5. BÖLÜM / CHAPTER 5

BÜYÜK SAĞLIK VERİSİ VE BİLGİ YÖNETİMİ

BIG MEDICAL DATA AND KNOWLEDGE MANAGEMENT

Sevinç GÜLSEÇEN*, Eda ÇEVİK**

*Prof. Dr., İstanbul Üniversitesi, Enformatik Bölümü, İstanbul, Türkiye
E-mail: gulsecen@istanbul.edu.tr

**Arş. Gör., 9 Eylül Üniversitesi, İzmir Meslek Yüksekokulu, İzmir, Türkiye
E-mail: eda.cevik@deu.edu.tr

DOI: 10.26650/B/ET07.2021.003.05

ÖZ

Teknoloji insanlığın ilk gününden beri Dünya tarihini dönemlere ayıran önemli kavram olmuştur ve her dönem taş, metal, toprak, buhar, elektrik gibi bir enerji ya da hammadde ile birlikte anılmıştır. Doğumuna şahit olduğumuz Endüstri 4.0 çağında ise Büyük Veri Teknolojileri ve veri kilit rol oynamaktadırlar. Sağlık bilimleri, astronomi, hesaplamalı biyoloji, yüksek enerji fiziği gibi disiplinlerin ihtiyaçlarını karşılamak için geliştirilen birçok teknoloji web 2.0, sosyal medya ve iş dünyasının kullanımı ile birlikte Büyük Veri Teknolojileri adıyla araştırmalara konu olmuştur. Büyük Veri Ekosistemi olarak adlandırılan, hacim, hız, çeşitlilik gibi vasıflara sahip büyük verinin depolanması, yakalanması, iyileştirilmesi, aranması, paylaşılması, aktarılması, analizi ve görselleştirilmesi için gerekli teknolojiler uygulandığı her alanı dönüştürme potansiyeline sahiptir. Kişiyi özgü tedavi planlanmasını hedefine koyan Hassas Tıp alanının doğumu, toplum sağlığını tehdit eden bulaşıcı hastalıkların coğrafi konum gibi karmaşık değişkenlerle olan ilişkilerini inceleme imkanı ve kalıtsal hastalıkların tedavisi için umut olan gen terapisi gibi hücre, birey, toplum özelinde çözümler üretmenin arkasında bu teknolojiler bulunmaktadır. Nasıl ki üretim işletmelerinde hammaddeden ürün elde etme sürecinin yönetilmesi gerekiyorsa, aynı şekilde bilgiyi merkezine alan bir sağlık sistemi oluşturmak için bilgi üretiminin de yönetilmesi gerekmektedir. Hasta kayıtlarının elektronik ortamda tutulmaya başlanması, röntgen gibi görüntüleme cihazlarının çıktılarının dijitalleşmesi, genetik alanındaki gelişmeler ve hatta sosyal medya veri patlaması yaratmıştır. Bu sebeple Bilgi Yönetimi alanına olan ihtiyaç artmıştır ve tıbbi uygulama, tıp eğitimi, tıbbi araştırma faaliyetlerinden akan bilgilerin toplanması, analiz edilmesi ve yayılmasını konu edinen Sağlık Bilgi Yönetimi uygulamalı disiplininin gelişmesine sebep olmuştur. Bu çalışmada Bilgi Yönetimi, Büyük Veri teorik alanları ve Büyük Sağlık Verisi, Sağlık Bilgi Yönetimi uygulamalı disiplinleri açıklanmaya çalışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Bilgi yönetimi, büyük veri, büyük sağlık verisi, sağlık bilgi yönetimi

ABSTRACT

Since the first day of humanity, technology has been an important concept that divides the history of the Earth into periods and has been mentioned with energy or raw materials such as stone, metal, earth, steam, and electricity. In the age of Industry 4.0, in which its birth is witnessed, big data technologies and data play key roles. Many technologies that were developed to meet the needs of disciplines such as health sciences, astronomy, computational biology, or high energy physics have been the subject of research under the name of big data technologies with the use of Web 2.0, social media, and the business world. The technologies required for the storage, capture, improvement, search, sharing, transfer, analysis, and visualization of big data, which are called big data ecosystem, with characteristics such as volume, speed, and diversity, have the potential to transform every field in which they are applied. These technologies are behind the development of individual, cell, and community-specific solutions such as the birth of the precision medicine field, which aims to plan personalized treatment and offers the opportunity to examine the relationships of complex variables like geographical data with infectious diseases that threaten public health, and gene therapy, which is a hope for treating hereditary diseases. Just as it is necessary to manage the process of obtaining products from raw materials in manufacture enterprises, in the same way that information production should be managed to create a health system that takes information at its center. The start of maintaining patient records electronically, digitalization of the output of imaging devices such as x-rays, advances in genetics and even social media have created a data explosion. For this reason, there is an increased need for the field of knowledge management, which has led to the development of the applied discipline of health knowledge management that discusses collecting, analyzing, and disseminating information flowing from medical practice, medical education, and medical research activities. This study attempts to explain the applied disciplines of knowledge management, big data theoretical fields and big health data, and health knowledge management.

Keywords: Knowledge management, big data, big data in health, health knowledge management

Giriş

Hacmi artan ve yapısı karmaşıklaşan verinin hammadde olarak kullanımını odağında bu-
lunduran dördüncü endüstri devrimi, sağlık hizmetleri de dahil olmak üzere tüm sektörlerin iş
modellerinin köklü bir biçimde değişmesinin önünü açmıştır. Yaşanılan bu paradigma kayması
sağlık sektöründe veri temelli çözümlerin kullanımını hızlandırarak büyük veri gibi yeni kav-
ramları hayatımıza sokmuştur. Büyük sağlık verisi elektronik sağlık kayıtlarını, radyoloji ve
uydu görüntülerini, laboratuvar tetkiklerini, epikriz raporlarını, genom dizilerini, giyilebilir
teknolojileri, biyomedikal cihazları, sigorta kayıtlarını hatta sosyal medya paylaşımlarını ve
dahasını içine almaktadır. Oldukça kompleks yapıya sahip olan büyük sağlık verisinin tutul-
ması, saklanması, işlenerek enformasyon ya da bilgiye dönüşümünün gerçekleştirilmesi, pay-
laşılması kısaca yönetilmesi sayesinde elde edilen katma değer sağlık hizmetlerinin sunumu,
maliyetin düşürülmesi, ilaç geliştirme gibi problemlerde kullanılabilir.

Bir ürün olarak karşımıza çıkan bilgi, üretim ve tüketim aşamalarında dikkatlice yönetil-
mesi gereken bir değerdir. Sağlık sektörünün Sağlık 4.0 kavramına evrilmesinde rol oynayan
bilgiden en yüksek verimi elde edebilmek adına yapılan çalışmalar Bilgi Yönetimi bilim dalı

altında incelenmektedir. Bilgi yönetimi metodolojisinin sağlık alanında uygulanması ise sağlık bilgi yönetimi disiplini doğurmaktadır.

Bu bölümde büyük veri terimi işlenmeden önce veri, enformasyon ve bilgi gibi temel kavramların açıklanması konunun anlaşılması için bir basamak görevi görmektedir. Daha sonra ise büyük verinin ne olduğu, özellikleri, yapısı ve büyük sağlık verisi izah edilecektir. Konunun diğer önemli başlığı olan bilgi yönetimi ise temel kavramları verildikten sonra uygulamalı bir disiplin olan sağlık bilgi yönetimi açıklanmaya çalışılacaktır.

1. Veri Hiyerarşisi ve Dönüşümde Enformasyon Sistemlerinin Rolü

Kişilerin resmi olmayan konuşmalarında veri, enformasyon ve bilgi kavramlarının birbiri yerine kullanılması, İngilizce'den Türkçe'ye çevrilen yayınlarda yapılan semantik hatalar gibi birçok sebep literatürde ikiye bölünmeye yol açmıştır. *Data-Information-Knowledge-Wisdom* (DIKW) hiyerarşisi ile ilerleyen kavramlar ilk grup araştırmacılar tarafından Veri (*Data*) – Bilgi (*Information*) - Üst Bilgi (*Knowledge*) – Bilgelik (*Wisdom*) olarak adlandırılırken, ikinci grup araştırmacılar ise Veri (*Data*) – Enformasyon (*Information*) - Bilgi (*Knowledge*) - Bilgelik (*Wisdom*) hiyerarşisi çevirisini kabul etmektedir (Gökçen, 2011). Kitabın bu bölümünde ikinci grup araştırmacıların kullanımı benimsenmiştir.

Sadece enformasyon ve iletişim teknolojileri alanında değil, farklı disiplinlerde de sıklıkla karşımıza çıkan veri, enformasyon ve bilgi kavramları için dil bilimciler, filozoflar, doğa bilimciler birbiri yerine kullanılabilecek ve aralarında nüansların olduğu birçok tanımlama çabasına girmişlerdir. Yapılan bu çabaları daha anlaşılır kılmak adına bilgi hiyerarşisi olarak adlandırılan bir hiyerarşi (Şekil 1) geliştirilmiş ve hiyerarşi elementleri aşağıdaki şekilde tanımlanmaya çalışılmıştır (Ackoff, 1989; Bibri, 2018; Bellinger, vd., 2004; Rowley, 2007; Ming, vd., 2015; Gökçen, a.g.e.):

- Veriler, gözlem değerleri ya da nesnelerin, olayların ve ortamlarının özelliklerini temsil eden semboller olarak tanımlanır ve kullanılabilir olabilmesi için enformasyona dönüşmesi gerekmektedir,
- Enformasyon 'kim?', 'ne?', 'ne zaman?', 'nerede?', 'ne kadar?' gibi sorulara verilerden çıkarım yapılarak elde edilen cevap olarak tanımlanabilir,
- Bilgi, enformasyonun talimatlara çevrilmesini sağlayan deneyim ya da uzmanlıktır. Veri ve enformasyonun işlenmesi sonucu 'nasıl?' sorusuna cevap vermesidir,
- Bilgelik ise elde edilen sonuçların değerini belirleyebilme ile ilgili yargı dediğimiz zihinsel işlevi gerektiren ve değer katan bilişsel süreçlerdir. Kısaca, 'Ne yapılmalıdır?'

sorusuna cevap verebilme yetisi bilgelik olarak tanımlanabilir. Anlayış, “kim?”, “ne?”, “nerede?”, “ne zaman?” ve “nasıl?” sorularının “neden” leri ile ilgilenir.

Şekil 1. DIKW Hiyerarşisi (Bellinger, a.g.e.; Saadatdoost vd., 2018; Ghuman & Aswathappa, 2010)

Bilgi hiyerarşisinin tanımlanması bilgiyi enformasyon sistemleri, bilgi yönetimi ve enformasyon yönetiminin temeline oturtmuştur (Rowley, a.g.e.; Baskarada & Korinos, 2013). Geçmişte veriden bilgiye yolculuk insanın zihninde gerçekleşen bir eylemken geliştirilen teknolojiler aracılığı ile karmaşık ve hacmi yüksek verilerin bilgiye dönüşmesi bir yöntemler süreci olarak önü açılmıştır. Bilgisayar temelli enformasyon sistemleri, bilgi hiyerarşisi adımları arasında dönüşümü sağlamak adına veri filtreleme, matematiksel modelleme, istatistiksel analiz, veri madenciliği ve makine öğrenmesi, optimizasyon gibi karar vericiler için birçok aracı içinde barındırır (Jifa & Lingling, 2014; Mondal, 2016; Gu & Zhang, 2014).

Enformasyonun tüm formlarını (ham veri, derlenmiş veri, bilgi ve uzmanlık) ve formatlarını (metin, video, ses, fotoğraf vb.) toplayan, organize eden, saklayan işleyen, görüntüleyen ve dağıtan yapılar enformasyon sistemleri olarak tanımlanırken (Sofroniou, 2012), enformasyon sistemi elemanları donanım, yazılım, veri, insan ve süreçlerden oluşmaktadır (Shelly & Rosenblatt, 2009). Bu kavramlar sağlık özelinde incelendiğinde, sağlık enformasyon sistemleri sağlık hizmeti verilerini toplamak, düzenlemek, saklamak, analiz etmek ve yaymak için kullanılan prosedürler ve cihazlar içeren yapılar (Gunnar, 2007) olarak düşünülebilir. Bu

tanımdaki cihazlar sözcüğü akla ilk olarak bilgisayar, anahtar, yönlendirici, modem, yazıcı gibi teknolojileri getirir de üzerine küresel konumlama sistemi takılmış bir ambulans ya da organ nakil aracı, bilgisayarlı tomografi veya EKG cihazları da enformasyon sisteminin bir parçası olabilir ve donanım olarak sınıflandırılabilir.

Donanım araçlarının zenginliği beraberinde, zengin veri yapılarını getirmiştir. Günümüzde elektronik hasta kayıtlarının yanı sıra sedimantasyon test mikseri, DNA sekans makineleri gibi laboratuvar cihazları, ultrason, mamogram, floroskop, manyetik rezonans, bilgisayarlı tomografi, anjiyografi gibi görüntüleme cihazları, , elektrokardiyografi, elektroensefalografi, elektromyografi gibi elektriksel potansiyel ölçümü yapan cihazlar, oftalmoskop, tonometre, spirometre, biyomikroskop, odyometri gibi tanı cihazları ve giyilebilir teknolojiler, enformasyon ya da bilgiye dönüşmeyi bekleyen farklı formatlarda veri üretmektedir. Verinin çeşitliliği ile birlikte karmaşıklığı ve hacmi de arttığı için sağlık sektörü büyük veri kavramı ile karşı karşıya kalmıştır.

2. Büyük Veri

Bilgisayarların kişisel kullanıma geçmesi, internetin keşfi, mobil teknolojilerin yükselişi, arşivlerin dijital ortama aktarılması, uydu sistemlerinin gelişmesi ve saat, klima, buzdolabı gibi klasik teknolojilerin dönüşerek internet tabanlı olarak birbiriyle haberleşmesi gibi olaylar sayesinde günümüzde çok ciddi boyutlara ulaşan bir veri patlaması yaşanmaktadır. Bu kadar yoğun veri bombardımanı ile başa çıkabilmek için yeni veri depolama sistemleri, analiz araçları, görselleştirme yöntemleri geliştirilmiş ve geliştirilmeye devam etmektedir.

Data Never Sleeps 7.0 (Domo, 2020) raporuna göre 2019 yılında 1 dakika içinde

- 4,500,000 kişi Youtube videosu izlemiş,
- 511,200 kullanıcı tweet atmış,
- 390,030 uygulama indirilmiş,
- 18,100,000 mesaj gönderilmiş,
- 4,497,420 Google araması yapılmış,
- 1,389 AIRBNB rezervasyonu gerçekleştirilmiş,
- 55,140 fotoğraf Instagram’da paylaşılmış,
- 188,000,000 elektronik posta yazışması olmuş,
- Ve 694,444 saatlik Netflix video akışı yapılmıştır.

Sadece 1 dakika içinde gerçekleşen dijital işlemin oluşturduğu veri miktarına ek olarak, uydu sistemleri, teleskoplar, gömülü sistemler, giyilebilir teknolojiler, nesnelerin interneti, sensörler ve daha nice düşünülmediğinde verinin karmaşıklığı ile birlikte depolanması, işlenerek enformasyona ve bilgiye dönüşümü, paylaşımı problemleri gündeme gelmektedir. Klasik veritabanları ve analiz araçlarının çözüm olamayacağı bu problemler büyük veri teknolojileri altında incelenmektedir.

Bir veri kümesinin büyük veri olarak sınıflandırılabilmesi için Berman (2013), büyük veri ile küçük veri arasında aşağıdaki 10 farkı belirlemiştir:

1. Hedefler: Küçük veri belirli bir soruya cevap aramak için tasarlanırken, büyük veride amaç esneklik ve sorulan sorular değişkendir,
2. Lokasyon: Küçük veri genellikle tek bir kurumda, bilgisayarda hatta bazen tek dosyada tutulurken, büyük veri dünyanın herhangi bir yerinde dağıtık sistemler üzerinde tutulmaktadır,
3. Veri yapısı ve içeriği: Küçük veride veriler genellikle sıralı bir e-tabloda düzenli kayıtlar biçiminde ve tek bir disiplin yönelik iken, büyük veri metin dosyaları, fotoğraflar, hareketli görüntüler gibi kompleks yapıda verileri içerir ve birden fazla disiplinle ilişkilendirilebilir,
4. Veri hazırlama: Küçük veri çoğu zaman kullanıcısı tarafından kendi amaçları doğrultusunda hazırlanırken, büyük veri birçok farklı kişi/kurum tarafından hazırlanır ve kullanıcısı nadiren veriyi hazırlayan kişidir,
5. Yaşam süresi: Küçük veri projesi sona erdiğinde, veriler sınırlı bir süre için saklanır ve sonra yok edilebilirken, büyük veri projeleri genellikle kalıcı olarak saklanması gereken veriler içerir,
6. Ölçümler: Küçük veride ölçümler bir deney protokolü kullanılarak yapılırken, büyük veride birçok farklı protokol ile elde edilebilir.
7. Yeniden üretilebilirlik: Küçük veri projelerinde verilerin kalitesi, tekrarlanabilirliği veya verilerden çıkarılan sonuçların geçerliliği hakkında bir sorun varsa, yeni bir veri seti elde edilerek tüm proje tekrarlanabilirken, büyük veri projesinin tekrarlanabilmesi nadiren mümkündür.
8. Bütçe: Küçük veri projelerinin başarısızlığı kurum içinde tolere edilebilir boyuttayken, büyük veri projeleri kurumu iflasa götürebilecek kadar maliyetli olabilir.

9. İlgözlem: Küçük veriler satır ve sütun konumlarıyla tanımlanır ve satır/sütun başlıkları biliniyorsa, içerdiği tüm veri noktaları bulunabilir fakat büyük veride kaynağın içeriği ve organizasyonu veri yöneticileri için bile anlaşılmaz olabilir o yüzden verilere tam erişim, veri değerleri hakkında bilgi ve verilerin organizasyonu hakkında bilgi içgözlem olarak adlandırılan bir teknikle elde edilir.
10. Analiz: Küçük veri projesinde çoğu durumda, tüm veriler birlikte ve aynı anda analiz edilebilirken, büyük veri projelerinde, süper bilgisayarlar veya birden fazla bilgisayarda paralel olarak yapılan işlemler gibi birkaç istisna dışında, analiz adım adım gerçekleştirilir.

İlk olarak 1997 yılında Michael Cox ve David Ellsworth yüksek boyutlu verilerin görseleştirilmesi sırasında yaşanan zorluklar üzerine hazırladıkları çalışmalarında büyük veri kavramını, çok boyutlu ve yüksek hacimli veriyi tarif etmek için kullanmışlardır (Wang v.d., 2018; Cox & Ellsworth, 1997a; Cox & Ellsworth, 1997b). Toplanması, hazırlanması, yapısı ve analiz edilmesi tamamen kendine has olan büyük veri kavramı Gartner Glossary’de (2020); gelişmiş öngörü, karar verme ve süreç otomasyonu sağlamak için yenilikçi enformasyon işleme süreçlerini gerektiren yüksek hacimli, yüksek hızlı ve/veya çok çeşitli enformasyon varlıkları (yapısı mı olacaktı?) olarak tanımlanmıştır. Tanım içinde geçen “hacim (*Volume*)”, “hız (*Velocity*)”, “çeşitlilik (*Variety*)” ifadeleri büyük verinin 3V’si olarak bilinen özelliklerini temsil eder ve zaman içinde değişime uğrayarak, 4V, 7V, 10V, 42V gibi sayıları artmıştır

2.1. Büyük Verinin Vasıfları

2001 yılında ilk olarak Laney tarafından yayınlanan makalede tanımlanan ve büyük verinin 3V’si olarak bilinen özellikler yıllar için farklı uzmanlar tarafından yeniden tanımlanma yoluna gidildiğinde farklı sayılarda ele alınmıştır. 2017 yılında Shafer tarafından artan V’lerin bir kronolojisi oluşturularak 42V¹ ‘nin varlığından bahsedilmiştir. Her ne kadar litaretürde çok farklı sayıda niteliklere rastlanılsa da aşağıdaki listede bir büyük veri projesinde bulunan 10 vasıf verilmek istenmiştir (Arora & Agarwal, 2018; Agrahari & Rao, 2017; Qiu, 2019, Duda v.d., 2018; Atalay & Çelik, 2017; Akay, 2018).

- *Volume* (Hacim): Verinin miktarını belirtir.
- *Velocity* (Hız): Devasa miktarda verinin üretilme, toplanma ve inceleme hızını ifade eder.

1 *Vagueness, Validity, Valor, Value, Vane, Vanilla, Vantage, Variability, Variety, Varifocal, Varmint, Varnish, Vastness, Vaticination, Vault, Veer, Veil, Velocity, Venue, Veracity, Verdict, Versed, Version Control, Vet, Vexed, Viability, Vibrant, Victual, Viral, Virtuosity, Viscosity, Visibility, Visualization, Vivify, Vocabulary, Vogue, Voice, Volatility, Volume, Voodoo, Voyage, Vulpine*

- *Variety* (Çeşitlilik): Veri kaynakları ve formatları çeşitliliğini ifade eder.
- *Value* (Değer): Büyük verinin faydaya dönüşmesini ifade eder.
- *Variability* (Değişkenlik): Verilerdeki düzensiz değişiklikleri ifade eder.
- *Veracity* (Güvenilirlik): Veri toplama işlemlerinin doğruluk, kalite, güvenilirlik, belirsizlik, bütünlük ve analitik süreçlere uygunluğunu karakterize eden nitel bir veri toplama göstergesidir.
- *Validity* (Geçerlilik): Geçerlilik, analitik çalışma veya süreç için kullanılan yöntem bağlamında verilerin uygunluğunu ifade eder.
- *Vulnerability* (Hassaslık): Dengesiz bir hıza sahip birden fazla kaynaktan üretilen verilerde Güvenlik Açığı en büyük zorluklardan biridir.
- *Volatility* (Oynaklık): Verilerin ne kadar süre ile geçerli, değerli ve güvenilir olacağını ifade eder.
- *Visualization* (Görselleştirme): Çok boyutlu ve karmaşık verilerin gerçek zamanlı görsel analitik algoritmalar aracılığı ile grafik sunumunu ifade eder.

Yukarıda listelenen vasıflar bir büyük veri projesi oluşturulurken var olması beklenen nitelikleri ifade etmektedir. Bazı kavramlar birbirine çok yakın olmasına rağmen aralarındaki ufak farklardan dolayı yeni bir vasıf olarak karşımıza çıkmaktadır. Örneğin *Volatility* kavramı içinde *Validity*, *Variability* ve *Veracity* kavramlarını barındırmasına rağmen zamanı vurgulaması açısından yeni bir nitelik olarak ele alınmaktadır. Ayrıca literatürde V ile ifade edilmeyen başka niteliklerle de karşılaşılabilir. Büyük veri yapılarındaki birbirine bağlılık derecesini ve karşılıklı bağımlılığı ifade etmek için “karmaşıklık” (Kaisler v.d., 2013) kavramı buna örnek olarak verilebilir.

2.2. Büyük Verinin Yapısı

Büyük verinin tanımında belirtilen ve vasıfları arasında olan çeşitlilik, verinin farklı kaynaklardan, farklı formatlarda geldiğini anlatmaktadır. Örneğin iskelet yapısını anlayabilmek için sensörler aracılığı ile oluşturulan hareket verisi ve tiroit hastalıklarının tanısının konmasında yardımcı olacak laboratuvar test sonuçları verisi karşılaştırıldığında elde edilmiş biçimlerinden tutun da saklanma, analiz edilme, görselleştirme yöntemlerine kadar, her adımda birbirlerinden ayrılırlar. Bu ayrılıklar verilerin yapısal özelliklerinden kaynaklanır ve sınıflandırılmasında temel alınır. Büyük veri yapılandırılmış (*structured*), yarı yapılandırılmış (*semi-structured*), neredeyse yapılandırılmış (*quasi-structured*) ve tamamen yapılandırılmamış (*unstructured*) veriler (Şekil 2) şeklinde dört yapıda bulunmaktadır (Manikandan & Abirami, 2017).

Şekil 2. Yapılarına Göre Büyük Veri Sınıflandırması (Chitra&MCA, 2018)

Yapılandırılmış veriler ilişkisel veritabanlarında saklanan düzenli verileri ifade ederken, yapılandırılmamış veriler ise fotoğraf, video gibi düzenli olmayan veri yapılarını ifade eder. Yarı yapılandırılmış veriler ise düzensiz veya eksik olabilen ve hızlı veya öngörülemeyen şekilde değişebilen bir yapıya sahip verilerdir (Sultana, 2018). Genelde “yarı yapılandırılmış” veri olarak tercüme edilip sınıflandırılan “neredeyse” yapılandırılmış veriler yapılandırılmamış ve yarı yapılandırılmış veriler arasında bulunan, düzensiz veri formatlarına sahip metinsel verilerden oluşur ve özel teknoloji ile biçimlendirilebilir. “Quasi” terimi Latince, “sanki” veya “neredeyse” anlamına gelmektedir (Shen v.d., 2014). Düzenli verilerin aksine diğer veri yapıları NoSQL ve NewSQL denilen özel veritabanlarında tutulurlar.

2.3. Büyük Veri Mimarisi, Ekosistemi ve Teknolojileri

Oldukça yeni bir çalışma alanı olan büyük veri için hem özel sektörden hem de akademi camiasından birbirine alternatif olabilecek yönetim mimarisi önerileri gelmektedir. Fikir birliğinin oluşabilmesi için The National Institute of Standards and Technology Big Data Public Working Group çeşitli çalışmalar yürüterek ve aşağıda da listelenen yedi ögeyi temel alan bir yönetim mimarisini referans olarak önermektedir (NIST, 2015; Samsudin, 2017) .

- Sistem Orkestratörü: Gerekli veri uygulama faaliyetlerini tanımlar ve operasyonel sisteme entegre eder.

- Veri Sağlayıcı: Çeşitli iletişim protokolleri veya ağ teknolojileri aracılığıyla Büyük Veri sistemine veri veya bilgi üretmek, toplamak ve aktarmakla sorumludur.
- Büyük Veri Uygulama Sağlayıcısı: Sistem Orkestratörü tarafından tanımlanan gereksinimleri ve güvenliği karşılayan veri yaşam döngüsünü (ör. veri toplama, hazırlama, analiz, görselleştirme, erişim vb.) yürütmekten sorumludur.
- Büyük Veri Çerçevesi Sağlayıcısı: Verilerin gizliliğini ve bütünlüğünü korurken çeşitli ağ, depolama ve veri işleme teknolojilerinin altında yatan altyapı, veri platformu ve süreçlerden sorumludur.
- Sistem Yöneticisi: Büyük Veri ortamlarını desteklemek için yapılandırma, paket yönetimi, yazılım yönetimi, yedekleme yönetimi, kapasite yönetimi, kaynak yönetimi ve performans yönetimini içeren Büyük Veri mimarisini yönetmekten sorumludur.
- Güvenlik ve Gizlilik Yöneticisi: Büyük veri yaşam döngüsünü yeni güvenlik politikası ve düzenlemelerine göre güncel tutar.
- Veri Tüketicisi: Büyük Verilerin sonuçlarını kullanan kişi, tüzel kişilik veya diğer sistemlerdir.

Hacim, hız, çeşitlilik gibi büyük veri vasıfları ile beraber depolanması, yakalanması, iyileştirilmesi, aranması, paylaşılması, aktarılması, analizi ve görselleştirilmesi için gerekli teknolojiler ve altyapının bileşik gösterimi Büyük Veri Ekosistemi olarak adlandırılır (Demchenko v.d., 2013; Demchenko v.d., 2014; Sharma, 2016). Bu ekosistemin elemanlarına bakıldığında büyük verinin kavramsal temelleri olan vasıfları gibi soyut ögeler ile birlikte büyük veri teknolojileri gibi fiziksel ögelerin bir arada olduğu görülebilir. Büyük veri teknolojileri algılama, elde etme, depolama, analiz ve görselleştirme fonksiyonlarını (Şekil 3) yerine getirirken, sensör, bilgi işlem ağı, veri depolama, küme bilgi işlem sistemi, bulut bilgi işlem tesisleri, yapay zeka ve veri görselleştirme gibi teknik alanlardan faydalanır (Yang, 2016).

Büyük veri teknolojileri verinin analiz edilmesi gibi fonksiyona yönelik olabilirken gibi Hadoop gibi bazı teknolojiler ise bütünlük bir hizmet sunarak birçok fonksiyonu yerine getirebilir. Aşağıda popüler büyük veri teknolojilerinden bazıları kısaca açıklanmıştır.

- Büyük veri analitikleri: Kullanıcının ihtiyacına göre veriyi enformasyon veya bilgiye dönüştürmek amacıyla kullanılan optimizasyon teknikleri, veri madenciliği, istatistiksel analiz, veri görselleştirme, doğal dil işleme, metin madenciliği, yapay zeka, matematiksel modeller gibi analitik araçlar büyük veri analitiği araç kutusu içinde yer alabilir.

- Hadoop Ekosistemi: Hadoop dağıtık dosya sistemi, MapReduce veri işleme motoru, YARN (“*Yet Another Resource Negotiator*”), Common olmak üzere dört modülden oluşmaktadır. Bu modüller depolama katmanı, işleme katmanı ve yönetim katmanı olmak üzere 3 katmanlı bir mimariyi destekler (Landset, v.d., 2015).
- Hızlı Veri: Belirli bir sorunu çözmek için büyük veri analizlerinin yakın gerçek veya gerçek zamanlı olarak daha küçük veri kümelerine uygulanmasına karşılık gelir. Amacı, için yapılandırılmış ve yapılandırılmamış verileri hızlı bir şekilde toplamak ve işlemektir (Miloslavskaya & Tolstoy, a.g.e.).
- Map Reduce: Dağıtık veri kümeleri üzerinde haritalama işlemi ardından elde edilen haritalar üzerinde veri indirgeme işlemi yapan bir veri işleme programlama paradigmasıdır.
- NewSQL: NoSQL ve İlişkisel veritabanlarının güçlü yönlerinin birleştirildiği melez veritabanı sistemleridir.
- NoSQL: İlişkisel veritabanları tarafından tutulması mümkün olmayan yapısal olmayan verilerin depolanması için geliştirilmiş veritabanı teknolojisidir. Anahtar-Değer tabanlı (*Key-Value Pair-Based*), Doküman tabanlı (*Document-Based*), Kolon tabanlı (*Column-Based*) ve Çizge tabanlı (*Graph-Based*) olmak üzere farklı veri modellerini temel alan dört çeşidi bulunmaktadır (Han v.d., 2011).

Şekil 3. Büyük Veri Süreci (Bahga & Madiseti, 2019)

- **Veri Gölü:** Bir veri depolama teknolojisi olan veri gölü veri ambarlarının yapılandırılmış yapısının aksine yüksek hacimli ve hızlı bir şekilde gelen, yapılandırılmamış verileri işleyecek şekilde oluşturulur. Veri ambarlarında statik analiz yapılırken, göllerde dinamik analitik uygulamalar kullanır. Veri ambarlarında veriler yavaş değişim gösterirken, göldeki verilere, oluşturulur oluşturulmaz erişilir (Miloslavskaya & Tolstoy, 2016).

Açıklananlara ek, bulut bilişim, nesnelerin interneti, servislerin interneti, siber fiziksel sistemler gibi başka teknolojilerin de büyük veri ile birlikteliği Endüstri 4.0 kavramını doğurarak üretim ve hizmet iş modellerini kökten değiştirmiştir. Kamu hizmetleri de bu değişimden etkilenmiş, akıllı kentler, akıllı hastaneler gibi bilgi destekli hizmet sunumu popüler hale gelmiştir.

3. Sağlık Verisi ve Büyük Veri İlişkisi

1979 yılında Washington Teknoloji Değerlendirme Ofisi tarafından sağlık verisi,

- Bireylerin sağlık durumu
- Bireylerin tıbbi bakım hizmetlerini ve kaynaklarını kullanmaları
- Alınan sağlık hizmeti için finansman maliyeti ve kaynağı
- Çevrenin ve işyeri koşullarının sağlığa etkileri
- Hastalıklar, sağlık sorunları ve sağlık koşulları göstergeleri
- Halkın bilgi ve tutumu
- Algılanan sağlık ihtiyaçları
- Sağlık uygulamalarına karşı geliştirilen davranışlar (örneğin aşı karşıtlığı)

konularını içeren gözlemler olarak tanımlanmıştır.

Yukarıdaki tanımdan anlaşılacağı üzere sağlık verisi sadece laboratuvar sonuçları, radyoloji görüntüleri, anamnez kayıtları değil, aynı zamanda hava ya da su kalitesi, mobil sağlık izleme sistemlerinin ürettiği değerler, kişinin genetik kodu gibi sağlığa dair ya da onu etkileyecek herhangi bir olguyu da içeren büyük bir ekosistemi kapsamaktadır (Şekil 4). Wager ve arkadaşlarına (2017) göre hasta bakımının iyileşmesi, etkili iletişim, yasal zorunluluk, faturalama ve geri ödeme, araştırma ve kalite yönetimi, toplum ve halk sağlığının korunması bu verilerin kayıt altına alınmasının sebeplerini oluşturur.

Şekil 4. Sağlık Verisi Ekosistemi (Vayena vd, 2018; eHealth, 2016)

Bir hastanın durumunu kayıt altına alabilmek her zaman kolay değildir. Gözlemlenen verilerin yapılandırılmış olarak kayıt altına alınamamasının sebeplerinden bazıları aşağıda verilmiştir (Wager v.d., 2005).

- Hastanın kabul kaydı geçmişi ve fiziksel durumu gibi olgular için henüz bir kodlama sistemi geliştirilememiştir.
- Aynı yakınmaya sahip her hastanın durumu, birbirinden farklı açıklama gerektirdiği için karmaşık ve olasılıklıdır. Veri parçaları arasında çok faktörlü ve zamansal ilişkiler olabilir. Bu karmaşıklık, tıbbi veriler için kodların geliştirilmesini doğal olarak zorlaştırmaktadır.
- Kodlanmış verilerin girişi sıradan metin kullanımına kıyasla hantaldır ve kısıtlayıcıdır. Örneğin; hastanın rahatsızlığını mide yanması ya da mide kaynaması olarak tarif etmesi kodlanabilecek bir değişken olarak tanımlanamayabilir.
- Sağlık verilerini düzenlemenin tek bir yolu yoktur; bu yüzden ilişkisel veritabanı modeli tıbbi alana özellikle iyi hizmet etmez.

Hu ve diğerleri (2014) sağlık bilimlerini, astronomi, hesaplamalı biyoloji, yüksek enerji fiziği gibi büyük verinin doğmasında etkili olan bilim dalları içinde saymışlardır. Zillner & Neururer (2016)'e göre sağlık verileri, yalnızca büyük hacim nedeniyle değil, aynı zamanda karmaşıklığı, çeşitliliği ve vaktindeliği nedeniyle bir tür “büyük veri” dir. Karmaşık yapılandırılmamış veri yapısı, yüksek veri hacmi, veri birikme hızı, güvenlik hassasiyeti, değişken ve çeşitli veri kaynağı (Şekil 5) gibi büyük veri özelliklerinin sağlık verisi tarafından taşındığı görülebilir. Özetle, sağlık verisi doğası gereği büyük veri olarak tanımlanabilir.

Şekil 5. Büyük Sağlık Verisi Kaynakları (Catalyst, N. E. J. M., 2018)

Yukarıda sayılan kaynaklardan elde edilen büyük sağlık verisi analitikler aracılığı ile analiz edilip yeni ve kişiselleştirilmiş sağlık hizmetlerinin geliştirilmesinde kullanılabileceği gibi, ilaç keşfi, halk sağlığı politikalarının oluşturulması, hastalık ile ilişkili durumların belirlenmesi gibi alanlarda kullanılabilir. Tablo 1’de büyük sağlık verisinin kullanım alanlarına örnekler verilmiştir.

Tablo 1. Büyük Sağlık Verisi Uygulama Alanları	
Uygulama Alanı	Açıklama
Tanı	Hastalıkların sebebini belirlemek için veri madenciliği ve analizi kullanımı
Önleyici Tıp	Hastalıkları önlemek için yaşam biçimi, sosyal koşullar veya genetik gibi faktörlerin kestirici analizlerinin yapılması
Hassas Tıp	Aşırı kişiselleştirilmiş bakım sağlamak için verilerden yararlanma
Tıp Araştırmaları	Yeni tedavi ve ilaç keşfi için veri güdümlü araştırmaların yapılması
İlaç Yan Etkisi Azaltma	İlaç yan etkilerini ve hatalarını azaltmak için büyük veriden faydalanma
Maliyet Azaltma	Uzun vadeli tasarruflar için hasta sonuçlarını daha iyi yönlendiren uygulamaların belirlenmesi
Toplum / Halk Sağlığı	Büyük verinin izlenerek demografik, coğrafik ve sosyo-ekonomik politikaların ve hastalık trendlerinin belirlenmesi
Kaynak: Catalyst, N. E. J. M. (a.g.e.)	

Büyük veri teknolojilerinin gelişmesinin ardında sadece sosyal medya gibi internet teknolojilerinin ilerlemesi değil aynı zamanda uzay bilimleri, fizik, biyoloji, sağlık bilimleri gibi başka bilim dallarında yaşanan sıçramalar da bulunmaktadır. Mikroskop, teleskop, laboratuvar ekipmanı gibi teknolojiler geliştikçe gözlemlenen olayların kayıt altına alınma miktarı ve hızı artmıştır. Özellikle sağlık alanında sadece bilimsel çalışmalar değil yasal zorunluluklar da büyük sağlık verisi kavramının gelişmesinde itici güç olurken büyük sağlık verisi de sağlık hizmetlerinin Sağlık 4.0'a evrilmesinde rol oynamıştır.

3.1. Sağlık 4.0

Endüstri 4.0 standartlarının bulut bilişim, nesnelerin interneti, kablosuz İnternet formları, 5G teknolojileri, kriptografi, anlamsal veritabanı, artırılmış gerçeklik ve içerik tabanlı görüntü erişim sistemi gibi teknolojiler aracılığı ile sağlık alanında uygulaması Sağlık 4.0 kavramı olarak karşımıza çıkmaktadır (Estrela v.d., 2018).

Büyük veri yönetimini kullanarak ürünleri, süreçleri ve hizmetleri daha “akıllı” hale getirmeyi hedefleyen (Elhoseny v.d., 2018) Endüstri 4.0’ın odağında fiziksel gerçekliğin sanallaştırılarak üretimde otomasyonun artırılması sonucunda daha az insan kaynağı ile daha fazla verim, daha kişiselleştirilmiş ürün elde etme bulunurken, Sağlık 4.0’ın, fiziksel dünyanın anlık görüntülerini gerçek zamanlı olarak analiz edilerek kişiselleştirilmiş tedavi hizmeti sağlaması beklenmektedir. Bunu yaparken de siber fiziksel sistem, bulut bilişim, nesneler, hizmetler ve insanlar da dahil olmak üzere Her Şeyin İnterneti, gelişen mobil iletişim teknolojileri ile standartları (örneğin 5G, Wimax) ve büyük veri analitiklerinin birlikte kullanımı gerekmektedir (Thuemmler & Bai, 2017). Fiziksel dünyaya ait veriler, simülasyon tekniklerinin sanal bir iz-

düşüm oluşturmada kullanıldıktan sonra elde edilen siber fiziksel sistemin ürettiği verilerden büyük veri teknikleri ile kişiselleştirilmiş tedavi/ hassas tıp problemlerine çözüm aranabilir. Özetle, büyük veri Sağlık 4.0 bileşenlerini besleyen bir hammadde olabileceği gibi, nesnelerin interneti, siber fiziksel sistemler gibi bileşenlerinin ürünü olarak da karşımıza çıkabilir.

3.2. Büyük Sağlık Verisi Teknolojileri

Büyük sağlık verisi içerik bakımından hem yönetsel süreçleri destekleyen sigorta kayıtları, faturalama gibi verileri içerirken, hem de sağlık hizmeti sunumunu destekleyen tıbbi verilerden oluşmaktadır. Büyük sağlık verisi teknolojileri ise klinik, finansal ve idari veriler gibi farklı kaynaklardan alınan sağlık verilerini toplayarak ve analiz ederek, kaynak kullanımı izleyebilir, yüksek riskli hastaları belirleyebilir, proaktif hasta bakımına izin verir (Zillner v.d., 2014). Büyük sağlık verisinin depolanması, analiz edilmesi, paylaşılmasında daha önce açıklanan teknolojilerden faydalanılırken, üretilmesinde alana özgü teknolojiler kullanılmaktadır. Aşağıda büyük sağlık verisi kaynağı birkaç teknoloji basitçe açıklanarak listelenmiştir.

- Giyilebilir Teknolojiler (Sensörler): İvme Ölçer, Karbondioksit Ölçer, Elektrokardiyogram Sensörü, Nem Ölçer, Kan İzleme Sensörü (Oksijen saturasyonu), Stres Sensörü (ayağın alt tarafındaki basınç değişikliklerinin ölçülmesi), Solunum İzleme Sensörü, Isı Sensörü, Görüntüleme Sensörü (hareket, uzunluk, konum ve alanının görüntülenmesini sağlar), Tansiyon İzleme Sensörü, Kalp Atışı İzleme Sensörü, Kan Şekeri İzleme Sensörü (Manogaran v.d., 2017)
- Kablosuz Vücut Alanı Ağı (*Wireless Body Area Network*) veya Vücut Alanı Ağı (*Body Area Network*): Giyilebilir teknolojiler gibi insan vücudunun üzerine veya çevresine yerleştirilen, veri toplayan ve çeşitli kablosuz teknolojiler aracılığıyla erişim noktasına gönderen bir dizi sensör düğümünden oluşan ağıdır (Chen, 2014). Görüntü Saklama ve İletişim Sistemleri (*Picture Archiving and Communication Systems - PACS*): Tomografi, mamagrofi, ultrason gibi görüntüleme cihazlarının kaydettiği görüntülerin sayısal olarak saklanması ve yönetiminde hastane enformasyon sistemi ile entegre olarak çalışan sistemlerdir (Kayaaltı & Kara, 2007).
- Hastane Enformasyon Sistemi (HES): Merkezi Nüfus İdare Sistemi (Mernis) ve Sosyal Güvenlik Kurumu'na bağlı MEDULA gibi farklı sistemlerden veri çekeabilen HES sadece hastanın demografik bilgilerini tutmakla kalmaz aynı zamanda kardiyak kateter, EKG ya da EEG (Lenz, 1999), gibi cihazlardan da veri alabilir. Genel olarak bir HES laboratuvar enformasyon sistemi, radyoloji enformasyon sistemi ve eczane enformasyon sistemi gibi alt sistemlerin entegrasyonu ile oluşurken (Bahga & Madisetti, 2013) farklı kaynaklarla veri değişimi yapabilme özelliğine sahiptir.

- İçerik Tabanlı Görüntü Erişim Sistemi: Görüntüler renk, doku, şekiller gibi görsel içeriklerine göre dizine eklenir (Liu v.d., 2007) ve bu özellikler kullanılarak veritabanlarında arama yapma imkanı tanınır veya hazırlanan bir çizime benzeyen görüntüler listelenebilir (Tyagi, 2017). Radyoloji enformasyon sistemi veya HES ile entegre çalışabilir.
- Gen Veri Bankaları: GenBank, Protein Data Bank gibi araştırma merkezleri tarafından oluşturulmuş veri havuzları da büyük sağlık verisi üreten teknolojiler arasında sayılabilir.
- Biobankalar: Genetik verinin yanı sıra biyopsi molekülleri, kan, plazma, serum, göz, beyin, tırnak dokuları gibi biyolojik materyallerin verisi ile birlikte sağlık ve çevre verisini de tutan sistemlerdir (Baker, 2012; Mitchell & Waldby, 2010).
- MEDULA: “Medikal Ulak”ın kısaltılması sonucu MEDULA adını alan (Köse, 2008), Sosyal Güvenlik Kurumu ile sözleşmeli eczane, hastane, klinik, rehabilitasyon merkezi gibi sağlık hizmet sunucuları tarafından tetkik, tahliller, ayakta ve yatarak tedaviler için faturalama işlemlerinin yapıldığı bilişim sistemidir (Güvercin vd., 2016).

4. Bilgi Yönetimi

Bilgi yönetimi, bir kuruluşun insanlarını, teknolojisini, süreçlerini ve organizasyon yapısını yeniden kullanım ve inovasyon yoluyla değer katmak için kasıtlı ve sistematik koordine etmesidir (Dalkir, 2011). Bilgi yönetimini bireylerin, ekiplerin veya organizasyonların stratejik ve operasyonel hedeflerine ulaşması için sistematik olarak bilginin yaratılması, paylaşılması ve kullanımını inceleyen disiplinler arası bir alan olarak tanımlarken görev ve amaçlarını aşağıdaki şekilde sayabiliriz (North & Kumta, 2018):

- Bilgi edinme: İş geliştirme ve iş süreçleri için gerekli enformasyon ve bilginin mevcut olmasını sağlamak.
- Bilgi yaratma: Bilginin en uygun yerde (organizasyonun içi ya da dışı) geliştirilmesini ve yeniliğe yol açmasını sağlamak.
- Bilgiyi paylaşmak ve kullanmak: Bilginin yaygınlaştırılmasını, öğrenilmesini ve optimum kullanımını sağlamak.
- Öğrenme: Organizasyonun ve çalışanların öğrenip, öğrenilenleri yansıtmasını sağlamak.
- Bilginin korunması: Bir varlık olan bilginin değerini insanların katkılarıyla güncellemek ve korumak.

İş süreçlerinden akan, insanların karar alırken zihinlerinin içinde faydalandıkları bilgiyi yönetebilmek için doğru bir altyapının oluşturulması gerekmektedir. Bilgi yönetimi altyapı-

sının elemanları arasında kurumsal yapılanma, enformasyon teknolojileri ve fiziksel çevre sayılabilir. Bilgi paylaşımının desteklendiği bir insan kaynakları anlayışı, iyi tasarlanmış bilgi ve iletişim sistemleri, insanların iletişim içinde olabilecekleri ofis tasarımı değere dönüşen bilgi yönetimi için önemli bileşenlerdir. (Kandaloosi v.d., 2014; Hajir v.d., 2015).

4.1. Bilgi Türleri

Sermaye, insan, hammadde gibi bir üretim faktörü olarak kabul edilen, bu sebeple de yönetilmesi elzem olan bilgi felsefe, bilişsel bilimler, enformatik, psikoloji gibi farklı disiplinler tarafından tanımlanmaya çalışıldığı için literatürde birçok bilgi sınıflandırmasına rastlanabilir. Kalpič ve Bernus (2006) bilgi yönetimi literatüründe örtük ve açık bilgi şeklinde iki temel sınıf olduğunu belirtirler de açık/örtük, prosedürel/asli ve genel/özel bilgi şeklindeki kategorileştirme sıklıkla karşımıza çıkmaktadır (Tablo 2).

Tablo 2. Bilginin Kategorileri	
Kategori	Tanım
Açık/Örtük Bilgi	Kılavuzlar, çizimler, ses ve video kasetler, bilgisayar programları, patentler, kodlanmış veri gibi ifadeye dönüşmüş bilgi açık bilgi iken anlayış, sezgi ve düşünce gibi insanın zihninde olup dışa vurulmamış, herhangi bir kaynağa aktarılmamış bilgi ise örtük bilgidir.
Asli/ Prosedürel Bilgi	Asli bilgi önermeler, beklenen korelasyonlar veya değişkenlerle temsil edilen formüller şeklinde ifade edilebilirken, prosedürel bilgi adım veya eylem dizilerini belirtir.
Genel/Özel Bilgi	Bireyler arasında kolayca aktarılabilen genel bilgiye çok sayıda kişi sahipken, yetenek yokluğunda ya da eğitim olmadan aktarılması güç olan özel bilgiye ise sınırlı kişi sahiptir.
Kaynak: Yazarlar tarafından Fernandez & Sabherwal (2010) çalışması kullanılarak oluşturulmuştur.	

Tablo 2 incelendiğinde bir bilginin kategorisi belirlenirken tek bir sınıfta değerlendirilemez. Örneğin, yıllardır aile içinde nesilden nesile aktarılan bir yemek tarifi defterde yazdığı için açık, adım ve eylem dizilerini içerdiği için prosedürel, belirli zümre tarafından bilindiği için özel bilgidir. Bu bağlamda bilgi 2’li gruplara ayrılan üç kategoride sekiz farklı şekilde sınıflandırılabilir.

4.2. Bilgi Yönetimi Süreçleri ve Araçları

Kaynakların optimal şekilde koordine edilmesi diğer bir deyişle (?) yönetilmesi gerekmektedir. Sermaye, insan ve hammadde gibi üretim faktörlerinin her birinin kendine özgü yönetim adımları vardır. Sermaye olan bir makine parkuru ile satış ekibinin yönetim adımları elbette ki birbirinden farklı ve konuya özel olacaktır. Bilginin yönetilmesi de konuya özel alt süreçlerden oluşmaktadır. Bilgi yönetimi araştırmacıları ve bilginin yönetilmesi ile değer elde etmek isteyen kurumlar kendi süreçlerini oluşturarak tanımladıkları için bir fikir birliği bulunamamaktadır. Tablo 3’te akademik çevrede ve özel sektörde rastlanabilecek süreçler örneklenmiştir.

Tablo 3. Bilgi Yönetimi Süreci Modelleri İçin Örnek Adımlar	
Kaynak	Süreç Adımları
Marquardt, 1996	(1) Edinme (2) Oluşturma (3) Aktarma ve Kullanma (4) Depolama
Ruggles, 1997	(1) Bilginin üretimi [Yaratma, Edinme, Sentezleme, Birleştirme, Adaptasyon] (2) Kodlama [Yakalama ve Sunumu] (3) Transfer etme
Van der Spek & de Hoog, 1998	(1) Kavramsallaştırma [Mevcut bilginin envanterini çıkarma ve güçlü ile zayıf noktaları analiz etme] (2) Yansıtma [Gerekli iyileştirmelere karar verme ve süreci iyileştirme planları yapma] (3) Eyleme geçme [Güvenliğini sağlama, birleştirme, dağıtma ve geliştirme] (4) İnceleme [Eski ve yeni durumu karşılaştırma ve elde edilen sonuçları değerlendirme]
Ernst & Young, 1999	(1) Bilgi üretimi (2) Bilgi sunumu (3) Bilgi kodlaması (4) Bilgi uygulaması
Young (Knowledge Associates), 1999	(1) Bilgi edin (2) Geliştir (3) Sakla (4) Paylaş
Liebowitz, 2000	(1) Enformasyonu bilgiye çevir (2) Bilgiyi tanımla ve doğrula (3) Bilgiyi yakala ve güvenliğini sağla (4) Organize et (5) Bilgiyi yeniden düzenle ve uygula (6) Bilgiyi birleştir (7) Bilgiyi Öğren (8) 3. Adıma dön ve bir çevrim oluştur (9) Bilgiyi Dağıt
Kaynak: Yazarlar tarafından Rubenstein-Montano ve arkadaşlarının (2001) çalışmasından kısaltılmıştır.	

Tablo 3'ten de anlaşılacağı üzere bilginin yönetilmesi işlemi için temel üç adımın varlığından bahsedebiliriz; bunlar üretme, paylaşma ve uygulama. Bahsedilen bu adımlar örtük bilginin açık hale getirilerek dijitalleştirilmesini içereceği gibi bazen de dijital olarak tutulmuş açık bilgiden yeni bilgi üretimini içerebilir. Bu iki örnek birbirinden farklı tekniklerin, araçların ya da teknolojilerin kullanımını gerektirmektedir. Özellikle örtük bilginin dönüşümü oldukça özel bir çaba istemektedir. Şekil 5 örtük bilginin transferi için Nonaka ve arkadaşları tarafından oluşturulan SECI modelini (*Socialization – Externalization – Combination – Internalization*) göstermektedir.

Şekil 6. SECI Modeli (Nonaka, I., & Konno, N., 1998)

SECI Modelinin adımları olan sosyalleşme bilgiye haiz olan kişinin olmayanlarla birlikte vakit geçirmesini, etkinlik yapmasını, dışsallaştırma bir toplantı sonucu rapor oluşturulmasını, birleştirme farklı toplantı gruplarından elde edilen ya da kodlanmış bulunan açık bilgilerin sentezlenmesini, içselleştirme ise öğrenmeyi temsil etmektedir.

Bilgi yönetimi kavramı bilginin kategorileri, bilgi yönetimi süreçleri ve araç kutusu incelendiğinde insan, teknoloji ve süreçlerin iç içe geçtiği bir yapıdan oluştuğu söylenebilir (Bhatt, 2000). Chatti ve arkadaşları (2007) Web 2.0 teknolojilerinin SECI modeli üzerindeki alt süreçleri gerçekleştirmede tam uyum sağladığı üzerinde dururlarken, Tablo 4’de bilgi yönetimi alt süreçlerinde ve SECI modeli adımlarında kullanılabilecek teknolojilere örnekler verilmiştir.

Tablo 4. Bilgi Yönetimi Teknikleri, Araçları ve Teknolojileri		
Bilgi yaratma ve kodlama alt süreci	Bilgi paylaşma ve yayma alt süreci	Bilgi edinme ve öğrenme alt süreci
İçerik yaratma <ul style="list-style-type: none"> • Yazarlık araçları • Şablonlar • Ek Açıklamalar • Veri madenciliği • Uzman profili oluşturma • Bloglar • Mashup siteler 	İletişim ve işbirliği teknolojileri <ul style="list-style-type: none"> • Telefon / İnternet / Faks • Video konferans • Sohbet odaları / anlık mesajlaşma / twitter • E-posta/tartışma forumlar / wikiler • Grup yazılımı • İş akışı yönetimi • Folksonomiler • Sosyal ağ oluşturma • Web 2.0 / KM 2.0 	E-öğrenme teknolojileri <ul style="list-style-type: none"> • Bilgisayar tabanlı ders sistemi (Computer Based Tutoring System) • Web tabanlı eğitim uygulamaları (Web-Based Training Applications) • Elektronik Performans Destek Sistemi (Electronic Performance Support Systems) • Gelişen teknolojiler • Folksonomiler • Meta veriler

İçerik yönetimi <ul style="list-style-type: none"> • Taksonomiler • Folksonomiler • Meta veri etiketleme • Sınıflandırma • Arşivleme • Kişisel Bilgi Yönetimi 	Ağ teknolojileri <ul style="list-style-type: none"> • İntranetler • Ekstranetler • Web sunucuları, tarayıcılar • Bilgi depose • Portal 	Yapay zeka teknolojileri <ul style="list-style-type: none"> • Uzman sistemler • Karar Destek Sistemleri • Özelleştirme / kişiselleştirme • İtme / çekme teknolojileri • Tavsiye sistemleri • Görselleştirme • Bilgi haritaları • Akıllı ajanlar • Otomatik taksonomi sistemleri • Metin çözümlemesi - özetleme
Kaynak: Dalkir (a.g.e.)		

Bilgi yaratma ve kodlama alt süreç yazarlık araçları ya da içerik yönetim sistemleri, blog-lar gibi teknolojiler zihinlerde bulunan özel ve/veya örtük bilginin açığa çıkarılması için kullanılırken, kodlanmış halde bulunan veri ve enformasyonlardan bilgi üretimi için veri madenciliği teknolojileri kullanılmaktadır. Fakat bir teknolojiyi tek bir alt sürece ait gibi değerlendiremeyiz. Örneğin WordPress İçerik Yönetim Sistemi, sistem yöneticisi için bilgi yaratma ve kodlama alt süreci teknolojisi iken, bu sistem üzerinden paylaşılan bilgiyi okuyanlar için bilgi edinme ve öğrenme alt sürecini temsil eden bir teknolojidir. Bilgiye sahip olan kişi içerik yönetim sistemi aracılığı ile ürettiği yazıyı o bilgiye sahip olmayan kişilere, yine aynı teknoloji aracılığı ile paylaşım ulaştırabilir. Bilgi yönetimi araçlarını bu bağlamda incelediğimizde alt süreç bazında yapılan ayrımlar arasında aslında kesin sınırların olmadığını görebiliriz. O yüzden de teknolojiler kullanım amacına göre konumlandırılabilir.

4.3. Sağlık Bilgi Yönetimi ve Sağlık Bilgisi Türleri

Bilgi ekonomisinin (entelektüel sermayenin servet ve gücün temel kaynağı olduğu ortaya çıkan ekonomik dönem) kurulmasıyla birlikte ortaya çıkan Sağlık Bilgi Yönetimi (Sheffield, 2008), tıbbi uygulama, tıp eğitimi, tıbbi araştırma ve tıbbi bilgi yayma ile ilgili faaliyetlerden akan bilgilerin nasıl algılandıkları, işlendikleri ve iletildikleri ile ilgili (Dwivedi v.d., 2007) olmanın dışında sağlık alanında finans, yönetim, sigorta şirketleri ve devlet ile ilgili süreçlerin yürütülmesinde de rol oynayan geniş bir alandır.

Dünya’da Sağlık Bilgi Yönetimi bir disiplin olarak tanınmakla birlikte üniversiteler dört yıllık eğitim programı sonucu Sağlık Bilgi Yöneticileri yetiştirmektedir (Sasnett & Ross, 2007). Ayrıca sağlık bilgi yönetimi hakkında eğitimler düzenleme, sağlık bilgisinin profesyoneller arasında paylaşımının sağlanması, standartlar oluşturma gibi amaçları olan American Health Information Management Association (AHIMA) ve Canadian Health Information Management Association (CHIMA) kuruluşları bu disiplinin gelişmesi için çabalarını ortaya koymaktadırlar.

Hasta, doktor, hemşire, hasta bakıcı, hastane yöneticileri, laboratuvarlar ve daha birçok paydaşı içinde barındıran sağlık hizmetlerinde sağlık bilgi yönetimi, bilgiyi merkezine alan bir sağlık sistemi oluşturmak için gereken araçları sağlayabilir. Yüksek kaliteli ve uygun maliyetli hasta bakımı kararları vermelerine yardımcı olmak için sağlık profesyonellerine (ve hatta hastalara ve bireylere) ihtiyaç duydukları yerde ve zamanda sağlık bilgisini sağlama amacını taşıyan Sağlık Bilgi Yönetimi sağlık bakım bilgilerinin sistematik olarak oluşturulması, modellenmesi, paylaşılması, iletilmesi ve dönüştürülmesi işlemlerini içerir (Abidi, 2007).

Sağlık bilgisine ulaşmak için genel olarak üç kaynağın varlığından söz edilebilir. Bunlar doktor, hemşire, birim şefi gibi hizmetin sunum rolünü üstlenenlerin bilgisi yani, sağlayıcı bilgisi, hastalığın semptomlarına ait rahatsızlığın tarif edilmesini içeren hasta bilgisi ve tıbbi teşhis sistemleri, metin tabanlı materyaller ve uzmanlığa sahip diğer tıp çalışanlarının oluşturduğu derneklerdeki organizasyonel bilgiler şeklinde sınıflandırılabilir (Chen, 2013). Bu kaynaklar bilgi yönetimi çerçevesinde değerlendirildiğinde açık ve örtük bilgiler olarak da ele alınabilirler. Sağlayıcı bilgisi örtük ve özel bilgi, kurumsal bilginin içinde bulunan metin tabanlı materyaller ise açık bilgi olarak değerlendirilebilir.

Üretim veya hizmet sektöründe var olan kurumların uygulamalarına bakıldığında Bilgi Yönetimi disiplininin işlevlerini kendi çalışma alanlarına uygun olan amaçlar odağında belirttikleri görülebilir. İnsanın sağlık durumunun iyileştirilmesi, iyi halinin korunması gibi amaçlara sahip olan sağlık kurumları için genel bir tanımlamayı benimsemek doğru yol olmayabilir. Bu sebeple Abidi (a.g.e.) sağlık bilgi yönetiminin işlevlerini sağlık kurumlarının özelinde belirleme çabasına girmiş ve aşağıdaki listeyi önermiştir.

- Kapsamlı, onaylanmış ve erişilebilir sağlık bilgisi kaynağı oluşturmak
- Farklı sağlık bilgisi türlerini yakalamak, temsil etmek, modellemek, organize etmek ve sentezlemek,
- Bilgiyi sağlık hizmetleri paydaşlarına kullanılabilir bir biçimde erişime açmak, paylaşmak ve yaymak,
- Karar destek gibi pragmatik hasta bakım hizmetlerini, bakım noktasında ve ihtiyaç noktasında sağlamak için klinik bilgi akışları dahilinde sağlık bakım bilgisini işlevsel hale getirmek ve kullanmak şeklinde tanımlanabilir

Bu işlevlerin her biri tek tek incelendiğinde enformasyon sistemlerini merkezine alan bir bakış açısı tarafından listelendiğinin düşünülmesi yanlış olmaz. Çünkü içinde bulunduğumuz çağ kağıt tabanlı sistemlerin yerine bilgi ve iletişim teknolojilerini kullanan sistemleri getirdiği için enformasyon sistemleri destekleyici olmaktan öte tamamlayıcı bir rol üstlenmektedir.

4.4. Sağlık Enformasyon Sistemleri

Sistem karmaşıklığı, tıbbi hataların azaltılması, tıp alanındaki verinin önemli ölçüde artması ve artan sağlık bakım maliyeti gibi özel zorluklara çözüm üretimi için yöntemler sunan sağlık hizmetlerinde bilgi yönetimi disiplini, bilginin yaratılması, depolanması, paylaşılması ve kullanılması/yeniden kullanımı için enformasyon sistemlerinden faydalanılmaktadır (El Morr & Subercaze, 2010). Tıp, dişçilik, hemşirelik, eczacılık, tıbbi görüntüleme, veterinerlik ve halk sağlığı enformatiğini de kapsayan (Hoyt & Bernstam, 2014) uygulamalara “Biyomedikal Enformatik” disiplini ev sahipliği yapmaktadır (Şekil 7).

Şekil 7. Biyomedikal Enformatik (Hoyt & Bernstam, a.g.e.)

Biyomedikal enformatik bilgi ve iletişim sistemlerinin, molekülden popülasyona kadar her düzeyi içeren teori ve uygulamalarını incelemektedir. Sağlık enformasyon sistemleri ise hem yönetsel süreçleri hem de sağlık hizmet sunumunu destekleyen enformasyonun üretilmesini sağlamaktadır ve Sağlık Enformatiği ya da Sağlık Bilişimi bilim dalı çatısı altında incelenir (U.S. Congress, 1995).

Sağlık enformasyon sistemleri, sağlık hizmetlerinin tüm düzeylerinde daha iyi yönetim yoluyla sağlık hizmetlerinin etkinliğini ve verimliliğini artırmak için gerekli olan verilerin toplanması, işlenmesi, raporlanması ve kullanılmasını entegre eden (Sauerborn & Lippeveld, 2000) teknoloji ve prosedürlerden oluşur. Sağlık bilgi yönetiminde enformasyon sistemi kullanımının amaçlarına örnekler şunlar olabilir (Mahmood v.d., 2012)

- Verimliliği artırmak ve maliyeti azaltmak amacıyla her düzeyde (hekimler, hastane yöneticileri ve personeli, sigortacı, sağlık hizmetleri tüketicisi, eczaneler ve sağlık sigortası şirketleri) bilgi ve enformasyona erişimi iyileştirmek.
- Sağlık sektörünün çeşitli üyelerini (bakım alıcıları, hizmet sağlayıcılar hekimler, hemşireler, terapistler, eczacılar, tedarikçiler) bir bilgi ağına/uygulama topluluğuna dönüştürmek.
- İlgili bilgilere kolayca erişim sağlayarak öz bakımı teşvik etmek ve sağlık hizmetlerinin kalitesini artırmak için kanıta dayalı karar almayı sağlamak.

Bir sağlık enformasyon sistemi sağlıklı veya hasta ile ilgili bilgileri girmek, saklamak, işlemek, iletişim kurmak ve sunmak için kullanılan ve sağlık uzmanları veya hasta tarafından kullanılan bilgisayar tabanlı bileşenlerden oluşan bir sistem iken hastanelerde ki uygulamaları Hastane Enformasyon Sistemi olarak adlandırılmaktadır (Mehdipour & Zerehkafi, 2013). Sağlık enformasyon sistemleri sağlık ocağından sağlık bakanlığına kadar uzanan, sağlık sisteminin tüm basamakları ve paydaşlarını kapsarken, hastane enformasyon sistemleri hasta ile temas halinde olunan kurumların kullandığı bir enformasyon sistemi olarak kabul edilebilir.

Hastaneler hem hasta ve hastalığa özel birimleri hem de yönetim fonksiyonlarını yerine getirmesi beklenen birimleri içinde barındıran karmaşık sistemlerdir. Bu yapının öğeleri düşünüldüğünde bir hastane enformasyon sisteminin modülleri aşağıdaki alt sistemlerden oluşabilir (Winter v.d., 2011):

- Hasta Yönetim Sistemi,
- Tıbbi Dokümantasyon Sistemi,
- Hemşirelik Yönetimi ve Dokümantasyon Sistemi,
- Ayakta Tedavi Sistemi,
- Tedarikçi veya Hekim Sipariş Giriş Sistemi,
- Hasta Veri Yönetim Sistemi,
- Operasyon Yönetim Sistemi,
- Radyoloji Enformasyon Sistemi,
- Resim Arşivleme ve İletişim Sistemi (PACS),
- Laboratuvar Enformasyon Sistemi,

- Kurumsal Kaynak Planlama Sistemi,
- Veri Ambarı Sistemi,
- Belge Arşivleme Sistemi,
- Eczane Enformasyon Sistemi
- Hastanenin uzmanlığına göre Kardiyovasküler Enformasyon Sistemi veya Diyaliz Enformasyon Sistemi gibi özel bileşenler

Bir sağlık enformasyon sisteminin ya da hastane enformasyon sisteminin aslında idari ve klinik olmak üzere iki temel kategorisi vardır. Klinik enformasyon sistemleri eğer hasta bakımı ile ilgili tüm verileri toplayacak şekilde tasarlanmışsa Elektronik Sağlık Kayıtları Sistemi (ESKS) olarak da adlandırılabilir (Wager, a.g.e.). Halk sağlığı politikalarının oluşturulması gibi daha büyük resme katkı sağlaması beklenen veriler elektronik sağlık kayıtlarından gelmektedir (Şekil 8).

Şekil 8. Halk Sağlığı, Birinci Basamak Sağlık Hizmetleri, Bireyler ve Toplumlar Arasında Sağlık Verilerinin Değişimi (Calman vd., 2012)

ESKS kayıtları halk sağlığı politikaları oluşturma amacı ile kullanılırken, ESKS verilerini girdi olarak kullanan halk sağlığı birimleri Dünya Sağlık Örgütü gibi küresel bir organizasyona veri sunmaktadır. Dolayısı ile konu sağlık enformasyon sistemleri olduğunda verinin saklanması işlenmesi kadar değişimi ve paylaşımı da önemli olmaktadır.

5. Sağlık Bilgi Yönetiminde Büyük Verinin Yeri ve Enformasyon Sistemlerinin Rolü

Abidi, 2001 yılında yayınladığı çalışmasında “Sağlık işletmeleri, elektronik sağlık kayıtları, klinik araştırma verileri, hastane kayıtları, idari raporlar, kıyaslama bulguları ve benzeri gibi büyük miktarlarda veri ürettikleri için ‘veri açısından zengin’ olarak kabul edilirken, ‘bilgi yetersiz’ olduğu söylenebilir çünkü sağlık verileri nadiren stratejik bir karar destek kaynağına dönüştürülür “ tespitinde bulunmuştur fakat gelişen bilgi yönetimi disiplini kuruluşun hangi verilerin verimli ve etkili bir şekilde çalışması için gerekli olduğuna, bu verilerin kurumsal süreçler ve karar verme için en yararlı bilgileri sağlamak için nasıl analiz edilmesi gerektiğine ve bilgiye dayalı geri bildirimlerin nasıl geliştirileceğine karar vermek için teorik bir temel ve pratik deneyim sağlayabilir (Pauleen & Wang, 2017). Özellikle büyük veri teknolojilerinin de bilgi yönetimi araç kutusu içine katılması ile yarı yapısal ve yapısal olmayan sağlık verileri büyük bir hazineye dönüşmeyi beklemektedir.

Enformasyon sistemleri bilginin üretilmesi, paylaşılması, kayıt altına alınması gibi işlevleri yerine getirirken büyük veri teknolojilerinden de faydalanmaktadır. Sağlık bilgi yönetimi bilginin faydaya dönüşmesi ile ilgilenirken, enformasyon sistemleri büyük veri teknolojilerini de içerecek şekilde gereken altyapıyı sağlar.

Sağlık merkezlerinde genellikle büyük miktarda enformasyon mevcuttur. Özellikle hastane enformasyon sisteminin klinik pratiğe girişi, günlük aktiviteden üretilen çok sayıda verinin depolanmasına ve çalışanların deneyimlerinin raporlanmasına yol açmıştır (Montani & Bellazzi, 2002).. Hastane enformasyon sistemi örtük bir bilgi kaynağını temsil ederken hem yöneticiler hem de politika oluşturanlar bu örtük bilgi kaynağını faydaya dönüştürmenin yollarını aramaktadırlar. Bu yüzden dünyada ve ülkemizde artan bir hızla büyük sağlık verilerinden bilgi üretilmesi, üretilen bu bilginin de ürüne dönüşmesi için çabalar sarf edilmektedir.

5.1. Literatürde Örnek Çalışmalar

Her canlı içgüdüsel olarak yaşamak için savaşı. İnsan diğer canlılardan farklı olarak bu savaşı verirken teknolojiyen fazlası ile faydalanır. Daha uzun, daha kaliteli bir hayat sürmek hatta ölüme yol açan sebepleri ortadan kaldırmak için birçok alanda araştırmalar yürütürken de teknoloji avantajını kullanmaktadır. Büyük veri de yıllarca süren emeklerin karşılığı olan, bilgi üretiminde kullanılabilecek, avantaj yaratması ümit edilen bir teknolojidir. Halk sağlığından protein dizilemeye kadar, sağlıkla ilgili her alanda bu teknoloji karşımıza çıkmaktadır.

Kanser, romatoid artrit, lupus, diyabet, hashimoto gibi bağışıklık sistemi hastalıkları, şizofreni, bipolar bozukluk gibi psikiyatrik durumlar ve daha birçoğu biliniyor ki kişinin DNA'sındaki kodlarla yakından ilişkilidir. Bu sebeple bu tarz hastalıkların tedavileri de kişiye özel olmalıdır. Kişiselleştirilmiş Tıp (Personalized Medicine) veya Hassas Tıp (Precision Medicine), İnsan Genom Projesinin seminal çalışmasından, DNA sekanslama teknolojisindeki ilerlemeler, yüksek verim ve büyük ölçekli moleküler biyoloji teknolojilerindeki gelişmeler, hesaplama hız ve ölçeğindeki sıçramalar ve biyomedikal bilişimdeki yeniliklerden gelişen, kişiye özel tedavi araştırmalarını içeren bir çalışma alanıdır (Hinkson v.d., 2017). Büyük veri hassas tıbbın doğması ve gelişmesinde stratejik bir güce sahiptir.

Hassas tıp gibi uygulamaların desteklenmesi yaşam süresi ortalamasını yükseltmiştir. Uza-yan insan ömrü, halk sağlığında yaşlı insanların bakımı sorununa temel oluşturmuştur. Jiang ve arkadaşları (2016) bilgi toplama için bileklik, kullanıcı etkileşimi ve uzaktan erişim için bir cep telefonu ve sağlık durumu izleme aracı olarak merkezi büyük veri sisteminden oluşan yaşlı takip sistemine çeşitli algoritmalar geliştirerek pilot bir uygulama yapmışlardır. Sistem, kullanıcıların davranışlarını sürekli olarak izleyerek, herhangi bir anormallik tespit edildiğinde bakıcıyı uyuracak şekilde tasarlanmıştır.

Bir diğer halk sağlığı sorunu olan kronik hastalıklar, Dünya Sağlık Örgütü'nün 2019 yılında yayınlanan raporuna göre 2016 yılında 41 milyon ölüme sebebiyet vermişlerdir ve 30 yaşındaki bir kişinin 70 yaşına ulaşmadan önce dört büyük bulaşıcı olmayan hastalığın herhangi birinden ölme riski erkekler için% 21,6 ve kadınlar için% 15,0 oranında açıklanmıştır. Sözü edilen dört büyük bulaşıcı olmayan hastalıklar kanser, kalp-damar hastalıkları, kronik solunum sistemi hastalıkları ve diyabettir (WHO, 2019). Bulaşıcı olmayan hastalıklar sadece ölüm istatistiklerinde baş rol oynamakla kalmaz aynı zamanda kişilerin hayat kalitesini de düşüren bir gerçek olarak her gün karşımıza çıkar.

Kronik hastalık riski taşıyan kişileri tahmin etmek ve hastalık gelişmeden önlemlerin alınması arzu edilen durumdur. Büyük veri kullanılarak hastalık risk tahmin modelleri geliştirilebilir. Çin'de bir kronik damar hastalığı olan beyin enfarktüsü için üç yıl süre ile Elektronik Sağlık Kayıtları, radyoloji görüntüleri ve genetik tahlilleri içeren veriler toplanarak bir algoritma geliştirilmiştir. Gerçek hastane kayıtlarının kullanıldığı araştırmada 94,8 doğruluk oranı ile hastalık riski taşıyan gruplar tahmin edilebilmiştir (Chen vd., 2017).

Risk gruplarının belirlenmesi kişilerin hastalığa karşı tedbir almasını sağlarken, kanser gibi hastalıklarda ise erken tanı hayati önem taşımaktadır. Şüpheli durum gösteren organdan doku alarak analiz edilmesi işlemi olan biyopsi tanı koymada güçlü bir teknik olmasına rağmen sıvı biyopsinin sağladığı erken tanı şansını sağlamayabilir. Katı olmayan biyolojik doku üzerinde

örneklem alma ve analiz etme (Crowley v.d., 2013; Wikipedia, 2020) anlamına gelen sıvı biyopsi sayesinde hasta radyasyona maruz kalmadan ve organ dokusu bütünlüğüne dokunulmadan kanser araştırmasına imkan sağlar. Mikroçip teknolojisi ile moleküler veri çıkarma ve bu verilerin analizine dayan sıvı biyopsi için biyoışaretçilere ait verilerin büyük miktarda olması yürütülen testlerin hassasiyeti ve doğruluğu için gereklidir (Ko v.d., 2018; Low v.d., 2018).

Kronik hastalıklar üzerine yapılan çalışmalar hastanelerin doğru planlama yapmasına da faydalı olabilir. Amerika Birleşik Devletleri'nde Twitter verileri, Google aramaları ve çevre sensörü verileri astımla ilgili acil servis ziyaretlerinin sayısını tahmin etmek için kullanılmış ve model yüzde 70 ile gerçek zamanlı hastane ziyareti sayısını tahmin edebilmiştir (Ram vd., 2015). Kronik hastalıklar hayat kalitesinin düşmesinin ve can kaybının bir numaralı sebebi olsa da viral enfeksiyonların bir anda tüm dünyayı etkisi altına alabilecek hızlı yayılımının modellenmesinde de verilerden faydalanılabilir. Virüslerin hayvan konaklardan insana konaklara geçmesi yeni virus salgınlarının gündeme gelmesine sebebiyet vermiştir. Patz ve arkadaşları (1996), Dang Humması, Hanta virüsü, Arbo virüsü enfeksiyonları gibi birçok hastalığın yayılmalarını matematiksel olarak modelleyen çalışmaları inceledikten sonra bu salgınları önlemenin bir yolu olarak insan ve hastalık parametrelerinin yanında iklim değişkenleri, habitat özellikleri, konak popülasyon verilerinin birlikte analiz edilerek tahmin modellerinin geliştirilmesini önermişlerdir. Bilinen hastalıklar ya da durumlarla mücadelenin dışında büyük veri bizlere iklim değişikliğine bağlı gelişen ya da yayılımlarını coğrafi olarak değiştiren hastalıkların izlenmesi için de fırsatlar sunmaktadır.

Hayvandan insana geçen anlamına gelen zoonotik virüslerden olan Sars-Cov, Mers-Cov, Sars-Cov 2 (Covid 19), H1N1 (domuz gribi), H5N1 (kuş gribi), H7N9 (kuş gribi) virüslerinin sebep olduğu salgınlar yaşadığımız yüzyıl içinde küresel sağlık sorunları olarak karşımıza çıkarken, bilim insanları bu salgınların oluşma sebeplerinin üzerine farklı hayvan türleri ve insanlar arasındaki birlikte yaşama (egzotik hayvan pazarları gibi), iklim değişiklikleri, yoğun uluslararası seyahat, bağışıklık sistemi baskılanmış popülasyonun artması ve virüsün kendisini farklı konaklarda yaşamaya adapte etmesi olabileceği (Balkhair vd., 2013) gibi fikirler üretmekle birlikte bu virüslerin yakından izlenmesi için biyolojik izleme programları da geliştirmektedirler. Bunlardan en önemlilerinden biri 2017 yılında EcoHealth Alliance tarafından başlatılan Batı Asya Yarasa Araştırma Ağı (WAB-Net) projesidir. Bu projenin temel amacı bölgedeki yarasaların ve Sars-Cov ve Mers-Cov salgınlarına sebep olan koronavirüslerin çeşitliliğini karakterize etmektir. WAB-Net'in ikinci hedefi, zoonotik hastalık araştırmaları ve biyo-gözetimdeki işbirliğini geliştirmek için yarasa araştırmacıları ve halk sağlığı uzmanları ağı oluşturmaktır. EcoHealth Alliance (2018) harita tabanlı büyük veri teknolojilerinden ya-

rarlanarak Asya kıtasını zoonotik virüslerin yayılma bölgesi olarak belirlemiştir (EcoHealth Alliance, 2018). Nitekim 2019 yılında Çin’de yeni bir korona virüs tehdidi olan Covid 19 hastalığı baş göstermiş ve tüm Dünya’yı etkisi altına almıştır.

Mevsimlerdeki kaymalar ve küresel ısınmaya bağlı olarak sivrisinekler tarafından taşınan sıtma, sarı humma ve dang gibi hastalıkların desenlerinde de değişimler söz konusudur (Reiter, 2001). Hava durumunu ölçen sensörler sayesinde toplanan büyük mekansal iklim verilerini analiz eden ve iklim değişikliği ile Dang humması arasındaki korelasyonun sürekli izlenmesini sağlayan hastalık surveyans sistemi üzerine Hindistan’da çalışmalar yürütülmektedir (Manogaran & Lopez, 2018).

5.2. Türkiye’de Gerçekleşen Çalışmalar ve Yasal Zorunluluklar

Ülkemizde de hem akademik çevre, hem özel sektör hem de devlet büyük veriden elde edilecek bilginin faydaya dönüşmesi için özel çalışmalar yürütmektedir. Sağlıkta Dönüşüm programı (Sağlık Bakanlığı, 2003) başlığı altında ülke genelinde üretilen sağlık verilerinin standart bir şekilde toplanarak, tedavi edici, önleyici ve koruyucu sağlık hizmetlerinin geliştirilmesinde kullanılması Sağlık Bakanlığı’nın stratejik hedeflerinden biridir. Sağlık Bakan Yardımcısı Dr. Şuayip Birinci Hasan Kalyoncu Üniversitesi Kongre Merkezi’nde düzenlenen 3. Halk Sağlığı Günleri Sempozyumu’nda; Bakanlık olarak büyük veri trendini takip ettiklerini, hekimlere ve yöneticilere anlık istatistik veri sunan “Sağlıkta İstatistik ve Nedensel Analizler” (SİNA), “Mekansal İş Zekası” (MİZ), e-Nabız ve “Teletıp” gibi uygulamaların bu trendin ve çalışmaların ürünü olduğu bilgisini paylaşmıştır (Sağlık Aktüel, 2019).

e-Nabız sistemi, hastalıklar, alerjiler, radyoloji görüntüleri, laboratuvar sonuçları gibi verilerin dışında kalp atışı, yürüme antrenmanı gibi mobil cihazlar tarafından tutulan verilerin de entegre olabildiği kişisel bir sağlık sistemi olarak tasarlanmıştır (e-Nabız kullanım kılavuzu, 2018). Veri toplayan ve kişisel sağlık verileri için bir not defteri görevi gören sistem, SİNA ve MİZ gibi Sağlık Bakanlığının yürüttüğü diğer projeler için de büyük sağlık verisi kaynağı olarak konumlandırılmıştır.

SİNA muayenehane, aile hekimliği, devlet hastanesi, üniversite hastanesi, tıp merkezi, vakıf üniversiteleri de dahil sağlık hizmeti sunan Türkiye’deki tüm hekimler ve sağlık yöneticilerine karar desteği sağlamanın yanı sıra sağlık hizmet sunumuna ilişkin uçtan uca tüm konuların raporlanmasında kullanılacak temel iş zekası platformu olarak tasarlanmıştır (T.C. Sağlık Bakanlığı, 2020a). Kurum kaynaklarının daha etkin yönetilmesi, merkez ve taşra teşkilatı kullanıcılarının etkin ve daha hızlı karar alması da SİNA’nın amaçları arasında bulunmaktadır (T.C. Sağlık Bakanlığı, 2020b).

SİNA ve e-Nabız ile entegre çalışan, anlık dijital sağlık haritası MİZ sahadan gelen sağlık verilerini, Türkiye haritası üzerinde yerleştirerek hangi bölgede kalp atışının ne düzeyde olduğu, beden kitle indeksinin il, ilçe, yaş grubu veya cinsiyete göre dağılımı gibi istatistiklerin yanı sıra kaç kişinin acilde beklediği, hangi hastanenin ortalama ne kadar süre beklettiği gibi raporları da üst yönetime sunmaktadır. Hava kirliliğine bağlı hastalık değişimleri sistem Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın kirlilik sensörlerine entegre olduğu için MİZ üzerinden izlenebilmektedir (Birinci, 2019). Ayrıca hasta hareketleri, göç yolları, kene haritası gibi özellikleri de içinde barındırmaktadır (Beyhan, 2017).

Radyolojik tetkiklere ait görüntülerin internet ortamında erişime açılması, hastaneler arasındaki radyoloji departmanı iş yükü dağıtımını dengeleneyerek hastalara daha hızlı rapor verilmesi, görüntülerin ve raporların düzenli olarak denetlenmesi ile radyoloji hizmet kalitesinin sürekli olarak artırılması, "Telekonsültasyon" özelliği ile hekimler arası iletişim sonucunda iyileştirilmiş tanı Teletıp Sistemi'nin hedeflerini oluştururken, kişiler e-Nabız ile entegre olan Teletıp-Teleradyoloji sisteminde kendilerine ait görüntülere erişebilmektedirler (T.C. Sağlık Bakanlığı, 2020c).

Sağlık Bakanlığı'nın hedefinde toplanan ve standardize edilmiş veriler aracılığı ile doktorlara, hastalara ve sağlık alanındaki yöneticilere doğru, etkili ve uygun maliyetli kararlar vermelerinde yardımcı olmak vardır. Bakanlık bu hedef doğrultusunda organizasyonel yapısında da değişikliğe gitmiş ve Sağlık Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğüne bağlı, Veri Ambarı, Büyük Veri ve Veri Madenciliği, Mekansal İş Zekası, Veri Analizi, Koordinasyon ve Raporlama, Veri Denetimi Birimleri, E-Nabız ve Kimlik Paylaşımı Sistemi birimlerinden oluşan Veri Yönetimi Dairesi Başkanlığı kurulmuştur (Şekil 9).

Sağlık Bakanlığı bünyesinde oluşturulan bu yapının etkisi en çok Covid 19 salgını zamanında hissedilmiştir. Korona önlem, Hayat Eve Sığar ve Filyasyon ve İzolasyon Takip Sistemi mobil uygulamaları büyük veri teknolojileri kullanılarak geliştirilmiştir. Korona Önlem mobil uygulaması kullanıcının hastalığa yakalanma riskini hesaplarken (T.C. Sağlık Bakanlığı, 2020e), hayat eve sığar uygulaması konum bilgisine dayalı olarak riskli bölgeler hakkında uyarılar vermektedir (T.C. Sağlık Bakanlığı, 2020f). Filyasyon ve İzolasyon Takip Sistemi ise pozitif vakaların temaslarının girişinin yapılarak potansiyel hastaları ve pozitif hastaları takip etmeyi kolaylaştıran, riskin devam edip etmediğini belirten bir uygulamadır (T.C. Sağlık Bakanlığı, 2020g). Geliştirilen bu üç uygulamada büyük veri kaynağı olmakla birlikte analitik olarak da görev yapmaktadır.

Sadece Sağlık Bakanlığı değil özel sektör de pandemi üzerine uygulamalar geliştirmiştir. Corona Takip uygulaması özel sektörün geliştirdiği uygulamalardan biridir. Bir Türk Ar-Ge

firması olan Boni Global firması tarafından geliştirilen ürün kişiler arası etkileşimleri izleyerek, korona virüsünün yayılımını takip ederek yayılımını yavaşlatmayı amaçlamaktadır (Boni Global, 2020).

Bir diğer gelişme ise Gaziantep’te yaşanmıştır. Gaziantep Milletvekili Dr. Ali Muhittin Taşdoğan’ın da aralarında bulunduğu bir grup uzman tarafından korona virüsün sebebiyet verdiği *covid-19* hastalığının hızlı bir şekilde tespit edilmesini sağlayan bir yazılım geliştirilmiştir. Öğrenen algoritmalar ile geliştirilen yapay zeka yazılımı için *covid-19* negatif binlerce akciğer görüntüsü ve ulaşılabilen tüm pozitif görüntüler kullanılmıştır (Demirkır, 2020).

Büyük sağlık verisi ile ilgili çalışmalar bakanlık dışında kurumlarda ve akademide de hız kazanmıştır. Bir yönetim problem olan hasta bekleme süreleri üzerine gerçekleştirilen büyük veriden öğrenen yapay zeka uygulaması İzmir Tepecik Eğitim ve Araştırma hastanesinde kan alma biriminde bekleme sürelerini birkaç dakikaya indirerek hasta memnuniyetinin artmasını sağlamıştır (Iabenko.ai, 2017).

Şekil 9. Sağlık Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü Organizasyon Şeması (T.C. Sağlık Bakanlığı, 2020d)

Büyük veri üniversiteleri sadece özel sektörle bir araya getirmemiş aynı zamanda sivil toplum kuruluşlarını da harekete geçirmiştir. Türk Kalp Vakfı ve Marmara Üniversitesi Hipertansiyon ve Ateroskleroz Eğitim, Uygulama ve Araştırma Merkezi (HİPAM) aralarında tıbbi verinin analiz edilip yapay zeka ve akıllı sistemler oluşturulmasına zemin hazırlanması ve bilimsel araştırmalar yapılması konusunda ortak protokol imzalamışlardır (HİPAM, 2017). Bu protokol sonucunda Kardiyovasküler hastalığa sahip bireylerin uykuya geçiş anındaki kan basıncı değişimlerine bakarak tesbit edebilmek için mobil teknolojiler tarafından kullanılabilen büyük veri sistemi kurulmuştur (Özer, 2019).

Sağlık hizmeti sunumunda birçok konuya çözüm üretebilme kapasitesine sahip büyük veri beraberinde yasal ve etik konuları da getirmektedir. Ülkemizde sağlık verilerinin mahremiyeti “6698 sayılı Kişisel Verilerin Korunması Kanunu (2016)” ile garanti altına alınmaktadır. Bu kanunun sağlık alanında uygulaması ise 2019 yılında Resmi Gazete’de yayınlanan “Kişisel Sağlık Verileri Hakkında Yönetmelik” aracılığı gerçekleşir. Bu yönetmelik Kişisel Sağlık Verilerine Erişim (sağlık personelinin, bakanlık birimlerinin verilere erişimi, ebeveynlerin çocuklarına ait verilere erişimi, sağlık verilerine hasta yakınlarının erişimi, sağlık verilerine avukatların erişimi, ölünün sağlık verilerine erişim), Kişisel Sağlık Verilerinin Gizlenmesi, Düzeltilmesi, İmha Edilmesi ve Aktarılması, Bilimsel Amaçlarla İşleme ve Açık Sağlık Verisi, Veri Güvenliği başlıklarını içermektedir.

Kişisel verilerin korunmasına yönelik işlenen suçlar Türk Ceza Kanunu’nun (2004) 135 ve 140 numaraları maddelerine göre değerlendirilir. Bu kanun maddeleri güvenlik tedbirleri ve hapis cezasını içermektedir. Kabahatlerde ise 5.000 ile 1.000.000 milyon Türk Lirası arasında değişen idari para cezası uygulanır (Kişisel Verilerin Korunması Kanunu, a.g.e).

Kanun maddelerinde mahremiyet ön planda tutulmasına rağmen, bu verilerin işlenmesinin sağlayacağı katkı göz ardı edilmemiştir. Veri sorumlusu tarafından özel hayatın gizliliği, kişilik haklarını ihlâl etmemek ya da suç teşkil etmemek kaydıyla anonim hale getirilen kişisel sağlık verileri bilimsel amaçlarla işlenebilir ve çalışmaya konu olabilir (Kişisel Sağlık Verileri Hakkında Yönetmelik, a.g.e). Kanunda dikkat çeken bir diğer kavram ise “Açık Veri”dir. *“Ücretsiz olarak veya hazırlanma maliyetini geçmeyecek şekilde internet üzerinden herkesin erişimine sunulan, üzerinde herhangi bir fikri mülkiyet hakkı bulunmayan ve herhangi bir amaçla serbestçe kullanılabilen, makineler tarafından okunabilen ve böylelikle diğer veriler ve sistemlerle birlikte çalışabilen, anonim hale getirilmiş veri”* olarak tanımlanmış açık verinin bilimsel araştırmanın yanı sıra hesap verilebilirlik, şeffaflık, ürün ve hizmet geliştirilmesi gibi amaçlar içinde kullanılabilceği belirtilmiştir (Kişisel Sağlık Verileri Hakkında Yönetmelik, a.g.e).

Devlet tarafından düzenlenen kanun ve yönetmeliklerin yanı sıra sivil toplum kuruluşları da sağlık verilerinde mahremiyetin korunması üzerine çalışmalar yürütmektedirler. Adli Tıp Uzmanları Derneği, Halk Sağlığı Derneği (HASUDER), Hasta ve Hasta Yakını Derneği, Türk Dermatoloji Derneği, Türk Dişhekimleri Birliği, Türk Eczacılar Birliği, Türk Gastroenteroloji Derneği, Türk İç Hastalıkları Uzmanlık Derneği, Türk Nöroloji Derneği, Türk Nöroşirürji Derneği, Türk Perinatoloji Derneği, Türk Tabipleri Birliği, Türk Toraks Derneği, Türkiye Barolar Birliği, Türkiye Biyoetik Derneği ve Türkiye Psikiyatri Derneği üyeleri bir araya gelerek Kişisel Sağlık Verileri Çalışma Grubu'nu kurmuşlardır. Her yıl ulusal çapta kişisel sağlık verileri kongresini de düzenleyen grup, çeşitli kitaplar ve raporların hazırlanmasına da destek vermektedir (kisiselsaglikverileri.org, 2020).

6. Sonuç

Tarihi M.Ö 1820'de Antik Mısır'da yazılan papirüslere (David, 2008) ya da M.Ö 400'lü yıllarda Antik İyonya'da Hipokrat'ın eserlerine kadar dayanabilen tıbbi kayıtlar 1960'lı yıllarda bilgisayar teknolojisinin sağlık sektörüne girmesi ile birlikte “Elektronik Sağlık Kayıtları Sistemi”ne (Jacques, 2010) evrilmiş ve sadece saklanması için değil aynı zamanda analiz edilebilmesi için de bir zemin oluşmuştur.

Aradan geçen bir kaç on yıl sonra bu elektronik kayıtlar genişleyerek büyük veri denilen bir kavramın doğuşunda rol oynamıştır. Gelişen enformasyon teknolojileri, büyüyen ve karmaşıklaşan sağlık verileri ile bunların yönetim sorunları Sağlık Bilgi Yönetimi ve Biyomedikal Enformatik gibi yeni disiplinlerin var olmasının önünü açmıştır. Bu bilim dalları sağlık verilerinin yakalanması, organize edilerek saklanması, ihtiyaç doğrultusunda analiz edilmesi, paylaşılması kısaca faydaya dönüştürülmesi için Bulut Bilişim, Sanallaştırma, Veritabanı Teknolojileri, Yapay Zeka, İstatistik, Optimizasyon, Simülasyon ve Büyük Veri gibi yöntem ve teknikleri konu edinmişlerdir. Ayrıca veri ile ilişkili tüm teknoloji ve yöntemleri kendine konu edinmiş “Veri Bilimi” disiplini de yükselişe geçmiştir. Gelecekte belki de sağlığı merkezine alan bir uygulamalı disiplinin ortaya çıkmasına sebep olabilir.

Bu bölümde Büyük Veri kavramı sanki tek başına ele alınabilirmiş gibi anlatılsa da Bulut Bilişim, Veritabanı Teknolojileri ve diğerleri ile birlikte Endüstri 4.0 ya da sağlık alanında uygulaması olan Sağlık 4.0 ekosisteminin bir parçasıdır. Bu ekosistem Bilgi ve İletişim Teknolojileri alan bilgisinin yanı sıra sağlık, yönetim, matematik, istatistik ve optimizasyon bilgisine de ihtiyaç duymaktadır. Dolayısıyla bu alanda profesyonellerin yetişmesi için özel eğitim programları hazırlanmalıdır. Ülkemizde “Sağlık Bilgi Sistemleri Teknikerliği” ön-lisans, “Sağlık Bilişimi”, “Sağlık Sistemleri Mühendisliği”, “Tıp Bilişimi” yüksek lisans ve

“Tıp Bilişimi” ve “Medikal Enformatik” doktora programları bulunmasına rağmen henüz lisans eğitimi veren bir kurum bulunmamaktadır.

Sağlık politikalarını hazırlayan yöneticilerin, hekim, hemşire, biyolog, kimyager, genetikçi gibi sağlık hizmet sunumunda teknik bilgiye sahip kişilerin, hasta ve hasta yakını gibi hizmet alıcılarının sorunlarını anlayıp, analiz edebilen ve bu sorunlara enformasyon teknolojilerini kullanarak cevap verebilen profesyoneller sayesinde gelecekte daha sık karşımıza çıkacak olan Sağlık 4.0, Büyük Veri, Her Şeyin İnterneti gibi kavramların ürünlerinden fayda sağlayabiliriz ki bu ürünler yaşam kalitesini etkileyen kronik hastalıklarla, dünyayı hem ekonomik hem de psikolojik anlamda sarsan salgın hastalıklarla mücadele etmede ya da sağlıklı durumun devamının sürdürülmesinde kullanılabilir.

Kaynakça / References

- Abidi, S. S. R. (2001). Knowledge management in healthcare: towards 'knowledge-driven' decision-support services. *International journal of medical informatics*, 63(1-2), 5-18.
- Abidi, S. S. R. (2007, July). Healthcare knowledge management: The art of the possible. In *AIME Workshop on Knowledge Management for Health Care Procedures* (pp. 1-20). Springer, Berlin, Heidelberg. Ackoff, R. L. (1989). From data to wisdom. *Journal of applied systems analysis*, 16(1), 3-9.
- Agrahari, A., & Rao, D. (2017). A review paper on Big Data: technologies, tools and trends. *Int Res J Eng Technol*, 4(10), 10.
- Akay, E. Ç. (2018). Ekonometride Yeni Bir Ufuk: Büyük Veri ve Makine Öğrenmesi. *Sosyal Bilimler Araştırma Dergisi*, 7(2), 41-53.
- Araujo, M. B., & Naimi, B. (2020). Spread of SARS-CoV-2 Coronavirus likely to be constrained by climate. medRxiv.
- Arora, S., & Agarwal, M. (2018). Empowerment through big data: issues & challenges. *Int J Sci Res Comput Sci Eng Inf Technol*, 3, 1-9.
- Atalay, M., & Çelik, E. (2017). Büyük Veri Analizinde Yapay Zekâ Ve Makine Öğrenmesi Uygulamaları-Artificial Intelligence and Machine Learning Applications in Big Data Analysis. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 9(22), 155-172.
- Bahga, A., & Madiseti, V. K. (2013). A cloud-based approach for interoperable electronic health records (EHRs). *IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics*, 17(5), 894-906.
- Balkhair, A., Al Maamari, K., & Alawi, F. B. (2013). The struggle against MERS-CoV (the novel coronavirus). *Oman Medical Journal*, 28(4), 226.
- Baker, M. (2012). Building better biobanks. *Nature*, 486(7401), 141-146.
- Baskarada, S., & Koronios, A. (2013). Data, information, knowledge, wisdom (DIKW): a semiotic theoretical and empirical exploration of the hierarchy and its quality dimension. *Australasian Journal of Information Systems*, 18(1).
- Bellinger, G., Castro, D., & Mills, A. (2004). Data, information, knowledge, and wisdom. <https://homepages.dcc.ufmg.br/~amendes/SistemasInformacaoTP/TextosBasicos/Data-Information-Knowledge.pdf> Erişim: Şubat, 2020
- Berman, J. J. (2013). *Principles of big data : preparing, sharing, and analyzing complex information*. ABD: Elsevier

- Beyhan, O. (2017). Büyük Veri Çalışmaları. *Türkiye Bilişim Derneği Kamu Bilişim Merkezleri Yöneticileri Birliği Kamu Bilişim Platformu (KAMU BIB'19)* [http://www.kamu-bib.org.tr/kamubib-19/sunumlar/ozan-beyhan-kamu-bib19.pdf] Erişim: Mayıs, 2020
- Bhatt, D. (2000). *EFQM excellence model and knowledge management implications*. Published by EFQM Organization, 8.
- Bibri, S. E. (2018). *Smart Sustainable Cities of the Future: The Untapped Potential of Big Data Analytics and Context-Aware Computing for Advancing Sustainability*. İsviçre: Springer
- Birinci, Ş. (2019). [https://www.memurlar.net/haber/856202/saglik-bakanligi-saglikta-dijitallesmede-dunya-nin-zirvesindeyiz.html] Erişim: Mayıs, 2020
- Boni Global (2020). [https://www.boniglobal.com/solutions/korona-takip/] Erişim: 2020
- Calman, N., Hauser, D., Lurio, J., Wu, W. Y., & Pichardo, M. (2012). Strengthening public health and primary care collaboration through electronic health records. *American journal of public health*, 102(11), e13-e18.
- Catalyst, N. E. J. M. (2018). Healthcare big data and the promise of value-based care. *NEJM Catalyst*, 4(1). [https://catalyst.nejm.org/doi/full/10.1056/CAT.18.0290] Erişim: Şubat, 2020
- Chatti, M. A., Klamma, R., Jarke, M., & Naeve, A. (2007, July). The Web 2.0 driven SECI model based learning process. In *Seventh IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT 2007)* (pp. 780-782). IEEE.
- Chen, E. T. (2013). An observation of healthcare knowledge management. *Communications of the IIMA*, 13(3), 7.
- Chen, M. (2014). NDNC-BAN: supporting rich media healthcare services via named data networking in cloud-assisted wireless body area networks. *Information Sciences*, 284, 142-156.
- Chen, M., Hao, Y., Hwang, K., Wang, L., & Wang, L. (2017). Disease prediction by machine learning over big data from healthcare communities. *Ieee Access*, 5, 8869-8879.
- Chitra, M. K., & MCA, M. (2018). Hurdles of Big Data in Business Application. *International Conference on Data Analytics & Visualization Editors Of Special Issue Journal*, 8.
- Coleman, C. M., & Frieman, M. B. (2014). Coronaviruses: important emerging human pathogens. *Journal of virology*, 88(10), 5209-5212.
- Cox, M., & Ellsworth, D. (1997a). Application-controlled demand paging for out-of-core visualization. In *Proceedings. Visualization '97 (Cat. No. 97CB36155)* (pp. 235-244). IEEE.
- Cox, M., & Ellsworth, D. (1997b). Managing big data for scientific visualization. In *ACM Siggraph 97*, pp. 21-38.
- Crowley, E., Di Nicolantonio, F., Loupakis, F., & Bardelli, A. (2013). Liquid biopsy: monitoring cancer-genetics in the blood. *Nature reviews Clinical oncology*, 10(8), 472.
- Dalkir, K. (2011). *Knowledge Management in Theory and Practice*. 2. Baskı. ABD: The MIT Press
- David, R. (2008). The art of healing in ancient Egypt: a scientific reappraisal. *The Lancet*, 372(9652), 1802-1803.
- Demchenko, Y., De Laat, C., & Membrey, P. (2014, May). Defining architecture components of the Big Data Ecosystem. In *2014 International Conference on Collaboration Technologies and Systems (CTS)* (pp. 104-112). IEEE.
- Demchenko, Y., Ngo, C., & Membrey, P. (2013). Architecture framework and components for the big data ecosystem. *Journal of System and Network Engineering*, 4(7), 1-31.
- Demirkır, D. (2020). Tomografi görüntüsüyle korona tahmini! Koronayı teşhis eden yapay zeka geliştirildi! [https://www.haberturk.com/koronavirusu-1-dakikada-teshis-eden-yapay-zeka-gelistirildi-2629572] Erişim: Mayıs, 2020
- Domo. Data Never Sleeps Infographics. [https://www.domo.com/learn/data-never-sleeps-7] Erişim: Şubat, 2020
- Duda, O. M., Kunanets, N. E., Matsiuk, O. V., Pasichnyk, V. V., & Rzhyskyi, A. V. (2018). Fog computing and Big data in projects of class smart city. *ECONTECHMOD: An International Quarterly Journal on Economics of Technology and Modelling Processes*, 7.

- Dwivedi, A. N., Bali, R. K., & Naguib, R. N. (2007). Building new healthcare management paradigms: A case for healthcare knowledge management. In *Healthcare Knowledge Management* (pp. 3-10). Springer, New York, NY.
- EcoHealth Alliance (2017). Establishing Biosurveillance Networks in Western Asia. [https://www.ecohealthalliance.org/program/wab-net] Erişim: Mayıs, 2020
- EcoHealth Alliance (2018). With Big Data and Predictive Analytics, Scientists Are Getting Smarter About Outbreaks [https://www.ecohealthalliance.org/2018/12/with-big-data-and-predictive-analytics-scientists-are-getting-smarter-about-outbreaks] Erişim: Mayıs, 2020
- eHealth. The health data ecosystem and big data [Internet]. Geneva: World Health Organization; 2016. [http://www.who.int/ehealth/resources/ecosystem/en/] Erişim: Mayıs, 2020
- El Morr, C., & Subercaze, J. (2010). Knowledge management in healthcare. In *Handbook of research on developments in e-health and telemedicine: Technological and social perspectives* (pp. 490-510). IGI Global.
- Elhoseny, M., Abdelaziz, A., Salama, A. S., Riad, A. M., Muhammad, K., & Sangaiah, A. K. (2018). A hybrid model of internet of things and cloud computing to manage big data in health services applications. *Future generation computer systems*, 86, 1383-1394.
- Ernst & Young (1999) http://www.ey.com/consulting/kbb/k2 work.asp Aktaran: Rubenstein-Montano, B., Liebowitz, J., Buchwalter, J., McCaw, D., Newman, B., Rebeck, K., & Team, T. K. M. M. (2001). A systems thinking framework for knowledge management. *Decision support systems*, 31(1), 5-16.
- Estrela, V. V., Monteiro, A. C. B., França, R. P., Iano, Y., Khelassi, A., & Razmjoooy, N. (2018). Health 4.0: applications, management, technologies and review. *Medical Technologies Journal*, 2(4), 262-276.
- Fernandez, I. B. & Sabherwal, R. (2010) *Knowledge Management Systems And Processes*. İngiltere: M.E. Sharpe, Inc.
- Gartner Glossary. [https://www.gartner.com/en/information-technology/glossary/big-data] Erişim: Şubat, 2020
- Ghuman, K. & Aswathappa, K. (2010). *Management: Concepts, Practice & Cases*. Hindistan: Tata McGraw Hill
- İlgöçken, H. (2011) *Yönetim/Bilgi Bilişim Sistemleri: Analiz veTasarım*. 2. Baskı. Ankara: Afşar Matbaacılık
- Gu, J., & Zhang, L. (2014). Some comments on big data and data science. *Annals of data science*, 1(3-4), 283-291.
- Gunnar, A. (2007). *Healthcare Politics, Policy and Services: A Social Justice Analysis*. Amerika: Springer Publishing Company
- Güvercin, A., Mil, H. İ., & Tarım, B. (2016). Sağlık hizmetlerinin finansmanı ve sosyal güvenlik kurumu (SGK). *Bartın Üniversitesi İİ BF Dergisi*, 7(13), 80-94.
- Hajir, J., Obeidat, B. Y., Al-dalahmeh, M. A., & Masa'deh, R. (2015). The role of knowledge management infrastructure in enhancing innovation at mobile telecommunication companies in Jordan. *European Journal of Social Sciences*, 50(3), 313-330.
- Han, J., Haihong, E., Le, G., & Du, J. (2011, October). Survey on NoSQL database. In *2011 6th international conference on pervasive computing and applications* (pp. 363-366). IEEE.
- HİPAM (2017). HİPAM'ın Yeni Yerinin Açılış Töreni. [https://hipam.marmara.edu.tr/notice/hipamin-yeni-yerinin-acilis-toreni] Erişim: Mayıs, 2020
- Hoyt, E. R. Bernstam, E. V. (2014). Overview of Health Informatics. İçinde: *Health Informatics: Practical Guide for Healthcar and Information Technology Professionals*. Ed: Hoyt, E. R. USA: Informatics Education
- Hu, H., Wen, Y., Chua, T. S., & Li, X. (2014). Toward scalable systems for big data analytics: A technology tutorial. *IEEE access*, 2, 652-687.
- Jacques, L. B. (2010). Electronic health records and respect for patient privacy: a prescription for compatibility. *Vand. J. Ent. & Tech. L.*, 13, 441.
- Jifa, G., & Lingling, Z. (2014). Data, DIKW, Big data and Data science. *Procedia Computer Science*, 31, 814-821.

- Kaisler, S., Armour, F., Espinosa, J. A., & Money, W. (2013, January). Big data: Issues and challenges moving forward. In *2013 46th Hawaii International Conference on System Sciences* (pp. 995-1004). IEEE.
- Kalpić, B., & Bernus, P. (2006). Business process modeling through the knowledge management perspective. *Journal of knowledge management*.
- Kandalooosi, A. S., Lhazaei, K., & Khanjani, T. (2014). Examining infrastructural obstacles against knowledge management in high education centers in free west zone of Mazandarn Province. *European Online Journal of Natural and Social Sciences: Proceedings*, 2(3 (s)), pp-3052.
- Kayaaltı Ö, Kara S. (2007). Erciyes Üniversitesi Hastaneleri Radyoloji Servisi PACS Sisteminin İncelenmesi. Antalya: 2. E- Sağlık Kongresi
- Kişisel Sağlık Verileri Çalışma Grubu [<http://www.kisiselsaglikverileri.org>] Erişim: Mayıs, 2020
- Kişisel Verilerin Korunması Kanunu (2016). [<https://www.mevzuat.gov.tr/MevzuatMetin/1.5.6698.pdf>] Erişim: Mayıs, 2020
- Ko, J., Baldassano, S. N., Loh, P. L., Kording, K., Litt, B., & Issadore, D. (2018). Machine learning to detect signatures of disease in liquid biopsies—a user’s guide. *Lab on a Chip*, 18(3), 395-405.
- Köse, İ. (2008). Sağlık bilişimi ile SGK sağlıkta tek aktör olmaya doğru ilerliyor. Sağlık Düşüncesi ve Tıp Kültürü Platformu. [<http://www.sdplatform.com/Dergi/138/Saglik-bilisimi-ile-SGK-saglikta-tek-aktor-olmaya-dogru-ilerliyor.aspx>] Erişim: Mayıs, 2020
- Landset, S., Khoshgoftaar, T. M., Richter, A. N., & Hasanin, T. (2015). A survey of open source tools for machine learning with big data in the Hadoop ecosystem. *Journal of Big Data*, 2(1), 24.
- Laney, D. (2001). 3D data management: Controlling data volume, velocity and variety. *META group research note*, 6(70), 1. [<https://blogs.gartner.com/doug-laney/files/2012/01/ad949-3D-Data-Management-Controlling-Data-Volume-Velocity-and-Variety.pdf>] Erişim: Şubat, 2020
- Lenz, R., Blaser, R., & Kuhn, K. A. (1999). Hospital information systems: chances and obstacles on the way to integration. *Studies in health technology and informatics*, 25-30.
- Liebowitz, J. (2000) Building Organizational Intelligence: A Knowledge Management Primer, CRC Press, Boca Raton, Aktaran: Rubenstein-Montano, B., Liebowitz, J., Buchwalter, J., McCaw, D., Newman, B., Rebeck, K., & Team, T. K. M. M. (2001). A systems thinking framework for knowledge management. *Decision support systems*, 31(1), 5-16.
- Liu, Y., Zhang, D., Lu, G., & Ma, W. Y. (2007). A survey of content-based image retrieval with high-level semantics. *Pattern recognition*, 40(1), 262-282.
- Low, S. K., Zembutsu, H., & Nakamura, Y. (2018). Breast cancer: The translation of big genomic data to cancer precision medicine. *Cancer science*, 109(3), 497-506.
- Mahmood, N., Burney, A., Abbas, Z., & Rizwan, K. (2012). Data and knowledge management in designing healthcare information systems. *International Journal of Computer Applications*, 50(2), 34-39.
- Manikandan, G., & Abirami, S. (2017). Big Data Layers and Analytics: A Survey. In *Computer Communication, Networking and Internet Security* (pp. 383-393). Springer, Singapore.
- Manogaran, G., Thota, C., Lopez, D., Vijayakumar, V., Abbas, K. M., & Sundarsekar, R. (2017). Big data knowledge system in healthcare. In *Internet of things and big data technologies for next generation healthcare* (pp. 133-157). Springer, Cham.
- Marquardt, M. (1996) Building the Learning Organization: A Systems Approach to Quantum Improvement and Global Success, McGraw-Hill, New York, Aktaran: Rubenstein-Montano, B., Liebowitz, J., Buchwalter, J., McCaw, D., Newman, B., Rebeck, K., & Team, T. K. M. M. (2001). A systems thinking framework for knowledge management. *Decision support systems*, 31(1), 5-16.
- Mehdipour, Y., & Zerehkafi, H. (2013). Hospital Information System (HIS): At a Glance. *Asian Journal of Computer and Information Systems* (ISSN: 2321–5658), 1(02).

- Miloslavskaya, N., & Tolstoy, A. (2016). Big data, fast data and data lake concepts. *Procedia Computer Science*, 88(300-305), 63.
- Ming, H., Chang, C. K., & Yang, J. (2015, July). Dimensional situation analytics: from data to wisdom. In *2015 IEEE 39th Annual Computer Software and Applications Conference* (Vol. 1, pp. 50-59). IEEE.
- Mitchell, R., & Waldby, C. (2010). National biobanks: clinical labor, risk production, and the creation of biovalue. *Science, Technology, & Human Values*, 35(3), 330-355.
- Mondal, K. (2016). Application design and analysis of different hybrid intelligent techniques. *International Journal of Hybrid Intelligent Systems*, 13(3-4), 173-181.
- Montani, S., & Bellazzi, R. (2002). Supporting decisions in medical applications: the knowledge management perspective. *International journal of medical informatics*, 68(1-3), 79-90.
- Montani, S., & Bellazzi, R. (2002). Supporting decisions in medical applications: the knowledge management perspective. *International journal of medical informatics*, 68(1-3), 79-90.
- NIST (2015) Big Data Interoperability Framework: Volume 6, Reference Architecture. https://bigdatawg.nist.gov/_uploadfiles/NIST.SP.1500-6.pdf Erişim: Şubat, 2020
- Nonaka, I., & Konno, N. (1998). The concept of “Ba”: Building a foundation for knowledge creation. *California management review*, 40(3), 40-54.
- North, K. & Kumta, G. (2018). *Knowledge Management: Value Creation Through Organizational Learning*. 2. Baskı. İsviçre: Springer
- Özer, S. (2019). Büyük Veri Teknolojileri Ve Veri Madenciliği Yöntemleri İle Medikal Veri Analizi. Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. [<https://katalog.marmara.edu.tr/veriler/yordambt/cokluortam/E62F2EBE-B1E3-9141-A526-FDC18D4913A3/5d763ce40fa96.pdf>] Erişim: Mayıs, 2020
- Patz, J. A., Epstein, P. R., Burke, T. A., & Balbus, J. M. (1996). Global climate change and emerging infectious diseases. *Jama*, 275(3), 217-223.
- Ram, S., Zhang, W., Williams, M., & Pengetnze, Y. (2015). Predicting asthma-related emergency department visits using big data. *IEEE journal of biomedical and health informatics*, 19(4), 1216-1223.
- Reiter, P. (2001). Climate change and mosquito-borne disease. *Environmental health perspectives*, 109(suppl 1), 141-161.
- Resmi Gazete (2019) Kişisel Sağlık Verileri Hakkında Yönetmelik [<https://dosyasb.saglik.gov.tr/Eklenti/31003,-kisisel-saglik-verileri-hakkinda-yonetmelikpdf.pdf?0>] Erişim: Mayıs, 2020
- Rowley, J. (2007). The wisdom hierarchy: representations of the DIKW hierarchy. *Journal of information science*, 33(2), 163-180.
- Ruggles, R. (1997) Tools for Knowledge Management: An Introduction Knowledge Management Tools, Butterworth-Heinemann, Boston Aktaran: Rubenstein-Montano, B., Liebowitz, J., Buchwalter, J., McCaw, D., Newman, B., Rebeck, K., & Team, T. K. M. M. (2001). A systems thinking framework for knowledge management. *Decision support systems*, 31(1), 5-16.
- Saadatdoost, R. Sim, A. T. H. Jafakarimi, H. Hee, J. M. (2018) Knowledge Discovery for Large Databases in Education Institutes içinde: *Information Retrieval and Management: Concepts, Methodologies, Tools and Applications* Editör: Management Association, Information Resources USA: IGI Global
- Sağlık Aktüel (2019). [<https://www.saglikaktuel.com/haber/teletip-sistemi-ile-yuzde-17lik-tasarruf-saglandi-67941.htm>] Erişim: Mayıs, 2020
- Samsudin, A. Big data: Related technologies, security challenges, and research opportunities. 2017-6-22]. <http://repository.nauss.edu.sa/bitstream/handle/123456789/64343/002.pdf> Erişim: Şubat, 2020
- Sasnett, B., & Ross, T. (2007). Leadership frames and perceptions of effectiveness among health information management program directors. *Perspectives in health information management/AHIMA, American Health Information Management Association*, 4.

- Sauerborn, R. & Lippeveld, T. (2000) Introduction içinde: *Design and implementation of health information systems*. Ed: Sauerborn, R. Lippeveld, T. & Bodart, C. World Health Organization
- Shafer, T. (2017). The 42 V's of Big Data and Data Science. [<https://www.kdnuggets.com/2017/04/42-vs-big-data-data-science.html>] Erişim: Şubat, 2020
- Sharma, S. (2016). Expanded cloud plumes hiding Big Data ecosystem. *Future Generation Computer Systems*, 59, 63-92.
- Sheffield, J. (2008). Inquiry in health knowledge management. *Journal of Knowledge Management*. Vol. 12 No. 4 2008, Pp. 160-172
- Shelly, G. B. & Rosenblatt, H. J. (2009). *Systems Analysis and Design*. 8. Baskı Kanada: Course Technology, Cengage Learning
- Shen, Y., Li, Y., Wu, L., Liu, S., & Wen, Q. (2014). Big data overview. In *Enabling the new era of cloud computing: Data security, transfer, and management* (pp. 156-184). IGI Global.
- Sofroniou, A. (2012). Computing, A Précis On Systems, Software And Hardware. [<https://books.google.com.tr/books?id=I5boAwAAQBAJ&pg=PA39&dq=%27information+system%27+software+hardware+database&hl=tr&sa=X&ved=0ahUKEwiOzpP6ournAhVfRhUIHby4A90Q6AEIVTAE#v=onepage&q='information%20system'%20software%20hardware%20database&f=false>] Erişim: Şubat, 2020
- Sultana, A. (2018). Unraveling the Data Structures of Big Data, the HDFS Architecture and Importance of Data Replication in HDFS. *International Research Journal of Engineering and Technology* (IRJET), 5(01).
- Thuemmler, C., & Bai, C. (2017). Health 4.0: Application of industry 4.0 design principles in future asthma management. In *Health 4.0: How virtualization and big data are revolutionizing healthcare* (pp. 23-37). Springer, Cham.
- T.C. Sağlık Bakanlığı (2020a). [https://play.google.com/store/apps/details?id=tr.gov.saglik.sina&hl=en_US] Erişim: Mayıs, 2020
- T.C. Sağlık Bakanlığı (2020b). [<https://sbsgm.saglik.gov.tr/TR,63748/saglikta-istatistik-ve-nedensel-analizler-sina-bilgilendirme-ve-degerlendirme-calistaylari-basladi.html>] Erişim: Mayıs, 2020
- T.C. Sağlık Bakanlığı (2020c). [<https://teletip.saglik.gov.tr/#service>] Erişim: Mayıs, 2020
- T.C. Sağlık Bakanlığı (2020d). [<https://sbsgm.saglik.gov.tr/TR,1278/teskilat-semasi.html>] Erişim: Nisan, 2020
- T.C. Sağlık Bakanlığı (2020e). [<https://play.google.com/store/apps/details?id=tr.gov.saglik.koronaonlem&hl=tr>] Erişim: Mayıs, 2020
- T.C. Sağlık Bakanlığı (2020f). [<https://play.google.com/store/apps/details?id=tr.gov.saglik.hayatevesigar&hl=tr>] Erişim: Mayıs, 2020
- T.C. Sağlık Bakanlığı (2020g). [<https://play.google.com/store/apps/details?id=tr.gov.saglik.fitas&hl=tr>] Erişim: Mayıs, 2020
- Türk Ceza Kanunu (2004). [<https://www.mevzuat.gov.tr/MevzuatMetin/1.5.5237.pdf>] Erişim: Mayıs, 2020
- Tyagi, V. (2017). *Content-Based Image Retrieval: Ideas, Influences, and Current Trends*. Singapore: Springer Nature.
- U.S. Congress, Office of Technology Assessment (1995). *Bringing Health Care Online: The Role of Information Technologies. OTA-ITC-624*. Washington, DC: U.S. Government Printing Office URL: <https://ota.fas.org/reports/9507.pdf> Erişim: Şubat, 2020
- Van der Spek, R. & de Hoog, R. (1998) Knowledge Management Network, U. of Amsterdam, The Netherlands (working paper) Boston Aktaran: Rubenstein-Montano, B., Liebowitz, J., Buchwalter, J., McCaw, D., Newman, B., Rebeck, K., & Team, T. K. M. M. (2001). A systems thinking framework for knowledge management. *Decision support systems*, 31(1), 5-16.
- Vayena, E., Dzenowagis, J., Brownstein, J. S., & Sheikh, A. (2018). Policy implications of big data in the health sector. *Bulletin of the World Health Organization*, 96(1), 66.

- Wager, K. A. Lee, F. W. & Glaser, J. P. (2005). *Managing Health Care Information Systems: A Practical Approach for Health Care Executives*. 4. Baskı. US: John Wiley & Sons, Inc
- Wager, K. A. Lee, F. W. & Glaser, J. P. (2017). *Health Care Information Systems: A Practical Approach or Health Care Management*. 4. Baskı. US: John Wiley & Sons, Inc
- Wang, Y., Kung, L., & Byrd, T. A. (2018). Big data analytics: Understanding its capabilities and potential benefits for healthcare organizations. *Technological Forecasting and Social Change*, 126, 3-13.
- Washington Teknoloji Değerlendirme Ofisi (1979). *Selected Topics in Federal Health Statistics*. US: Congress, Office of Technology Assessment.
- WHO (2019). World Health Statistics. [<https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/324835/9789241565707-eng.pdf?sequence=9&isAllowed=y>] Erişim: Mayıs, 2020
- Winter, A. Haux, R. Ammenwerth, E. Brigl, B. Hellrung, N. & Jahn, F. (2011) *Health Information Systems: Architectures and Strategies*. İngiltere: Springer
- Yang, M. (2016, July). Research Progress on Data Analysis in Big Data Technology. In *2nd International Conference on Computer Engineering, Information Science & Application Technology* (ICCIA 2017). Atlantis Press.
- Young, R. (1999) Knowledge Management Overview: From Information to Knowledge, <http://www.knowledgeassociates.com/website/km.nsf/notesdocs/Overview/OpenDocument> Aktaran: Rubenstein-Montano, B., Liebowitz, J., Buchwalter, J., McCaw, D., Newman, B., Rebeck, K., & Team, T. K. M. M. (2001). A systems thinking framework for knowledge management. *Decision support systems*, 31(1), 5-16.
- Zillner, S., & Neururer, S. (2016). *Big data in the health sector. In New Horizons for a Data-Driven Economy* (pp. 179-194). Springer, Cham.
- Zillner, S., Oberkamp, H., Bretschneider, C., Zaveri, A., Faix, W., & Neururer, S. (2014, August). Towards a technology roadmap for big data applications in the healthcare domain. In *Proceedings of the 2014 IEEE 15th International Conference on Information Reuse and Integration (IEEE IRI 2014)* (pp. 291-296). IEEE.
- Wikipedia (2020). Liquid Biopsy. [https://en.wikipedia.org/wiki/Liquid_biopsy] Erişim: Mayıs, 2020