

Yapay Zekâ: Sağlık Hizmetlerinden Uygulamalar

Yasin ÇİLHORUZ¹

Oğuz IŞIK²

Geliş Tarihi (Received): 29.03.2021 – Kabul Tarihi (Accepted): 06.05.2021

Öz

Hizmet ve üretim sektöründe akıllı makinelerin sıklıkla kullanılmasıyla birlikte, son yıllarda hem Türkiye’de hem de dünyada tartışılmaya başlanan Yapay Zeka (YZ) kavramı, insan gibi davranışlar sergileme, sayısal mantık yürütme, hareket, konuşma ve ses tanıma gibi birçok yeteneğe sahip yazılımsal ve donanımsal sistemler bütünüdür. YZ aynı zamanda, doğadaki varlıkların akıllı davranışlarını yapay olarak ortaya çıkarmayı amaçlayan bir kuramı ifade etmektedir. YZ, yapay sinir ağları, makine öğrenme ve derin öğrenme gibi, çok sayıda teknik yoluyla sağlık hizmetlerinde de uygulanmaktadır. Bu bakımdan bu çalışmada, YZ uygulamalarının sağlık hizmetleri alanında oldukça faydalı sonuçlar ortaya çıkardığına yönelik birtakım mevcut kanıtları sunmak amaçlanmıştır. Bu doğrultuda, sağlık hizmetleri alanındaki YZ konulu makaleler ve uluslararası uygulama örnekleri incelenmiştir. Buna göre, YZ yöntem ve teknikleri sayesinde sağlık hizmetlerinde maliyetlerde ve oluşan kuyruklarda azalmalar olduğu ve teşhis ve tedavide ise daha kesin ve doğru sonuçlara ulaşıldığı görülmüştür. Bu açıdan, YZ kavramının sağlık hizmetleri alanında daha fazla yer alması sağlık hizmetlerinin finansal olarak sürdürülebilirliği ve kalitesi bakımından önemli görülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Akıllı Makineler, Yapay Zekâ, Sağlık Hizmetleri.

Artificial Intelligence: Implementations from Healthcare Services

Abstract

With the frequent use of intelligent machines in the service and production sector, Artificial Intelligence (AI) concept that both in Turkey and in the World have been begun to be discussed in recent years is a set of software and hardware systems which have many skills such as exhibiting behaviors like human, numerical reasoning, movement, speech and voice recognition. AI also refers to a theory that aims to artificially reveal the intelligent behaviors of beings in nature. AI has also been implemented in healthcare services through numerous techniques such as artificial neural networks, machine learning and deep learning. In this context, in this study, it was aimed to provide some available evidence that have revealed quite beneficial results in the field of healthcare services. In this direction, the articles about AI and international implementation examples in the field of healthcare services have been examined. Accordingly, it has been seen that there are decreases in costs and queues and more accurate and correct results in diagnosis and treatment in healthcare services thanks to AI methods and techniques. In this respect, the fact that the concept of AI is more involved in healthcare services have been considered important in terms of sustainability financially and quality of healthcare services.

Keywords: Intelligent Machines, Artificial Intelligence, Healthcare Services.

¹ Arş. Gör., Hacettepe Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Sağlık Yönetimi Bölümü, yasincilhoroz@gmail.com, Orcid No: 0000-0002-5171-7779.

² Doç. Dr., Hacettepe Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Sağlık Yönetimi Bölümü, oguz.isik@gmail.com, Orcid No: 0000-0001-7368-7024.

Giriş

İnsanlığın geçmişten günümüze gelişimi düşünüldüğünde belirli işleri otomatik şekilde yapan akıllı makinelerle yönelik yüksek bir ilginin olduğu görülmektedir (Eroğlu, 2010, s.78).

Bu ilginin daha ileri boyuta taşınması sonucunda Yapay Zekâ (YZ) olarak adlandırılan kavram ortaya çıkmıştır. YZ kavramı, çeşitli alanlardaki problemlerin ya da sorunların çözülmesine yönelik insanlara özgü zekânın taklit edilmesi ve ileri seviyelere çıkarılmasıyla ilgili teorileri, metotları ve uygulamaları bünyesinde barındırmaktadır (Shi ve Zheng, 2006, s.810). YZ, ses tanıma ve robotik uygulamalardan uzman sistemler ve doğal dil işleme kadar birçok yöntem ve araçları ifade etmektedir (Niu, Tang, Xu, Zhou ve Song, 2016, s.1).

YZ yöntem ve araçları, 2000'li yıllardan itibaren tıpta ve sağlık hizmetlerinin de uygulanma alanı bulmaktadır. Sağlık hizmetleri söz konusu olduğunda en fazla fayda sağlanan uygulamalar arasında teşhis ve tedavi işlemleri için robotik uygulamalar yer almaktadır. Bunun dışında, bulanık mantık ve yapay sinir ağları en çok kullanılan YZ teknikleridir (Rigla, Garcia-Saez, Pons ve Hernando, 2018, s.303).

Bu çalışmada YZ kavramı ve YZ uygulamalarının sağlık hizmetlerine olan katkı ve faydaları mevcut kanıtlarla ortaya konmaya çalışılmıştır.

2. Kavramsal Çerçeve: Yapay Zekâ Kavramı ve Özellikleri

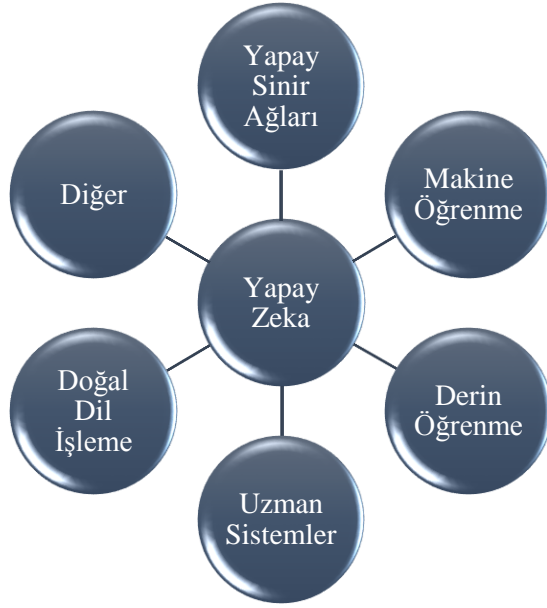
İnsanoğlu sürekli olarak, kendisini diğer canlı türlerinden ayıran niteliklerini tanımlamaya çalışarak, belirli niteliklerin insanoğlunu “insan” yaptığını kanıtlamaya çalışmaktadır. Din, Allah'ın insanları yeryüzündeki “eşsiz” türler olarak yarattığını iddia ederken, bilim hala insanları evrende “bilindiği kadarıyla yaşamın geri kalan unsurlarından ayıran şey” üzerinde tartışmaktadır. René Descartes, insanlar ve hayvanlar arasındaki temel farkı “düşünüyorum öyleyse varım” ünlü sözüyle ifade etmektedir (Je pense donc je suis). Descartes'a göre, düşünce sürecinin farkında olmak, bir insanın varlığını değerlendirirken sadece güvenilebileceği tek şey değil, aynı zamanda insanoğlunun yaşamının devamı için önemli bir adımdır (Gurkaynak, Yılmaz ve Haksever, 2016, s.750). Ayrıca, Descartes, insanların varoluşlarını, deneyimlerle şekillenen düşünce süreçleri aracılığıyla doğrulayabileceğine inanırken, hayvanların bunu yapamayacağını da ileri sürmektedir. (Boesch, 2007, s.228).

Bilimsel anlamda düşünce süreçlerinin kullanılmasıyla, insanların çabalarının neredeyse tüm alanlarına hitap eden ve bu anlamda en önemli ilerlemelerden biri olarak kabul edilen yapay zeka kavramı önemli hale gelmiştir (Agwu, Akpabio, Alabi ve Dosunmu, 2018, s.2).

Gelişim süreci içerisinde YZ araştırmaları 1950'lerin başlarından 1980'lere kadar ki süreçte “güçlü ve zayıf yapay zeka” olarak ifade edilen iki paradigma arasında sürdürülmüştür. Bu paradigmalardan güçlü yapay zekâ ile programlanmış bir bilgisayarın, insanın yapabileceği herhangi bir entelektüel görevi yerine getirebileceği tezine odaklanılmıştır. Ancak güçlü YZ uygulamalarında ilerlemenin olmaması, zayıf YZ olarak adlandırılan daha dar problemlere YZ teknikleri uygulanmasını sağlamıştır. Dolayısıyla zihnin bir bilgisayarda kopyalanabileceği şeklindeki “güçlü tez” yerine simüle edilebileceği şeklindeki daha “zayıf tez” uygulama alanı bulmuştur. Böylece 1980'lerden itibaren makine öğrenme önemli bir araştırma alanı haline gelerek, bilgisayarlara belirli alanlardaki tahminler gibi etkinlikleri gerçekleştirebilmeleri için öğrenme ve modeller geliştirme yeteneği kazandırmaya yönelik araştırmalar hız kazanmıştır. 2000 yılı başlarında, hem yapay zekâ hem de makine öğrenimi üzerine yapılan araştırmalara dayanarak, derin öğrenme kavramı ortaya çıkmıştır. Bilgisayar bilimcileri, yeni topolojiler ve öğrenme yöntemleri ile birçok katmandaki sinir ağlarını kullanmışlardır. Sinir ağlarının bu evrimi, çeşitli alanlardaki karmaşık problemlerin başarıyla çözümlenmesini sağlamıştır. Son yıllarda özellikle insanlarla öğrenebilen ve doğal olarak etkileşebilen sistemler kurmak amacıyla, bilişsel hesaplama ile ilgili yapılan çalışmalar hız kazanmıştır (Jones, 2017, ss.1-2; Anbar, 2002).

Amacı insan zekâsına sahip bilgisayarları geliştirmek, insanın zeki davranışlarıyla benzeşen makineler yapmak olan YZ kavramının birçok tanımı mevcuttur. YZ, bilgisayar veya bilgisayar destekli bir makinenin, insanlara özgü olduğu kabul edilen akıl yürütme, yorumlama, genelleme yapma ve tecrübeler yoluyla öğrenme gibi yüksek seviye zihinsel süreçlere ilişkin görevleri başarma yeteneği olarak belirtilmektedir (Göksungur, 2008, s.85). YZ, akıllı davranış sergilemeye dayalı bir kavramdır. Temel hedefi, doğada yer alan canlıların akıllı davranışlarını yapay olarak ortaya çıkarmaktır (Genesereth ve Nilsson, 1988, s.1). Boden tarafından yapılan ve yaygın kabul gören YZ tanımı ise: “Bilgisayarların, insanlar tarafından yapıldığı takdirde zekâ gerektiren şeyleri yapma bilimidir”. Zekâ, genellikle karar verme ve problemleri çözme, anlama, öğrenme ve muhakeme etme gibi bir grup yetenek olarak tanımlanır. YZ, insan zekasının bu yönlerini bir takım teknikler vasıtasıyla taklit eder (Rigla vd., 2018, s.303; Atkinson, 1979, s.278).

YZ, Şekil 1’de görüldüğü gibi heterojen bir takım araçlar, teknikler ve algoritmalar içermektedir (Jarrahi, 2018, ss.1-2; Nilsson, 2014, ss.2-5; Rigla vd., 2018, ss.303-305).



Şekil 1. Yapay Zekâ Araçları

Yapay sinir ağları (Artificial Neural Networks): İnsan beyni fonksiyonuna, yani birbirine bağlı nöronlara dayanır. Basit birim olan her nöron birkaç girdi alır ve yalnızca bir çıktı üretir. Her bağlantıya, çıktının önemi ile ilgili bir ağırlık verilir. Sinir ağı, bilinen girdilerle çalışarak, gerçek çıktıyı bilinenle karşılaştırarak ve ağırlıkları ayarlamak için hatayı kullanarak “öğrenir”. Böylece doğru cevapları üreten bağlantılar güçlendirilmiş, yanlış cevap verenler ise zayıflatılmış olur.

Makine öğrenme (Machine Learning): Makine öğrenimi, çevreleyen ortamdan öğrenerek insan zekâsını taklit etmek için tasarlanmış, gelişen hesaplama algoritmalarının bir dalıdır. Makine öğrenmenin temel özelliği genellikle veri sınıflandırmasına dayanan problem çözümedir.

Derin öğrenme (Deep Learning): İnsan beyninin içindeki nöron davranışına dayanan yeni bir makine öğrenme alanını temsil etmektedir. Derin öğrenme, birden çok işleme katmanından oluşan hesaplama modellerinin, birden çok soyutlama düzeyiyle verilerin temsillerini öğrenmesine olanak tanır. Bir makinenin önceki katmandaki temsilden her katmandaki gösterimi hesaplamak için kullanılan dâhili parametrelerini nasıl değiştirmesi gerektiğini belirtmek için geri yayılım algoritmasını kullanarak büyük veri kümelerindeki

karmaşık yapıyı keşfeder. Derin öğrenme yöntemlerinin kullanılması ile görüntüler, videolar, konuşmalar ve seslerin işlenmesinde önemli ölçüde gelişmeler sağlanmıştır.

Uzman sistemler (Expert Systems): Rutin işlerde bakım sağlayıcılara yardımcı olmak için uzman bilgisi ve akıl yürütme tekniklerini yakalama yeteneğine sahip sistemleri ifade etmektedir.

Doğal dil işleme (Natural Language Processing): Makinelerin insanlar tarafından kullanılan dili anlama ve analiz etme sürecini oluşturmaktadır.

Diğer yöntem ve teknikler arasında ise, konuşma/örüntü tanıma, veri tabanlarından akıllı erişim, teori kanıtlama, robotlar, otomatik programlama ve makine görüşü yer almaktadır.

İçerisinde çok sayıda teknik ve yöntem barındıran YZ kavramının birtakım avantaj ve dezavantajları bulunmaktadır (Eroğlu, 2010, s.79; Göksungur, 2008, s.84):

Avantajları:

- Gerek uygulamaya yönelik, gerekse de zihinsel ödül olasılıkları, YZ alanındaki güçlükleri dengeleyici bir rol oynamaktadır.
- Uygulama açısından YZ kendini kanıtlamanın ötesine geçmiş durumdadır.
- Ayrıca, YZ sistemlerinin ortak özelliği problemlere çözüm üretirken, bilgi temelli karar vermektedir.
- Eldeki bilgiler doğrultusunda sistemin olayları öğrenmesi, problemin çözümü hakkında karar verebilmeleri ve matematiksel olarak modellenemeyen veya kabul edilebilir çözümler üretilenmeyen problemlerin YZ teknolojileri kullanılarak çözülebilmesi.
- Bunlara ek olarak, yapay zekâ, kendimize ve dünyamıza ilişkin en güç soruların bazılarını bilimsel cevaplar önermektedir.
- YZ hem sanat hem bilim hem de psikolojiyi kapsayan özelliğiyle, her zaman gerçekten disiplinlerarası bir araştırma alanı olmuştur.

Dezavantajları:

- Öğrenmenin sancılı bir süreç olması
- Yapay zekâda, zorluk düzeyinin çok yüksek olması hatta bu açıdan derin uzay araştırmalarına benzetilmesi. Ancak gerçekte bundan çok daha güç olması. Çünkü uzay araştırmalarında ana teknik problemlerin ne olduğu bilinmesine rağmen YZ alanında bunun bile söz konusu olmamasıdır.

İstenen düzeyde maliyetler ve geniş çaplı uygulanabilirlik ile artan şekilde kaliteli bir sağlık hizmeti elde etmek için yoğunlaşan küresel çaba, modern teknolojik yöntemlerin eşzamanlı büyümesi üzerinde giderek artan bir inancın önünü açmıştır. Bilgi sistemlerinde ve elektronik işlem kapasitesinde küresel bir patlama yaşanmış, bu sayede bilgisayar teknolojileri giderek tıp uygulamalarının ve araştırmalarının içinde kendisine yer bulmuştur. Hesaplanabilirlikteki önemli adımlar, artan analitik kabiliyet, gelişmiş bilgi temsiliyeti ve programlanabilir öğrenme, yaratıcılık ve planlama gibi konularda YZ üzerinde önemli ilerlemeler sağlanmıştır (Ashrafian, Darzi ve Athanasiou, 2015, s.38).

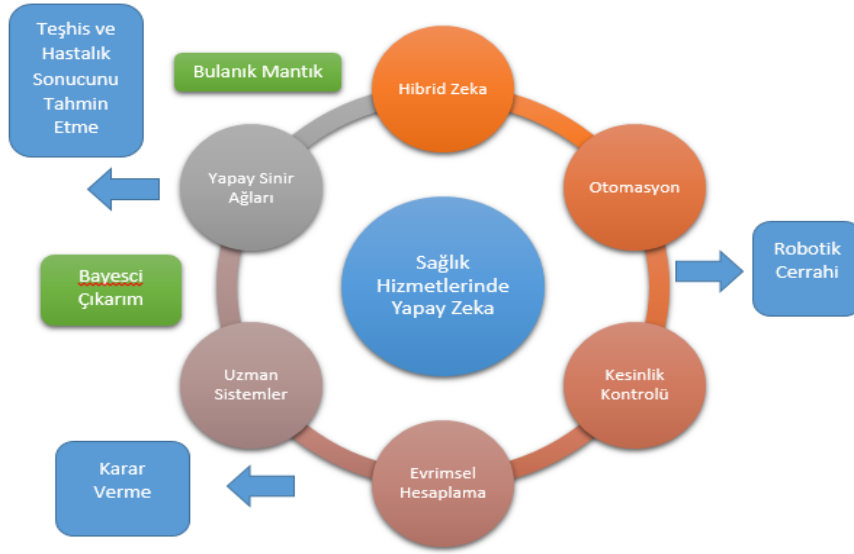
3. Araştırmanın Amacı ve Yöntemi

Literatür derlemesi niteliğinde olan bu çalışma ile YZ uygulamalarının sağlık hizmetleri alanındaki faydalarına yönelik mevcut uygulamaların ortaya konması amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda çalışmaya uluslararası dergilerde yayımlanmış makale ve uygulama örnekleri dâhil edilmiştir. Çalışma kapsamında yararlanılan makalelerin seçiminde Web of Science ve SCOPUS veri tabanları kullanılmış olup; SCI, SSCI, AHCI, ESCI ve SCOPUS kapsamında taranan dergilerde yayınlanmış olma şartı aranmıştır. Mart 2021 tarihinde gerçekleştirilen kaynak taramasında “artificial intellingence”, “health” and “healthcare” anahtar kelimeleri kullanılarak tarama yapılmıştır. Uygulama örneklerinin seçiminde ise ilgili örnekleri bünyesinde barındıran işletmelerin uluslararası tanınırlığı ölçüt olarak alınmıştır.

4. Sağlık Hizmetlerinde Yapay Zekâ ve Uygulamaları

Sağlık hizmetlerinde YZ hastalıkların teşhis edilmesi, tedavi sonuçlarının tahmin edilmesi ve karar verme süreçlerinin yanı sıra tedavi yöntemlerinden özellikle robotik cerrahi alanında YZ uygulamalarından yararlanılmaktadır. Bu kapsamdaki YZ uygulamaları Bayesci çıkarım ve bulanık mantık uygulamalarının yanı sıra yapay sinir ağları, hibrid zeka, otomasyon,

kesinlik kontrolü, evrimsel hesaplama ve uzman sistemler gibi akıllı sistemler tarafından desteklenmektedir. Bu YZ unsurları, farklı hastalıkların belirlenmesi ve tanımlanmasını geliştirebilecek matematiği eşzamanlı olarak uygulamaktadır. Aynı zamanda YZ, robotların sahip-köle paradigmasından olası özerk sistemlere, sürü zekâlarına ve kendi kendine çalışan küçük makinelere kadar farklı tıbbi robotlarla katkıda bulunmaktadır (Şekil 2) (Ashrafian, 2015, ss.38-39).



Şekil 2. Sağlık Hizmetlerinde Yapay Zekâ

Geçen yüzyılın ortalarından itibaren, araştırmacılar, tıbbın her alanında kullanılan akıllı tekniklerin potansiyel uygulamalarını araştırmaktadırlar. YZ teknolojisi cerrahi alanda, ilk olarak 1976 yılında Gunn tarafından bilgisayar analiziyle akut karın ağrısının teşhis olasılığının araştırılması sırasında kullanılmıştır. Son yirmi yılda sağlık alanında YZ'ya olan ilgide bir artış görülmüştür (Ramesh, Kambhampati, Monson ve Drew, 2004, s.334).

Modern tıp, karmaşık klinik problemleri çözmek için gerekli olan çok miktarda bilgiyi edinme, analiz etme ve uygulama zorluğuyla karşı karşıyadır. Sağlıkta yapay zekânın gelişimi, klinisyenlere tanı koymada, tedavi kararlarının verilmesinde ve sağlık sonucunun tahmininde yardımcı olmayı amaçlayan YZ programlarının geliştirilmesi ile ilgilidir. Sağlık alanında YZ, sağlık çalışanlarını görevlerinde her daim destekleyerek veri ve bilginin işlenmesine dayanan görevlerde yardımcı olmak için tasarlanmıştır (Ramesh vd., 2004, ss.334-335).

Genellikle hastalar, doğru tanı ve tedaviyi %50'den daha az bir doğrulukla almaktadırlar (McGlynn vd., 2003, s.2641). YZ, bilgisayarların kullanılmaya başladığı ilk zamanlardan beri klinik karar vermede önemli bir araç olarak görülse de (Lisboa, 2002, s.11), klinik bakımda uygulama ve araştırma arasındaki uyumsuzluk önemli boyuttadır (Bauer, 2002, s.150). Bu gerçek, bilimsel sonuçların gerçek klinik uygulamaya taşınması için mevcut yöntemlerin eksik olduğunu göstermektedir. Ayrıca, bu tür araştırmalardan türetilen kanıta dayalı tedaviler çoğu zaman etkili uygulamayı engelleyen gerçek değişimleri hesaba katmamaktadırlar (Kaplan, 2001, s.17).

Diğer taraftan sağlık harcamaları, kontrol dışı kalmaya devam etmekte ve mevcut büyüme oranlarında 2050 yılına kadar gayri safi yurtiçi hasılanın %30'una ulaşacağı tahmin edilmektedir (Orszag ve Ellis, 2007, s.1793). Özellikle modern sağlık hizmetlerinin tüm karmaşıklığını anlamak/öğrenmek için bir hekimin yetiştirilmesi maliyetli ve uzun bir süreçtir. Örneğin, bir cerrahının eğitimi şu an ortalama 10 yıl veya 10.000 saatlik yoğun katılım gerektirmektedir (Jackson ve Tarpley, 2009).

Bu nedenle, genetik kişisel hizmetler sunmaya devam edecek kadar günlük hayatımızda kalmaya devam edecek olan YZ'nin aynı zamanda sağlık bakım sistemlerinin gelişimine nasıl hizmet edeceğini de dikkate almak önemlidir. YZ, Dünya Ekonomik Forumu tarafından gelişmekte olan en önemli teknolojidendir biri olarak adlandırılmakta ve YZ uygulamalarının tüketiciler için giderek daha faydalı hale geleceği ifade edilmektedir. Bu durum, özellikle tıbbi hasta kayıtlarından ve son zamanlarda giyilebilir sağlık sensörleri tarafından elde edilen bilgilerden yararlanılacak birçok verinin olduğu tıp ve sağlık hizmetleri için de geçerlidir. Bu büyük hacimdeki veriler, yalnızca yaşam tarzı ile ilgili önerilerde bulunulmak istenen hastalara değil, aynı zamanda hastaların ihtiyaçlarına ve alışkanlıklarına dayanan sağlık hizmeti tasarımı geliştirmeye yönelik bilgi üretimi için ayrıntılı bir şekilde analiz edilmelidir. YZ ile ilgili önyargıları ve korkuları yıkmak ve bunun nasıl faydalı olabileceğini ve algılanan veya gerçek dezavantajlarıyla nasıl başa çıkabileceğini anlamak önemlidir. Sahip olunan en büyük endişe, YZ'nin insan beyninin yeteneklerini açacak ve sonunda yaşamlarımız üzerinde kontrol sahibi olacak kadar sofistike (bilgi sahibi, karmaşık, gelişmiş) olabileceğidir (World Economic Forum, 2016, s.3; Hamet ve Tremblay, 2017, s.39).

Modern sağlık sisteminin işleyişinde ve sunulmasında hızla artan maliyetler, karmaşıklık, artan tedavi seçenekleri ve çoğu zaman istenilen şekilde mevcut olmayan veya

etkisiz olan bilgi akışı gibi büyük sorunlar bulunmaktadır. “Bu kişinin nesi var?” temel sağlık sorusunun cevabının bile, çoğu kez anlaşılmasının güçleştiği modern çağda, birey için en etkili tedavinin daha düşük maliyet ve daha fazla etkililik ile nasıl elde edileceğine ilişkin çözümler aranmaktadır. Bu çözümler için kullanılacak temel modellerin geliştirilmesinde YZ tekniklerinden yararlanılabilmektedir. Özellikle elektronik sağlık kayıtlarının (EHR) ve geniş kamusal biyomedikal veri setlerinin de (örn. GenBank) yaygınlaşması YZ tekniklerinin uygulama alanlarının genişletmektedir. Bu sayede optimal tedavileri öngörmek, yan etkileri en aza indirmek, tıbbi hataları/maliyetleri azaltmak ve araştırma ile uygulamayı daha iyi entegre etmek mümkün olabilmektedir (Bennett ve Hauser, 2013, s.9).

Radyoloji, nöroşirürji, dermatoloji ve oftalmoloji başta olmak üzere, YZ'nın bazı durumlarda hekimin yeteneklerini aştığı birçok tıp alanında faydalı olduğunu kanıtlanmıştır.

Hanson ve Marshall (2001, ss.433-434) tarafından yapılan bir çalışmada, yapay sinir ağları ve bulanık sistemlerin, yatağa bağlı monitörlere entegre bir sistemle kalp iskemisi, hipovolemi gibi durumları sürekli olarak analiz etme ve anında müdahale etme konusunda yararlı olduğu bulunmuştur. Ayrıca, yapay sinir ağları tekniğinde, birden fazla veri akışını (hemodinamik, laboratuvar verileri, diğer monitörler) entegre eden akıllı alarmların geliştirilmesi de yer almaktadır. Vaka bazlı akıl yürütme, makine öğrenme algoritmaları ve görselleştirme araçları, veri havuzunda yer alan bilgileri analiz etmek için kullanılmaktadır. Örneğin, dirençli bir bakteriyel organizmaya atfedilebilen küçük bir enfeksiyon salgını, bunlar gibi araçlar kullanılarak tanımlanabilir ve takip edilebilir. Verilere dayalı karar destek araçları sayesinde, yoğun çalışan klinisyenin (doktor, hemşire, solunum terapisti) daha verimli çalışmasına izin verilerek, aynı uygulamaların daha güvenli bir şekilde ve klinisyenlerin daha fazla hastaya bakmasını sağlayacak şekilde gerçekleştirildiği belirtilmektedir.

Tajik (2016, s.2296) tarafından yapılan bir çalışmada, makine öğrenmesi sayesinde Ekokardiyografi görüntülemesi sonucu oluşan çok miktardaki verinin yorumlanması ve bilişsel yükün azaltılabilmesinin mümkün olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Senders vd. (2017, s.10) tarafından yapılan bir çalışmada, makine öğrenme modellerinin, klinisyenlerin nöroşirürji uygulamalarındaki karar verme kapasitesini artırma potansiyeline sahip olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Chen vd. (2017, s.7) yaptıkları çalışmada, bir derin öğrenme modeli yoluyla radyoloji bölümündeki raporların metinlerinin yüksek bir doğrulukla sınıflandırılabilirdiği sonucuna ulaşmışlardır. Krittanawong vd. (2017a, s.2663) tarafından yapılan başka bir çalışmada, YZ yöntemlerinden derin öğrenmenin kardiyomiyopati, pulmoner hipertansiyon, ailesel bazı hastalıklar gibi hastalıkların daha kesin şekilde teşhis ve tedavi edilmesinde oldukça faydalı olduğu saptanmıştır. Krittanawong vd. (2017b, s.2101) tarafından yapılan benzer bir çalışmada da, bugüne kadar, ekokardiyografik görüntüleme denetimsiz özelliğe sahip derin öğrenme uygulamasının umut verici olduğu ortaya konulmaktadır. Bu nedenle, derin öğrenmenin, kardiyovasküler tıbbın kesinliğine yönelik potansiyeli olan yeni kardiyomiyopati fenotiplerini tanımlayabileceği önerilmektedir.

Esteve ve diğerlerinin (2017, s.118) dermatologların performansını değerlendirdikleri çalışmada, yapay sinir ağlarının kullanımının birincil bakım uygulamasının kapsamını genişletmek ve dermatoloji uzmanları için klinik karar verme sürecini arttırmak da dahil olmak üzere önemli klinik etki potansiyeline sahip olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca, hastaları sınıflandırmak ve sonuçları tahmin etmek için hızlı bir şekilde klinik verileri yorumlamak, acil servis hizmetleri için, maliyet, etkinlik ve bakım kalitesine doğrudan etki eden en önemli şeydir. Bu nedenle, YZ uygulamalarının acil servis hizmetlerinde iyileşme sağlamak için önemli bir potansiyeli bulunmaktadır (Berlyand vd., 2018, s.1).

Contreras ve Vehi (2018, s.13) tarafından yapılan başka bir çalışmada, diyabetle ilişkili komplikasyonların öngörülmesi ve önlenmesi için YZ kaynaklı araçlar geliştirmeyi amaçlayan araştırma faaliyetlerinin hızlandığına dair kanıtlar elde edilmiştir. Sonuçlar YZ yöntemlerinin diyabetin kendi kendine yönetimi için klinikte ve günlük pratikte uygun bir şekilde aşamalı olarak uygulandığını göstermektedir. Sonuç olarak, bu yöntemler hastaların yaşam kalitesini yükseltmek için güçlü araçlar sağlamaktadır.

Nanayakkara ve diğerleri (2018) tarafından yapılan bir çalışmada, kalp durması sonrası yoğun bakım ünitesine başvuran hastalarda, makine öğrenme yaklaşımları sayesinde, klasik lojistik regresyon mortalite tahmin tekniklerine kıyasla daha doğru tahminlerin yapıldığı belirtilmiştir.

Kalis, Collier ve Fu (2018) tarafından yapılan bir çalışmada, 10 adet gelecek vaat eden YZ uygulamasının değeri araştırılmış ve 2026'ya kadar ABD'de sağlık bakımı için yıllık 150

milyar dolara kadar tasarruf sağlayabilecekleri tespit edilmiştir. Bu uygulamalar arasında, robot destekli cerrahi 40 milyarlık tasarruf ile ilk sırada yer almıştır. Bunu, sanal hemşirelik desteği, yönetsel iş akışı, hile tespiti, dozaj hata azaltımı, bağlantılı makineler, klinik deney katılımı, teşhis, otomatik resimli teşhis ve siber güvenlik takip etmiştir.

Amisha, Pathania ve Rathaur (2019) tarafından yapılan bir çalışmada, YZ uygulamalarının artırılmasıyla birlikte özellikle birinci basamak sağlık hizmetlerinde daha etkili sonuçlara ulaşılabileceği belirtilmiştir.

He vd. (2019) tarafından yapılan başka bir çalışmada, sağlık hizmetlerinde YZ yöntem ve araçlarının kullanılmasıyla birlikte şeffaflık, veri standardizasyonu, gizlilik ve hasta güvenliği konularında önemli gelişmeler meydana gelebileceği ortaya koyulmuştur.

Ahmed, Mohamed, Zeeshan ve Dong (2020) tarafından yapılan bir başka çalışmada, YZ'nin sağlık sistemine entegre edilmesiyle daha kesin ve iyi sağlık sonuçlarına ulaşıldığı ve bunlara daha az maliyetle ulaşıldığı ifade edilmiştir. Mekov, Miravittles ve Petkov (2020) tarafından yapılan benzer bir çalışmada, YZ araçlarından olan makine öğrenme sayesinde kanıta dayalı olarak daha kesin sağlık sonuçlarına ulaşıldığı görülmüştür.

Rundle, Hollingsworth ve Dellavalle (2021) tarafından yapılan bir çalışmada, YZ uygulamalarının dermatologların daha etkin olmasına, hastaların ilgili birime daha kolay erişim sağlamasına ve daha kesin sağlık sonuçlarına ulaşılmasına olanak tanıdığı tespit edilmiştir. Lin, Tu, Hwang ve Huang (2021) tarafından yapılan bir diğer çalışmada ise, daha kaliteli ve kesin sağlık sonuçları için YZ'nin gerekli olduğu vurgulanmıştır.

Son yıllarda Google DeepMind Health, IBM Watson Health, Microsoft Project Hanover, Apple ve ProMed-mail gibi bazı uluslararası şirketler YZ uygulamalarını sağlık sektörünün kullanımına sunmaktadır (DeepMind, 2021; IBM Watson Health, 2021; Microsoft, 2021; Evans, 2018; ProMed-mail, 2021).

Google DeepMind Health: YZ teknolojilerini geliştirmek ve bunların olumlu sosyal etkiye sahip olabileceklerini kanıtlamak amacıyla 2010 yılında Londra'da hayata geçirilmiştir. DeepMind Health bu sosyal misyonun merkezinde yer almaktadır. DeepMind Health'de iki temel hedef vardır. İlk olarak, hastalar, hemşireler ve hekimler için pratik bir fark yaratmak ve NHS (National Health Service) ve diğer sağlık sistemlerini desteklemektir. İkincisi ise,

DeepMind Health'i kendi kendine süren bir girişim haline getirmek için, klinik sonuçlar ve deneyimler üzerinde olumlu bir etkiye sahip olabilecekleri düşünüldüğünde yazılım için kuruma ödeme yapmayı seçen hastaneler aracılığıyla kârı en üst düzeye çıkarmak için değil, sürdürülebilirliği sağlamak, daha fazla hastane ile çalışmaya ve daha fazla hastaya yardım etmeye devam edebilmektir.

IBM Watson Health: Gelişmiş teknolojiyi kullanarak IBM Watson Health, profesyonellerin sağlık verilerini paylaşmalarını ve hastaneler, tedarikçiler, sigortacılar, araştırmacılar ve hastalar aracılığıyla daha fazla bakıma yönelik içgörü sunmalarını sağlamaktadır. Dünyanın en acil sağlık sorunlarına değinerek yaşamları iyileştirmek ve umut vermek için iddialı bir hedefi bulunmaktadır.

Microsoft Project Hanover: 2016 yılında hayata geçirilen ve YZ destekli bulut tabanlı sağlık analitiklerinde kullanılan Project Hanover'da üç yönde ilerleme kaydedilmiştir. İlk olarak, makine okuma sayesinde metni yapılandırılmış veri tabanlarına dönüştürmek mümkün olmaktadır. Bu da milyonlarca biyomedikal makaleyi otomatik olarak okuyarak genom ölçeğinde bilgi tabanları oluşturulmasına yardımcı olmaktadır. İkincisi, kanser karar desteği kanser hassasiyeti tedavisi için YZ teknolojisi geliştirmek için Knight Cancer Institute ile işbirliği yapılmakta ve şu anda Akut Miyeloid Lösemi (AML) için ilaç kombinasyonlarını kişiselleştirmek üzere bir makine öğrenme yaklaşımı geliştirmeye odaklanılmaktadır. Son olarak da, kronik hastalık yönetimi ile ABD sağlık harcamalarının yaklaşık %90'ını oluşturan kanser ve diğer kronik hastalıkların bakımında artan maliyetle mücadele etmek için öngörücü ve önleyici kişiselleştirilmiş tıp için YZ teknolojisi geliştirilmesidir.

Apple: Apple, dijital sağlık araştırmalarına ve teknolojisine önemli bir yatırım yapmıştır. Artık, üçüncü taraf sağlık donanımıyla da çalışabilen, sağlıkla ilgili yazılım geliştirmeyi destekleyen bir platform sunmaktadır. Veri gizliliğine ve güvenliğine odaklanması, hasta verilerinin paylaşılması ve korunmasına ilişkin sıkı düzenlemeler göz önüne alındığında, hayati derecede önemlidir. Apple'ın son teknoloji ürünleri (iPad, iPhone), cilt durumu analizi gibi gerçek dünyadaki çözümleri yürütmek için gereken yazılımlarla donatılmıştır. Asıl önemli olan, şirketin bu alandaki geliştiricilerin büyük ölçekli teknoloji ve arıtma testleri yapmak için kullanabileceği araçlar tasarlamasıdır. ResearchKit ve CareKit, uluslararası sınırlar dâhilinde bile, birden fazla hastayla birden fazla alanda test yapılmasını sağlamaktadır. Apple'ın, hastaların veri toplamak ve paylaşmak için kullanabileceği hasta kayıt sistemi oluşturma kararı,

dijital sağlık alanındaki liderlerle olan ilişkisinin kaçınılmaz olarak gelecekteki araştırmalar için fırsatlar üretmesini sağlayacaktır.

ProMed-mail: Salgın şiddetini tahmin etmek, özellikle tıbbi altyapı, eğitim ve tedaviye erişim almaktan yoksun üçüncü dünya ülkelerinde baskılayıcı bir unsurdur. International Society for Infectious Diseases (Uluslararası Bulaşıcı Hastalıklar Derneği) kurumunun geliştirdiği ProMED-mail, ortaya çıkan hastalıkları izlemek ve gerçek zamanlı olarak salgın raporları sağlamak için internet tabanlı bir YZ raporlama programıdır. ProMED raporları ve HealthMap verileri herhangi bir ülkedeki sağlık kuruluşunun hastalık salgınlarına yönelik uyarıları izlemesine yardımcı olmak için otomatik sınıflandırmayı ve görselleştirmeyi kullanmaktadır.

5. Sonuç ve Öneriler

Sağlık hizmetlerinde yaşanan sorunlardan artan maliyetler, bekleme sürelerinin uzunluğu, yanlış teşhis ve tedavi uygulamaları ile azalan sağlık hizmetleri kalitesi gibi hususlar tüm dünyanın henüz tam anlamıyla çözemediği ve üzerinde çalıştığı konuların başında yer almaktadır. Bu nedenledir ki, ülkelerin sağlık politikalarının temelinde düşük maliyetli, kaliteli ve ulaşılabilir sağlık hizmetleri gelmektedir. Bu tür sorunların üstesinden gelebilmek adına YZ uygulamalarının sağlık hizmetleri alanında kullanılması her geçen gün önemini artırarak bir gereklilik haline gelmektedir. Literatürde yer alan çalışma sonuçları da bu gerekliliği doğrular niteliktedir. Özellikle sağlık hizmetleri alanındaki YZ uygulamalarının laboratuvarlarda daha hızlı ve doğru teşhis işlemlerinin yapılmasına, muayene ve tedavi sürecinde yaşanan beklemelerin kısılmasına ve maliyetlerde önemli ölçüde tasarruf sağlanmasına neden olduğunu göstermiştir. Diğer taraftan sağlık sonuçlarının daha kesin ve kaliteli olmasında YZ'nin oldukça önemli olduğu görölmektedir.

Sağlık hizmetleri kapsamında çeşitli problemleri çözüme kapasitesine sahip farklı YZ uygulamaları mevcuttur. Literatürde yer alan çalışmalar göstermektedir ki, sağlık alanında kullanılan YZ teknikleri, özellikle sağlık hizmetlerinin verimliliğini artırmaya yönelik sağlık hizmeti sunucularına yardımcı olmada hayati öneme sahiptir.

Teknolojide meydana gelen hızlı değişim sağlık sektörünü de doğrudan etkilemektedir. Özellikle bir taraftan sınırlı insan gücü ile her geçen gün artan sağlık hizmeti ihtiyaçlarının karşılanmasındaki zorluk, diğer taraftan karmaşık problemlere hızlı ve uygun çözümler

sunabilme yeteneği YZ kullanılmasını kaçınılmaz kılmaktadır. Bu nedenle ülkelerin bu zorunluluğu önceden fark ederek YZ uygulamalarına yönelik gerekli düzenlemeleri yapmaları önerilmektedir.

Kaynakça

Agwu, O. E., Akpabio, J. U., Alabi, S. B. ve Dosunmu, A. (2018). Artificial intelligence techniques and their applications in drilling fluid engineering: A review. *Journal of Petroleum Science and Engineering*, 167, 300-315.

Ahmed, Z., Mohamed, K., Zeeshan, S. ve Dong, X. (2020). Artificial intelligence with multi-functional machine learning platform development for better healthcare and precision medicine. *Database*, 2020, 1-35.

Amisha, P. M., Pathania, M. ve Rathaur, V. K. (2019). Overview of artificial intelligence in medicine. *Journal of Family Medicine and Primary Care*, 8(7), 2328-2331.

Anbar, A. (2002). Yeni ekonomi ve e-ticaretin istihdam-çalışanlar ve insan kaynakları üzerindeki etkileri. *ISGUC The Journal of Industrial Relations and Human Resources*, 4(2).

Ashrafian, H., Darzi, A. ve Athanasiou, T. (2015). A novel modification of the turing test for artificial intelligence and robotics in healthcare. *The International Journal of Medical Robotics + Computer Assisted Surgery : MRCAS*, 11(1), 38-43.

Atkinson, M. (1979). Artificial intelligence and natural man: Margaret A. Boden. *Philosophical Quarterly*, 29(116), 278-281.

Bauer, M.S. (2002). A review of quantitative studies of adherence to mental health clinical practice guidelines. *Harvard Review of Psychiatry*, 10(3), 138-153.

Bennett, C.C. ve Hauser, K. (2013). Artificial intelligence framework for simulating clinical decision-making: A markov decision process approach, *Artificial Intelligence in Medicine*, 57, 9-19.

Berlyand, Y., Raja, A. S., Dorner, S. C., Prabhakar, A. M., Sonis, J. D., Gottumukkala, R. V., ... ve Yun, B. J. (2018). How artificial intelligence could transform emergency department operations. *The American Journal of Emergency Medicine*, 36(8), 1515-1517. <https://doi.org/10.1016/j.ajem.2018.01.017>.

Boesch, C. (2007). What makes us human (homo sapiens)? the challenge of cognitive cross-species comparison, *Journal of Comparative Psychology*, 121(3), 227-240.

Chen, M. C., Ball, R. L., Yang, L., Moradzadeh, N., Chapman, B. E., Larson, D. B., ... ve Lungren, M. P. (2017). Deep learning to classify radiology free-text reports. *Radiology*, 286(3), 845-852

Contreras, I. ve Vehi, J. (2018). Artificial intelligence for diabetes management and decision support: Literature review. *Journal of medical Internet Research*, 20(5), 1-21.

DeepMind Health. (2021). *About DeepMind Health*, <https://deepmind.com/applied/deepmind-health/about-deepmind-health/>. (Erişim Tarihi: 26.03.2021).

Eroğlu İ. (2010). *Binalarda enerji yönetimi ve enerji kullanım verimliliğini etkileyen faktörlerin yapay zeka teknikleri ile analizi*. Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya.

Esteva, A., Kuprel, B., Novoa, R.A., Ko, J., Swetter, S.M., Blau, H.M. (2017). Dermatologist-level classification of skin cancer with deep neural networks. *Nature*, 542, 115–8. <https://doi.org/10.1038/nature21056>.

Evans, J. (2018). *How Apple's ai imaging vision may save lives*. Computerworld, August.

- Genesereth, M. R. ve Nilsson, N. J. (1988). *Logical Foundations of Artificial Intelligence*. Burlington: Morgan Kaufmann Publishers.
- Göksungur, A.E. (2008). *Stok kontrolünde yapay zeka kavramı ve bir uygulama*. Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Doktora Tezi, İstanbul.
- Gurkaynak, G., Yilmaz, I. ve Haksever, G. (2016). Stifling artificial intelligence: Human perils. *Computer Law & Security Review*, 32(5), 749-758.
- Hamet, P. ve Tremblay, J. (2017). Artificial intelligence in medicine. *Metabolism-Clinical and Experimental*, 69, 36-S40.
- Hanson, C. W. ve Marshall, B. E. (2001). Artificial intelligence applications in the intensive care unit. *Critical Care Medicine*, 29(2), 427-435.
- He, J., Baxter, S. L., Xu, J., Xu, J., Zhou, X. ve Zhang, K. (2019). The practical implementation of artificial intelligence technologies in medicine. *Nature Medicine*, 25(1), 30-36.
- IBM Watson Health. (2021). *What is IBM Watson Health?*, <https://www.ibm.com/watson/health/about/>. (Erişim Tarihi: 25.03.2021).
- Jackson, G. P. ve Tarpley, J. L. (2009). How long does it take to train a surgeon?, *BMJ*, 339, b4260.
- Jarrahi, M.H. (2018). Artificial intelligence and the future of work: human-ai symbiosis in organizational decision making. *Business Horizons*, 61(4), 577-586.
- Jones, M.T. (2017). *A Beginner's Guide to Artificial Intelligence, Machine Learning, And Cognitive Computing*. USA: IBM Corporation.
- Kalis, B., Collier, M. ve Fu, R. (2018). *Technology: 10 Promising AI Applications in HealthCare*, Harv Bus Rev. May 2018. (Erişim Tarihi: 04.02.2019).
- Kaplan, B. (2001). Evaluating informatics applications—clinical decision support systems literature review. *International Journal of Medical Informatics*, 64(1), 15-37.
- Krittanawong, C., Zhang, H., Wang, Z., Aydar, M. ve Kitai, T. (2017a). Artificial intelligence in precision cardiovascular medicine. *Journal of the American College of Cardiology*, 69(21), 2657-2664.
- Krittanawong, C., Tunhasriwet, A., Zhang, H., Wang, Z., Aydar, M. ve Kitai, T. (2017b). Deep learning with unsupervised feature in echocardiographic imaging. *Journal of the American College of Cardiology*, 69(16), 2100-2101.
- Lin, H.C., Tu, Y.F., Hwang, G.J. ve Huang, H. (2021). From precision education to precision medicine. *Educational Technology & Society*, 24(1), 123-137.
- Lisboa, P. J. (2002). A review of evidence of health benefit from artificial neural networks in medical intervention. *Neural Networks*, 15(1), 11-39.
- McGlynn, E. A., Asch, S. M., Adams, J., Keeseey, J., Hicks, J., DeCristofaro, A. ve Kerr, E. A. (2003). The quality of health care delivered to adults in the United States. *New England Journal of Medicine*, 348(26), 2635-2645.
- Mekov, E., Miravittles, M. ve Petkov, R. (2020). Artificial intelligence and machine learning in respiratory medicine. *Expert Review of Respiratory Medicine*, 14(6), 559-564.
- Microsoft. (2021). *Project Hanover*, <https://www.microsoft.com/en-us/research/project/project-hanover/>. (Erişim Tarihi: 25.03.2021).
- Nanayakkara, S., Fogarty, S., Ross, K., Milosevic, Z., Richards, B., Liew, D. ve Kaye, D. (2018). Machine learning models significantly improve outcome prediction after cardiac arrest. *Journal of the American College of Cardiology*, 71(11), A775.
- Nilsson, N. J. (2014). *Principles of Artificial Intelligence*. Burlington: Morgan Kaufmann.

Niu J., Tang W., Xu F., Zhou,X. & Song Y. (2016). Global research on artificial intelligence from 1990–2014: Spatially-explicit bibliometric analysis. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 5(5), 66.

Orszag, P. R. ve Ellis, P. (2007). The challenge of rising health care costs-a view from the congressional budget Office. *New England Journal of Medicine*, 357(18), 1793.

ProMed-mail. (2021). *About ProMED-mail*, <https://promedmail.org/about-promed/>. (Erişim Tarihi: 25.03.2021).

Ramesh, A. N., Kambhampati, C., Monson, J. R. ve Drew, P. J. (2004). Artificial intelligence in medicine. *Annals of the Royal College of Surgeons of England*, 86(5), 334-338.

Rigla, M., García-Sáez, G., Pons, B. ve Hernando, M. E. (2018). Artificial intelligence methodologies and their application to diabetes. *Journal of Diabetes Science and Technology*, 12(2), 303-310.

Rundle, C.W., Hollingsworth, P. ve Dellavalle, R.P. (2021). Artificial intelligence in dermatology for the public. *Clinics in Dermatology*.

Senders, J.T., Arnaout, O., Karhade, A.V., Dasenbrock, H.H., Gormley, W.B., Broekman, M.L. ve Smith, T.R. (2017). Natural and artificial intelligence in neurosurgery: A systemic review. *Neurosurgery*, 0, 1–12. <https://doi.org/10.1093/neuros/nyx384>.

Shi, Z.Z. ve Zheng, N.N. (2006). Progress and challenge of artificial intelligence. *Journal of Computer Science and Technology*, 21(5), 810-822.

Tajik, A.J. (2016). Machine learning for echocardiographic imaging: Embarking on another incredible journey. *Journal of the American College of Cardiology*, 68(21), s.2296-2298.

World Economic Forum. (2016). *The Global Competitiveness Report 2016–2017*, World Geneva: Economic Forum.