

# Sağlıkta yüksek teknoloji ve yapay zekâ

## Dr. Şuayip Birinci



1998 yılında Ondokuz Mayıs Üniversitesi Tıp Fakültesinden mezun oldu. Çeşitli sağlık kuruluşlarında hekimlik yaptı. Ümraniye Eğitim ve Araştırma Hastanesi Başhekim Yardımcısı, İstanbul İl Sağlık Müdür Yardımcısı ve İstanbul Anadolu Kuzey Kamu Hastaneleri Birliği Genel Sekreteri görevlerini yerine getirdi. Mayıs 2014 tarihinde Sağlık Bakanlığı Müsteşar Yardımcılığına, Ağustos 2018 itibarıyla de Bakan Yardımcılığına atanan Dr. Birinci, büyük veri uygulamaları, veri madenciliği, elektronik sağlık kayıtları, ulusal sağlık sistemi, e-Nabız, karar destek sistemi ve tele-radyoloji sistemi gibi projelerin geliştirilmesine öncülük etmiştir.

Günümüzde teknoloji hem hayatımızı kolaylaştıran hem de yaşamımıza yön veren gücüyle her alanda durmadan kendini göstermeye devam edeceğini bizlere hissettiriyor. Teknolojinin boy gösterdiği tüm sektörler içerisinde belki de en önemlisinin sağlık olduğu söylenebilir. Teknolojinin gücüyle her gün sayısız hayat kurtarmanın peşinde olan sağlık sektörü, bu fikri destekleyen canlı bir örnektir. Mevcut performansın mümkün olduğu kadar yukarıya taşınmasında rol alacak aktivitelerin veya teknolojilerin herhangi bir kombinasyonu olarak tanımladığımız inovasyon, insanlığın sağlık özelindeki isteklerine ulaşabilmesi için sağlık sektörü tarafından oldukça ihtiyaç duyulan bir kavramdır (1). Teknolojinin sağlık sektörü özelindeki dönüşümü, maliyet etkin ve sürdürülebilir hizmetlerin inovasyonu ile hayatımızı kolaylaştıracaktır.

### Teknoloji ve Yapay Zekâya Neden İhtiyaç Duyuyoruz?

Dünya genelinde yaşlanan bir nüfusa sahibiz. İnsanlar giderek yaşlanıyor ve yaşlandıkça daha fazla sağlık hizmetine ihtiyaç duyuyor. OECD verilerine göre Türkiye'de 65 yaş ve üstü nüfusun toplam nüfusa oranını 2000 yılında %5,4 iken 2017 yılında %8,3'e kadar yükselmiştir. Türkiye'nin nispeten daha genç nüfusa sahip olmasına rağmen artış miktarının diğer ülkelerle aynı oranda olduğunu söylemek mümkün. Çarpıcı örneklerden biri Finlandiya'dır. Finlandiya'da 65 yaş ve üstü nüfusun toplam nüfusa oranı

daha 2000 yılında %14,8'di. Bu oranın 2017 yılında %20,9'a yükselmesi sağlık hizmetinde etkin çözümlere ihtiyaç duyulduğuna işaret ediyor. Aynı manzara İngiltere ve Amerika için de geçerli. İngiltere'de 2000 yılında bu değer %15,8 iken 2017 yılında %18,1'e yükselmiştir (2). Amerika'daki değişim de aynı yıllar içerisinde %12,4'ten %15,6'ya ulaşan bir artış yaşamıştır. Sağlık hizmetlerinin yeterli olmadığı ve yaşam süresinin dünyanın geri kalan bölgelerine göre daha kısa olduğu Güney Amerika'da bile aynı yıllar içerisinde %4'ten %5,3'e ulaşan bir artış görüyoruz. Beklenen yaşam süresinin 2000 yılında 70-78 yaş aralığında olduğu Türkiye, Finlandiya, Birleşik Krallık ve Amerika'da bu sayı 2016 yılında 78-82 yaş aralığına kadar çıkmıştır (3).

65 yaş üstü nüfusun ve beklenen yaşam süresinin dünya genelindeki artışı bizi sağlıkta yeni çözümler üretmeye yönlendiriyor. Türkiye'de her 1000 kişiye düşen aktif doktor sayısının 1,3 olduğu 2000 yılından bu sayının 2016 yılına kadar yalnızca 1,83'e yükselmesi doktorlarımızı istihdam etmenin gün geçtikçe zorlaştığını gösteriyor (4). Artan yaşlı nüfusun sağlık hizmetlerini neredeyse sabit kalan insan kaynağına rağmen karşılayabilmek için daha ekonomik ve sürdürülebilir sağlık hizmeti modelleri geliştirmeliyiz. Bu noktada imdadımıza teknoloji yetişiyor. Yüksek teknolojinin yardımı ve yapay zekânın sağlık sektöründeki uygulamalarının artışı ile daha fazla işi (sağlık hizmeti sunumunu) daha az kaynakla gerçekleştirmeyi hedefliyor ve bu hedefimize emin adımlarla yaklaşıyoruz. Sağlık sektöründe yüksek teknoloji ve yapay zekânın mevcut

durumu ve geleceğine kısa bir bakış, konunun önemini daha iyi kavramamıza yardımcı olacaktır.

### Teknoloji ve Yapay Zekânın Sağlık Sektöründeki Mevcut Durumu

Bugün IBM, Google, Amazon ve bunun gibi birçok büyük organizasyon sağlık üzerine yatırım yapıyor ve sektöre daha kaliteli sağlık hizmeti için yeni araçlar sunuyor. Geliştirilen IBM Watson Health, yapay zekâ ile hastalıkların teşhis edilmesine olanak tanıyan bu teknolojilerden bir tanesi. IBM Watson temelde, mevcut olan karmaşık yapıdaki verilerden yapay zekâ aracılığıyla anlamlı sonuçlar ve çıktılar elde etmeyi amaçlıyor. Böylelikle IBM Watson, karmaşık verilerden istenen sonuçların elde edilmesini ve olası en uygun seçeneklerin çıkarılmasını sağlıyor. Veriler ve dolayısıyla hastalıklar ya da bulgular arasında anlamlı bağlantılar kuruyor ve bu bağlantılar sayesinde gerçek hekimlerin gözden kaçırma ihtimali olan hastalık öngörülerini kolaylıkla sunabiliyor. Bu yolla IBM Watson hekimlere, hastalarının hastalıklarına ilişkin olası tahminleri sunuyor ve neredeyse dijital bir hekim hâline gelerek hastalık teşhisinde dikkat çekici bir görev üstleniyor. Bu görev, özellikle kronik hastalıklar ve kanser gibi teşhisi ve tedavisi oldukça önem arz eden hastalıklar adına yenilikçi bir çözüm olabilir. Sağlık alanında teknolojik çözümlerden yararlanılması ve hastalık teşhisinde verimliliği sağlanması adına IBM Watson, bugün dünya genelinde 270'ten fazla hastanede kanser teşhisi için kullanıma başlamıştır (5). Onkoloji bölümü için hazırlanan IBM Watson



güncel olarak on üç ayrı kanser tipini teşhis etmek üzere tasarlanmıştır (6). Bu da yapay zekânın her yıl binlerce hastaya erişebilmesi ve hatta pek çok hastanın hayatını kurtarması anlamına gelir.

Bir diğer teknoloji olan Amazon'un geliştirdiği sanal asistan Alexa, hastalara sağlık hizmeti sunumu noktasında atılan yenilikçi adımlardan bir tanesidir. Yapay zekâ üzerine kurulu olan Alexa, doktoru hastanın evine getiriyor. Ayrıca hastanın sağlığıyla ilgili öğrenmek istediği her şeyi anında cevaplayabiliyor ve böylece saniyeler içerisinde hastaya sağlık hizmeti sunabiliyor. Alexa, hastanın semptomlarını dinleyerek yapay zekâ sayesinde işliyor ve belirtilen semptomlarla uyuşan olası hastalıkları sunarken bir yandan da sanal asistanın hasta hakkında öğrendiği her sağlık verisi hastalık önerilerinin daha detaylı ve doğru olma olasılığını artırıyor (7). Alexa belirli saatlerde alınması gereken ilaçların kullanımını da hatırlatıyor. Kandaki glikoz seviyesi ve tansiyon değerlerinin kayıt altına alınması için diğer sağlık uygulamalarıyla entegre bir şekilde çalışıyor ve hatta kayıtlı doktor randevularının takibini yapıyor (8). Böylelikle, sürekli gelişen teknoloji sayesinde günümüzde sağlık hizmeti rahatlıkla evimize kadar geliyor.

Yapay zekânın sağlık alanına sunduğu yenilikçi uygulamalara başka bir örnek de Babylon Health sanal doktordur. Babylon sayesinde sağlık hizmeti her vatandaşın bir akıllı telefon kadar yakın hâle geliyor (9). Yapay zekâ tabanlı bu uygulama sayesinde hastalar sesli komut aracılığıyla ya da uygulamaya semptomlarını yazarak kolaylıkla kendilerine teşhis konulmasını sağlayabiliyor. Uygulama hastaların doktorlarına uzaktan erişmesine de imkân tanıyor. Hastalar istediklerinde doktorlarına yazılı veya

görüntülü bir şekilde ulaşabiliyor ve uygulama üzerinden muayene için randevu alabiliyorlar. Uygulama sayesinde hasta adına oluşturulan reçete en yakın eczaneye otomatik olarak iletilebiliyor (10). Doktorlar ve tüm vatandaşlar uygulama üzerinden geçmiş muayenelerin ses kayıtlarına ve görüntülerine, alerji bilgisine ve patoloji kaydına saniyeler içerisinde ulaşabiliyor (11). Yapay zekâ sayesinde vatandaş, doktoruyla istediği her an irtibat kurabiliyor.

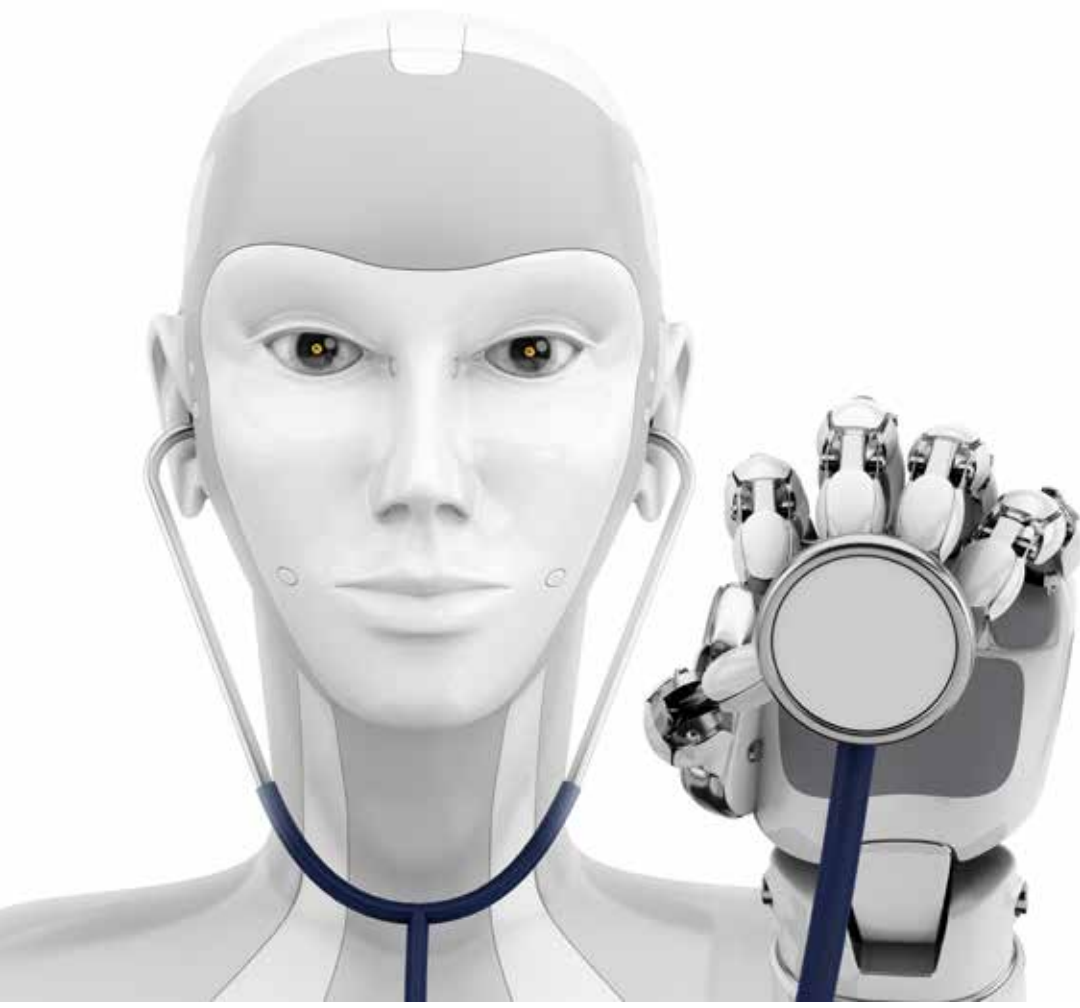
### **Yakın Gelecekte Neleri Başaracağız?**

Teknolojinin hızlı ilerleyişi bize yepyeni imkânlar sunuyor. Bu yeni imkânlarla geleneksel tanı ve tedavi süreçlerinin de köklü bir değişikliğe uğrayacağını söylemek yanlış olmaz. New York City Üniversitesinde teorik fizik profesörü olan ve sicim kuramını bulanlar arasında yer alan Michio Kaku'ya göre doktora muayeneye gitme sürecimiz baştan sona değişecek. Kaku'ya göre evimizin duvarları ekranlardan oluşacak ve biz sağlık durumumuzu ekranlar aracılığı ile bizimle iletişime geçen yazılım programları ile paylaşacağız. Dahası, banyomuz sensörler ile donatılmış olacak ve bu sensörlerden elde edilen veriler ile yapay zekâ, sağlığımız hakkında öngörülerde bulunacak. Mesela, vücudumuzda bir tümör oluşacağını yıllar önceden fark edecek. Kaku'ya göre bu sensörler tarafından kanser belirtileri gözlemlendiğinde nano-parçacıklar doğrudan kan dolaşımımıza enjekte edilecek ve bunlar doğrudan kanserli hücreleri hedef alarak tedaviyi tamamlayacak (12). Organlarımızdaki hasarların ve hastalıkların tedavisi mümkün olmadığında kendi hücrelerimizden organlar üretilecek ve eskisi ile değiştirilecek (13). United Network of

Organ Sharing'e (UNOS) göre bir yıl içerisinde Amerika'da kabaca bir rakamla ifade edilecek olursa her 10 dakikada 1 kişi organ nakli bekleyenler listesine ekleniyor. Maalesef bunlardan sadece yarısı beklediği organa kavuşabilecek (14). Bu talebin gelecekte biyo-yazıcılarla karşılanabiliyor olmasını bekliyoruz.

Yakın gelecekte sağlık sektörünü kökten değiştirmesi beklenen alanlardan birisi de genomik tıp. Genomik tıp temelde büyük verinin işlenmesi ile var olan bir alan. İnsan kromozomlarının 50 ilâ 300 milyon (15) arasında değişen baz çiftinden oluştuğunu düşünürsek her bir insana özgü gen diziliminin çıkarılması için büyük verinin hızlı ve maliyet etkin olarak işlenmesi gerektiği sonucuna varabiliriz. İlk insan gen dizilimi 1 milyar dolara mal olurken tamamlanması da 13 yıl sürmüştü (16). Gelişen teknolojinin yardımı ile yakın gelecekte (birkaç 10 yıl içerisinde) bir kişinin gen dizilimini yapmanın maliyetinin 100 doların altına düşmesi bekleniyor (17). Gen dizilimindeki maliyet ve sürenin azalması gen dizilimini yaptıran insanların sayısının artması ile sonuçlanacaktır. Bu da aslında zarar görerek hastalıklara yol açan genlerin tespit edilmesi ve bu genlerin onarılması ile yakından ilgilenen biyobilimin önünü açacaktır. Genomik tıptaki ilerlemeler aynı zamanda kişiselleştirilmiş ilaçların da (Tailored Medicine) gelişmesini sağlayacaktır.

Hastalıklardan korunma ve hastalıkların tedavisi için genlerin kullanılması olarak tanımlanabilecek gen terapilerinin genomik tıptaki gelişmeler ve gelişen teknoloji yardımıyla maliyetlerin azalması sayesinde hayata geçirilebilir bir tedavi yöntemi olacağı öngörülmüyor (18-19). Gen terapisinde iki farklı yöntem bulunuyor: bedensel (somatic) gen terapisi ve irsiyet



Türkiye’de her 1000 kişiye düşen aktif doktor sayısının 1,3 olduğu 2000 yılından bu sayının 2016 yılına kadar yalnızca 1,83’e yükselmesi doktorlarımızı istihdam etmenin gün geçtikçe zorlaştığını gösteriyor. Artan yaşlı nüfusun sağlık hizmetlerini neredeyse sabit kalan insan kaynağına rağmen karşılayabilmek için daha ekonomik ve sürdürülebilir sağlık hizmeti modelleri geliştirmeliyiz. Bu noktada imdadımıza teknoloji yetişiyor. Yüksek teknolojinin yardımı ve yapay zekânın sağlık sektöründeki uygulamalarının artışı ile daha fazla işi daha az kaynakla gerçekleştirmeyi hedefliyoruz.

hattı (germ-line) gen terapisi. Bedensel gen terapisinin etkisi kişi öldüğünde sonlanırken irsiyet-hattı gen terapisi ile tedavi edilen genler nesiller boyunca aktarılabilir (20). Yakın gelecekte yüksek teknolojinin yardımı ile tek bir genin değişime uğramasından kaynaklı gözlemlenen hastalıkların tedavisinin gen terapisi ile yapılabileceği tahmin ediliyor (19). Sağlık sektöründen yakın gelecekte beklediğimiz tüm olumlu gelişmeler bilgisayarlarımızın işlem kapasitelerinin artması, yüksek teknolojinin gelişimi ve büyük verinin işlenmesi sayesinde gerçeğe dönüşüyor olacak.

#### **Gelecekte Yüksek Teknoloji ve Yapay Zekâdan Neler Bekliyoruz?**

Günümüzde nüfusun büyük bir kısmının diyabet, şizofreni, Alzheimer, Parkinson ve kalp hastalıkları gibi sürekli ilgi, bakım ve tedavi gerektiren hastalıklardan mustarip olduğunu gözlemliyoruz. Bu hastalıkların tedavi ve bakım maliyetleri de oldukça yüksek. Örneğin sadece Amerika’da tanı koyulmuş diyabet hastalarının ortalama yıllık maliyetinin 327 milyar dolar olduğu American Diabetes Association tarafından açıklandı (21). Gelecekte gen terapisinin çevresel tetikleyiciler ile beraber birden fazla gendeki genetik mutasyonların sonucunda ortaya çıkan bu hastalıkların tedavisinde de başarılı olacağı tahmin ediliyor. Mutasyona uğrayarak hastalığa neden olan bir grup genin tespit edilmesi için o hastalığı barındıran kişilerin gen diziliminin yapılması ve karşılaştırmalı

olarak incelenmesi de yüksek teknoloji ile donatılmış bilgisayarların işlem güçlerinden ve büyük verinin incelenerek sentezlenmesini sağlayacak yapay zekâdan destek almalıyız. Gelecekte bilim insanlarının teknoloji yardımı ile büyük veriyi işleyerek sadece hatalı genleri onarmakla kalmayacağı aynı zamanda genleri geliştirmek ve ıslah etmek isteyecekleri de tahmin ediliyor (22). Bugün filmlerde izlediğimiz süper-insan güçlerinin gelecekte genlerin ıslahı ve geliştirilmesi ile gerçeğe dönüşmesinin de imkânsız olmadığı düşünülüyor. Yıllar boyunca peşinde koşulan ölümsüzlük belki de teknolojideki gelişmeler ile genetik ve hücresel seviyedeki hataların birikimi olan yaşlılığı tersine çevirmek adına teknoloji ve yapay zekâdan destek alacağımız da sağlık alanında gündeme gelen yeni konular arasında olacak (23). Bu konular hâlâ sağlığın geleceğinde muhtemel olarak değerlendirilse de teknolojiyi bu yönde kullanmaya ve geliştirmeye çabalıyoruz gibi gözüküyor.

#### **Sağlık Bakanlığı Bu Alanda Neler Yapıyor?**

2015 yılında TÜSİAD ve Türkiye Bilişim Derneği tarafından düzenlenen e-TR Ödüllerinde En İyi Dijitalleşen Kurum ödülü alan Sağlık Bakanlığının bu alandaki en önemli aktör olduğu yadsınamaz bir gerçek (24). Bakanlık tarafından 2015 yılında uygulamaya alınan ve vatandaşlara kendi sağlık bilgilerini yönetme ve paylaşma imkânı sunan e-Nabız Kişisel Sağlık Sistemi, dört yıllık hizmet süresi içinde yine e-TR’den aldığı “Kamudan Vatandaşa En İyi Hizmet Ödülü” (2015) ve “En İyi Gelişim Gösteren Proje Ödülüne” ek olarak BM inisiyatifinde düzenlenen ve dünyanın en prestijli teknoloji ödüllerinden biri olan Dünya Zirve Ödüllerinde 2016 yılında “En İyi Sağlık Uygulaması” seçildi (25). 2019 yılına geldiğimizde dünyanın yakından takip ettiği, 10 milyonluk kullanıcı sayısına ulaşan dev bir yazılıma dönüştü ve Sporcu Sağlığı Bilgi Sistemi gibi yeni atılımlara zemin hazırlayan başarılı bir Büyük Veri projesi olarak literatürdeki yerini aldı. Bununla birlikte yakın gelecekte e-Nabız ile kişilerin güncel sağlık verileri üzerinden sağlıklı yaşam önerileri sunma gibi uygulamalar hedefleniyor.

Verinin değeri sadece nasıl toplandığı, güvenilirliğinin nasıl sağlandığı veya nasıl standardize edildiğine bağlı değildir. Veriyi değerli kılan etmen tüm bu hususların yanında verinin nasıl anlam-

landırıldığıdır. Bu anlayış doğrultusunda Sağlık Bakanlığı tarafından geliştirilen Mekânsal İş Zekâsı (MİZ) platformuyla sahadan toplanan standardize veri, coğrafi konumlarına göre analiz ediliyor, böylelikle mekânsal istatistik ve analizler elde edilebiliyor. İstatistikler belirli hastalık ya da tanı grupları için oluşturulabildiği gibi kronik hastalıklar veya dönemsel salgın hastalıklar için de oluşturulabiliyor. Bu şu demektir: sistem, bölgesel hava kirliliği verileri ile solunum yolu hastalıklarının arttığı bölgeler arasındaki ilişkiyi tespit edip alarm verebiliyor. Aynı şekilde kuşların göç yolları ile kuş gribi vakalarının tespiti kolaylaşıyor. Hastane, ilçe, il ve bölge bazında hasta hareketleri verileri kullanılarak hasta tercihlerinin ve yoğunlukların sebepleri üzerinden ihtiyaca yönelik tesis, personel ve tıbbi cihaz planlamalarını sistem kullanıcılarına önerebiliyor. Ambulans ve aile sağlığı merkezi planlamaları yapılırken sistem üzerinden nüfus yoğunluğu, bölgenin trafik durumu, erişim süresi ve mesafeleri gibi veriler işlenerek 112 istasyonları ve aile sağlığı merkezlerinin kurulabileceği en uygun yerleri sistem tespit edebiliyor. Halk sağlığına doğrudan veya dolaylı etkisi olan her veri, ilgili hastalık veya bölgeye göre anlamlandırılabilir. Anlamlandırılan bu veriler de politika geliştirme, hizmet ve personel planlama süreçlerinde önemli katkı sağlıyor.

Yüksek teknolojinin yüksek kalitede veriyle mümkün olabileceği anlayışıyla çalışmalarını sürdüren Sağlık Bakanlığı, mevcut Karar Destek Sistemlerini yenileyerek kullanıcılarına daha nitelikli veri sağlayacak, yapay zekâdan faydalanacak ve kullanıcılara ileri raporlama ve analiz imkânı sunacak kapsamlı bir Karar Destek Sistemi olan SİNA (Sağlıkta İzleme ve Nedensel Analitik) platformu için çalışmalara başladı. Veri kalitesi ve güvenilirliğinin artıracak ve kullanıcılara bu veriler ışığında prediktif analizler yapma imkânı sunacak olan SİNA'nın bu yıl içerisinde tüm sahada kullanıma sunulması planlanıyor. SİNA sayesinde geliştirilecek Klinik Karar Destek ve Kronik Hastalık Yönetimi gibi sistemler ile hastaya yapılan tedavi ve bakımın klinik kılavuzlara uygunluğu ölçülebilecek, yapay zekâ kullanılarak hem hekime hem hastaya yönelik anlık bildirimler ile kişiselleştirilmiş tedavi ve bakım önerileri sunulabilecek.

Teknoloji alışkanlıkları değiştirir. Hepimizin bildiği bu husus Sağlık Bakanlığı için de geçerli oldu ve uzun yıllardır Sağlık

Bakanlığı bünyesinde kullanılan İnsan Kaynakları Yönetim Sisteminin (İKYS) yerine kullanıcı ihtiyaçlarına daha iyi yanıt verebilen, daha kapsamlı, yüksek performanslı ve modern Entegre Kurumsal İşlem Platformu (EKİP) için geliştirme çalışmalarına başladı. EKİP ile Sağlık Bakanlığının e-Nabız ile entegre, daha kurumsal ve profesyonel bir İK platformuna sahip olması öngörülmüyor. EKİP bu yıl içerisinde tüm sahada kullanıma sunulacak.

Anlamli ve doğru veri elde etmek için veriyi üreten bireylerin doğru seçimler yapması gerekir. Bu noktadan hareketle Sağlık Bakanlığı, vatandaşların MHRS randevu sürecinde doğru polikliniği seçebilmesi ve hekimin hastaya ve şikayetlerine yönelik ön bilgilendirmeye erişebilmesi için "Neyim Var" sistemini geliştiriyor. Sistemin makine öğrenimi altyapısı sayesinde kullanıcılar randevu alım sürecinde sistemin sorduğu soruları yanıtlarak gitmesi gereken polikliniği öğrenebilecek. Hastanın poliklinik seçerken verdiği cevaplar, geçmiş sağlık verileri ve benzer şikayetlere sahip hastaların tanı ve tedavi istatistikleri birlikte işlenerek olası tanı önerileri hasta polikliniğe gelmeden hekime sunulabilecek. Neyim Var sistemiyle, %6'lık yanlış polikliniğe gitme oranının azaltılması, muayene sürelerinin kısaltılması ve tanı ve tedavi süreçlerinde kalitenin artırılması öngörülmüyor. Neyim Var sisteminin bu yıl içerisinde kullanıma sunulması planlanıyor.

Görünüşe göre yüksek teknoloji veri toplamadan veri değerlendirmeye, politika geliştirmeden insan kaynakları planlamasına, tanı ve tedavi hizmetlerinden ilaç takibine, evde sağlık hizmetlerinden uzaktan hasta takibine kadar sağlık hizmetlerinin tüm katmanlarında değer üretiyor ve yeni boyutlar oluşturuyor. Bizler de bu hizmetlerin planlayıcı ve uygulayıcıları olarak daha iyi hizmet sunumu için yeni ufuklar belirlemeye devam ediyoruz.

## Kaynaklar

- 1) *Top Ten Healthcare Innovations: Achieving More for Less.* (2019). Deloitte, p.2-10. <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/global/Documents/Life-Sciences-Health-Care/gx-lshc-top-10-health-care-innovations-web-friendly.pdf> (Erişim Tarihi: 15.02.2019)
- 2) *OECD.Stat. Demographic References: Population Age Structure.* <https://stats.oecd.org/index.aspx?queryid=30130> (Erişim Tarihi: 15.02.2019)
- 3) *OECD Data. (2017). Life Expectancy at Birth.* <https://data.oecd.org/healthstat/life-expectancy-at-birth.htm> (Erişim Tarihi: 15.02.2019)
- 4) *OECD Data. Doctors.* <https://data.oecd.org/healthres/doctors.htm> (Erişim Tarihi: 15.02.2019)

- 5) *Watson Health: Get the Facts.* (2018). IBM Health Perspectives. <https://www.ibm.com/blogs/watson-health/watson-health-get-facts/> (Erişim Tarihi: 15.02.2019)
- 6) *Watson Health: Get the Facts.* (2018). IBM Health Perspectives. <https://www.ibm.com/blogs/watson-health/watson-health-get-facts/> (Erişim Tarihi: 15.02.2019)
- 7) *Tell, J. (2018). 19 Ways Alexa Brings the Doctor To You. GB Gear Brain.* <https://www.gearbrain.com/amazon-alexa-health-skills-reviews-2522841148.html> (Erişim Tarihi: 15.02.2019)
- 8) *Bonnington, C. (2019). Why Alexa's Next Big Move Is Into Health Care.* <https://slate.com/technology/2018/05/amazon-echo-integrating-health-and-wellness-into-alexa-future.html> (Erişim Tarihi: 15.02.2019)
- 9) *Babylon Health. About Us - About I Babylon Health.* <https://www.babylonhealth.com/our-mission/> (Erişim Tarihi: 15.02.2019)
- 10) *Babylon Health, About Us - Our Vision & People I Babylon Health.* <https://www.babylonhealth.com/our-mission/> (Erişim Tarihi: 15.02.2019)
- 11) *Assets.babylonhealth.com (2019).* <https://assets.babylonhealth.com/home/babylon-NHS-brochure.pdf> (Erişim Tarihi: 15.02.2019)
- 12) *Kaku, M., (2018), Geleceğin Fiziği. 8. Baskı, Ankara: ODTU Geliştirme Vakfı Yayıncılık ve İletişim A.Ş., s.166.*
- 13) *Bin Yaprak, (2019). Biyobasıma Genel Bakış - BinYaprak.* <https://binyaprak.com/yazilar/biyobasima-genel-bakis> (Erişim Tarihi: 15.02.2019)
- 14) *Science Daily, (2019). Organ Donation: 10 minutes. 22 people. 54 percent.* <https://www.sciencedaily.com/releases/2017/04/170410110849.htm> (Erişim Tarihi: 15.02.2019)
- 15) *National Human Genome Research Institute (NHGRI). Human Genome Project Completion: Frequently Asked Questions.* <https://www.genome.gov/11006943/human-genome-project-completion-frequently-asked-questions/> (Erişim Tarihi: 15.02.2019)
- 16) *Science, L., Human Genome Project Marks 10th Anniversary.* <https://www.livescience.com/28708-human-genome-project-anniversary.html> (Erişim Tarihi: 15.02.2019)
- 17) *Kaku, M. (2018), Geleceğin Fiziği. 8. Baskı, Ankara: ODTU Geliştirme Vakfı Yayıncılık ve İletişim A.Ş., s.163.*
- 18) *Genetics Home Reference. (2019). What is Gene Therapy?* <https://ghr.nlm.nih.gov/primer/therapy/genetherapy> (Erişim Tarihi: 15.02.2019)
- 19) *Kaku, M. (2018). Geleceğin Fiziği. 8. Baskı Ankara: ODTU Geliştirme Vakfı Yayıncılık ve İletişim A.Ş., s.177.*
- 20) *Yourgenome.org. (2019). What is Gene Therapy?* <https://www.yourgenome.org/facts/what-is-gene-therapy> (Erişim Tarihi: 15.02.2019)
- 21) *Diabetes.org. (2018).* <http://www.diabetes.org/assets/img/advocacy/2018-cost-of-diabetes.jpg> (Erişim Tarihi: 15.02.2019)
- 22) *Kaku, M., (2018). Geleceğin Fiziği. 8th ed. Ankara: ODTU Geliştirme Vakfı Yayıncılık ve İletişim A.Ş., s.183.*
- 23) *Kaku, M., (2018). Geleceğin Fiziği. 8th ed. Ankara: ODTU Geliştirme Vakfı Yayıncılık ve İletişim A.Ş., p.177.193.*
- 24) *Sbsgm.saglik.gov.tr, (2019), 13. eTR Ödülleri - Sağlık Bakanlığı.* <https://sbsgm.saglik.gov.tr/TR,21126/13-etr-odulleri--saglik-bakanligi.html> (Erişim Tarihi: 15.02.2019)
- 25) *sbsgm.saglik.gov.tr (2019).* <https://sbsgm.saglik.gov.tr/TR,21525/saglik-bakanligi-etr-dan-2-yilda-4-odul-aldi.html> (Erişim Tarihi: 15.02.2019)