelanda	Yaşlı hastaların ani kalp rahatsızlıkları, felç ve akıl hastalıkları ve yüksek tansiyon gibi rahatsızlıkları tespit etmek amacıyla; kalp için elektrokardiyogram (EKG), beyin için elektroensefalogram (EEG) ve kas hareketleri için elektromiyogram (EMG) sinyallerini elde edip iletilmesine yönelik bir teknolojik altyapı kurmuşlardır.

Tablo 1. IoT teknolojisinin geliştirilmesine yönelik sağlık bakım sistemine yönelik öne çıkan araştırmalar

Yazarlar	Yayının adı	Ülke	Sonuçların uygulamaya katkısı
Xu ve ark. (40)	Ubiquitous Data Accessing Method in IoT-based Information System for Emergency Medical Services. IEEE Transactions on Industrial Informatics, 2014; 10(2): 1578-1586, DOI: 10.1109/TII.2014.2306382	Çin	Acil servislere destek sağlamak amacıyla IoT verilerinin esnek bir şekilde nasıl toplanacağını, birleştirileceğini ve birlikte çalışacağını gösteren IoT tabanlı bir sistem geliştirmişlerdir. Araştırmaya göre, acil sağlık hizmetlerinde, hasta, hekim, hemşire ve ambulans verileri IoT ile toplanabilir ve bir bulut bilişim platformuna aktarılabilir.
Fan ve ark. (41)	IoT based Smart Rehabilitation System. IEEE Transactions on Industrial Informatics, 2014; 10(2): 1568-1577, DOI: 10.1109/TII.2014.2302583	Çin	Akıllı rehabilitasyon sistemleri tarafından oluşturulan rehabilitasyon çözümlerinin etkili ve uygulanabilir olduğunu bulmuşlardır. Makaleleri, IoT teknolojisi kullanan akıllı rehabilitasyon sistemleri için ontoloji tabanlı bir otomatizasyon tasarım metodolojisi sunmuştur. Yakın gelecekte, akıllı rehabilitasyon sistemlerinin hastaneleri, rehabilitasyon merkezlerini, toplum sağlığını bir araya getirerek yaygınlaşacağını öngörmüşlerdir.
Mamun ve ark. (42)	Remote patient physical condition monitoring service module for iWARD hospital robots. Asia-Pacific World Congress on Computer Science and Engineering, IEEE, pp.1-8.	Bangladeş	Geliştirilen mobil sistem ile bir kamera ve 3D lazer sensör ile birlikte hasta uyarı sistemi ve düşme izleme takip cihazı geliştirmişlerdir. Cihaz hastanın düşmesini algılayınca acil durum bildirimini sağlamaktadır.
Schwarzmeier ve ark (43)	A low power fall detection and activity monitoring system for nursing facilities and hospitals. IEEE Topical Conference on Biomedical Wireless Technologies, Networks, and Sensing System, 28-30.	Almanya	Hasta düşmelerini azaltmak için anlık pozisyon bilgisi ve acil durum tespiti sağlayan bir hareket izleme sistemi geliştirmişlerdir. Bu düşme sistemleri özellikle hemşirelerin kullanımı için tasarlanmıştır.
Martinez Balleste ve ark. (44)	An autonomous system to assess, display and communicate the pain level in newborns. IEEE International Symposium on Medical Measurements and Applications (MeMeA), pp. 1-5.	İspanya	Yenidoğan bakım ve uygulamalarında bebeklerin ağrı düzeyini analiz eden sensör sistemi geliştirmişlerdir. Sistem bir bebeğin ağrı veya rahatsızlık seviyesini otomatik olarak analiz etmekte ve önceden belirlenmiş koşullar altında alarm vermektedir.
Yang ve ark. (45)	A Health-IoT Platform Based on the Integration of Intelligent Packaging, Unobtrusive Bio-Sensor and Intelligent Medicine Box. IEEE Transactions on Industrial Informatics, 2014; 10(4): 2180-2191. DOI: 10.1109/TII.2014.2307795	Çin	Fizyolojik izleme ve akıllı ilaç paketlemesi için insan vücuduna bağlı akıllı biyosensörleri sorunsuz bir şekilde birbirine bağlayan IoT tabanlı akıllı evde bakım ve takip platformu geliştirmişlerdir. Yaşlı hastaların evde bakımını izlemek için yeni bir yaklaşım geliştirmişlerdir. Giyilebilir sensörlerle vücut ısısı, EKG gibi parametreleri takip eden ve anormal durumda alarm veren bir sensör sistemi geliştirmişlerdir.
Huang ve ark. (46)	Real-time noncontact infant respiratory monitoring using UWB radar. IEEE 16th International Conference on Communication Technology (ICCT), pp. 493-496.	Çin-ABD	Yenidoğan bebeğin solunumunun tespiti, bebeğin göğsüne olası bir apne durumunda alarm vermek üzere yerleştirilen bir sistem geliştirmişlerdir.
Ahmed ve Ali (47)	Smart intensive care unit design based on wireless sensor network and internet of things, Al-Sadeq International Conference on Multidisciplinary in IT and Communication Science and Applications (AIC-MITCSA) DOI: 10.1109/AIC-MITCSA.2016.7759905; IRAQ.	Irak	Yoğun bakım ünitesinde tedavi gören hastaların fizyolojik parametrelerini uzaktan takip etmek için geliştirilmiştir. Bu sistem EKG başta olmak üzere birçok biyolojik sinyal için kullanılabilir. EKG sinyallerini uzaktan hekim veya hemşireye iletmek için web/internet tabanlı bir sistem kullanması önerilmektedir.
Fu ve Li (27)	A Smart Decision Making System for Managing Patient Database, 4 th International Conference on Enterprise Systems, IEEE DOI 10.1109/ES.2016.12	Amerika	IoT teknolojisi kullanılarak uzak hastalara yerleştirilmiş sensörlerden alınan fizyolojik verilerin elektronik tıbbi kayıtlarını tutmak için bir çalışma yürütmüşlerdir.

nabız, kan şekeri vs.) ve insan vücudundan biyolojik sinyaller toplayan kablosuz vücut alan ağı sistemleri kullanılabilir. Mobil sağlık sistemlerinin yaygınlaşmasında hasta takip aygıtları ile interneti birleştirme potansiyeli yatmaktadır. Bu şekilde sağlık profesyonelleri hastalarını evinde takip edebilirler, acil durumlarda belli tıbbi işlem ve süreçleri başlatabilirler. Fetal monitörler, elektrokardiyogramlar, sıcaklık monitörleri ya da kan glikoz düzeyleri gibi yaşamsal parametreler bu sistemler aracılığıyla toplanabilir ve sağlık personeli ile etkileşimli takip yapılması sağlanabilir. Bazı hastanelerde akıllı yatak sistemleri ile doluluk takibi ya da hastanın yataktan kalkıp kalkmadığı takip edilebilir. Ayrıca akıllı teknoloji ev ilaç dağıtım sistemlerine uygulanarak hastanın ilacını alıp almadığı takip edilebilir. Böyle veriden yoğun bir ortamda, akıllı nesnelere veri toplayan, işleyen, öğrenen bakım robotları gelecekte mevcut uygulamaları çok ötelere taşıyabilir. IoT destekli robotlar, monitorize hastalara yardım sağlayabilir, motor problemleri olanların hareket aktivitelerinde yardımcı olabilir. İlaç ve malzemeleri otomatik olarak taşıyabilir ve dağıtabilir, görevli personele çeşitli işlerinde yardımcı olabilir, insan hareketlerini takip edebilir, panik ve tehlike durumlarında yardımcı olabilir (2-4, 9, 10, 29, 48).

Nesnelere İnterneti Teknolojisinin (IoT) Hemşireliğin Geleceğine Yansımaları Nasıl Olacaktır?

Dünyada bilgi ve iletişim teknolojileri kaçınılmaz bir şekilde hızla gelişmekte, bu gelişmeler tüm profesyonel mesleklerde olduğu gibi hemşireliği de doğrudan etkilemektedir. 2050'li yıllarda hemşireler bilişim teknolojilerindeki bilgi ve becerilerini kullanarak sağlık bakımındaki rollerini anahtar bir konumda sürdürebileceklerdir. Fütüristler gelecekte hemşirelerin mobil uygulamalar tele-tıp, sağlık bilişimi ve IoT teknolojileri alanlarında yeni rollere sahip olacaklarını öngörmektedir (2, 15, 16, 25, 49, 50).

Gelişen yeni teknolojilerin hemşireliğe en umut verici yansıması, hasta güvenliğini ve bakım kalitesini destekleyen uygulamalar içermesidir. Sağlık hizmetlerinde hasta güvenliği ve bakım kalitesini sağlamak için klinik kararların doğru, zamanında ve güncel klinik bilgilerle desteklenmesi gerekir (2, 15, 36, 50). IMIA Hemşirelik Bilişim Özel İlgili Grubu, hemşireliğin geleceğine yönelik, tele-sağlık uygulamaları, elektronik sağlık kayıtları, otomatik veri madenciliği ve büyük veri teknolojileri gibi teknolojileri içeren bir grup oluşturmuştur (51). Bodur ve Kaya'nın (16) 2050 yılına ilişkin hemşire ve hemşire eğitimcilerin öngörülerini içeren kalitatif türdeki araştırmasında, katılımcıların gelecekte robotların sağlık bakım sisteminde yaygınlaşacağına yönelik ifadeleri bulunmaktadır. Aynı zamanda başka bir çalışmada hemşireler, robotik uygulamaları kendi meslekleri ve sağlık sistemi açısından bir tehdit olarak gördüklerini de ifade etmişlerdir. Amerika Tıp Enstitüsü'nün (IOM) 2010 yılında yayınladığı rapora göre ise hemşirelerin gelecekte sahip olması gereken yeterliliklerinin arasında sağlık bilişimi, teknoloji uygulamaları, sağlık bakım teknolojilerinin geliştirilmesine yönelik uygulamalar öne çıkmaktadır (52). Bu durumda hastanelerdeki sağlık bilişimi, IoT teknolojileri ve giyilebilir teknoloji uygulamaları gelecekte hemşirelere uygulamalarında kolaylık sağlayıp hemşirelerin iş yüklerini azaltabilir. Bu uygulamalar, hemşirelik disiplinin farklı uzmanlık alanlarıyla (mühendislik, tıp vb.) birlikte çalışmasını sağlayarak hemşirelik bakım hiz-

metlerinde fark edilebilir gelişmeler sağlayarak hasta bakım kalitesini arttırabilir.

İlgili çalışmalar incelendiğinde; Mieronkoski ve ark. (2) sistematik derleme türündeki çalışmasında taranan 62 araştırma sonucunda, IoT teknolojisinin vital takip sistemleri, monitorizasyon, elektronik karar destek sistemleri uygulamaları, düşme ve uyku ile ilgili kolaylaştırıcı uygulamalar, hemşire çağrı sistemleri başlıkları altında gelişeceğini belirtmektedir. Konu ile ilgili yenilikçi çalışmalar incelendiğinde; çoğunlukla hastanın fizyolojik parametrelerinin takip edilmesinde ve hasta takiplerinde IoT teknolojilerinin kullanıldığı görülmektedir. Deri sıcaklığını alan sensörler, temassız göğüs titreşimlerinden solunum vb. sinyaller elde eden sensörler, vital takip sistemleri, özellikle yenidoğan bakım ve uygulamalarında oluşturulan sensör teknolojilerinin bebeklerin ağrı düzeyini, apne durumunu analiz eden işlevleri IoT teknolojilerinin hemşirelik bakım ve uygulamalarında başlıca uygulama alanlarıdır (34, 36, 42, 44, 46). Ang ve ark. (31), ıslaklık verilerini merkezi bir sisteme iletmek ve daha sonra hemşireleri SMS ile uyarmak için kablosuz akıllı idrar kaçırma yönetim sistemi geliştirmiştir. Huang ve ark. (33) tarafından hasta uyarı sistemi ve pasif bir düşüş izleme sistemi önerilmiştir. Schwarzmeier ve ark (43) tarafından geliştirilen anlık pozisyon bilgisi ve acil durum tespiti sağlamak için hareket izleme sistemi hasta düşmelerini azaltmak için önerilmektedir. Akıllı nesnelere ve robotlar ile sürekli kan basıncını ölçen taşınabilir cihaz, bireylerin kendisini takip eden hemşireye hayati bulgularını SMS ile bildirebilmesi, evinde düşen yaşlının duvarlarda yer alan algılayıcılar tarafından algılanıp bakım merkezlerinin uyarıldığı uygulamalar IoT teknolojilerinin hemşireliğe yansımalarına örnek olarak gösterilebilir (6, 7, 15, 48).

Bu uygulamaların birçoğu hayata geçirilmiş ve yakın gelecekte daha pek çok uygulama hayata geçirilecektir. Bugün dünyada IoT, yapay zekâ ve biyoteknoloji uzmanlık alanlarının kullanılması ile robotik çalışmaların yaygınlaşacağı beklenmektedir. Robotik uygulamalara yönelik çalışmalar Dünya'da yenidir ve bu alanda yapılan tanımlayıcı ve toplumsal araştırmalar oldukça azdır. Gittikçe gelişen bir alan olmasına rağmen Türkiye'de IoT teknolojisi ve robotik çalışmalar beklenen yaygın etkiyi henüz gerçekleştirememiştir. Öncelikle, IoT teknolojisinin hemşirelik bakım ve uygulamalarında kullanımı, daha fazla araştırma ve uygulamaya ihtiyaç duyulduğu için emekleme aşamasındadır. İlgili literatür, hemşirelik bilişim araştırmalarının çoğunlukla hemşirelik bilgilerinin bilgi yönetim teknolojileri ile bütünleştirilmesi ile ilgili olduğunu, henüz IoT teknolojilerine odaklanmadığını ortaya koymuştur. Ancak, IoT teknolojisi, hemşireler için akıllı karar verme desteğini sağlamak, kablosuz hasta takibi yapmak için yeni bir yaklaşım sunabilir. Hemşireler zamanlarının çoğunu hasta bakım uygulamalarına, bakım hizmetlerinin kaydedilmesine, ilaç yönetimine ve bakım koordinasyonuna ayırırken, IoT teknolojileri; hemşirelerin uygulamalarında iş yüklerini azaltarak zamandan tasarruf etmelerini ve hasta bakım hizmetlerine ağırlık vermelerini sağlayabilir.

Sonuç

Demografik değişimlerle birlikte bilim ve teknolojiye yaşanan değişimler, bireylerin gereksinimlerinin değişmesi ile birlikte sağlık bakım sisteminde değişimleri zorunlu kılmıştır. Yenilikçi

teknolojilerin gelişmesi sağlık bakım sisteminde köklü değişimleri hızlandırmaktadır. IoT teknolojisi yeni, keşfedilmeye açık, çeşitli ve belirsizdir. IoT teknolojisinin tıp ve hemşirelik uygulamalarına etkisi, 21. yüzyılda dünyada, demografik yapıda, sağlık bakım sisteminde ve teknolojiye yaşanacak hızlı değişimler sonucu gelişecektir. Bugün dünyada robotik çalışmaların hızla artmakta olduğu ve yaygınlaşacağı beklenmektedir. Robotik uygulamalara yönelik çalışmalar Türkiye’de de yenidir ve bu alanda yapılan toplumsal araştırmalar oldukça azdır. Türkiye’de sağlık bilişimi alanındaki yenilikçi teknolojilerin gelişmesine rağmen robotik uygulamalar henüz yaygınlaşmamıştır. IoT teknolojisi temel hemşirelik bakımı için de çeşitli yenilikler sunmaktadır, ancak çoğu yenilik hala ortaya çıkmaktadır.

Bu sonuçlar doğrultusunda; geleceğin sağlık profesyonellerinin IoT teknolojisinin sağlık bakım sistemindeki uygulamalarına ilişkin bilgi düzeylerini arttırmak amacıyla hemşirelik bakım ve uygulamaları, mühendislik araştırmaları ile desteklenerek teknolojik trendlerin sağlık bakım uygulamalarına entegre edilmesi önerilebilir.

Peer-review: Externally peer-reviewed.

Conflict of Interest: The author have no conflicts of interest to declare.

Financial Disclosure: The author declared that this study has received no financial support.

Hakem Değerlendirmesi: Dış bağımsız.

Çıkar Çatışması: Yazar çıkar çatışması bildirmemiştir.

Finansal Destek: Yazar bu çalışma için finansal destek almadığını beyan etmiştir.

Kaynaklar

- Burmaoğlu S, Sarıtaş Ö, Kızak LB, Berber IC. Evolution of connected health: a network perspective. *Scientometrics* 2017; 112: 1419. [CrossRef]
- Mieronkoski R, Azimi I, Rahmani AM, Aantaa R, Terava V, Liljeberg P, et al. The Internet of Things for basic nursing care- A scoping review. *International Journal of Nursing Studies* 2017; 69: 78-90. [CrossRef]
- Xu LD, Xu EL, Li L. Industry 4.0: state of the art and future trends. *International Journal of Production Research* 2018; 56: 2941-62. [CrossRef]
- Li S, Xu L, Zhao S. 5G Internet of Things: A Survey. *Journal of Industrial Information Integration* 2018; 10: 1-9. [CrossRef]
- Yang P, Xu L. The Internet of Things (IoT): Informatics Methods for IoT-enabled Health Care. *Journal of Biomedical Informatics* 2018; 87: 154-6. [CrossRef]
- Miorandi D, Sicari S, Pellegrini FD, Chlamtac I. Internet of things: Vision, applications and research challenges. *Ad Hoc Networks* 2012; 10: 1497-516. [CrossRef]
- Gubbi J, Marusic S, Palaniswami M. Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions. *Future Generation Computer Systems* 2013; 29: 1645-60. [CrossRef]
- İslam SMR, Kwak D, Kabir H, Hossain M, Kwak K. The Internet of things for health care: A comprehensive survey. *J Open Access (IEEE) Publishing* 2015; 2169-3536.
- Aktaş F, Çeken C, Erdemli Y. Nesnelerin İnterneti Teknolojisinin Biyomedikal Alanındaki Uygulamaları (Internet of Things Technology Applications of Biomedical Area) Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi 2016; 4: 37-54.
- Qi J, Yang P, Min G, Amft O, Dong F, Xu L. Advanced internet of things for personalised healthcare systems: A survey. *Pervasive and Mobile Computing* 2017; 41: 132-49. [CrossRef]
- International Telecommunication Union. *Harnessing the Internet of Things for Global Development Report*; Geneva, Switzerland; 2016 (Erişim Tarihi: 14 Şubat 2019). Erişim linki: <https://www.itu.int/en/action/broadband/Documents/Harnessing-IoT-Global-Development.pdf>.
- Loveridge D. *Foresight, the Art and Science of Anticipating the Future*. Routledge, Emerald Group Publishing Limited: London, UK, 2009. [CrossRef]
- Gore A. *The Future: Six Drivers of Global Change*, Random House, Newyork: USA; 2013.
- Schartinger D, Miles I, Saritas O, Amanatidou E, Giesecke S, Miles I, et al. Personal health systems technologies: Critical issues in service innovation and diffusion. *Technology Innovation Management Review* 2015; 5: 46-57. [CrossRef]
- Archibald MM, Barnard A. Futurism in nursing: Technology, robotics and the fundamentals of care. *J Clin Nurs* 2018; 27: 2473-80. [CrossRef]
- Bodur G, Kaya H. The future of Turkish nursing 2050: Perceptions of nurses and nurse educators. *International Nursing Review* 2017; 64: 511-9. [CrossRef]
- United Nations. *Report 2015*, (Erişim Tarihi: 30 Ocak 2016). Erişim linki: http://esa.un.org/unpd/wpp/publications/files/key_findings_wpp_2015.pdf
- TÜSIAD (Turkish Industry and Business Association). *An innovative perspective on health: Mobile health report, 2016* (Erişim Tarihi: 20 Nisan 2017) Erişim linki: <http://tusiad.org/tr/tum/item/8677>.
- Grossman SC, Valiga TM. *The New Leadership Challenge: Creating the Future of Nursing*, Davis Company, Philadelphia; 2013.
- Fütüristler Derneği. *İnsan 2030 Raporu*, İstanbul: Elma Yayıncılık; 2015.
- Dünya Ekonomik Forumu. *Internet of Things Guidelines for Sustainability, Future of Digital Economy and Society System Initiative*, Geneva, Switzerland, 2018. (Erişim Tarihi: 14 Şubat 2018). Erişim linki: <http://www3.weforum.org/docs/IoTGuidelinesforSustainability.pdf>.
- Future Health Index. *The Capacity to Care, 2016*, (Erişim Tarihi: 21 Kasım 2017). Erişim linki: <https://www.futurehealthindex.com/report/2016/>
- Ali NS, Carlton KH, Ali OS. Telehealth education in nursing curricula. *Nurse Educator* 2015; 13. [CrossRef]
- National Intelligence Council (NLN). *Global Trends 2030-Alternative Worlds, 2012* (Erişim Tarihi 15 Mart 2017). Erişim linki: www.dni.gov/nic/globaltrends.
- Bodur G, Aydoğan Y. Biotechnology, health, nursing and future: Views of society in Turkey. *International Journal of Caring Sciences* 2017; 10: 1554.
- Yan H, Xu LD, Bi Z, Pang Z, Zhang J, Chen Y. An emerging technology-wearable wireless sensor networks with applications in human health condition monitoring. *Journal of Management Analytics* 2015; 2: 121-37. [CrossRef]
- Fu L, Li L. A Smart Decision Making System for Managing Patient Database, 4th International Conference on Enterprise Systems. *IEEE* 2016; DOI 10.1109/ES.2016.12 [CrossRef]
- Yang P, Stankevicius D, Marozas V, Deng Z, Liu E, Lukosevicius A, et al. Lifelogging Data Validation Model for Internet of Things enabled Healthcare System. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics: Systems* 2018; 48: 50-64. [CrossRef]

29. Baker CR, Armijo S, Belka M, Benhabib V, Bhargava N, Burkhart AD, et al. Wireless sensor networks for home health care, 21st IEEE International Conference on Advanced Information Networking and Applications (AINAW'07); Niagara Falls-Canada 2007; 832-7. [\[CrossRef\]](#)
30. Lee D, Bhardwaj S, Alasaarela E, Chung W. An ECG analysis on sensor node for reducing traffic overload in u-healthcare with wireless sensor network. IEEE Sensors Conference, Atlanta-USA 2007; 256-9. [\[CrossRef\]](#)
31. Ang LM, Ow SH, Seng KP, Tee ZH, Lee BW, Thong MK, et al. Wireless intelligent incontinence management system using smart diapers. 5th International Conference on Electrical Engineering/Electronics, Computer, Telecommunications and Information Technology. IEEE 2008; 69-72. [\[CrossRef\]](#)
32. Luo J, Tang K, Chen Y, Luo J. Remote monitoring information system and its applications based on the Internet of Things. International Conference on Future Biomedical Information Engineering, Sanya-China 2009; 482-5.
33. Huang CN, Chiang CY, Chang JS, Chou YC, Hong YX, Hsu SJ, et al. Location-Aware fall detection system for medical care quality improvement. Third International Conference on Multimedia and Ubiquitous Engineering 2009; 477-80. [\[CrossRef\]](#)
34. Hu W, Lie DYC, Kakade MU, Ichapurapu R, Mane S, Lopez J, et al. An intelligent non-contact wireless monitoring system for vital signs and motion detection. International Conference on System Science and Engineering 2010; 190-4. [\[CrossRef\]](#)
35. Rohokale VM, Prasad NR, Prasad RA. Cooperative Internet Of Things (IoT) for rural healthcare monitoring and control, In Proceedings of Wireless Vitae, 2nd International Conference on Wireless Communications, Vehicular Technology, Information Theory and Aerospace & Electronic Systems Technology: River Publishers, 1-6.
36. Donnelly N, Harper R, McCAnderson J, Branagh D, Kennedy A, Caulfield M, et al. Development of a ubiquitous clinical monitoring solution to improve patient safety and outcomes. Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society 2012; 6068-73. [\[CrossRef\]](#)
37. Yin YH, Fan YJ, Xu LD. EMG and EPP-Integrated Human-machine Interface between the Paralyzed and Rehabilitation Exoskeleton. IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine 2012; 16: 542-9. [\[CrossRef\]](#)
38. Li S, Xu DL, Wang X. A Continuous Biomedical Signal Acquisition System based on Compressed Sensing in Body Sensor Networks. IEEE Transactions on Industrial Informatics 2013; 9: 1764-71. [\[CrossRef\]](#)
39. Zhang Z, Hu X. Zigbee based Wireless Sensor Networks and Their Use in Medical and Health Care Domain, 7th International Conference on Sensing Technology 2013; 756-61. [\[CrossRef\]](#)
40. Xu B, Xu LD, Cai H, Xie C, Hu J, Bu F. Ubiquitous Data Accessing Method in IoT-based Information System for Emergency Medical Services. IEEE Transactions on Industrial Informatics 2014; 10: 1578-86. [\[CrossRef\]](#)
41. Fan YJ, Yin YH, Xu L, Zeng Y, Wu F. IoT based Smart Rehabilitation System. IEEE Transactions on Industrial Informatics 2014; 10: 1568-77. [\[CrossRef\]](#)
42. Mamun KA, Sharma A, Hoque ASM, Szecsi T. Remote patient physical condition monitoring service module for iWARD hospital robots. Asia-Pacific World Congress on Computer Science and Engineering 2014; 1-8. [\[CrossRef\]](#)
43. Schwarzmeier A, Weigel R, Fischer G, Kissinger D. A low power fall detection and activity monitoring system for nursing facilities and hospitals. Topical Conference on Biomedical Wireless Technologies, Networks, and Sensing Systems 2014; 28-30. [\[CrossRef\]](#)
44. Martinez-Balleste A, Casanovas-Marsal JO, Solanas A, Casino F, Garcia Martinez M. An autonomous system to assess, display and communicate the pain level in newborns. International Symposium on Medical Measurements and Applications (MeMeA) 2014; 1-5. [\[CrossRef\]](#)
45. Yang G, Xie L, Mantysalo M, Zhou X, Pang Z, Xu DL, et al. Health-IoT Platform based on the integration of intelligent packaging, unobtrusive bio-sensor, and intelligent medicine box. Industrial Informatics, IEEE Transactions on 2014; 10: 2180-91. [\[CrossRef\]](#)
46. Huang X, Sun L, Tian T, Huang Z, Clancy E. Real-time noncontact infant respiratory monitoring using UWB radar. 2015 IEEE 16th International Conference on Communication Technology (ICCT) 2015; 493-6.
47. Ahmed HS, Ali AA. Smart intensive care unit design based on wireless sensor network and internet of things, Al-Sadeq International Conference on Multidisciplinary in IT and Communication Science and Applications (AIC-MITCSA) 2016. DOI: 10.1109/AIC-MITCSA.2016.7759905. [\[CrossRef\]](#)
48. European Union. Vision and Challenges for Realising the Internet of Thing, Cluster of European Research Projects on the Internet of Things, ISBN 978-92-79-15088-3, Belgium, Brussel, 2010 (Erişim Tarihi: 30 Ocak 2018) doi:10.2759/26127
49. Valiga TM. Nursing education trends, future implications and predictions. New Directions in Nursing Education 2012; 47: 423-34. [\[CrossRef\]](#)
50. Leyshon S, Turk E, Pytte M, Listywardojo TA, Lyons M, Torhaug R, et al. Healthcare 2050: A vision of safer and smarter health services; DNV Strategic Research & Innovation; 2014.
51. Seçginli S, Erdoğan S. 11. Uluslararası Hemşirelik Bilişimi Kongresi: Bilişim Yoluyla Global Sağlık Geliştirilmesi. Smyrna Tıp Dergisi 2012; 2: 53-4.
52. IOM (Institute of Medicine). The Future of Nursing: Leading Change, Advancing Health, The National Academies Press: Washington DC; 2010.