



COVID-19 SONRASI SAĞLIK TEKNOLOJİSİ VE KLİNİK KARAR DESTEK SİSTEMLERİ



İşbu eserde yer alan veriler/bilgiler, yalnızca bilgi amaçlı olup, bu eserde bulunan veriler/bilgiler tavsiye, reklam ya da iş geliştirme amacına yönelik değildir. STM Savunma Teknolojileri Mühendislik ve Ticaret A.Ş. işbu eserde sunulan verilerin/ bilgilerin içeriği, güncelliği ya da doğruluğu konusunda herhangi bir taahhüde girmemekte, kullanıcı veya üçüncü kişilerin bu eserde yer alan verilere/bilgilere dayanarak gerçekleştirecekleri eylemlerden ötürü sorumluluk kabul etmemektedir. Bu eserde yer alan bilgilerin her türlü hakkı STM Savunma Teknolojileri Mühendislik ve Ticaret A.Ş.'ye aittir. Yazılı izin olmaksızın işbu eserde yer alan bilgi, yazı, ifadenin bir kısmı veya tamamı, herhangi bir ortamda hiçbir şekilde yayımlanamaz, çoğaltılamaz, işlenemez.



1. GİRİŞ

Pandemiler dünya tarihinde siyasi ve toplumsal dönüşümlere yol açan ve küresel etkileri olan sağlık olaylarıdır. Dünya, tarihinin en büyük salgınlarından birini yaşamaktadır. Aralık 2019'da Çin'de ortaya çıkan SARS COV-2 virüsü tüm dünyaya hızla yayılmış, 17 Haziran 2020 tarihi itibarıyla dünya çapında 8,3 milyon kişiyi enfekte etmiş, 446 binden fazla can kaybına yol açmıştır^[1]. COVID-19 krizi, toplumsal yapılar üzerinde büyük yıpranmaya yol açmış, ekonomik ve sosyal alanda önemli birçok yapısal değişimi zorunlu kılmıştır.

Her büyük kriz kurumsal ve teknolojik yenilikleri tetiklemektedir. Değişim beklentisinin arttığı alanların başında sağlık sistemleri gelmektedir. İnovasyonun sağlanması için ilk şart ise yaşanan krizin nedenlerini iyi analiz etmek ve bunlardan gerekli dersleri çıkararak dönüşüm için bir strateji ortaya koymaktır. Örneğin, sağlık sistemleri sürdürülebilir kılınmalıdır. COVID-19 krizi, sağlık sistemlerinin mimarisinin yeniden gözden geçirilmesine de neden olacaktır. Pandemi, güçlü, yaygın ve elastikiyet sahibi, yani değişen koşullara uyartılabilir sağlık sistemlerine sahip olmanın önemini ortaya koymuştur.

Pandeminin sağlık sistemi veya diğer sektörleri yeniden nasıl şekillendireceğini şimdiden kestirmek güçtür. Büyük bir hızla ve muazzam ölçekte ortaya çıkan COVID-19 salgını, tüm organizasyonları belirsizlik ortamında çok sayıda mesele hakkında çabuk ve etkili kararlar almaya zorlamıştır. COVID-19 salgını gibi büyük bir tehdit ortadayken oturup düşünme fırsatı yakalamak mümkün olmamaktadır. En gelişmiş sağlık sistemlerine ve güçlü devlet aygıtlarına sahip olduğu düşünülen ülkelerde bile, pandemi yönetim kaosu yaratmış, hayati kararlar gecikerek alınmış dolayısıyla daha fazla can kaybına ve ekonomik zarara yol açılmıştır.

Sağlık sistemlerinin mevcut krizi yönetebilmek ve gelecekte ortaya çıkabilecek yeni salgınlarda daha güçlü tepki verebilmek için yeniden yapılanması gerektiği açıktır. Sağlık karar alıcıları ve hekimler, giderek sayısı, sıklığı ve yayılma hızı artan salgınlara karşı daha hazırlıklı olmalı, kritik kararları gecikmeksizin alabilmeli ve uygulamaya koyabilmelidir.

Sözkonusu stratejik dönüşümün başat koşulu ise dijital teknolojilerden yararlanılmasıdır. Günümüzün dijital teknolojileri, karar destek sistemlerine ölçümlenebilir her türlü veriyi ve bu verilerin analiz edilmesini sağlamaktadır.

COVID-19 krizi sırasında dijital teknolojilere, Türkiye gibi sağlıkta dijital dönüşümün olgunluk safhasına geçtiği ülkelerin hemen hemen tamamında başvurulmuştur. Bu nedenle salgında edinilen dijital deneyimler geleceğe de ışık tutabilir. Bu analizde, sağlık sistemlerinde COVID-19 pandemisi ile mücadeleden alınan dersler ışığında, daha sürdürülebilir ve şoklara dayanıklı bir sağlık sisteminin oluşturulması için teknolojiden ve Klinik Karar Destek Sistemlerinden (KKDS) nasıl yararlanabileceği sorusuna yanıt aranacaktır.

2. PANDEMİ SÜREÇ YÖNETİMİ VE DİJİTAL TEKNOLOJİLER

COVID-19 pandemisinin kontrol altına alınması için başvurulan yöntemlerin hemen hepsi bir yönüyle 21'inci yüzyılın çığır açan teknolojilerinden destek almaktadır. Dijital teknolojiler, hastalığın daha iyi tespit edilmesi, önlenmesi ve hastaların iyileştirilmesi için yeni yollar sunmaktadır. 2000'li yıllarda başlayan sağlıkta dijitalleşme süreci bugün büyük hız kazanmıştır. Dünya Sağlık

Örgütü'nün (World Health Organization - WHO) altını çizdiği gibi, "2020 yılı dijital teknolojilerin sağlık sistemlerini dönüştürme süreci için bir dönüm noktası olacaktır^[2]".

Dijital teknolojilerin ön plana çıkmasının ana nedeni pandeminin pek çok alanda sorun yumağı yaratmasıdır. Büyük ölçekli doğal veya biyolojik felaketler sağlık sistemlerini kısa sürede çok sayıda sorunla baş etme zorunluluğu ile karşı karşıya bırakmaktadır. Sağlık sistemi bir yandan hastalığı anlamaya çalışırken, bir yandan da salgını kontrol altına almaya yönelik müdahaleleri yönetmeye çalışmaktadır. COVID-19'un dünya genelinde ortaya çıkardığı sorunlardan bazıları şöyle özetlenebilir^[3]:

- Parçalı veya dağılmış karar alma mekanizmaları arasındaki koordinasyonsuzluklar,
- Sağlıkta karar alıcı kuruluşlarla sağlık tesisleri arasındaki iletişim eksikliği,
- Yerel ile ulusal acil durum yönetim sistemleri arasında yetersiz entegrasyon,
- Hastanın yeri ve durumuna ilişkin yetersiz ve parçalanmış veriler,
- Talepteki ani artışlara cevap vermekte yetersiz kalan tıbbi insan kaynağı ve malzeme stoku,
- Kamu ve özel sektöre ait yoğun bakım yatak kapasitesinin doluluk oranı hakkında anlık bilgi yetersizliği,
- Enfekte olmuş kişilerin hareketlerinin izlenememesi,
- Hastalık hakkında süreçte elde edilen bilgilerin, sağlık çalışanları ve sağlık karar araçları arasında yeterli şekilde paylaşılabilmesi.

Bu sorunlar salgınlarla savaşta cephede ve cephe gerisinde önemli sorunlar yaşandığını göstermektedir. Cephede, halk sağlığı hizmeti sağlayan sağlık çalışanları, hastaneler ve diğer sağlık merkezleri ile paramedik unsurlar yer almaktadır. Cephe gerisi ile de, salgınlar gibi acil bir durumda sağlık sisteminin sevk ve idaresini gerçekleştiren kuruluşların, epidemiyoloji, gıda ve çevre güvenliği, aşılama ve diğer toplum sağlığı konularına ilişkin stratejik fonksiyonları kastedilmektedir.

Ulusal savunmada olduğu gibi dijital teknolojiler, her iki seviyede de çözüm olabilir. Dijital teknolojiler ve ara bağlantılar, bir salgın öncesinde, sırasında ve sonrasında kararları bildirmek için veri toplamak, birleştirmek, düzenlemek, analiz etmek, sunmak ve kullanmak için fırsatlar yaratmaktadır. Bu kabiliyetler pandemilerin daha iyi tespit edilmesi, önlenmesi ve salgının sona erdirilmesi için yeni yollar sunmaktadır. Nitekim Dünya Bankası, COVID-19 ile savaşta "dijital teknolojilerin cephede ve bu savaşın merkezinde" olduğunu belirtmiştir. Dijital teknolojiler, COVID-19'un tespit ve takibinde hayat kurtarabilir ve ülkeleri gelecekteki pandemilere karşı koruyabilir^[4].

2.1 Sağlık Kahramanlarına Dijital Destek

Pandemiler, dünyanın pek çok ülkesinde zaten kapasitenin üzerinde iş yükü altındaki sağlık sistemleri, özellikle de sağlık çalışanları üzerindeki baskıyı misliyle

artırmaktadır. Ayrıca sağlık çalışanları salgınlarda yüksek enfeksiyon riski altında çalışmaktadır. Tüm dünyada olduğu gibi Türkiye'de de binlerce sağlık çalışanı enfeksiyon kapmaktadır^[5]. Sağlık çalışanları aşırı yük ve stres altında çalışamaz hale gelirse salgınla mücadele de çökecektir. Bu nedenle sağlık sistemi üzerindeki yüklerin hafifletilmesi için sosyal mesafelendirme önlemleri alınmakta ve sağlık personeli sayısının artırılması için son sınıf tıp öğrencilerinin erken mezun edilmesi gibi yöntemlere başvurulmaktadır^[6]. Sağlık çalışanları çalışma koşulları dışında da sıkıntılar yaşamaktadır. Bunların başında virüs ve yol açtığı sağlık sorunları hakkında bilgiler yetersizken teşhis ve tedavi kararı vermek gelmektedir. Dijital teknolojiler, sağlık çalışanlarının üzerindeki baskıları azaltırken, teşhis ve tedavide isabetli kararlar alınmasına yönelik çözümler sunabilmektedir. Bunlardan bazıları aşağıda incelenecektir.

2.1.1 Telesağlık ve Uzaktan Tanı

Pandemiler sağlık hizmeti sunumunda benzersiz zorluklar ortaya koymaktadır. Özellikle SARS-COV-2 gibi yüksek bulaşma hızına sahip virüsler^[7] sağlık sistemleri için büyük tehdit oluşturmaktadır. Riskin azaltılması için sağlık çalışanı ile hastanın temasını en aza indirecek çözümlere ihtiyaç vardır. Bu yöntemde hasta ile sağlık çalışanının temas sağlamadan iletişime geçmesi gereklidir. Telesağlık uygulamaları bu amaca yönelik biçilmiş kaftandır.

Telesağlık uygulamaları, hastaların doktorlar tarafından görülmesi ve teşhis konulmasını sağlayan görsel-işitsel, gerçek zamanlı, iki yönlü iletişim sistemleridir. Hastayla taşınabilir (cep telefonu, tablet, laptop bilgisayar) veya sabit (ev telefonu) cihazlarla iletişim kurulmaktadır. Sağlık çalışanları bazı hastalarla doğrudan temas kurarken, "Chatbot" adı verilen yapay zekâ algoritmaları yazılımlarla da hastaları sesli veya yazılı olarak yönlendirebilmektedir^[8].

Uzaktan klinik hizmeti sunan uygulamaların çok sayıda avantajı bulunmaktadır. Birincisi telesağlık uygulamaları triyaj kararlarında, yani hastaların sınıflandırılıp önceliklerinin belirlenmesinde de yardımcı olmaktadır^[9]. Örneğin T.C. Sağlık Bakanlığının "Korona Önlem" adlı mobil uygulaması, bazı temel sorulara verilen cevaplar üzerinden, koronavirüs riski taşıyıp taşımadığını kullanıcılara bildirmektedir. Böylece kişilerin gereksiz yere sağlık kuruluşlarını meşgul etmesinin ve başta test kitleri olmak üzere sınırlı kaynakların israfının önüne geçilmektedir.

Telesağlık hizmetleri ayrıca sağlık taramaları yapılmasına da imkân vermektedir. Açık danışma hatları veya interaktif web siteleri üzerinden yapılan bu taramalar, özellikle COVID-19 sürecinde önem taşımaktadır. Zira enfeksiyon kapanların büyük bölümü hastalığı semptomsuz veya hafif olarak geçirmektedir. Tespit edilen ve kendi evlerinde karantinaya alınan hastalar yine telesağlık uygulamalarıyla izlenebilmektedir. Telesağlık uygulamaları ayrıca sağlık merkezlerine uzak yerlerde yaşayan kişilerin sağlık hizmeti almasını da kolaylaştırmaktadır.

Günümüzde pek çok ülkede yazılı, sözlü ve görüntülü

telesağlık hizmetleri kullanıma sunulmuştur. COVID-19 pandemisine kadar kullanımı düşük olan telesağlık hizmetlerinin^[10] artık yoğun biçimde kullanıldığı, hatta bazı ülkelerde kullanım oranının yüzde 500 arttığı belirtilmektedir^[11]. Telesağlık hizmetlerinin salgınlar gibi acil durumlar dışında da kullanımının artacağı belirtilmektedir. Yakın gelecekte sağlık çalışanlarının özellikle kronik hastalarla çoğunlukla telesağlık uygulamaları üzerinden iletişime geçmesi beklenmektedir^[11]. COVID-19 sürecinde sağlık merkezi dışı tanılama faaliyetleri de artmıştır. Havaalanları, garlar, otobüs terminalleri, alışveriş merkezleri ve benzeri kalabalık olabilen mekânlarda test noktaları oluşturulmuştur. Söz konusu tarama sonuçlarının bir kısmı sağlık karar alıcılara da aktarılmaktadır. Örneğin Singapur'da ateş ölçümlerini yapay zekâ ile işleyerek klinik karar alıcılara aktaran iThermo adında bir çözüm geliştirilmiştir^[12].

Giyilebilir elektronik teknolojisi de hastaların uzaktan takibinde yardımcı olabilmektedir^[13]. Bu teknoloji, birtakım sensörler sayesinde hastaların temel sağlık verilerinin 7 gün 24 saat takibini kolaylaştırmakta, gelişmiş algoritmalar, hastalığın seyri konusunda hekimlere nitelikli bilgi sunabilmektedir^[14]. Giyilebilir teknolojiler hastanelerde sağlık çalışanları arasında enfeksiyonları takip etmek ve kısa sürede müdahale etmek için de kullanılabilir^[15].

2.1.2 Klinik Karar Destek Sistemleri (KKDS)

COVID-19 ile mücadele, hastalığın genel semptomları (Yüksek ateş, kuru öksürük, ishal vb.) ve hastalıktan en çok etkilenenlerin ortak özellikleri (Yaş, kronik hastalıklar vb.) üzerinden yapılmaktadır. Kamu otoriteleri, sosyal mesafelendirme önlemlerine bu veriler üzerinden yön vermektedir. Örneğin Türkiye'de olduğu gibi 65 yaş üstü vatandaşlara sokağa çıkma yasağı konulabilmektedir. Ne var ki COVID-19, tüm özellikleri bütünüyle aydınlatılmış bir hastalık değildir. Hekimler, virüsün bedende yaptığı tahribatın bilinenden çok daha karmaşık olduğunu ve alanında uzman doktorların bile anlamakta güçlük çektiği çok sayıda anomali tespit ettiklerini bildirmektedir^[16].

Bir pandemide, hastalık tüm yönleriyle tanımlanmadan etkin ve yaygın tedavi yöntemlerinin geliştirilmesi, dolayısıyla salgının kontrol altına alınması mümkün değildir. Salgında ağır iş yükü altındaki hekimler, COVID-19 hakkında sadece basit gözlemlerle tespit ettikleri yeni bilgileri ve anomalileri ancak çevrimiçi ortak platformlarda birbirleriyle paylaşarak anlamlandırmaya çalışmaktadır^[16].

COVID-19 salgını hakkında hâlâ çok az şey bilindiği gibi virüsün zaman içinde mutasyona uğradığı belirtilmektedir^[17]. Bu ortamda sağlık karar alıcıları, pandeminin ileri safhalarına ulaşmış ülkelerin yayınladığı, sınırlı sayıda veriye dayalı istatistikler ve bulgular üzerinden önlemlerine şekil verebilmektedir. Öte yandan hastalık hakkında kanıtlanmamış hipotezler, özellikle sosyal medyada yayılmakta, bireysel davranışları etkilemekte ve pandemi ile mücadelede riskleri artırmaktadır.

Pandemilerde sağlık çalışanlarının klinik kararlarını hızla almaları gerekir ve bunun için de tedavi protokollerine ihtiyaçları vardır. Tedavi protokollerinin oluşması ise

ancak hastalık hakkında verilerin hızla toplanıp etkin tedavi yöntemleri üzerinde uzlaşılmasıyla mümkündür. Bu hızı ise dijital teknolojiler sağlayabilir. Klinik karar destek algoritmaları, çok çeşitli kaynaklardan verileri toplayarak analiz edebilir. Bu tür KKDS geliştirildiği takdirde salgınlarda, neredeyse her gün değişen protokollerini otomatik olarak güncelleyip hekimlerin hassas kararları zaman yitirmeden alması sağlanabilir.

KKDS; sağlık personelinin alacağı klinik kararlarda, karar verme sürecinde kullanacağı verilerin toplanmasını, depolanmasını, analiz edilmesini, verilere kolay erişilebilmesini, planlamalarda, stratejilerin belirlenmesinde ve kritik yönetim kararlarının alınmasında verilerin kullanılmasını sağlamak amacıyla geliştirilen bilişim sistemleridir^[18]. Bu sistemler hekimlere, hastalara ait özel klinik bilgilerini dikkate alarak karar verebilmeleri için yardım etmektedir. KKDS; sağlık bakım hizmetlerinin kalitesini geliştirme, hastalıkları erken teşhis etme, tıbbi hataları önleme, hastalara uygun tedavi verilmesi ve maliyetlerin azaltılması konularında fayda sağlamaktadır^[19].

Dünyada bulut bilişim, büyük veri analizi yapan gelişmiş algoritmalar ve yapay zekâ uygulamalarının gelişmesiyle KKDS sistemleri hayli gelişmiş ve karmaşıklaşmıştır. STM ThinkTech'in yayınladığı "İleri Sağlık Teknolojileri" araştırma raporunda bu tür sistemlerin örnekleri sıralanmıştır. Türkiye'de de Sağlık Bakanlığı, "Türkiye Klinik Kalite Programı" çerçevesinde bir Klinik Karar Destek Sistemi geliştirilmesi çalışmalarını sürdürmektedir^[8].

KKDS, tanılamadan reçete yazımına kadar pek çok alanda hekimlere yardımcı olmaktadır. Ancak KKDS'nin veriminin artması için düzenli bilgi akışı ve bunların işlenmesinde bilgisayarlı görü, yüz tanıma, makine öğrenmesi, bulut bilişim ve nesnelerin interneti uygulamalarından yararlanılması gerekecektir.

COVID-19 pandemisi sırasında KKDS için gerekli pek çok uygulama geliştirilmiştir. Örneğin Çin'in Şanghai kentinde geliştirilen "Evolution of Chest CT" adlı yapay zekâ, hekimlerin bilgisayarlı göğüs tarama sonuçlarını yorumlaması ve olası lezyonların seyri hakkında bilgi sahibi olmasını sağlamaktadır^[20].

KKDS sadece tarama sonuçlarının yorumlanmasında değil hastaların takibinde de hekimlerin yardımcısı olabilir. Örneğin Çin'de COVID-19 ile mücadele kapsamında çalışanlarının büyük bölümünün robot olduğu, hastaların durumunun anlık olarak takip edildiği bir sahra hastanesi kurulmuştur^[21].

Yapay zekâ ve makine öğrenmesi destekli KKDS, nesnel ve bilinçli önerilerde bulunmak için verileri kullanabilir ve kıt kaynakların mümkün olduğunca verimli bir şekilde tahsis edilmesine yardımcı olabilir. Bunu yapmak hayat kurtaracak hem de sağlık sistemleri ve profesyonelleri üzerindeki karar yükünü azaltmaya yardımcı olacaktır. Örneğin KKDS, hekimlerin hastaların demografik bilgilerini ve önceki raporlarını değerlendirip, tedavi yöntemlerine karar vermelerine de yardımcı olabilmektedir. İngiltere'de COVID-19 hastalarının yaşı, kronik hastalıkları ve hastalığın seyrini analiz edip hekimlere örneğin hangi hastanın ivedilikle yoğun bakıma alınması gerektiği

konusunda fikir veren bir KKDS geliştirilmiştir^[22]. Benzer şekilde ABD'nin New York Üniversitesi uzmanları, hangi COVID-19 hastalarının durumun kötüleşeceğini tahmin eden bir algoritma geliştirmiştir^[23].

KKDS'nin hekimlere yardımcı olduğu konulardan biri de sağlık karar alıcılarının protokol güncellemelerinin takibidir. İdari makamlar sağlık çalışanlarıyla gerçek zamanlı olarak bilgi alışverişinde bulunabilmelidir. 2014'teki Ebola salgını sırasında bu anlık iletişimin sağlanması için mHERO adında bir akıllı mobil uygulama geliştirilmiştir^[24]. Bu uygulama hâlâ işlev görmektedir. Liberya hükümeti mHero'yu, COVID-19 sürecinde de sağlık çalışanlarını bilgilendirmek ve onlardan salgına ilişkin geri dönüşüm almak için kullanmaktadır. Cezayir hükümeti de benzeri bir uygulama geliştirdiğini ve bunun kullanımının başladığını duyurmuştur^[25]. Benzeri dijital teknolojilerin gelişen sağlık ihtiyaçlarına göre genişletilmesi ve uyarlanması, ileride ortaya çıkabilecek salgınlarla mücadelede de faydalı olacaktır.

Yukarıda belirtildiği gibi, COVID-19 semptomları ve hastalığın evrimi, şiddeti ve komplikasyonları açısından hastadan hastaya farklılıklar görülebilmektedir. Bazı hastalar genel tedavi yöntemlerine yanıt vermeyebilir. Salgın hastalık ve buna yol açan patojen hakkında bilgiler arttıkça, KKDS kişiye özel medikal çözümlerin geliştirilmesine de yardımcı olabilecektir. Makine öğrenmesi teknikleri sayesinde, her bir hasta için en etkili tedavi tespit edilip KKDS aracılığıyla hekimlere tavsiyeler sunulması sağlanabilir^[26].

COVID-19 gibi pandemilerle mücadelede, yaygın karantina önlemlerinin alındığı birinci dalganın ardından, kişiselleştirilmiş tedavi yaklaşımı önemli rol oynayabilir. Belli bir yaş aralığını ve yerleşim yerlerine göre sosyal mesafelendirme önlemlerini hedefleyen uygulamalar yerine, yüksek riskli kişilerin karantinaya alınması sağlanarak günlük yaşamın aksamamasının önüne geçilebilir^[27].

KKDS, pandemi ve diğer acil müdahale gerektiren durumlar haricinde de sağlık hizmetlerinin kalitesi, güvenliği, verimliliği ve etkinliğindeki gelişmeleri önemli ölçüde etkileyecektir.

2.2 Kamu Sağlığı Kurumları İçin Dijital Karar Destek Araçları

Pandemiler kamu sağlığı otoriteleri üzerinde büyük baskı oluşturmaktadır. Bir yandan salgının yayılmasını kontrol altına almak için bir dizi önlemin vakit geçirmeden alınması gerekirken, sağlık sistemlerinin aşırı yük altına girmesi engellenmelidir. Ayrıca salgının son bulması için yeni aşı, ilaç veya tedavi yöntemlerinin geliştirilmesine yönelik bilimsel çalışmaların zaman kaybetmeden başlaması gereklidir. Öte yandan yaygın sosyal mesafelendirme önlemlerinin toplumda yaratacağı huzursuzlukların önüne geçecek tedbirler de bir an evvel hayata geçirilmelidir.

Tüm bu baskılar kamu sağlığı karar alıcılarını dijital teknolojilerin yardımına başvurmaya teşvik etmektedir. Yapay zekâ, bulut bilişim, üç boyutlu yazıcılar, mobil iletişim ve nesnelerin interneti uygulamaları gibi 21'inci yüzyılın çığır açıcı teknolojileri son 10 yılda sağlık alanında

hızla uygulama alanı bulmaktadır. Son yıllarda Blok zinciri, otonom nesnelere (İHA'lar, robotlar ve sürücüsüz araçlar) ile açık kaynak uygulamaları da sağlık sistemine benzersiz çözümler sunmaktadır.

Dijital teknolojiler, pandemilerde devletlerin eylem stratejilerinin öncelikleri arasına girmiştir. Zira pandemi gibi olağanüstü durumlarda, kamunun liderliği belirleyici olmaktadır. Dijital teknolojiler kamu liderliğinin ekonomiyeye zarar vermeden ve temel insan hakları ihlal edilmeden pandemiyle mücadele stratejileri geliştirmesine yardımcı olmaktadır. Aşağıda, kamu yöneticilerine salgınlarla mücadelede yardımcı olabilecek teknolojilerden bazıları incelenecektir:

2.2.1 Salgının İzlenmesine Yardımcı Teknolojiler

Pandemilerle mücadelede izleme faaliyetleri büyük önem taşımaktadır. Virüsün, nerede, kimlere, ne şekilde bulaştığını bilmek, salgının hızının kesilmesi için atılacak adımlar kadar hastalığa karşı tedavi yöntemleri geliştirilmesinin de önünü açacaktır. Dijital teknolojiler salgınların sahada takibini ve kamu otoritelerinin karar almasını kolaylaştıracak verilerin aktarılıp işlenmesine katkı sağlamaktadır.

2.2.1.1 Salgın Komuta ve Kontrol Merkezleri

COVID-19 gibi karmaşık ve hızlı gelişen bir krizi yönetmek son derece zor olabilir. Sağlık karar alıcılarının bu tür bir tehdide karşı atabileceği yanlış adımlar toplumsal huzursuzlukları artırarak mücadeleye büyük zarar verebilir. Hızlı ve etkili bir müdahale ise krizin sonucunu önemli ölçüde değiştirecek ve etkisini en aza indirecektir. Rastgele, koordinasyonsuz bir yanıt ise pandeminin sonuçlarını daha da kötüleştirecektir.

Pek çok ülke, bölge ve şehirde, doğal ve biyolojik afetler için kurumlar, kurullar ve mücadele mekanizmaları geliştirmiştir. Ancak yayılma hızı yüksek bir pandemide parçalanmış komuta yapısı acil ve etkili önlemlerin hayata geçirilmesini geciktirebilir, kaynak ve zaman israfına yol açabilir. Bu nedenle salgınlarla mücadelenin tek merkezden yönetilmesi gerektiği vurgulanmaktadır^[28].

WHO, üye ülkelere 2015 yılında, doğal ve biyolojik felaketlere karşı kamu sağlığının korunması amacıyla "Sağlık Acil Durum Operasyon Merkezleri" kurmasını tavsiye etmiştir. WHO, bu merkezleri, "Sağlık olaylarının yönetim faaliyetlerini destekleyecek bilgi ve kaynakların koordinasyonu için ayrılan fiziki mekân" olarak tanımlamıştır^[29].

Acil durum operasyon merkezi, halk sağlığı faaliyetlerinin ve verilerinin tutarlı bir şekilde toplanmasını, izlenmesini ve paydaşlara raporlanmasını sağlamaktadır. Halk sağlığını tehdit eden bir durum ortaya çıktığında bu tür bir operasyon merkezi, birden fazla yetki alanından uzmanların, ortak hedefler ve stratejiler üzerinde işbirliği yapması için fırsat sunar. Halk sağlığını koruma çabalarını birleştirmek etkili bir yanıt sağlar ve yerel altyapının aşırı baskı altına girmesini engeller^[30].

Acil durum operasyon merkezleri, olağanüstü sağlık durumları karşısında komuta ve kontrol sağlayan, durumsal farkındalık yaratan bilgi noktaları olmalıdır^[31].



Dolayısıyla bu tür merkezlerin stratejik hedeflerini yerine getirmesi için “dijital komuta merkezlerine”, yani çok kaynaktan elde edilen anlık ve kesintisiz verileri analiz ederek karar alıcıların takip edip yorumlayabileceği bilgilere dönüştüren sistemlere ihtiyaç vardır.

Bu tür komuta sistemleri bazı hastanelerde kullanılmaktadır. Hastane komuta merkezleri, acil durumları önceden tahmin etmek; acil durum çıktığında ise en kısa sürede ve en etkili şekilde müdahale etmek için tasarlanmaktadır. Söz konusu sistemler nesnelere interneti uygulamaları, elektronik hasta kayıtları, ambulans izleme sistemleri ve analiz algoritmaları kullanarak hastane değer zincirini anlık olarak takip eder^[31].

Sağlık sisteminin genelini takip etmeyi amaçlayan komuta merkezleri ise sadece sağlık tesislerinin kaynaklarını değil, kamu sağlığını ilgilendiren farklı disiplinlerde uzmanlık gerektiren gıda güvenliği, ulaşım, çevre, güvenlik, epidemiyoloji gibi alanlardan elde edilen verilerin de takibini gerektirmektedir. Sağlık komuta merkezi sistemleri ihtiyaçlar doğrultusunda farklı kaynaklardan verileri derleyebilmektedir. Bu kaynaklar aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Kamu sağlığı verileri,
- Sentinel sürveyans verileri,
- Elektronik sağlık kayıtları,
- Lojistik ve tedarik zinciri verileri,
- Toplu taşıma verileri,
- Cep telefonu şebeke verileri,
- İnsan kaynakları verileri,
- Çevre verileri,
- İş ve istihdam verileri,
- Havayolu yolcu listeleri,

- Gümrük ve göçmenlik idareler verileri,
- Meteorolojik veriler.

Sağlık komuta merkezleri, sözkonusu kaynaklardan aldıkları verileri, jeo-uzamsal verilerle birleştirip verilerin haritalandırılmasını da sağlamaktadırlar. Bu haritalar ölçüklerine ve veri setlerine uygun olarak katmanlar halinde görselleştirilerek karar vericilerin durumsal farkındalığını artırabilmektedir.

Türkiye’de de bu tarzda bir sağlık acil durum operasyon merkezi bulunmaktadır. 2009 yılında Sağlık Bakanlığı bünyesinde Sağlık Afet Koordinasyon Merkezi (SAKOM) kurulmuştur. SAKOM’un amacı; “Kriz Merkezinin ve Kriz Masalarının yapılan planlara uygun olarak düzenli bir şekilde çalışması, sağlık hizmetlerinin kesintiye uğramaması ve zamanında sağlanabilmesi, diğer krize müdahale eden kurum ve kuruluşlarla entegrasyon, koordinasyon ve haberleşmenin kurulabilmesi” olarak belirlenmiştir^[32].

Bir sağlık acil durum operasyon merkezi, kritik bilgileri toplayabilmeli ve paylaşabilmeli, müdahale girişimlerini koordine edebilmeli ve çeşitli departmanlardaki personeli yönetebilmelidir. Nitekim SAKOM, acil durumlarda karar alıcıların ihtiyaç duyacağı anlık bilgilerin kesintisiz ulaşabileceği bilişim ve iletişim altyapısına sahiptir. SAKOM ilgili birimlerden düzenli verileri alıp analiz etmekte ve video duvarına aktararak SAKOM operatörlerinin bunları takip etmesini sağlamaktadır.

2.2.1.2 Dijital Sürveyans Destek Sistemleri

Salgın hastalıklarda, etkili sürveyans sistemlerinin hazır bulunması büyük önem taşımaktadır. Sürveyans, halk sağlığı çalışmalarının planlanması, uygulanması ve

değerlendirilmesi için gerekli sağlık verilerinin sürekli ve sistematik biçimde toplanması, analiz edilmesi ve yorumlanmasıdır. Aynı zamanda tüm bu bilgilerin, ihtiyacı olan kişilere dağıtımının zamanında ve bütüncül biçimde yapılmasını da kapsamaktadır. Tüm sürveyans sistemlerinin altı kilit ögesi bulunmaktadır^[33]:

- Sağlık olayının tespiti ve bildirimini,
- Araştırma ve doğrulama (epidemiolojik, klinik, laboratuvar),
- Veri toplama,
- Veri analizi ve yorumu,
- Sonuçların geribildirim ve yayılması,
- Yanıt-halk sağlığı programlarına bir bağlantı, özellikle koruma ve kontrol için eylemler.

Görüldüğü gibi veri toplanması ve analizi sürveyans sistemlerinde kilit önem taşımaktadır. Bu yüzden sürveyans bilgi sistemleri iyi tasarlanmalıdır. Ulusal ve uluslararası veri kaynaklarıyla veri aktarım standartları oluşturulmalı ve verilerin yorumlanmasının esasları belirlenmelidir. Sürveyans ile elde edilen verilerin güvenliği de sağlanmalı, kişisel sağlık verilerinin kötüye kullanımı engellenmelidir.

COVID-19 süreci, etkin sürveyans sistemlerinin önemini ortaya çıkarmıştır. Birçok ülke deniz, kara ve hava sınır kapılarından giriş yapan, enfeksiyon riski yüksek kişileri tespit edip bunları takibe almak için birimler oluşturmuştur. Salgın görülen ülkelerde devletler, enfeksiyonlu hastaları takip ederek onlarla temas edenleri belirlemek ve uyararak için de uygulamalar geliştirmiştir^[34].

Sürveyans sistemlerinin önemli bir parçası da uluslararası bilgi paylaşımını kolaylaştıran uygulamalardır. COVID-19 krizi sırasında ulusal ve uluslararası dijital gösterge tabloları (Digital Dashboards) geliştirilmiştir. Uluslararası kuruluşlar veya üniversiteler tarafından ulusal sağlık karar alıcılarının sağladığı verilerle hazırlanan bu tablolar, küresel bir pandemiyin seyri konusunda fikir vermekte ve yerel kararlara ışık tutmaktadır^[35].

Salgın hastalıklarda halkın koyulan kurallara uyup uymadığının izlenmesi de gereklidir. Çin’de bu amaçla, insansız hava araçlarıyla devriyeler gerçekleştirildiği gözlemlenmiştir. Bu araçlar, sokağa çıkma yasağı koyulan yerleşim yerlerinde halkı evden çıkmamaları konusunda uyarıştır. İHA’lar sokak veya toplu taşıma duraklarında sosyal mesafenin daralması halinde sesli uyarıyı da mümkün kılmıştır^[36].

COVID-19 salgının ardından bulaşıcı hastalıkların önceden tahmin edilmesi, yakından takibi ve salgınla mücadelenin vakit geçirilmeden başlatılması için yeni kurumların tesis edilmesi önerilmektedir^[28]. Bu yapılar modelleme sistemleriyle salgın hastalıkları önceden tahmin etmeye yarayacağı gibi salgın hastalık patlak verdiğinde de izleme sağlayarak koruyucu önlemlerin artırılmasında yararlı olabilecektir. Türkiye’de COVID-19 pandemisini gerçek zamanlı olarak izlemeyi sağlayan bir sistem mevcuttur. Sağlık Bakanlığı, bulaşıcı

hastalık vakalarının aktarılıp izlendiği Bulaşıcı Hastalıklar Sürveyans Sistemi (İZCİ) oluşturmuştur^[37].

İZCİ aracılığı ile sağlık kurumlarından elektronik ortamda E-Nabız’a gönderilen bulaşıcı hastalık bildirimleri ve sendromik sürveyans kapsamında takip edilen semptom ve tanılar eşzamanlı olarak sistem içerisine alınmıştır. İZCİ ile bildirim yapılan bulaşıcı hastalıklara ait verilerle hastalık sürveyansları sürekli, sistematik, temel epidemiyolojik göstergelerle raporlanmakta ve ileri epidemiyolojik analizler oluşturulmaktadır. Otomatik yapılan ileri analizlerle salgınların zamansal ve mekânsal dağılımları tespit edilmektedir. Sistemde bakanlık dışı kurum ve kuruluşların bilgi sistemlerinden de anlık veri alacak şekilde entegrasyonlar sağlanmıştır. Sistem tüm il ve ilçe sağlık müdürlükleri, toplum sağlığı merkezleri ve hastane sürveyans birimlerinin kullanıma açılmıştır.

2.2.1.3 Salgın Tahmin ve Modelleme Sistemleri

COVID-19 gibi hızla gelişen bulaşıcı hastalık salgınları sırasında, salgının potansiyel yayılımının ve ciddiyetinin erken anlaşılması, halk sağlığı karar vericilerinin, veriler henüz yetersiz olsa bile belirleyici önlemler almalarını sağlayabilir. Örneğin, bölgedeki insanların cep telefonu lokasyon verilerini, sigara içen ve kalıtsal hastalığı olan kişilerin verileriyle birleştirerek, salgından en çok etkilenebilecek yerleşim yerleri tespit edilebilir^[38]. Yeni cep telefonu lokasyon verileri kullanılarak, enfeksiyon riski yüksek kişilerin hareketleri takip edilip bazı yerleşim yerlerinde önlemler artırılabilir^[39].

Pandemilerde sağlık karar alıcılarının en önemli karar destek araçlarından biri salgın tahmin modelleridir. Modeller, salgının yayılma hızını göz önünde bulundurarak salgının ne zaman pik yapacağını ve ne zaman kontrol altına alınabileceğini bildiren matematik formüllerdir. Bazı kaynaklarda “Salgın bilimi” olarak da anılan modeller, devam eden COVID-19 salgınında önemli bir rol oynamaktadır. Ancak modellerin dayandığı veri setlerinin güvenilirliği ve yeterliliği tartışma konusudur^[40].

21’inci yüzyılın çığır açan teknolojileri ve yaygın mobil ya da taşınabilir cihaz kullanımı sayesinde günümüzde, salgınların patlak vermeden öngörülebileceği de öne sürülmektedir. Dijital teknolojilerin yardımıyla yakın gelecekte, iklim değişikliği ve insan faaliyeti gibi değişkenler göz önünde bulundurularak, COVID-19 gibi zoonozlar, yani hayvan kaynaklı salgınların tahmin edilebileceği belirtilmektedir. Bu tür analiz yapabilen algoritmalar şimdiden ortaya çıkmıştır. Örneğin Kanada merkezli BlueDot adlı start-up doğal dil işleme teknolojisini kullanarak, COVID-19 salgınına önceden tahmin etmiştir. Ancak tehlikenin büyüklüğü doğru yorumlanmadığından uluslararası toplum zamanında uyarılmamıştır^[41].

Kişilerin sosyal medya mesajları ve günlük yaşamına ilişkin verilerinden yola çıkarak da tahminlerde bulunmanın mümkün olduğu belirtilmektedir^[42]. Sözkonusu mesajlar kişilerin risk profilini çıkarmaya yardımcı olabilmektedir. Bu profillerin elektronik sağlık kayıtlarıyla birlikte analiz edilmesi, pandemi riskini ortaya çıkarılabilir^[43]. Ancak bu tür analizlerin yapılması kişisel verilerin mahremiyeti ilkeleri ile çatışabilir.



3. PANDEMİ SÜRECİNDE DOĞRU BİLGİ YÖNETİMİ

Vatandaşların ve küresel kamuoyunun güncel ve sağlıklı bilgiye erişimini sağlamanın önemi COVID-19 pandemisi sürecinde belirgin biçimde ortaya çıkmıştır. Özellikle sosyal medya ve internet aracılığıyla dolaşıma sokulan sahte ve yanıltıcı haberlerin oluşturduğu dezenformasyon, pandemi ile mücadele sürecine en çok zarar veren hususlardan birisidir. Salgın başladığından itibaren bir bilgi kirliliği yaşanmıştır^[44]. Bir araştırmaya göre sahte ve yanıltıcı olabileceği gerekçesiyle doğruluğunun araştırılması için teyit kuruluşlarına gönderilen dosyaların miktarı, 2020 yılının ilk üç ayında bir önceki yılın aynı önemine göre yüzde 900 artmıştır^[45]. Bu bilgi kirliliği ortamında bazı ülkelerde toplumsal karışıklıklar ortaya çıkmış^[46], ülkeler arasında diplomatik ilişkilerin gerildiğine tanık olunmuştur^[47].

Bu süreçte güvenilir veri ile bilgilere ulaşılması, analiz edilerek vakit kaybedilmeden dünya kamuoyu ile paylaşılması büyük önem taşımaktadır. Sağlıkta dijitalleşme, kamu otoritelerine şeffaf, hızlı ve güvenilir bilgilendirme olanağı sunmaktadır.

3.1 Doğrudan Bilgilendirme

Salgınlarla mücadelenin taşıyıcı ayaklarından biri istatistik verilerin analiz edilip ilgili kurumlara, halka ve uluslararası topluma raporlanmasıdır. Sağlık otoriteleri; salgının seyrine ilişkin çok sayıda sayı, tablo, grafik, harita, şekil, projeksiyon ve yorum paylaşmaktadır. Ancak bu verilerin toplanması ve paylaşılması konusunda tam bir model birliğine ulaşılmış değildir. Pandemi gibi tüm dünyayı ilgilendiren ortak mücadelede de eşzamanlı vaka takiplerini ve salgınla ilgili projeksiyonları yapmak bu ortak zemin dahilinde mümkün olabilmektedir^[48].

Sağlıklı bilgi paylaşımının en güvenli yolu doğrudan paylaşımdır. Örneğin COVID-19 sürecinde bilgi kirliliğinin önüne geçmek için sağlık otoriteleri, vatandaşın sorularına doğrudan yanıt bulabildiği ücretsiz sohbet hizmetleri sunmaktadır. T.C. Sağlık Bakanlığı İletişim Merkezi (SABİM) Alo 184 hattı bu amaçla kurulmuştur^[49]. Ayrıca CBOT adlı teknoloji firması “Koronabot” adını verdiği yapay zekâli sohbet robotunu (chatbot) ücretsiz olarak kullanıma sunmuştur^[50]. Dünyada pandemi hakkında doğrudan bilgilendirme amacıyla çok sayıda interaktif internet sitesi ve akıllı cep telefonu uygulaması geliştirilmiştir.

3.2 Yanıltıcı Haberlerle Mücadele

Salgınla ilgili toplumda paniğe yol açabilecek mesaj ve yorumların yayılmasını engellemek için geleneksel medya kuruluşları ve sosyal medya platformları ile işbirliği geliştirilmesi gerekmektedir. WHO, “sahte bilgi salgını” (infodemic) olarak tanımladığı zararlı içeriklerin engellenmesi için teknoloji devleriyle işbirliği yaptığını açıklamıştır^[51]. COVID-19 sürecinde medya kuruluşlarının toplumsal görev bilinciyle hareket ederek gönüllü olarak halkı bilgilendirme faaliyetlerine katıldığı gözlemlenmiştir. Örneğin Facebook, medya platformlarında yanlış bilginin yayılmasını önlemek için gerçekleri doğrulamak ve kontrol etmek için harekete geçtiğini duyurmuştur^[52]. Twitter^[53], TikTok^[54], Apple^[55], Amazon^[56] ve Google^[57] yapay zekâli asistanlık hizmetlerine COVID-19 bilgilendirmelerini de eklemiş zararlı içerikleri engellemeye başlamıştır. YouTube ise COVID-19’a ilişkin arama yapan kullanıcıları doğrudan WHO ve benzer güvenilir kuruluşların sağladığı içeriklere yönlendirirken, yanlış bilgi veren videoların yüklenir yüklenmez sildiğini açıklamıştır^[58]. Devletler sahte iddiaların çoğalmasını önlemek ve yalnızca bilimsel olarak sağlam bilgi kaynaklarını teşvik etmek için arama motorları ile temasa geçmiştir.

4. BİLGİ GÜVENLİĞİNİ GÜVENCE ALTINA ALAN TEKNOLOJİLER

Dijital teknolojiler, pandemilerde kısa sürede harekete geçilmesini, salgının gerçek zamanlı takip edilmesini ve sağlık sisteminin kaynaklarının verimli biçimde kullanılmasını sağladığından bu dönemlerde yoğun olarak kullanılmaktadır. Bu durum veri akışının sağlandığı iletişim ağları ile sağlık yönetim sistemlerinin saldırılara ve kötüye kullanıma karşı korunmasını zorunlu hale getirmiştir.

4.1 Siber Güvenlik

Pandemilerde bilişim sistemlerinin riskleri artmaktadır. OECD'nin uyardığı üzere, ülkelerin salgınla mücadelede dijital çözümlere yönelmesi siber riskleri artırmaktadır^[59].

Pandemi ile kahramanca savaşan sağlık çalışanlarının bilgi ihtiyacının en üst seviyede olduğu bir dönemde siber saldırılar, can kaybına yol açabilecek riskler yaratmaktadır^[60]. Bir araştırmaya göre siber saldırılar, COVID-19 sürecinde tüm dünyada salgın öncesine göre beş kat artmıştır^[61]. Kişisel veri hırsızları ve çevrimiçi dolandırıcılar COVID-19'a çare bulunduğu yalanıyla açtıkları sitelerden yararlanmaktadır. Interpol, bu yola başvurduğunu tespit ettiği 121 kişiyi tutuklamıştır^[62]. Evde çalışma arttığı için kullanımı artan video konferans uygulamaları da çok sayıda saldırıya maruz kalmaktadır.

Sağlık sistemlerini bu tür saldırılardan korumanın başlıca yolu, siber saldırılara her zaman hazır olmaktır. Bir siber saldırıya maruz kalındığında yapılacaklar önceden planlanmalı ve kayıt altına alınmalıdır. Güncel dolandırıcılık yöntemleri hakkında bilgilendirme alınmalı ve çalışanlara duyurulmalıdır. Çok faktörlü doğrulayıcı sistemler kullanılmalıdır. Üst yönetimler alternatif iletişim olanağına sahip hale getirilmelidir. COVID-19 krizinde ortaya çıktığı gibi uzaktan eğitime ve evden çalışma nedeniyle kullanımı artan video konferans uygulamalarında güvenlik önemleri artırılmalıdır^[63].

4.2 Blok Zinciri Uygulamaları

Blok zinciri uygulamaları, verileri doğrulamak, güvence altına almak ve paylaşmak için geliştirilmektedir. Bu nedenle çok taraflı kuruluşlar arasında sınır ötesi işlemleri yönetmeye uygundur. Pandemilerde bu tür güvenli iletişim yöntemine isabetli ve hızlı karar alabilmek adına büyük ihtiyaç vardır. Ayrıca Blok zinciri uygulamaları, salgında son derece kırılğan olduğu ortaya çıkan uluslararası sağlık tedarik zincirinin güvenle ve aksamadan devamını sağlamak için de iyi bir araç olabilir. Yıllardır geliştirilmekte olan Blok zinciri çözümleri COVID-19 krizinde zorlukları aşmak için yeniden tasarlanmış ve kullanıma sunulmuştur^[64].

Blok zinciri uygulamaları salgınlarda sürveyans çalışmalarında da kullanılmaya başlanmıştır. Sürveyans bilgi akışı Blok zinciri "cüzdanları" ile hızlandırılmış ve güvence altına alınmıştır. Güvenli veri transferi sayesinde yeni ve isabetli tanı ve tedavilerin geliştirilmesine yardımcı olabilmektedir. Buna ilaç ve aşı geliştirme çalışmaları da dahildir.

Blok zinciri, ayrıca kişisel sağlık verilerinin korunması için de önemli bir araçtır. Blok zinciri sağlık kayıtlarını güvenli bir şekilde yönetebilir, güvenlikten ödün vermeden birlikte çalışabilirliği sağlar ve hasta mahremiyetini korur.

Blok zinciri uygulamalarından bazıları, salgın sırasında faydalı olabileceğini ispatlamıştır. Örneğin VeriTX^[65] uygulaması ile suni solunum cihazları parçaları gibi salgında tedarikinde sıkıntı çekilen ürünler, ihtiyaç duyan kuruluşa en yakın katmanlı imalat şirketince üretilerek kısa süre içinde teslim edilebilmiştir.

MiPasa^[66] ise WHO, IBM, Oracle, Microsoft ve diğer teknoloji şirketleri tarafından geliştirilen Blok zinciri tabanlı açık veri merkezidir. Platformun, dünyadaki COVID-19 taşıyıcılarını ve enfeksiyonun hızla yayıldığı noktaları, hızlı ve hassas bir şekilde tespit ettiği belirtilmektedir. Ancak MiPasa'nın asıl görevi, veri kaynaklarını sentezlemek, tutarsızlıklarını gidermek, hataları veya yanlış raporlamayı tanımlamaya yardımcı olmak ve güvenilir yeni yayınları sorunsuz bir şekilde entegre etmektir^[67].

Yeni bir teknoloji şirketi olan Tymlez^[68], ağ modelleme teknolojisini kullanarak Hollanda Sağlık Bakanlığı ile birlikte tıbbi tedarik zincirini haritalamakta ve analiz etmektedir. Sağlık birimlerinin kaynak ve ihtiyaçları anlık olarak takip edilerek tedarik zincirleri yönlendirilmektedir.

Honduras hükümeti ile Coindesk adındaki start up, veri gizliliği için bir Blok zinciri uygulaması geliştirmiştir. Civitas adı verilen uygulama, sağlık çalışanları ve güvenlik güçlerinin karantina koşullarında seyahat etmemesi gerekenleri takip etmelerini sağlamaktadır. Uygulama aynı zamanda sağlık otoritelerine enfeksiyonun yayılımı hakkında doğru ve gerçek zamanlı veriler sunmaktadır^[69].

Çin, COVID-19 ile mücadelede Blok zinciri uygulamalarından yararlanma konusunda liderdir. Sadece 2020'nin Şubat ayında 20 Blok zinciri uygulaması hayata geçmiştir^[70]. Bu uygulamalar arasında sağlık kayıtlarını güvenli bir şekilde yöneten bir çevrimiçi tarama sistemiyle yardım malzemelerinin yönetimini, tahsisini ve dağıtımını destekleyen bir platform da bulunmaktadır. Hong Kong'da ise gelen yabancılar karantinaya alındıktan sonra akıllı bileziklerle takip edilmektedir. Bu takip programının ardında da bir Blok zinciri uygulaması bulunmaktadır^[71].

5. TEKNOLOJİ VE PANDEMI ARAŞTIRMALARI

Salgınlar ancak hastalığa karşı aşı, ilaç veya etkin tedavilerin geliştirilmesiyle tam anlamıyla kontrol altına alınabilir. Ancak bu çalışmalar aylar, hatta yıllar alabilmektedir. Bu nedenle salgın ortaya çıktıktan sonra küresel bilim toplumunun hemen harekete geçerek araştırmalara başlaması gereklidir.

COVID-19 salgını sırasında bu hızla dijital teknolojiler sayesinde ulaşmak mümkün olabilmektedir. Çin yönetimi yeni koronavirüsün gen dizilimini tarihte görülmemiş bir hızla ortaya çıkarıp açık kaynak teknolojisiyle tüm



dünya bilim insanlarının kullanımına açmıştır^[72]. Bu sayede örneğin SARS COV-2'nin 183 varyantı tespit edilebilmiştir^[73]. Aynı açık kaynak yazılımları, yeni tanı kitlerinin geliştirilmesinde de faydalı olmuştur^[74].

Açık kaynaklar, tedarik zincirindeki aksamaların aşılmasına da yardımcı olmuştur. Örneğin suni solunum cihazları bu kaynaklarda paylaşılan modeller sayesinde üç boyutlu yazıcılarla imal edilebilmiştir^[75].

Ortak araştırma platformları salgınlarda yeni ilaç geliştirme süresini de kısaltabilir. Örneğin İngiltere merkezli Exscientia, COVID-19 için ilaç geliştirme çalışmalarına katkıda bulunmak amacıyla, onaylı 15 binden fazla ilacın özelliklerini tek bir arama motorunda birleştirmiştir. Bu sayede COVID-19 ilacının geliştirilmesinin beş yıldan bir yıla düşebileceği belirtilmektedir^[76].

Dünyanın teknoloji devleri de COVID-19 araştırmalarına yardımcı olmak amacıyla bulut bilişim olanakları ve yapay zekâ desteği sunmaktadır. Örneğin Google'ın yapay zekâ şirketi DeepMind, AlphaFold sistemini kullanarak bilim dünyasının virüsü anlamasına yardımcı olmak amacıyla virüsle bağlantılı proteinlerin yapı modellerini ortaya çıkaracağını açıklamıştır^[77].

6. SONUÇ

COVID-19 salgını, küresel sağlık topluluğunun dijital sağlık teknolojilerini kabul etme ve kullanma biçimini değiştirecek gibidir. Birçok sağlık sistemi, COVID-19 sürecinde, öncesine göre daha fazla dijital sağlık çözümü uygulamıştır. Bu sayede COVID-19 ile mücadelede yenilikçi çözümler üretilebilmiştir.

COVID-19 krizi küresel sağlık güvenliğini desteklemek için dijital teknolojilerin ve veri araçlarının ne kadar

önemli olduğunu ortaya çıkarmıştır. Dijital teknolojiler sağlık karar alıcılarının salgınları önlemek, tespit etmek ve bunlara yanıt vermek için daha doğru ve zamanında kararlar almalarını sağlamaktadır.

Sağlıkta karar alıcı merciler artık dijitali tartışmamaktadır. Dijital teknolojiler salgınla savaşmak için doğru araçtır ve COVID-19 sonrası dünyada net ve stratejik bir yere sahiptir. Dijital çözümler, geleneksel yöntemlerle sağlık sistemlerinden daha büyük ölçek ve esneklikle sağlık hizmeti verilmesini sağlamaktadır. Türkiye de, 2000'li yıllarda başlattığı Sağlıkta Dönüşüm projesinin bir parçası olan sağlıkta dijital dönüşüme yatırım yapmanın meyvesini COVID-19 ile mücadelede toplamıştır. COVID-19, Çin'de ortaya çıkışından itibaren yakın takibe alınmış, ilk virüs vakasının tespitinin ardından da sürveys ve mücadele tedbirleri Avrupa'nın pek çok ülkesinden daha önce devreye konulabilmiştir. Türkiye, güçlü ve esnek sağlık sistemi sayesinde ülkenin tamamında haftalarca sokağa çıkma yasağı uygulamak yerine bölgesel ve risk gruplarına yönelik sınırlamalarla yetinmiş, buna rağmen pek çok ülkeden daha düşük ölüm oranı sağlayabilmiştir.

Dijital teknolojiler gelecekte de acil sağlık durumlarında belirleyici rol oynayacaktır. Modern teknolojileri kullanan stratejik KKDS'nin etkin kullanımıyla çok önemli kazanımlar elde edilmektedir. Ancak sağlıkta dijital dönüşümün sağlanması için paydaşların tamamının desteğine ihtiyaç vardır. Hekimler, hastalar, hasta haklarını savunan gruplar ve politikacılar bu değişime inanmalıdır. Böylesine köklü bir değişimi yönlendirmek ve yürütmek için tek başına bilişim teknolojileri yeterli olamaz. Tüm paydaşlar sağlık hizmetlerinin dönüşümüne katılmaya istekli olmalı ve bu süreci desteklemelidir.

KAYNAKÇA

- [1] Worldmeter, "Coronavirus Cases", <https://www.worldometers.info/coronavirus/>. (Erişim Tarihi: 17 Haziran 2020)
- [2] World Health Organization, (2020), "COVID-19 and digital health: What can digital health offer for COVID-19?", (10 Nisan 2020), <https://www.who.int/china/news/feature-stories/detail/COVID-19-and-digital-health-what-can-digital-health-offer-for-COVID-19>. (Erişim Tarihi: 9 Haziran 2020)
- [3] M. Stewart, Ronald; (2020), "How to Set Up a Regional Medical Operations Center to Manage the COVID-19 Pandemic", *American College of Surgeons*, (13 Nisan 2020), <https://www.facs.org/COVID-19/clinical-guidance/rmoc-setup>. (Erişim Tarihi: 9 Haziran 2020)
- [4] Diop, Makhtar; (2020), "COVID-19 reinforces the need for connectivity", *World Bank Blogs*, (29 Nisan 2020), <https://blogs.worldbank.org/voices/COVID-19-reinforces-need-connectivity>. (Erişim Tarihi: 9 Haziran 2020)
- [5] Kenny, Peter; (2020), "90,000 healthcare workers infected with COVID-19: ICN", *Anadolu Ajansı*, (6 Mayıs 2020), <https://www.aa.com.tr/en/euro-pe/90-000-healthcare-workers-infected-with-COVID-19-icn/1831765>. (Erişim Tarihi: 9 Haziran 2020)
- [6] Goldberg, Emma; "Early Graduation Could Send Medical Students to Virus Front Lines", *The New York Times*, (26 Mart 2020), <https://www.nytimes.com/2020/03/26/health/coronavirus-medical-students-graduation.html>. (Erişim Tarihi: 9 Haziran 2020)
- [7] Begley, Sharon; (2020), "A plea from doctors in Italy: To avoid Covid-19 disaster, treat more patients at home", *STAT*, (21 Mart 2020), <https://www.statnews.com/2020/03/21/coronavirus-plea-from-italy-treat-patients-at-home/>. (Erişim Tarihi: 9 Haziran 2020)
- [8] Cullinane, Susannah; "CDC offers online triage for coronavirus testing", *CNN*, (22 Mart 2020), <https://edition.cnn.com/2020/03/22/health/cdc-self-checker-coronavirus-bot-trnd/index.html>. (Erişim Tarihi: 9 Haziran 2020)
- [9] Güngör, Burak; (2020), "Koronavirüs ve Chatbotlar", *Le Chatbot*, (27 Mart 2020), <https://lechatbot.com/koronavir%C3%BCs-ve-chatbotlar-cb6c-c8ab421>. (Erişim Tarihi: 9 Haziran 2020)
- [10] Cravo, Tiago; Hashiguchi, Oliveira; (2020), "Bringing health care to the patient", *OECD*, (21 Ocak 2020), https://www.oecd-ilibrary.org/social-issues-migration-health/bringing-health-care-to-the-patient_8e56ede7-en. (Erişim Tarihi: 9 Haziran 2020)
- [11] Padmanabhan, Paddy; (2020), "How the COVID-19 pandemic is reshaping healthcare with technology", *CIO*, (27 Mart 2020), <https://www.cio.com/article/3534499/how-the-COVID-19-pandemic-is-reshaping-health-care-with-technology.html>. (Erişim Tarihi: 9 Haziran 2020)
- [12] Koh, Dean; (2020), "AI-powered temperature screening solution being trialed in Singapore", *Mobi Health News*, (14 Şubat 2020), <https://www.mobihealthnews.com/news/asia-pacific/ai-powered-temperature-screening-solution-being-trialed-singapore>. (Erişim Tarihi: 9 Haziran 2020)
- [13] Pennic, Fred; (2020), "Shanghai Public Health Clinical Center Uses Wearable Sensors to Combat Spread of Coronavirus in China", *HIT Consultant*, (31 Ocak 2020), <https://hitconsultant.net/2020/01/31/shanghai-public-health-clinical-wearable-sensors-coronavirus-in-china/#.Xrg1Taj7S02>. (Erişim Tarihi: 9 Haziran 2020)
- [14] Oxford University Department of Engineering Science, (2020), "Using wearable technology to monitor COVID-19 patients", (1 Nisan 2020), <https://eng.ox.ac.uk/news/using-wearable-technology-to-monitor-COVID-19-patients/>. (Erişim Tarihi: 9 Haziran 2020)
- [15] Bergan, Brad; (2020), "Wearable Sensors to Predict COVID-19 Infections in US Military Hospitals", *Interesting Engineering*, (8 Mayıs 2020), <https://interestingengineering.com/wearable-sensors-to-predict-COVID-19-infections-in-us-military-hospitals>. (Erişim Tarihi: 9 Haziran 2020)
- [16] Marks, Clifford; Pour, Trevor; (2020), "What We Don't Know About the Coronavirus", *The New Yorker*, (29 Nisan 2020), <https://www.newyorker.com/science/medical-dispatch/what-we-dont-know-about-COVID-19>. (Erişim Tarihi: 9 Haziran 2020)
- [17] Bowler, Jacinta; (2020), "Studies Have Found New Mutations in The Coronavirus. Here's What That Means", *Science Alert*, (6 Mayıs 2020), <https://www.sciencealert.com/yes-sars-cov-2-is-mutating-but-before-you-freak-out-read-this>. (Erişim Tarihi: 9 Haziran 2020)
- [18] STM ThinkTech, (2019), "İleri Sağlık Teknolojileri II - Türk Sağlık Sisteminde Dijitalleşme Sürecinin Karşılaştırmalı Analizi", (Eylül 2019), https://thinktech.stm.com.tr/uploads/raporlar/pdf/1392019155429201_stm_ileri_saglik_teknolojileri_2.pdf. (Erişim Tarihi: 9 Haziran 2020)
- [19] STM ThinkTech, (2017), "Sağlık Hizmetlerinde Yanlış Teşhis Ve Tedavi Oranlarının Düşürülmesi İçin Klinik Karar Destek Sistemlerinin Kulanımı", (Kasım 2017), https://thinktech.stm.com.tr/uploads/raporlar/pdf/2212201716654726_STMThinktech_saglikhizmetleri.pdf. (Erişim Tarihi: 9 Haziran 2020)
- [20] Koh, Dean; (2020), "SPHCC and Yitu develop AI-powered Intelligent Evaluation System of Chest CT for COVID-19", *Mobi Health News*, (21 Şubat 2020), <https://www.mobihealthnews.com/news/asia-pacific/sphcc-and-yitu-develop-ai-powered-intelligent-evaluation-system-chest-ct-COVID-19>. (Erişim Tarihi: 9 Haziran 2020)
- [21] Clifford, Catherine; (2020), "Look inside the hospital in China where coronavirus patients were treated by robots", *Make It*, (23 Mart 2020), <https://www.cnbc.com/2020/03/23/video-hospital-in-china-where-COVID-19-patients-treated-by-robots.html>. (Erişim Tarihi: 9 Haziran 2020)
- [22] Grant, Katie; (2020), "New Covid-19 'Decision Support Tool' developed to help doctors decide who to send to intensive care", (12 Nisan 2020), <https://www.inews.co.uk/news/covid-19-decision-support-tool-doctors-patients-intensive-care-417894>. (Erişim Tarihi: 9 Haziran 2020)
- [23] Kent, Jessica; (2020), "Artificial Intelligence Predicts Severe Disease in COVID-19 Patients", *Health IT Analytics*, <https://healthitanalytics.com/news/artificial-intelligence-predicts-severe-disease-in-COVID-19-patients>. (Erişim Tarihi: 9 Haziran 2020)
- [24] Douches, Meagan; (2014), "mHero and Mobile Phones Help Stop Ebola", *Borgen Project*, (24 Ekim 2014), <https://borgenproject.org/mhero-mobile-phones-help-stop-ebola/>. (Erişim Tarihi: 9 Haziran 2020)
- [25] Vota, Wayan; (2020), "Three Early Digital Health COVID-19 Response Success Stories", *ICT Works*, (25 Mart 2020), <https://www.ictworks.org/digital-health-COVID-response-success-stories/#.Xralqaj7S00>. (Erişim Tarihi: 9 Haziran 2020)
- [26] van der Schaar, Mihaela; "Responding to COVID-19 with AI and machine learning", *Infectious Disease Hub*, <https://www.id-hub.com/2020/04/08/responding-to-COVID-19-with-ai-and-machine-learning/>. (Erişim Tarihi: 9 Haziran 2020)
- [27] Evgeniou, Theodoros; David R. Haroon; Ovchinnikov, Anton; (2020), "Leveraging AI to Battle This Pandemic – And the Next One", *Harvard Business Review*, (20 Nisan 2020), <https://hbr.org/2020/04/leveraging-ai-to-battle-this-pandemic-and-the-next-one>. (Erişim Tarihi: 9 Haziran 2020)
- [28] Rivers, Caitlin; (2020), "Modernizing and Expanding Outbreak Science to Support Better Decision Making During Public Health Crises: Lessons for COVID-19 and Beyond", *Johns Hopkins Center for Health Security*, (24 Mart 2020), http://www.centerforhealthsecurity.org/our-work/pubs_archive/pubs-pdfs/2020/200324-outbreak-science.pdf. (Erişim Tarihi: 9 Haziran 2020)
- [29] World Health Organization, (2015), "Framework for a Public Health Emergency Operations Centre", (Kasım 2015), <https://apps.who.int/iris/rest/bitstreams/874073/retrieve>. (Erişim Tarihi: 9 Haziran 2020)
- [30] Commercial Integrator, <https://www.commercialintegrator.com/markets/government/response-COVID-19-emergency-operations-centers/>. (Erişim Tarihi: 9 Haziran 2020)
- [31] Newton, Scott; (2019), "How Can Health System Command Centers Reduce Cost Growth?", *HIT Consultant*, (17 Nisan 2019), <https://hitconsultant.net/2019/04/17/how-can-health-system-command-centers-reduce-cost-growth/#.XrfSwqj7S00>. (Erişim Tarihi: 9 Haziran 2020)
- [32] T.C. Sağlık Bakanlığı Acil Sağlık Hizmetleri Genel Müdürlüğü, (2016), "SAKOM", (22 Şubat 2020), <https://acilafet.saglik.gov.tr/TR,4460/sakom.html>. (Erişim Tarihi: 9 Haziran 2020)
- [33] Gancia-Abreu, Aneballa; Halperin, William; Danel, Isebella; (2002), "Halk Sağlığı Süveyansı Araç Kiti" T.C. Sağlık Bakanlığı Türkiye Sağlık Kurumu, <https://sbu.saglik.gov.tr/Ekutuphane/kitaplar/surveyans.pdf>. (Erişim Tarihi: 9 Haziran 2020)
- [34] TraceTogether, "How TraceTogether works", <https://www.tracetogogether.gov.sg/>. (Erişim Tarihi: 9 Haziran 2020)
- [35] World Health Organization, "WHO Coronavirus Disease (COVID-19) Dashboard", <https://COVID19.who.int/>. (Erişim Tarihi: 9 Haziran 2020)
- [36] Lindberg, Kari Soo; Murphy, Colum; (2020), "Drones Take to China's Skies to Fight Coronavirus Outbreak", *Bloomberg*, (4 Şubat 2020), <https://www.bloomberg.com/news/articles/2020-02-04/drones-take-to-china-s-skies-to-fight-coronavirus-outbreak>. (Erişim Tarihi: 9 Haziran 2020)
- [37] T.C. Sağlık Bakanlığı Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü İzleme, Değerlendirme ve İstatistik Daire Başkanlığı, (2019), "İzleme ve Değerlendirme Eğitimi Rehberi"

- berî”, https://hsgm.saglik.gov.tr/depo/birimler/izleme-degerlendirme-db/egitim-rehberi/egitim_rehberi.pdf?type=file. (Erişim Tarihi: 9 Haziran 2020)
- [38] *Colombia Mailman School of Public Health*, (2020), “Mapping the Areas Most Vulnerable to COVID-19 Hospitalizations”, (24 Mart 2020), <https://www.mailman.columbia.edu/public-health-now/news/mapping-areas-most-vulnerable-COVID-19-hospitalizations>. (Erişim Tarihi: 9 Haziran 2020)
- [39] *COVID-19 Mobility Data Network*, <https://www.COVID19mobility.org/>. (Erişim Tarihi: 9 Haziran 2020)
- [40] *Johns Hopkins Center for Health Security*, (2020), “Modernizing and Expanding Outbreak Science to Support Better Decision Making During Public Health Crises: Lessons for COVID-19 and Beyond”, (24 Mart 2020), <https://www.centerforhealthsecurity.org/our-work/publications/modernizing-and-expanding-outbreak-science-to-support-better-decision-making-during-public-health-crises>. (Erişim Tarihi: 9 Haziran 2020)
- [41] Macaulay, Thomas; (2020), “AI sent first coronavirus alert, but underestimated the danger”, *The Next Web*, (21 Şubat 2020), <https://thenextweb.com/neural/2020/02/21/ai-sent-first-coronavirus-alert-but-underestimated-the-danger/>. (Erişim Tarihi: 9 Haziran 2020)
- [42] Gökler, Mehmet Enes; Metintaş, Selma; (2019), “Halk Sağlığı Sürveyansında Sosyal Medyanın Kullanımı”, *Dergipark*, <http://static.dergipark.org.tr/article-download/8e4c8f987af3/5cdbc77785618.pdf?>. (Erişim Tarihi: 9 Haziran 2020)
- [43] Obeidat, Samer; (2020), “How Artificial Intelligence Is Helping Fight The COVID-19 Pandemic”, *Entrepreneur*, (30 Mart 2020), <https://www.entrepreneur.com/article/348368>. (Erişim Tarihi: 9 Haziran 2020)
- [44] *United Nations*, (2020), “‘This is a time for facts, not fear,’ says WHO chief as COVID-19 virus spreads”, (15 Şubat 2020), <https://news.un.org/en/story/2020/02/1057481>. (Erişim Tarihi: 9 Haziran 2020)
- [45] Brennen, J. Scott; (2020), “Types, sources, and claims of COVID-19 misinformation”, *Reuters Institute*, (7 Nisan 2020), <https://reutersinstitute.politics.ox.ac.uk/types-sources-and-claims-COVID-19-misinformation>. (Erişim Tarihi: 9 Haziran 2020)
- [46] *ACLEd*, “COVID-19 Disorder Tracker”, <https://acleddata.com/analysis/COVID-19-disorder-tracker/>. (Erişim Tarihi: 9 Haziran 2020)
- [47] *International Crisis Group*, (2020), “COVID-19 and Conflict: Seven Trends to Watch”, (24 Mart 2020), <https://www.crisisgroup.org/global/sb4-COVID-19-and-conflict-seven-trends-watch>. (Erişim Tarihi: 9 Haziran 2020)
- [48] *Türkiye Bilimler Akademisi*, (2020), “COVID-19 Pandemi Değerlendirme Raporu”, (17 Nisan 2020), <http://www.tuba.gov.tr/files/images/2020/kovidraporu/COVID-19%20Raporu-Final+.pdf>. (Erişim Tarihi: 9 Haziran 2020)
- [49] *T.C. Sağlık Bakanlığı*, “SABİM”, <https://sabim.saglik.gov.tr/login.aspx>. (Erişim Tarihi: 9 Haziran 2020)
- [50] *CBOT*, “Türkiye'nin Yapay Zeka Tabanlı Koronavirüs Bilgi Asistanı”, <https://www.cb0t.ai/tr/case-study/sosyal-sorumluluk-hikayesi-koronabot/>. (Erişim Tarihi: 9 Haziran 2020)
- [51] Tong Scott, (2020), “Coronavirus: Can artificial intelligence be smart enough to detect fake news?”, *MarketPlace*, (12 Şubat 2020), <https://www.marketplace.org/2020/02/12/coronavirus-can-artificial-intelligence-be-smart-enough-to-detect-fake-news/>. (Erişim Tarihi: 9 Haziran 2020)
- [52] Robertson, Adi; (2020), “Facebook will add anti-misinformation posts to your News Feed if you liked fake coronavirus news”, *The Verge*, (16 Nisan 2020), <https://www.theverge.com/2020/4/16/21223456/facebook-coronavirus-misinformation-fake-news-warning-update-who>. (Erişim Tarihi: 9 Haziran 2020)
- [53] Hern, Alex; (2020), “Twitter to remove harmful fake news about coronavirus”, *The Guardian*, (19 Mart 2020), <https://www.theguardian.com/world/2020/mar/19/twitter-to-remove-harmful-fake-news-about-coronavirus>. (Erişim Tarihi: 9 Haziran 2020)
- [54] Roy, Shreyashi; (2020), “How TikTok Influencers Are Fuelling Fake News on COVID-19”, *The Quint*, (27 Mart 2020), <https://www.thequint.com/news/webqoof/how-tiktok-influencers-are-become-a-hotbed-for-disinformation-around-COVID-19>. (Erişim Tarihi: 9 Haziran 2020)
- [55] Leswing, Kif; (2020), “Apple is rejecting coronavirus apps that aren't from health organizations, app makers say”, *CNBC*, (5 Mart 2020), <https://www.cnbc.com/2020/03/05/apple-rejects-coronavirus-apps-that-arent-from-health-organizations.html>. (Erişim Tarihi: 9 Haziran 2020)
- [56] *BBC*, (2020), “Coronavirus: Amazon removes overpriced goods and fake cures”, (28 Şubat 2020), <https://www.bbc.com/news/technology-51675183>. (Erişim Tarihi: 9 Haziran 2020)
- [57] Tidy, Joe; (2020), “Google blocking 18m coronavirus scam emails every day”, *BBC*, (17 Nisan 2020), <https://www.bbc.com/news/technology-52319093>. (Erişim Tarihi: 9 Haziran 2020)
- [58] *BBC*, (2020), “Coronavirus: David Icke's channel deleted by YouTube”, (2 Mayıs 2020), <https://www.bbc.com/news/technology-52517797>. (Erişim Tarihi: 9 Haziran 2020)
- [59] *OECD*, (2020), “Beyond containment: Health systems responses to COVID-19 in the OECD”, (16 Nisan 2020), <https://www.oecd.org/coronavirus/policy-responses/beyond-containment-health-systems-responses-to-COVID-19-in-the-oecd/>. (Erişim Tarihi: 9 Haziran 2020)
- [60] McArthur, Rachel; (2020), “Cyber-attacks on healthcare facilities ‘growing threat’ during coronavirus pandemic”, *Healthcare IT News*, (29 Nisan 2020), <https://www.healthcareitnews.com/news/europe/cyber-attacks-healthcare-facilities-growing-threat-during-coronavirus-pandemic>. (Erişim Tarihi: 9 Haziran 2020)
- [61] Sharton, Brenda R.; (2020), “How Organizations Can Ramp Up Their Cybersecurity Efforts Right Now”, *Harvard Business Review*, (1 Mayıs 2020), <https://hbr.org/2020/05/how-organizations-can-ramp-up-their-cybersecurity-efforts-right-now?ab=hero-subleft-3>. (Erişim Tarihi: 9 Haziran 2020)
- [62] Winder, Davey; (2020), “There's No COVID-19 Cure Online: \$14 Million Seized In Fake Pharma As 121 Arrested”, *Forbes*, (24 Mart 2020), <https://www.forbes.com/sites/daveywinder/2020/03/24/theres-no-COVID-19-cure-online-14-million-seized-in-fake-pharma-as-121-arrested/#44a5ca736da7>. (Erişim Tarihi: 9 Haziran 2020)
- [63] Moseley, Sara; (2020), “5 Steps for Secure Video Conferencing”, *High Five*, <https://highfive.com/blog/5-steps-for-secure-video-conferencing>. (Erişim Tarihi: 9 Haziran 2020)
- [64] Brett, Jason; (2020), “How Blockchain Technology Offers ‘Computational Trust’ For Tracking The Coronavirus Outbreak”, *Forbes*, (23 Mart 2020), <https://www.forbes.com/sites/jasonbrett/2020/03/23/how-blockchain-technology-offers-computational-trust-for-tracking-the-coronavirus-outbreak/#c56e0351cd06>. (Erişim Tarihi: 9 Haziran 2020)
- [65] *VeritX*, “Trusted B2B Marketplace for Industry 4.0”, <https://www.veritx.co/>. (Erişim Tarihi: 9 Haziran 2020)
- [66] *MiPasa*, <https://mipasa.org/>. (Erişim Tarihi: 9 Haziran 2020)
- [67] Singh, Gari; Levi, Jonathan; (2020), “MiPasa project and IBM Blockchain team on open data platform to support Covid-19 response”, *IBM*, (27 Mart 2020), <https://www.ibm.com/blogs/blockchain/2020/03/mipasa-project-and-ibm-blockchain-team-on-open-data-platform-to-support-COVID-19-response/>. (Erişim Tarihi: 9 Haziran 2020)
- [68] *Tymlez*, <https://www.tymlez.com/>. (Erişim Tarihi: 9 Haziran 2020)
- [69] Cuen, Leigh; (2020), “As Governments Rush to Track Coronavirus, Honduras May Offer a Privacy-First Model”, *Coindesk*, (2 Nisan 2020), <https://www.coindesk.com/as-governments-rush-to-track-coronavirus-honduras-may-offer-a-privacy-first-model>. (Erişim Tarihi: 9 Haziran 2020)
- [70] *People.cn*, (2020), “Blockchain technology improves coronavirus response”, (17 Şubat 2020), <http://en.people.cn/n3/2020/02/17/c90000-9658792.html>. (Erişim Tarihi: 9 Haziran 2020)
- [71] *Barron's*, (2020), “Blockchain Holdings to Acquire COVID-19 Quarantine Management Product TRACESafe”, (20 Mart 2020), <https://www.barrons.com/press-release/PR-CO-20200320-912033?tesla=y>. (Erişim Tarihi: 9 Haziran 2020)
- [72] Lu, Roujian; (2020), “Genomic Characterisation and Epidemiology of 2019 Novel Coronavirus: Implications for Virus Origins and Receptor Binding”, *National Center for Biotechnology Information*, (Şubat 2020), <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/32007145>. (Erişim Tarihi: 9 Haziran 2020)
- [73] *National Center for Biotechnology Information*, (2020), “SARS-CoV-2 (Severe acute respiratory syndrome coronavirus 2) Sequences”, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank/sars-cov-2-seqs/>. (Erişim Tarihi: 9 Haziran 2020)
- [74] Weinberger, Hannah; (2020), “Crowdsourcing against coronavirus: Seattle biologists work on DIY test kit”, *Crosscut*, (6 Mart 2020), <https://crosscut.com/2020/03/crowdsourcing-against-coronavirus-seattle-biologists-work-diy-test-kit>. (Erişim Tarihi: 9 Haziran 2020)
- [75] *National Institutes of Health*, (2020), “3D Printing Medical Equipment in Response to the COVID-19 Pandemic”, (5 Mayıs 2020), <https://www.nihlibrary.nih.gov/services/3d-printing-service/3d-printing-medical-equipment-response-covid-19-pandemic>. (Erişim Tarihi: 9 Haziran 2020)
- [76] Kollwe, Julia; (2020), “Oxford firm to screen 15,000 drugs in search for coronavirus cure”, *The Guardian*, (31 Mart 2020), <https://www.theguardian.com/business/2020/mar/31/oxford-firm-to-screen-15000-drugs-in-search-for-coronavirus-treatment>. (Erişim Tarihi: 9 Haziran 2020)
- [77] *DeepMind*, (2020), “Computational predictions of protein structures associated with COVID-19”, (8 Nisan 2020), <https://deepmind.com/research/open-source/computational-predictions-of-protein-structures-associated-with-COVID-19>. (Erişim Tarihi: 9 Haziran 2020)



thinktech
STM Teknolojik Düşünce Merkezi
<http://thinktech.stm.com.tr>

