

## HALK SAĞLIĞI ARAŞTIRMA VE UYGULAMALARI DERGİSİ

www.hasaud.com

## DERLEME

## Dijitalleşmenin Sağlığa Yansımaları: Sağlık 4.0

### Reflections of Digitalization on Health: Health 4.0

Eda Çelik<sup>1</sup>, Pınar Okyay<sup>2</sup><sup>1</sup> Araş. Gör. Dr., Adnan Menderes Üniversitesi Tıp Fakültesi Halk Sağlığı Anabilim Dalı, Aydın, Türkiye, ORCID: 0009-0009-1942-7921<sup>2</sup> Prof. Dr., Adnan Menderes Üniversitesi Tıp Fakültesi Halk Sağlığı Anabilim Dalı, Aydın, Türkiye, ORCID: 0000-0002-3565-1490

#### ÖZET

Sağlık 4.0 hastaların sağlık hizmetlerine erişimini kolaylaştırmak, sağlık hizmetlerinin etkinliğini arttırmak ve hastaların tedavi süreçlerini iyileştirmek için endüstri 4.0'daki dijital dönüşümle ortaya çıkmıştır. Çalışmanın amacı, Sağlık 4.0'ın sağlık sektörü üzerindeki yansımalarını ve sağlık hizmetlerindeki dijitalleşmesinin avantajlarını ve dezavantajlarını ele almaktır. Kullanılan yenilikçi teknolojilerle etkinlik artırılmaya çalışılırken sağlıkta yeni meslekler gündeme gelmiştir. Yapay zekâ uygulamaları; koruyucu sağlık hizmeti, sağlığın geliştirilmesi, tedavi edici sağlık hizmeti ve salgın hastalıklar gibi birçok alanda kolaylık sağlarken, kötü amaçlar için kullanma, hukuksal düzenlemelerde eksiklikler gibi dezavantajlara da neden olabilir. Sağlık 4.0 dijital dönüşümle toplum düzeyinde yaşam kalitesini artırmayı amaçlar. Ayrıca can ve mal kaybına neden olabilen doğal afetlerden sonra hasar yerini ve yoğunluğunu hızlı bir şekilde belirlemek ve destek sağlamak için çeşitli yapay zekâ karar destek sistemleri kullanılır.

#### Anahtar Kelimeler

Sağlık 4.0, Sağlık 4.0-Endüstri 4.0 ilişkisi, Sağlık 4.0-Toplum 5.0 ilişkisi, sağlıkta yapay zekâ, yapay zekâ kullanımı ve etik, afetlerde yapay zekâ

#### ABSTRACT

Health 4.0 emerged with the digital transformation in industry 4.0 to facilitate patients' access to healthcare services, increase the efficiency of healthcare services, and improve the treatment processes of patients. The study aims to address the reflections of Health 4.0 on the healthcare sector and the advantages and disadvantages of digitalization in healthcare services. While trying to increase efficiency with the innovative technologies used, new professions in healthcare have come to the agenda. Artificial intelligence applications provide convenience in many areas, such as preventive healthcare, health improvement, curative healthcare, and epidemic diseases. However, they can also cause disadvantages, such as using it for malicious purposes and deficiencies in legal regulations. Health 4.0 aims to improve the quality of life at the community level through digital transformation. In addition, various artificial intelligence decision support systems are used to quickly determine the location and intensity of damage and provide support after natural disasters that can cause loss of life and property.

#### Keywords

Health 4.0, Health 4.0-Industry 4.0, Health 4.0-Society 5.0, artificial intelligence in healthcare, artificial intelligence and ethic, artificial intelligence in disasters

**Sorumlu Yazar:** Eda Çelik, Adnan Menderes Üniversitesi Tıp Fakültesi Halk Sağlığı Anabilim Dalı, Aydın, Türkiye

**E-posta:** [eda.celik@adu.edu.tr](mailto:eda.celik@adu.edu.tr)

#### GİRİŞ

Sağlık sektörü, teknolojinin hızla ilerlemesiyle birlikte büyük bir dönüşüm sürecinden geçmektedir. Bu dönüşüm, dijitalleşmenin sağlık hizmetlerinde kullanımını içeren Sağlık 4.0 kavramıyla temsil edilmektedir. Sağlık 4.0, hastaların sağlık hizmetlerine erişimini kolaylaştırmak, sağlık hizmetlerinin etkinliğini

arttırmak ve hastaların tedavi süreçlerini iyileştirmek için yenilikçi teknolojilerin kullanımını vurgulamaktadır (1). 21. yy'da internetin yaygınlaşmasıyla birlikte insanların mobil ve dijital talepleri artmıştır (2). Yapay zekâ, makine öğrenmesi, tanısal karar destek sistemleri, kişiselleştirilmiş tedavi yöntemleri gibi uygulamalar, nesnelerin interneti (IoT), sağlık izleme cihazları, tele-tıp

Geliş tarihi: 11.10.2023; Kabul tarihi: 10.11.2023

© Halk Sağlığı Araştırma ve Uygulamaları Dergisi, HASUDER tarafından yayınlanmaktadır. Telif Hakları HASUDER'e aittir.

uygulamaları, robotik cerrahi, rehabilitasyon ve yardımcı cihazlar, sağlık bulutu, sanal gerçeklik ve artırılmış gerçeklik gibi teknolojiler Sağlık 4.0'da kullanılan yenilikçi teknolojilerdendir (1). Bu derleme Sağlık 4.0'ın temel hedefleri, Sağlık 4.0-Endüstri 4.0 ilişkisi, Sağlık 4.0-Toplum 5.0 ilişkisi, sağlıkta yapay zekâ kullanımı, sağlıkta dijitalleşmeye bağlı oluşan yeni meslekler, yapay zekâ kullanımı ve etik, afetlerde kullanılan yapay zekâ uygulamaları hakkında bilgi sağlar. Bu sebeple bilimsel literatürdeki veri tabanlarından, 2018-2023 yılları arasında yayınlanan, bu konuyu araştıran çeşitli makaleler ve derlemeler incelendi. Literatür taramasında 'Sağlık 4.0', 'sağlıkta yapay zekâ', 'yapay zekâ ve etik', 'Endüstri 4.0-sağlık ilişkisi', toplum 5.0-sağlık ilişkisi', 'afetlerde yapay zekâ', başlıkları kullanıldı. Uygun görülen makale ve derlemelerin alıntı havuzdan da faydalanıldı. Tekrarlayan makale ve derlemeler çıkarıldıktan sonra, inceleme için 36 yayın ele alındı. Derleme boyunca yeni kavramlar sıkça kullanıldığından kavramların İngilizce ifadeleri parantez içinde hemen Türkçe yazımı sonrasında verilmiştir.

## ARAŞTIRMA SONUÇLARI

### Endüstri 4.0 Gelişimi ve Sağlıkta Dijital Değişim

1. Endüstri 4.0'ın tarihsel gelişimi (3,4);

• Endüstri 1.0: Mekanizasyon- (1780-1870). James Watt tarafından buhar makinesinin icadıyla başlamıştır. Su gücünün ve ardından buhar gücünün endüstriyel üretimde kullanıldığı bir dönemdir. Buhar gücü, makinelerin ve fabrikaların etkin şekilde kullanılmasını sağlamıştır (3).

• Endüstri 2.0: Kitle üretimi- (1870-1970). Bessemer'in bulduğu ucuz çelik üretim yöntemiyle başlamıştır. Su ve buhar gücü yerine elektrik gücü endüstriyel üretimde yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Bu dönemde daha gelişmiş makinelerin kullanımı, seri üretim ve elektriğin yaygın olarak kullanılması gerçekleşmiştir (3).

• Endüstri 3.0: Otomasyon- (1970-2010). Bu dönemde bilgisayar teknolojileri, otomasyon ve robotik teknolojiler hızla gelişmiştir. Dijital teknolojilerin etkisiyle üretim süreçleri daha verimli hale gelmiştir (3).

• Endüstri 4.0: Akıllı fabrikalar- (2011-?). Bu dönemle dijital dönüşüm sürecine geçilmiştir. Optimizasyon, endüstriyel otomasyon ve akıllı hizmetlerin kullanımıyla daha verimli ve daha düşük maliyetli üretim süreci hedeflenmiştir (3).

Endüstri 4.0'daki dijital dönüşüm sağlık sistemini de etkilemektedir. Teknolojide meydana gelen gelişmeler sağlık hizmet standartlarını artırmaktadır. Dünya çapında sağlık harcamalarının artacağı tahmin edilmektedir. Dolayısıyla etkinliği ve verimliliği artırmak için Endüstri 4.0 ile sunulan teknoloji ve kavramları kullanma ihtiyacı vardır.

2. Sağlık 4.0'ın tarihsel gelişimi (1,4);

HASAUD 2023; 1(1): 35-42

• Sağlık 1.0: Sağlık hizmetlerinin geleneksel, hastaya odaklı ve bireysel olarak sunulduğu dönemdir (1,4). Bu dönemde sağlık hizmetleri, doktor-hasta ilişkisi üzerine kurulur ve teknolojik yenilikler sınırlıdır.

• Sağlık 2.0: Sağlık hizmetlerinde bilgi teknolojilerinin kullanımının arttığı dönemdir (1,4). Bu dönemde elektronik sağlık kayıtları (ESK) ve bilgi sistemleri yaygınlaşır. Böylece sağlık çalışanları, hastaların bilgilerine daha kolay erişebilir ve sağlık hizmetlerini daha etkin yönetebilir. Hastalar ve sağlık çalışanları internet yoluyla sağlık hizmetlerinden yararlanabildiği için hizmet kalitesi artar.

• Sağlık 3.0: Dijitalleşme sürecinin arttığı bu dönemde hastalığın önlenmesi ve sağlığın korunması üzerine odaklanılmıştır (1,4). Bu dönemde sağlık hizmetleri, hasta merkezli yaklaşımlar yerine toplum merkezli ve sağlığın korunması odaklı hizmetlere yönelir.

• Sağlık 4.0: Endüstri 4.0'daki dijitalleşme sağlık sektörüne de yansır. Dijitalleşmenin yapay zekâyla entegrasyonu sayesinde büyük gelişmeler kaydedilir (1,4). Bu dönemde yapay zekâ, büyük veri analitiği, makine öğrenmesi ve teletıp gibi teknolojiler sağlık hizmetlerinde yaygın olarak kullanılır. Kişiselleştirilmiş sağlık hizmetleri, sağlık verilerinin analizi ve bireye özel tedavi planları ön plana çıkar.

### Sağlık 4.0'da Yenilikçi Teknolojiler

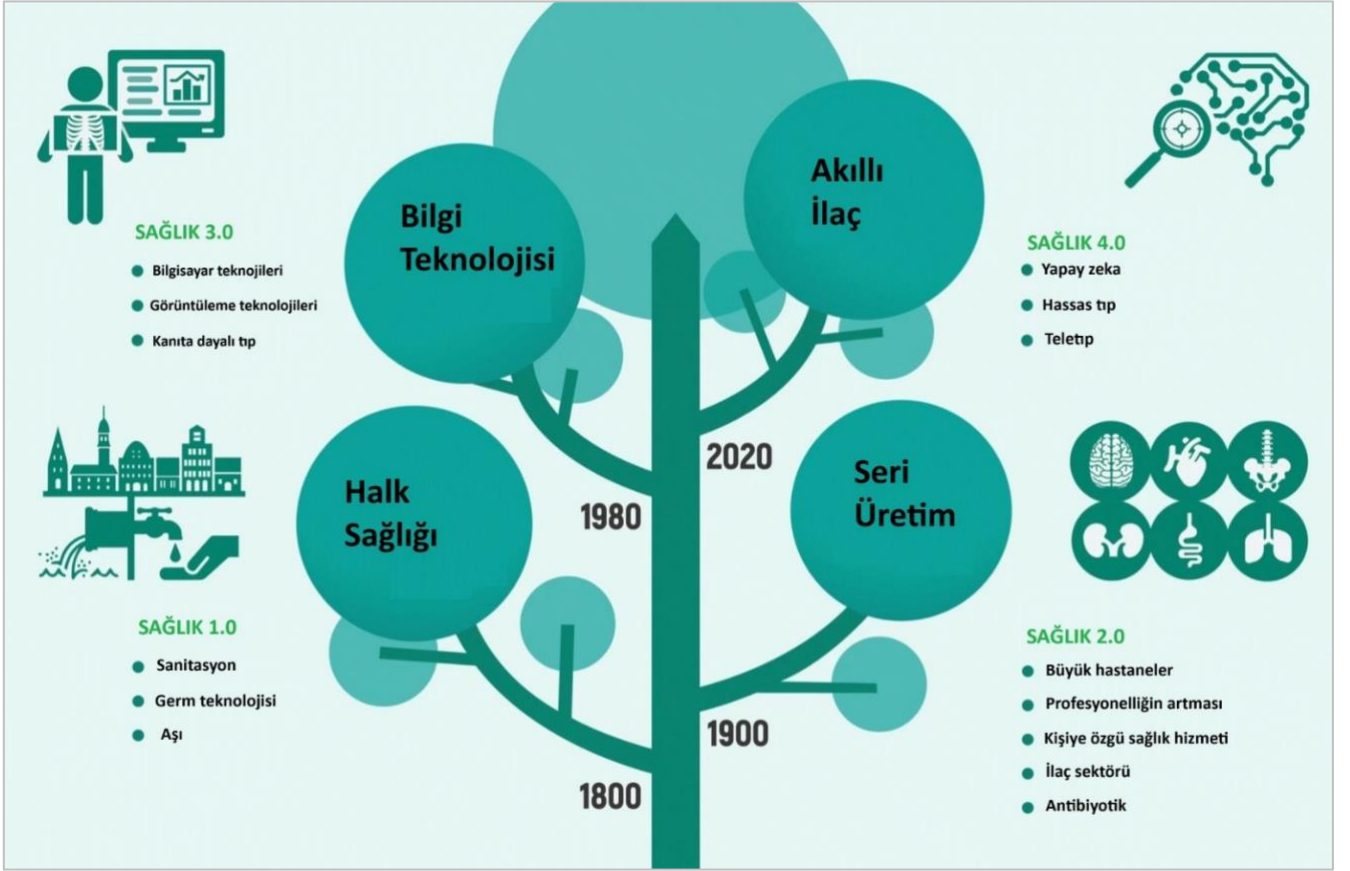
1. *Büyük Veri (Big Data)*: Sağlık sektöründe hastaların sağlık kayıtları, genetik bilgileri, laboratuvar ve görüntüleme sonuçları gibi birçok bilgi kullanılarak daha fazla bilgi toplayabilmek için kullanılır (6).

2. *Yapay Zekâ (Artificial Intelligence)*: Bilgisayar sistemleri aracılığıyla insan benzeri düşünme, problem çözme, veri analizi, öğrenme gibi görevleri gerçekleştirebilmek için kullanılır. Bu işlemleri daha hızlı, daha verimli ve daha düşük bir maliyetle yapmaktadır (1,3). Hastalıkları daha doğru bir şekilde teşhis etmek, tedavi planlarını oluşturmak ve sağlık hizmetlerinin kişiselleştirilmesini sağlamak için de kullanılmaktadır (Büyükgöze & Dereli, 2020; Güvercin, 2020).

3. *Nesnelerin İnterneti (Internet of Things, IoT)*: Sağlık 4.0, medikal cihazların ve sensörlerin internete bağlanmasını ve verilerin gerçek zamanlı olarak toplanmasını ve paylaşılmasını sağlar (3). Giyilebilir teknolojiler, sensörler, medikal cihazlar ve yazılımlar diğer kaynaklarla nesnelerin interneti (IoT) aracılığıyla iletişim kurulabilmekte ve bilgi paylaşabilmektedir (6,8). Diyabet hastalarının ilaç tedavilerinin izlenmesini sağlayan yamalar, cilt kanseri erken teşhisinde güneş ışınlarını takip eden yamalar, kalp hızı-solunum hızı-EKG takibi yapan giyilebilir teknolojiler, uyku apnesini takip eden yamalar gibi giyilebilir teknolojiler kullanılmaktadır (9). Bu sayede doktorlar ve sağlık çalışanları, hastaların sağlık durumu hakkında daha

kapsamlı ve anlamlı verilere erişebilir. Ayrıca hastalar da kendi sağlık verilerini takip edebilirler (10).

4. *Mobil Sağlık Uygulamaları*: Akıllı telefonlar ve tabletler gibi mobil cihazlar, sağlık hizmetlerine erişimi kolaylaştırmak için önemli bir araç haline gelmiştir.



Şekil 1. Sağlık Hizmetlerinde Dijital Dönüşüm Süreci (5) [Not: Bu şeklin Türkçeleştirilmesi tarafımızca yapılmıştır.]

Mobil sağlık uygulamaları, hastaların sağlık durumlarını takip etmelerini, randevularını yönetmelerini, ilaç hatırlatıcıları kullanmalarını ve hatta tele-tıp yoluyla doktorlarıyla görüşmelerini sağlar (2). Bu uygulamalar, sağlık hizmetlerinin erişilebilirliğini artırır.

5. *Robotik Cerrahi*: Cerrahi prosedürleri gerçekleştiren robotik sistemlerin kullanımını içerir. Bu sistemler, daha hassas ve kontrol edilebilir bir şekilde cerrahi işlemleri gerçekleştirebilir. Robotik cerrahi, cerrahi süreçlerin daha güvenli ve etkili olmasını sağlarken, iyileşme sürecini kısaltabilir ve hastaların hastanede kalış süresini azaltabilir (1).

6. *Sanal Gerçeklik (Virtual Reality, VR), Artırılmış Gerçeklik (Augmented Reality, AR)*: Hastaların ağrıyı azaltmak, fiziksel terapiye yardımcı olmak veya stresi azaltmak gibi amaçlarla sanal ortamlarda deneyimler yaşamasını sağlar. Bilgisayar ortamında oluşturulan bu alternatif dünya kişiye gerçekmiş hissi vermektedir (11). Eğitim, simülasyon ve mental sağlık alanlarında fayda sağlar (1).

7. *Sağlık Bulutu*: Hastaneler, klinikler, doktorlar ve diğer sağlık hizmeti sunucuları, hastaların tıbbi kayıtlarını, test sonuçlarını, görüntüleme verilerini, reçetelerini, randevu bilgilerini depolayabilirler (6). Veriler, sık

yedeklemelerle korunur ve güvenlik önlemleri, kişisel sağlık bilgilerinin gizliliğini sağlamak için uygulanır. Sağlık bulutunun bazı veri güvenliği endişeleri vardır. Veri hırsızlığı veya kötüye kullanılma riskini artırabilir. Ayrıca, sağlık bulutu kullanımının maliyeti de bir dezavantaj olabilir.

8. *Sağlık İzleme Cihazları ve Tele-Tıp Uygulamaları*: Sağlık izleme cihazları ve uygulamaları, bireylerin sağlık durumlarını takip etmelerine ve yönetmelerine yardımcı olur (1). Teşhis, tedavi ve takip aşamalarında hizmet sunarak erişilebilirliği artırabilir (Demirci, 2018). Tele-tıp uygulaması; konsültasyon, eğitim gibi sağlık çalışanları arasında kullanılabileceği gibi video konferansla muayene şeklinde sağlık çalışanları ile hastalar arasında da kullanılabilir (12).

9. *Rehabilitasyon ve Yardımcı Cihazlar*: Hasta bakımını daha etkili hale getirilebilir. Yaralanma, hastalık veya yeti yitimi sonucu yaşanan fiziksel veya zihinsel fonksiyon kayıplarını gidermek, iyileştirmek veya yaşam kalitesini artırmak için kullanılabilir (1).

Endüstri 1.0-4.0 ve Sağlık 1.0-4.0 arasındaki evrimi karşılaştırdığımızda, her iki alanda da yeni teknolojilerin, ekipmanların ve verilerin geliştirildiğini ve kullanıldığını gözlemliyoruz. Endüstri 4.0'da artan

otomasyonla birlikte insanların katılımı önemini yitiriyor. Ancak, Sağlık 4.0'da daha fazla otomasyon ve teknoloji kullanımıyla, insanların katılımı ve önemi daha kritik hale geliyor.

### Sağlıkta Yapay Zekâ

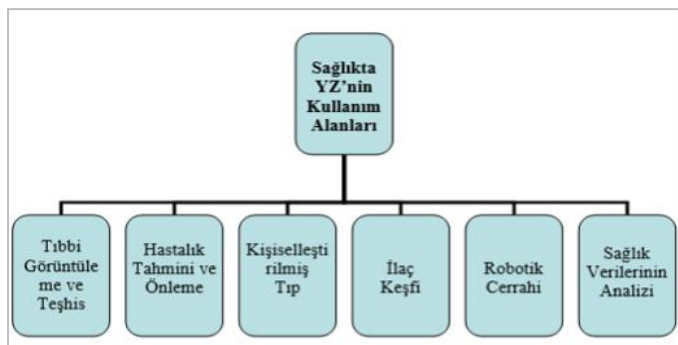
Yapay zekâ uygulamaları sağlık sektöründe koruyucu sağlık hizmeti, sağlığın geliştirilmesi, tedavi edici sağlık hizmeti, salgın hastalıklar gibi birçok alanda kolaylık sağlayabilir. Yapay zekâ uygulamaları koruyucu sağlık hizmetinde; taramalarla hastalıkların önlenmesinde ve erken teşhisinde, salgın hastalıklardan korunmada ve salgın hastalıkların kontrolünde katkı sağlar (13).

Merkezi Hekim Randevu sistemi (MHRS), eNabız değerlendirme raporları Türkiye'de Sağlık Bakanlığı'nın kullandığı yapay zekâ programlarıdır (14).

Sağlık 4.0'da yapay zekâ tabanlı teknolojilerin hem avantajları hem de dezavantajları vardır (14). Zaman, mekan, uzaklık fark etmeden hizmet sunumu sağlayabilmesi, düşük maliyet ve kişiselleştirilmiş tedavi sunabilmesi, kronik hastalıkların takibini kolaylaştırabilmesi, yeni tanı-tedavi-ilaç geliştirme teknolojileri için katkı sağlayabilmesi, bilgi teknolojilerindeki gelişmeler sayesinde sağlık okuryazarlığının artırılabilmesi gibi avantajlarının yanında dezavantajları da vardır (15). Teknolojik sürece geçerken bu sistem sağlık çalışanlarının insan ilişkilerini azaltabilir (13). Çok fazla veriye ulaşılabilmesi için bu verilerin izinsiz kullanımına bağlı suçlar görülebilir. Hukuksal düzenlemelerde eksiklikler olabilir.

### Sağlıkta Yapay Zekânın Kullanım Avantajları

- MHRS, e-nabız gibi sistem verileri kullanılarak genel sağlık yönetimi alanında kullanılabilir. Hastane başvurularının tahmin edilmesi, acil servislerde bekleme sürelerinin azaltılması, ambulans ulaşım sürelerinin düzenlenmesi, bebek ve çocukların aşılamalarının takibi sağlanabilir (14).
- Elektronik Sağlık Kayıt Sistemleri ile sağlık çalışanlarının bilgileri düzenlemesine, saklamasına ve yeniden kullanılmasına yardımcı olabilir. Dokümantasyon yönetimi sayesinde sağlık çalışanları sesli kayıtları ve raporları yapay zekâ tabanlı uygulamalarla çok kısa sürede yazdırılabilir (1).



Şekil 2. Sağlıkta yapay zekânın kullanım alanları (15)  
HASAUD 2023; 1(1): 35-42

• Boş yatak kapasitesinin anlık olarak kontrol edilmesinde kullanılabilmesi gibi taburcu edilen hastaların tekrar yatış yapma olasılığı da hesaplanabilir. Böylece Covid-19 gibi salgınlarda sağlık kurumlarının kapasitesi daha etkili kullanılmış olur.

• Hastalığın tanı, tedavi ve takibinde hastaneye gitmeden uzaktan yönetilen uygulamalarla maliyet düşürülebilir. Özellikle kanser teşhisi ve tedavisi çok önemlidir. Yapay zekâ uygulamalarıyla tarama testleri yapılarak hastalıkların erken teşhisi ve önlenmesi konusunda farkındalık yaratılabilir. 2020'de yapılan bir çalışma, derin öğrenme tabanlı bir yapay zekâ algoritmasının meme kanserini teşhis etmede uzman hekimlere benzer düzeyde bir performans sergilediğini göstermiştir (15).

• Diyabetin bir komplikasyonu olan ve körlüğe yol açabilen diyabetik retinopati teşhisinde retina hastalıklarını hızlı ve doğru şekilde tespit edebilen yapay zekâ uygulamaları sayesinde elde edilen algoritmalar güvenli bulut sistemine gönderilerek analiz edilebilmektedir (16).

• Covid-19 pandemisinde Filyasyon ve İzolasyon Takip Sistemi (FITAS) kullanılarak veriler anlık olarak kaydedilmiş ve analiz edilmiştir. Ülkemizde Covid-19 pandemi yayılım haritası ile riskli bölgeler belirlenerek vaka artış hızı düşürülmeye çalışılmıştır.

• IBM Watson Dünya'da yaygın olarak bilinen yapay zekâ destek sistemlerinden birisidir. Sağlık, finans, eğitim, müşteri hizmetleri, pazarlama ve daha birçok sektörde kullanılmaktadır(3,16). IBM Watson'ın sağlık alanında kullanılan Watson for Health adlı uygulaması çok sayıda sağlık verisine ve tanısı zor vakaların verilerine ulaşımı sağlar. Sağlık sektöründe, doktorlara teşhis ve tedavi önerilerinde bulunabilir. Google'ın Deepmind Health adlı uygulaması hastalık tanısı, radyoloji ve görüntüleme analizi, tıbbi literatür analizi gibi konularda doktorlara, araştırmacılara asistan görevi yapacak bir yapay zekâ uygulamasıdır (3,16,17).

• Sisteme kaydedilen hasta bilgileri, test sonuçları ve yapay zekâ tabanlı giyilebilir cihazlar sayesinde yer, zaman fark etmeden hasta takip edilebilir. (1,3).

• Basit laboratuvar robotları, cerrahi yardımcı olan ya da operasyonları yürüten cerrahi robotlar, rehabilitasyon-fizik tedavi için kullanılan robotlar gibi çeşitli robotlar tıpta kullanılmaktadır (3,15). Da Vinci Cerrahi Sistemi en çok tercih edilen robotik cerrahi sistemlerinden biridir. Bu sistem cerrahların minimal invaziv (kapalı) cerrahi işlemleri gerçekleştirmelerine yardımcı olmak için tasarlanmıştır.

• Çin'de geliştirilen bir yapay zekâ teknolojisiyle hekimler tarafından yaşayamayacağı belirtilen komadaki 7 hastanın, sinirsel aktiviteler ve makine öğrenmesiyle elde edilen algoritmalarla uyanacağı bildirilmiş ve hastalar uyanmıştır (16).

• Kronik hastalıklarda ilaçların kullanım dozu, zamanı, uygulama şekli önemli olduğu için ilaç takibi için makine

öğrenmesi gibi bazı yapay zekâ uygulamaları kullanılmaktadır. (18).

- Yapay zekâ uygulamaları moleküler ilaç geliştirme çalışmalarına yardımcı olmaktadır (17). GlaxoSmithKline ilaç firması İskoçya merkezli Exscientia adlı yapay zekâ şirketine daha hızlı ve daha düşük maliyetle yeni ilaçlar geliştirebilmesi için bütçe ayırmıştır. (19). İngiltere’de Cambridge merkezli AstraZeneca, nörolojik hastalıklar için ilaç geliştirmesi amacıyla Berg adlı ilaç şirketiyle çalışmaktadır (19).
- Bazı hastalıkların tedavisinde genetik, bağışıklık sistemi, yaşam tarzı gibi farklılıklardan dolayı yapay zekâ algoritmalarından faydalanarak kişiye özel tedavi yöntemleri kullanılır (6,15).
- Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verilerine göre, Türkiye’de 65 yaş üstü nüfusun 2030 yılında %12,9’a, 2060 yılında %22,6’ya yükseleceği ve 2080 yılında ülke nüfusunun dörtte birine ulaşacağı tahmin edilmektedir (20). Beklenen yaşam süresi zamanla yükseldiği için kronik hastalıklar, yaşlanmaya bağlı Alzheimer ve Demans gibi rahatsızlıklar artmaktadır. Evde yalnız başına yaşayan yaşlı birey sayısı da çoktur (21). Dijitalleşmeyle birlikte yaşlı bakımında robotların kullanılması bakım verenlerin yükünü azaltmaktadır. Sağlık alanında düzenlenen mobil uygulamalar ve inşa edilen akıllı evler yaşlı bireylerin yaşam kalitesini arttırmıştır (22). Yapılan bir çalışmada sosyol robotlar sayesinde demanslı bireylerin günlük yaşam aktiviteleri artmış ve stresleri azalmıştır (23). Yaşlı bakımda kullanılan robotlar fiziksel hareketleri sürdürmeye yardımcı ya da psikolojik olarak destek amaçlı kullanılabilir (24). Robotlar insanların uzun süre bağımsız yaşamalarına yardımcı olabilir. Ayrıca hastanede yatma, bakım evlerinde yaşama ihtiyacını ve maliyeti de azaltma potansiyeline sahiptir (24).

### Yapay Zekâ ve Etik

Yapay zekâ tabanlı karar destek sistemleri sağlıkta tanı, tedavi, bakım gibi konularda hastaya çeşitli imkanlar sunmakla birlikte, sorumluluk yükümlülüğü, şeffaflık, özerklik, yanlışlık riski ve önyargılı yaklaşımlar, güven ve gizliliğin korunması, kötü amaçlar için kullanma, hekim-hasta ilişkisi gibi konularda bazı zorlukları da beraberinde getiriyor (7,15). Yapay zekâ uygulamalarının kullanıldığı işlemlerde hata olması durumunda kimin sorumlu tutulacağı bilinmemektedir (25). Sağlıkta yapay zekâ tabanlı uygulamaların hasta ve sağlık çalışanları arasındaki duygusal ilişkiyi etkileyebileceği göz ardı edilmemeli ve sağlık çalışanının bilgisi, tecrübesi değersizleştirilmemelidir. Bu teknolojik gelişmeler insanlar için iş potansiyellerinin alınacağı kaygısına da yol açabilmektedir(26). Yapay zekâ uygulamaları hastaya insanı yaklaşımın

azalmasıyla sosyal izolasyona da itebilir (7,26). O nedenle yapay zekâ uygulamalarının tamamlayıcı özelliğinden faydalanılarak hastaya daha etkili destek olunması amaçlanmalıdır. Yapay zekâ uygulamalarıyla elde edilen verilerin kötüye kullanımı, bilgilendirilmiş onam eksikliği, intihal gibi etik sorunlar yaşanabilir. Yapay zekâ algoritmaları daha en başta yanlışlıkla oluşturuluyorsa güvenilirliği şüphelidir. Bu uygulamalardan kaynaklanan istenmeyen sonuçların önüne geçebilmek için bu sistemlerin etik bir yapı çerçevesinde geliştirilmesine dikkat edilmelidir (27,28). Stahl’ın 2021’de yayınlanan makalesinde yapay zekâ ve büyük verinin etik ve/veya insan hakları sorunlarını sorgulamıştır. Çevrimiçi anket uygulanan Delphi çalışmasında şeffaflık, gizlilik, ön yargı ve ayrımcılık en sık rastlanan cevaplar olmuştur (29).

Alan Turing 1950’de yaptığı çalışmasında sohbet sırasında bir insanı bir makineyle karşı karşıya getirerek, bir makinenin insanı iyi derecede taklit edemeyeceğini ölçmeyi hedeflemiştir (26). Turing’in çalışma arkadaşı ve matematikçi J. Good 1965’te yayınladığı makalesinde yapay zekâ uygulamalarının geleceğinden bahsetmiştir. Yapay zekâ uygulamalarının giderek zekâ düzeyinin arttığının ve zamanla bu sistemlerin insanlardan daha becerikli ve zeki olabileceğini vurgulamıştır (25). Günümüzde, yapay zekâ uygulamalarının geleceği konusunda fikir ayrılıkları bulunmaktadır. S. Hawking ve E. Musk gibi bilim insanları yapay zekânın gelecekte insanlığın sonunu getirebilecek kadar tehlikeli olabileceğini savunurken, Facebook kurucusu Mark Zuckerberg tam tersini düşünmektedir (25). Bu endişelerden kurtulabilmek için yeterli hukuki ve etik düzenlemeler getirilebilir. Tabi ‘etik bir yapay zekâ mümkün müdür?’ araştırılması gereken başka bir konudur.

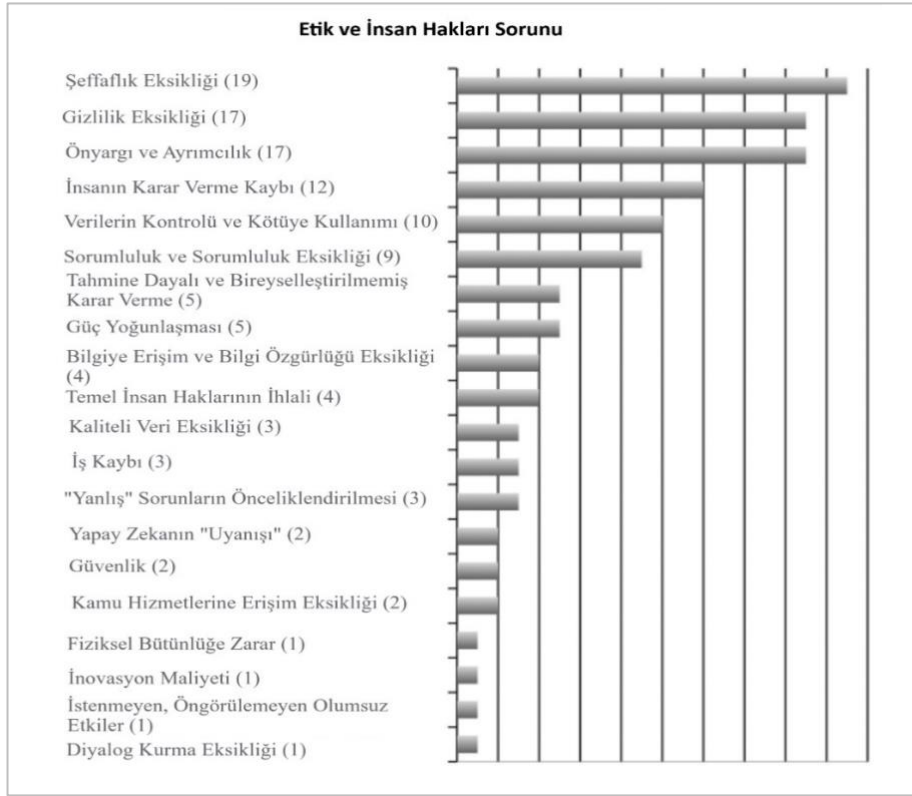
### Dijitalleşme Sonucu Sağlıkta Oluşacak Yeni Meslekler (31).

**Yapay Zekâ Uzmanı:** Sağlık verilerini analiz etmek, algoritmalar geliştirmek ve yapay zekâ sistemlerini sağlık hizmetlerine entegre etmek için çalışabilirler. Yapay zekâ uzmanları, hastalık teşhisinde, tedavi planlamasında ve büyük veri analitiğinde önemli bir rol oynayabilir.

**Epigenetik Danışman:** Bireylerin genetik bilgilerini analiz ederek genetik hastalıklara yatkınlık, genetik test sonuçlarının yorumlanması ve tedavi seçenekleri konusunda danışmanlık yapabilirler.

**Tele-Sağlık Uzmanı:** Hastaların uzaktan tıbbi görüşmeler yapmalarını ve uzaktan sağlık hizmetlerine erişimlerini yönetmelerini sağlayabilirler. Bu uzmanlar, telekonferans teknolojileri, uzaktan izleme cihazları ve tele-tıp sistemleri üzerinde çalışabilirler.





**Şekil 3.** Yapay zekâ ve büyük verinin en önemli konularını kapsayan Delphi anket yanıtları (30)  
[Not: Bu şeklin Türkçeleştirilmesi tarafımızca yapılmıştır.]

**Sanal Hastane Yöneticisi:** Hastaları tele-tıp temelli yaklaşımlarla yönetebilirler.

**Robotik Cerrahi Uzmanı:** Robotik sistemleri kullanarak cerrahi prosedürleri gerçekleştirebilir ve hastaların daha hızlı iyileşmesini sağlarlar. Robotik cerrahi uzmanları, robot operasyon sistemlerini yönetmek, prosedürleri planlamak ve gerçekleştirmek için eğitim alabilirler.

**Büyük Veri Analisti:** Sağlık verilerini toplamak, analiz etmek ve çıkarılacak bilgileri raporlamak için çalışabilirler. Bu analistler, hastalık eğilimlerini belirlemek, tedavi sonuçlarını değerlendirmek ve sağlık politikalarının geliştirilmesine katkıda bulunmak için veri analizi yapabilirler.

**Biyomedikal Mühendis:** Tıbbi cihazlar ve ekipmanların tasarımı, geliştirilmesi ve sürdürülmesi üzerinde çalışabilirler. Gelişen teknolojilerle birlikte, yapay organlar, protezler, biyosensörler ve tıbbi görüntüleme cihazları gibi yenilikçi çözümler geliştirebilirler.

**Sentetik Organ Tasarımcısı:** Tıp araştırmacıları organ nakli için canlı dokular oluşturmaya çalışmaktadır. Dental implant, işitme cihazı ve protez için kullanılan 3D boyutlu baskı teknolojileri zamanla canlı doku ve taşınabilir organların tasarımında da kullanılabilir.

### Sağlık 4.0 – Toplum 5.0 İlişkisi

Toplum 5.0, 2017 yılında Almanya'nın Hannover şehrinde gerçekleşen bir fuarda Japonya başkanı Shinzo Abe tarafından gündeme getirilmiştir. Dijitalleşmenin toplum için tehdit unsuru olarak değil, yardımcı olarak düşünülmesi gerektiğini vurgulamıştır

Toplum 5.0 Japonya'da ortaya çıkan, dijital dönüşümün toplum düzeyinde yaşam kalitesini artırma hedefine odaklanan bir kavramdır (32). Toplum 5.0 'süper akıllı toplum' olarak ifade edilmekte ve sağlık alanında 'Akıllı Sağlık' veya 'Yeni Sağlık Takımı' olarak adlandırılmaktadır (4,32). İnsan merkezli bir yaklaşımı benimseyen Toplum 5.0, teknolojinin insanların hayatını kolaylaştıran çözümler üretmesini hedefler (4). Bu kavram, insanların ihtiyaçlarına odaklanarak, teknolojiyle desteklenen yenilikçi hizmetlerin ve çözümlerin toplumda yaygınlaşmasını amaçlar. Sağlık Endüstri 4.0'ın etkisiyle dijitalleşme yönünde ilerlemiş, Toplum 5.0 etkisiyle yapay zekâ uygulamalarıyla insanlık yararına kullanılmaya başlanmıştır (19). Sağlık 4.0 ile gelişen teknolojiler, toplumun yaşam kalitesini olumlu yönde etkileyerek Toplum 5.0'in ortaya çıkmasını sağlamıştır.

Sağlık 4.0 ve Toplum 5.0 birbirini tamamlayan kavramlardır. Sağlık 4.0, sağlık sektöründe dijital dönüşümü hedeflerken, Toplum 5.0 ise teknolojinin toplum düzeyinde yaşam kalitesini artırmasını amaçlar.

### Afetlerde Yapay Zekâ Kullanımı

Ülkemizde en çok can ve mal kaybına neden olan doğal afet depremdir. Türkiye önemli deprem kuşaklarının birleşim noktasında bulunduğu için tarih boyunca çeşitli depremlerle karşılaşmış ve ciddi zararlar yaşamıştır. Bu yüzden deprem başta olmak üzere sel, heyelan, çığ gibi birçok felaket için tedbirler alınmalı ve gerekli hazırlıklar yapılmalıdır (3,33).

Acil durum sonrası hasar yerini ve yoğunluğunu hızlı bir şekilde belirlemek zordur. Ayrıca kamu ve sivil toplum kuruluşlarının hasar bölgesine yönlendirilmesinde de sorunlar çıkabilmektedir.

Ülkemizde 06.02.2023 tarihinde Kahramanmaraş Pazarcık ilçesi merkezli 7,4 şiddetinde deprem yaşanmıştır. Bu deprem sonrası 11 ilimizde can ve mal kaybı olmuştur. Bu kötü tecrübe bir kere daha afet yönetiminin hayati sonuçlara sebep olabileceğini göstermiştir. Hızlı ve etkili bir müdahale için afet öncesi planlama çok önemlidir.

Afetlerde hazırlık aşamasında erken uyarı sistemleri ve acil durum iletişim sistemleri, müdahale aşamasında akıllı ses ve görüntü tarama yöntemleri kullanılabilir (34).

Android ve İOS kullanıcılarında çalışan “afet bildir” mobil uygulamasıyla fotoğraf, video veya ses gönderilerek afetin meydana geldiği yerden veri toplanabilir (35).

Yapay zekâ uygulamaları tıbbi yardım önceliklerinin belirlenmesi (triyaj) konusunda sağlık çalışanlarına kolaylık sağlayabilmektedir (36).

Afet Yönetimi ve Karar Destek Sistemi (AYDES), Türkiye Afet Müdahale Planı (TAMP) içeriğine uygun olarak hazırlanmış, afet ve acil durum yönetiminin daha etkili şekilde yürütülmesi için geliştirilmiş bir yapay zekâ uygulamasıdır (33). Afet yönetiminde karar verme süreci çok önemlidir. Hızlı bir şekilde doğru verilere ve bilgilere ulaşabilmek için Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı tarafından geliştirilen Afet Yönetim ve Karar Destek Sistemi AYDES uygulaması kullanıma girmiştir (33).

2015 yılında yayınlanan AFAD genelgesiyle AYDES sisteminin nasıl kullanılacağı ile ilgili kurallar belirlenmiştir. AYDES'in sağlık alanında kullanımı afetlerde ve acil durumlarda hayat kurtarmaktadır. AYDES ile teknolojik imkanlar kullanılarak hızlı şekilde veri toplanmakta, analiz edilmekte ve karar vericilere sunulmaktadır.

Yaşanan Kahramanmaraş depreminde AYDES kullanılamaz hale gelmiş, iletişimin kopmasıyla yeterli veriye ulaşılamamıştır. Bu yüzden verilerin hızlı ve verimli bir şekilde toplanmasında kullanılabilecek yapay zekâ uygulamalarının yenilenmesi önemlidir. Ayrıca afete hazırlık çalışmalarında bağımsız baz istasyonları, insansız hava araçları gibi ilerlemiş teknolojiler daha da artmalıdır (37).

## SONUÇ

Endüstri 4.0 sağlık sektöründe yenilikçi teknolojilerin kullanımını yaygınlaştırmıştır. Sağlık 4.0 dijital dönüşümle birlikte geleneksel sağlık yaklaşımından (hastane tabanlı hizmet sunumu) daha etkin ve verimli olan bireysel sağlık yaklaşımına geçmiştir (11). Sağlık ve sağlık hizmetlerindeki dijitalleşmeyle birlikte hastaneye başvurularda azalma, hizmet kalitesinde artma, hastanede kalış süresinde azalma, acile başvurularda HASAUD 2023; 1(1): 35-42

azalma ve maliyetlerde azalma olmuştur (11). Bu katkıların avantajları ve dezavantajları düşünülerek, Sağlık Bakanlığı tarafından sağlık sektöründe dijitalleşme yönünde stratejiler ve politikalar geliştirilmelidir. Ayrıca hastaların sağlık hizmetlerine erişimini kolaylaştırmak, sağlık hizmetlerinin etkinliğini arttırmak ve hastaların tedavi süreçlerini iyileştirmek amacıyla yenilikçi teknolojilerin kullanıldığı Sağlık 4.0'ın tam olarak uygulanabilmesi için altyapı, veri güvenliği ve etik konular unutulmamalıdır.

## KAYNAKLAR

1. Akalin B, Veranyurt Ü. Sağlık 4.0 ve Sağlıkta Yapay Zekâ. Vol. 4, Sağlık Profesyonelleri Araştırma Dergisi / Journal of Health Professionals Research. 2022.
2. Uysal B, Ulusinan E. Güncel Dijital Sağlık Uygulamalarının İncelenmesi. 2020 [cited 2023 Sep 2]; Available from: <http://acikkaynak.bilecik.edu.tr/xmlui/handle/11552/2214>
3. Büyükgöze S, Dereli E. Dijital Sağlık Uygulamalarında Yapay Zekâ. 2020.
4. Yalman F, Filiz M. 4.0 Applications in Healthcare Services and Its Reflections to Health Management. Vol. 32. 2022.
5. Chen C, Loh EW, Kuo KN, Tam KW. The Times they Are a-Changin' – Healthcare 4.0 Is Coming! J Med Syst. 2020 Feb 1;44(2).
6. Aceto G, Persico V, Pescapé A. Industry 4.0 and Health: Internet of Things, Big Data, and Cloud Computing for Healthcare 4.0. Vol. 18, Journal of Industrial Information Integration. Elsevier B.V.; 2020.
7. Güvercin CH. Artificial Intelligence in Medicine and Ethics [Internet]. 2020. Available from: <https://www.researchgate.net/publication/348281076>
8. Wu F, Wu T, Yuce MR. An internet-of-things (IoT) network system for connected safety and health monitoring applications. Sensors (Switzerland). 2019 Jan 1;19(1).
9. Büyükgöze S. Sağlık 4.0'da Giyilebilir Teknolojilerden Sensör Yamalar Üzerine Bir İnceleme. European Journal of Science and Technology. 2019 Dec 31;1239–47.
10. Jayaraman PP, Forkan ARM, Morshed A, Haghghi PD, Kang Y Bin. Healthcare 4.0: A review of frontiers in digital health. Vol. 10, Wiley Interdisciplinary Reviews: Data Mining and Knowledge Discovery. Wiley-Blackwell; 2020.
11. Demirci Ş. Sağlıkın Dijitalleşmesi. Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi. 2018 Dec 30;10(26):710–21.
12. Kılıç T. e-Sağlık, İyileştirme Örneği; Hollanda. Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi [Internet]. 2017;203–17. Available from: <https://www.researchgate.net/publication/328215872>
13. Güzel Ş, Akman Dömbekci H, Eren F. The Use of Artificial Intelligence in the Health Institutions: A Qualitative Research. 2022;
14. Akalin B, Veranyurt Ü. Sağlık Hizmetleri ve Yönetiminde Yapay Zekâ. 2021; Available from: <https://doi.org/10.26650/acin.850857>
15. Güngördü H, Hoşgör H. Sağlık Hizmetlerinde Yapay Zekâ Teknolojileri ve Bu Teknolojilerin Kullanımına Dair Genel Bir Değerlendirme. 2023.
16. Sağıroğlu E, Tosun H. The Use of Artificial Intelligence in Health Applications and its Ethical Discussion: Traditional Compilation. Türkiye Klinikleri Journal of Medical Ethics-Law and History. 2023;31(2):140–8.
17. Bohr A, Memarzadeh K. The rise of artificial intelligence in healthcare applications. In: Artificial Intelligence in Healthcare. Elsevier; 2020. p. 25–60.
18. Krishnamoorthy S, Dua A, Gupta S. Role of emerging technologies in future IoT-driven Healthcare 4.0 technologies: a

- survey, current challenges and future directions. *J Ambient Intell Humaniz Comput.* 2023 Jan 1;14(1):361–407.
19. Büyükgöze S, Dereli E, Özet SB. Toplum 5.0 ve Dijital Sağlık Society 5.0 And Digital Health. 2020.
  20. TÜİK [Internet]. 2022 [cited 2023 Sep 2]. Available from: <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=%C4%B0statistiklerle-Ya%C5%9F%C4%B1lar-2022-49667&dil=1>
  21. Yang G, Pang Z, Jamal Deen M, Dong M, Zhang YT, Lovell N, et al. Homecare Robotic Systems for Healthcare 4.0: Visions and Enabling Technologies. *IEEE J Biomed Health Inform.* 2020 Sep 1;24(9):2535–49.
  22. Baloğlu A, Kaplanlı UT, Kılıç S. Bakıma İhtiyaç Duyan Yaşlılar İçin Yardımcı Sosyal Robot Araştırması ve Analizi. *European Journal of Science and Technology Special Issue [Internet].* 2019;1–8. Available from: <http://dergipark.gov.tr/ejosat>
  23. Kachouie R, Sedighadeli S, Khosla R, Chu MT. Socially Assistive Robots in Elderly Care: A Mixed-Method Systematic Literature Review. *Int J Hum Comput Interact.* 2014;30(5):369–93.
  24. Çalışır Kundakçı Ş. Yaşlı Bakımında Yapay Zekâ Kullanımı. *Doğu Karadeniz Sağlık Bilimleri Dergisi [Internet].* 2023 Jul 31;2(2):77–87. Available from: <http://dergipark.org.tr/tr/doi/10.59312/ebshealth.1318150>
  25. Öztürk Dilek G. Yapay Zekânın Etik Gerçekliği. 2019.
  26. Turan T, Turan G, Küçüksille E. Yapay Zekâ Etiği: Toplum Üzerine Etkisi. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi.* 2022 Dec 1;13(2):292–9.
  27. Stone P. Artificial Intelligence and life in 2030. Report Of The 2015 Study Panel. 2016;
  28. Murphy K, Di Ruggiero E, Upshur R, Willison DJ, Malhotra N, Cai JC, et al. Artificial intelligence for good health: a scoping review of the ethics literature. *BMC Med Ethics.* 2021 Dec 1;22(1).
  29. Stahl BC, Andreou A, Brey P, Hatzakis T, Kirichenko A, Macnish K, et al. Artificial intelligence for human flourishing – Beyond principles for machine learning. *Journal of Business Research.* 2021 , 124;374–388.
  30. Delphi Study. Shaping the ethical dimensions of smart information systems– a European perspective (SHERPA). 2020.
  31. Önder G, Önder E, Özdemir M. Gelişmekte Olan Teknolojiler Sonucu Sağlıkta Oluşacak Yeni Meslekler [Internet]. 2019. Available from: <https://orcid.org/0000->
  32. İyigüngör T. Ekonomik ve Toplumsal Dijitalleşme: Endüstri 4.0'dan Toplum 5.0'a. *Smac Journal.* 2022;
  33. Coşkun AM. Afet Yönetimi ve Karar Destek Sistemi (AYDES) Üzerine Bir Çalışma [Internet]. 2021. Available from: <https://orcid.org/0000-0001-6824-9978>
  34. Partigöç NS. Afet Risk Yönetiminde Yapay Zekâ Kullanımının Rolü. *Bilişim Teknolojileri Dergisi.* 2022 Oct 31;15(4):401–11.
  35. Keskin E, Bozdoğan B. 2007 ve 2018 Deprem Yönetmeliklerinin Kırklareli İli Özelinde Değerlendirilmesi. Vol. 4, Araştırma Keskin&Bozdoğan/Kırklareli University Journal of Engineering and Science. 2018.
  36. Padmanabhan N, Burstein F, Churilov L, Wassertheil J, Hornblower B, Parker N. A Mobile Emergency Triage Decision Support System Evaluation. 2006.
  37. Demirbilek Ö. Büyük Kahramanmaraş Depremi Sonrası Afet Yönetimi Sürecinin Değerlendirilmesi ve Gelecek İçin Çözüm Önerileri. 2023.