DOI: 10.47899/ijss.1591168

Sağlık Sektöründe Karar Destek Araçları: İş Zekâsı, Makine Öğrenmesi, Derin Öğrenme ve Yapay Zeka Uygulamaları*

Decision Support Tools in the Health Sector: Business Intelligence, Machine Learning, Deep Learning, and Artificial Intelligence Applications

Muhammet DAMAR[1]

Öz

Bilgi ve iletişim teknolojileri tüm sektörleri olduğu gibi sağlık sektörünü de dönüştürmekte ve şekillendirmektedir. Bu muazzam dönüşüm içinde her geçen gün sağlık sektörü yönetim süreçlerinden günlük operasyonel süreçlerine kadar bilgi ve iletişim teknolojilerinden faydalanmakta ve karar süreçlerinde teknolojinin imkanlarından faydalanmaktadır. Çalışmamız kapsamında son yıllarda sağlık sektöründe önemi gittikçe artan iki farklı teknolojik gelişmeyi karar destek aracı olarak kapsamlı bir şekilde değerlendirmekteyiz. Yapay zeka ve iş zekası teknolojileri merkeze alınarak bu iki önemli kavramın kavramsal boyutları, sağlık sektörü için oluşturduğu değer kapsamlı bir şekilde değerlendirilmektedir. Yapay zeka içerisinde, makine öğrenmesi ve derin öğrenme gibi iki kritik kavram da değerlendirilmektedir. Makine öğrenmesi, yapay zeka, derin öğrenme ve iş zekası konuları pek çok farklı çalışmada farklı başlıklarda değerlendirmiştir. Fakat literatürde ilgili teknolojileri toplu olarak kapsamlı bir şekilde değerlendiren bir çalışmaya rastlanmamıştır. Aynı zamanda ilgili konu başlıklarının sağlık bilimleri alanında tartışıldığı bir çalışmaya da rastlanmamıştır. Çalışmamız bu boşluğu gidermeyi hedeflemektedir. Özellikle son yıllarda pek çok ülkenin yapay zeka konusunda önemli yatırımlar yaptığı günümüz koşullarında Türkiye'de bir ekonomik çıktı olarak yapay zeka uygulamaları konusunda ne tür kazanımlar elde edebileceğimizi konu kapsamında değerlendirilmektedir. Geleceğe dönük sağlık politikaları için kural koyucular ve politika yürütücüleri için çözüm önerileri ve örnek uygulama önerileri ortaya konmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Yapay zeka, iş zekası, karar destek aracı, sağlık enformatiği, sağlık sektörü

Abstract

Information and communication technologies (ICT) are transforming and shaping the healthcare sector, as they are in all industries. In this immense transformation, the healthcare sector is increasingly utilizing ICT in management processes, daily operational procedures, and decision-making processes. This study comprehensively evaluates two significant technological advancements, which have gained increasing importance in recent years within the healthcare sector, as decision support tools. Artificial intelligence (AI) and business intelligence (BI) technologies are at the center of this evaluation, focusing on their conceptual dimensions and the value they create for the healthcare sector. Within AI, two critical concepts, machine learning and deep learning, are also discussed. Machine learning, AI, deep learning, and business intelligence have been addressed in numerous studies under various topics. However, there has been no study in the literature that comprehensively evaluates these technologies collectively. Additionally, no research has been found that discusses these topics specifically within the field of health sciences. This study aims to fill this gap. In light of the significant investments many countries have made in AI in recent years, this study also explores the potential economic benefits Turkey could achieve through AI applications. It presents solutions and example applications for policymakers and policy implementers regarding future healthcare policies.

Keywords: Artificial intelligence, business intelligence, decision support tool, health informatics, health sector

* In this article, the principles of scientific research and publication ethics were followed. / Bu makalede bilimsel araştırma ve yayın etiği ilkelerine uyulmuştur.

[1] **Muhammet DAMAR**
ORCID ID : 0000-0002-3985-3073
Doç. Dr., Dokuz Eylul Üniversitesi, Türkiye. muhammet.damar@deu.edu.tr
Doktora Sonrası Araştırmacı, Upstream Lab, MAP, Li Ka Shing Knowledge Institute, Unity Health Toronto, Ontario, Canada

Assoc. Prof. Dr., Dokuz Eylul University, Türkiye. muhammet.damar@deu.edu.tr
Postdoctoral Research Fellow, Upstream Lab, MAP, Li Ka Shing Knowledge Institute, Unity Health Toronto, Ontario, Canada.

Geliş Tarihi/*Received* : 25.11.2024
Kabul Tarihi/*Accepted* : 19.12.2024
Çevrimiçi Yayın/*Published* : 20.12.2024

Makale Atıf Önerisi /Citation (APA):
Damar, M. (2024). Sağlık Sektöründe Karar Destek Araçları: İş Zekâsı, Makine Öğrenmesi, Derin Öğrenme ve Yapay Zeka Uygulamaları, 6(2), 90-115. DOI:10.47899/ijss.1591168

1. GİRİŞ

Dünyadaki ilerlemeler insanoğlunun sağlığı ile doğrudan ilişkilidir ve dünyanın ilerlemesi sağlıklı bireylere dayanmaktadır. Sağlık ifadesi ise fiziksel veya ruhsal sağlığı işaret etmektedir (Annapurani vd., 2021). Her geçen artan insanoğlunun nüfusu ve artan yaşam kalitesi ile birlikte uzun yaşam süreleri, ve ayrıca insanoğlunun yaşadığı küresel ısınma ve çevresel sorunlar ve doğa dengesinin bozulması, gıda dengesinin bozulması gibi problemler pek çok farklı türde hastalıkları ortaya çıkarabilmektedir. Bu durum da sağlık sektörü üzerinde artan bir baskı oluşturmaktadır. Sağlık sistemi sağlıkta kalite ve memnuniyeti artırmak için hastalara yüksek standartlı bakım garanti ederken kaynakların en uygun dağıtımını ve tahsisini garantilemek için sürekli olarak bir strateji yürütülmektedir (Churi vd., 2022). Bu noktada bilgi ve iletişim teknolojilerindeki hızlı gelişmeler sağlık sektörü için stratejik bir değer ortaya koymaktadır. Sağlık sektöründe etkin bir şekilde bilgi ve iletişim teknolojisinin kullanılması, maliyetlerin azaltılmasına ve kurumların yeniden yapılanmalarına yol açabilmektedir. Bu da vatandaşların daha uygun maliyette sağlık hizmetlerine sahip olmasına neden olabilir (Ain vd., 2019).

Günümüzde yöneticiler sağlık sistemi içinde pek çok farklı sistemden beslenen ve karmaşık karar süreçleri ile karşı karşıya kalabilmektedir. Bu noktada pek çok zaman süreçleri tanımlayıp anlayacak zamanları bile olmadan etkin bir karar verme süreci içinde kendilerini bulabilmektedir. Fakat bu durum onların insan hayatının kritik değerde olduğu bir sağlık sistemi içinde süreçlerini iyileştirmesi, daha iyi noktalara getirilmesi, tanımlanıp kararlı hale gelmesi için uygun adımların kurgulanması için engel teşkil etmemesi gerekmektedir. Miah (2018) çalışmasında, süreçlerin iyileştirilmesi ve daha iyi hale getirilmesi için teknoloji geliştirmenin son on yıllarda birçok sağlık kuruluşu ve araştırmacının konusu olduğunu ifade etmiştir. Özellikle sağlık profesyonellerinin karar destek yardımlarına ilişkin çalışmalar, daha iyi karar destek seçenekleri sağlamak için teknolojik müdahalelerin geliştirilmesine yönelik büyük ilgileri ortaya koymaktadır. Etkin iyi bir şekilde kullanılan karar destek araçları organizasyonun süreçlerini daha iyi yönetilmesine, daha sağlıklı koordine edilmesine ve yaşamsal faaliyetlerinin saha sağlıklı yürütülmesine katkı sunmaktadır. İşte tam da bu noktada Annapurani ve diğerlerinin (2021) de ifade ettiği gibi veri ve veri odaklı bir yönetim kritik değerde olmaktadır. Veriler herhangi bir organizasyonun en büyük varlığıdır. Buna karşılık, veriler özellikle bu dijital çağda küresel olarak önemli bir rol oynamaktadır. Sağlık verileri günlük insan yaşamında hayati bir rol oynamaktadır. Doğru zamanda uygun verilerden gerçekleştirilen sağlık verilerinin doğru içgörüsü ve derin bir görünümü, dünya nüfusunun refahına ve sağlığına katkıda bulunabilir. Bu da iş zekası ve özellikle yapay zeka konu başlığı ile birlikte tartışabileceğimiz makine öğrenmesi, derin örenme gibi teknolojik ve kavramsal gelişmeler ile mümkün olmaktadır.

Chen ve Decary (2020) çalışmalarında, sağlık liderlerinin yapay zeka teknolojilerinin durumunu ve bu tür teknolojilerin sağlık hizmetlerinin verimliliğini, güvenliğini ve erişimini iyileştirmek için nasıl kullanılabileceğinin anlaşılması gerektiğini ifade etmişler, sağlık hizmetlerinin dijital dönüşümünü desteklemesi açısından hayati öneme sahip olduğunu belirtmişlerdir. Thomasian ve diğerleri (2021) bu noktada, nüfusun ve halk sağlığının mevcut bakım sunumu ve uygulama modellerini kökten değiştirebilecek bir yapay zeka devriminin ortasında olduğunu ifade etmişlerdir. Günümüzdeki teknolojik gelişmeler, yenilikler veya yapay zekadaki baş döndürücü gelişmeler, insanın bilişsel faaliyetlerinin simüle edilebilmesi için bilgi ve iletişim teknolojilerine müthiş fırsatlar sunmaktadır. Bu durum sağlık sektörünü, sağlık hizmetlerinin servis ediliş biçimlerini, sağlık bilimleri ile ilişkili pek çok alandaki gelişmeleri derinden etkilemektedir. Boddu ve diğerleri (2022) çalışmalarında, makine öğrenmesi, yapay zeka ve otomasyon süreçleri ilaç endüstrisinde hızlı değişiklikler yarattığını vurgulamışlar ve farklı analitik tekniklerin kullanımının dünya çapında ölüm oranını azaltmaya yardımcı olduğunu ve yapay zeka araçlarının kullanımı kritik hastalıkları belirlemeye yardımcı olduğunu belirtmişlerdir.

Görüldüğü gibi yapay zekayı sağlık hizmetlerine entegre etmek, hastalık teşhisini, tedavi seçimini ve klinik laboratuvar testlerini iyileştirmek için mükemmel bir potansiyele sahiptir. Yapay zeka araçları, büyük veri kümelerini kaldıraçlayabilir ve çeşitli sağlık hizmetleri yönlerinde insan performansını geride bırakmak için imkan sağlayabilmektedir. Kişiselleştirilmiş tıbbı devrimleştirebilir, ilaç dozlarını optimize edebilir, toplum sağlığı yönetimini iyileştirebilir, yönergeler oluşturabilir, sanal sağlık asistanları sağlayabilir, ruh sağlığı bakımını destekleyebilir, hasta eğitimini iyileştirebilir ve hasta-doktor güvenini etkileyebilir (Alowais vd., 2023). Bu noktada isminde zeka olan bir diğer teknoloji ise iş zekası teknolojisidir. İş zekası teknolojisi özellikle büyük miktarda verinin raporlanması, bir araya getirilmesi, verinin yönetilmesi ve etkin bir şekilde organizasyonun farklı kademelerindeki yöneticilerin karar süreçlerinde faydalanabilmeleri için geliştirilmiş çok etkili teknolojilerdir. Çalışmamızda yapay zeka ve iş zekası teknolojileri merkeze alınarak bu iki önemli kavramın kavramsal boyutları, sağlık sektörü için oluşturduğu değer kapsamlı bir şekilde değerlendirilmektedir. Yapay zeka içerisinde, makine öğrenmesi ve derin öğrenme gibi iki kritik kavram da değerlendirilmektedir. Makine öğrenmesi, yapay

zeka, derin öğrenme ve iş zekası konuları pek çok farklı çalışmada farklı başlıklarda değerlendirmiştir. Fakat literatürde ilgili teknolojileri toplu olarak kapsamlı bir şekilde değerlendiren bir çalışmaya rastlanmamıştır. Aynı zamanda ilgili konu başlıklarının sağlık bilimleri alanında tartışıldığı bir çalışmaya da rastlanmamıştır. Çalışmamızın Türkçe literatürdeki bu boşluğun giderilmesi noktasında önemli ve kapsamlı bir değerlendirme ile giderme ideası mevcuttur.

2. YÖNTEM

Çalışmamız derleme türünde bir araştırmadır. Türkçe literatürde sağlık alanında iş zekası araçlarının kullanımına yönelik literatürde önemli bir boşluk olduğu görülmüştür. Bununla beraber yapay zeka, makine öğrenmesi ve derin öğrenme konusunda özellikle İngilizce literatürde Türk araştırmacılar tarafından sağlık alanında pek çok çalışmanın gerçekleştirilmiş olduğu görülse de Türkçe literatürde konuyu kavramsal olarak değerlendiren ve sağlık sektöründe yapay zeka ve makine öğrenmesini uygulama alanlarını kapsamlı bir şekilde değerlendiren çalışma sayısının da az sayıda çalışmanın olduğu ve yeterince kapsamlı olmadığı görülmüştür. Çalışmamız bu amaçla bu boşluğu doldurmak için Web of Science, Scopus ve Google Scholar veri tabanlarını kullanarak, "yapay zeka", "derin öğrenme", "makine öğrenmesi", "iş zekası", "karar verme süreci", "karar destek araçları", "sağlık sektöründe yapay zeka uygulama alanları", "sağlık sektöründe iş zekası uygulama alanları" gibi sözcükler ile taramalar gerçekleştirmiş, sistemli bir şekilde alan araştırmacılarına en değerli bilgiyi verebilmek amacıyla 300'ün üzerinde sistemli bir şekilde taranmış ve literatürde yoğun ilgi gören eserler arasından seçim yaparak ilgili çalışmalardan konu amacımıza uygun derlemeler gerçekleştirilmiştir.

Çalışmamızın özelikle literatürde zeka sözcüğünün karşılığından ötürü yapay zeka ve iş zekası sözcüklerinin Türkçe literatürde doğru bir şekilde oturtulması adına da oldukça faydalı olduğu düşünülmektedir. Çünkü iş zekası ile yapay zekası arasındaki zeka sözcükleri her ne kadar İngilizce sözcükler olarak aynı anlamda kullanılsa da Türkçede iş zekası daha çok karar süreçlerindeki bir istihbarat, verilerin analizi ile elde edilen, farklı sistemlerden veya sistemden yönetici ihtiyacı doğrultusunda oluşturulmuş raporlama araçları ile ona bilgi sunma amaçlı ortaya çıkan özet veri olarak karşımıza çıkmaktadır. Ayrıca içinde pek çok yapı ve teknolojiyi iç içe barındırmaktadır. Hatta yapay zeka, makine öğrenmesi derin öğrenme ile işlevini çok daha mükemmel gerçekleştirebilir. İnsan hayatının merkezde olduğu sağlık sektöründe yöneticilerin işlerini çok daha fazla kolaylaştırabilir. Yapay zeka ise başlı başına bir alan olarak karşımıza çıkmaktadır. Matematiksel ve istatiksel yönü olan, programlama dilleri ile amaçlarını gerçekleştiren, verilerden amaçsal ve öngörüsel veriler üretebilen bir kavramdır. Tüm bu başlıklar aşağıda sırasıyla sağlık bilimleri ve sağlık sektörü merkeze alınarak sırasıyla ve detaylı bir şekilde değerlendirilmektedir.

3. BUGULAR VE TARTIŞMA

Yapay zeka, tıp uygulamalarını ve sağlık hizmetlerinin sunumunu kökten değiştirme potansiyeline sahip, bilgisayar biliminin güçlü ve çığır açıcı bir alanıdır (Bajwa vd., 2021). Yapay zeka/makine öğrenimi gelişen alanları, sağlık hizmetlerini iyileştirmek için önemli bir potansiyel sunmaktadır(Nallamothu & Cuthrell, 2023). Yapay zeka, makine öğrenimi ve otomasyon süreçleri, tıbbi endüstrinin büyümesini artırmak için yazılım oluşturma, veri iletimi ve bilgi işlem gibi birden fazla kavram sağlamaktadır. Yapay zeka ve makine öğrenmesi, 21. yüzyılda analitik süreçte hızlı ilerlemenin yardımıyla insan bilişsel becerilerinde çeşitli değişiklikler yapmak için gereklidir. Teknolojik avantajların uygulanması bilimsel araştırmacılara, finans, pazarlama ve muhasebeye ve ilaç üretim sürecinde ekonomik standardın geliştirilmesine yardımcı olmuştur (Boddu vd., 2022).

Son yıllarda yapay zekanın sağlık hizmetlerine entegrasyonu teorik uygulamaların ötesine geçmiştir ve gerçek dünya uygulamaları tıbbi uygulamanın hem klinik hem de operasyonel yönlerinde önemli iyileştirmeler göstermiştir. Makine öğrenimi algoritmaları, doğal dil işleme ve robotik gibi yapay zeka odaklı araçlar artık hastanelerde, araştırma kurumlarında ve hatta hasta evlerinde kullanılmaktadır (Alzamily vd., 2024). Yapay zekanın sağlık sektöründeki potansiyel kullanımı gelecekte parlak görünmektedir. Makine öğrenimi, robotlar ve yapay zeka teknolojisindeki diğer gelişmeler, sağlık hizmetlerinin sunulmasında devrim yaratma potansiyeline sahipken aynı zamanda insanları güçlendirip hassas tıbbı mümkün kılmaktadır (Chauhan & Degan, 2024).

Çalışmamızda iki farklı zeka bu noktada kapsamlı bir şekilde mercek altına alınmaktadır. Bu iki merkezdeki kavram yapay zeka (Yapay zeka merkeze alınarak, makine öğrenmesi, derin öğrenme gibi kavramlar tartışılacaktır.) ve iş zekasıdır. Yöntem bölümünde de ifade edildiği gibi iki zeka kavramı aslında birbiriyle birbirinden oldukça farklı faka birbiriyle iç içe kullanılabilecek ve tek bir kavramdan çok daha fazlasını ifade etmektedir. İş zekası daha çok bir istihbarat sistemini ifade ederken, yapay zeka insan beynini taklit eden hatta ütopik olarak çok daha fazlasını amaçlayan bir algoritmik çözümler bütününü ifade etmektedir. Bir organizasyonun ilgili yıldaki verilerine göre yapay zeka veya makine öğrenmesi ile işlenen verileri ile geleceğe dönü tahminler gerçekleştirilebilir. Burada belirli istatiksel ve matematiksel

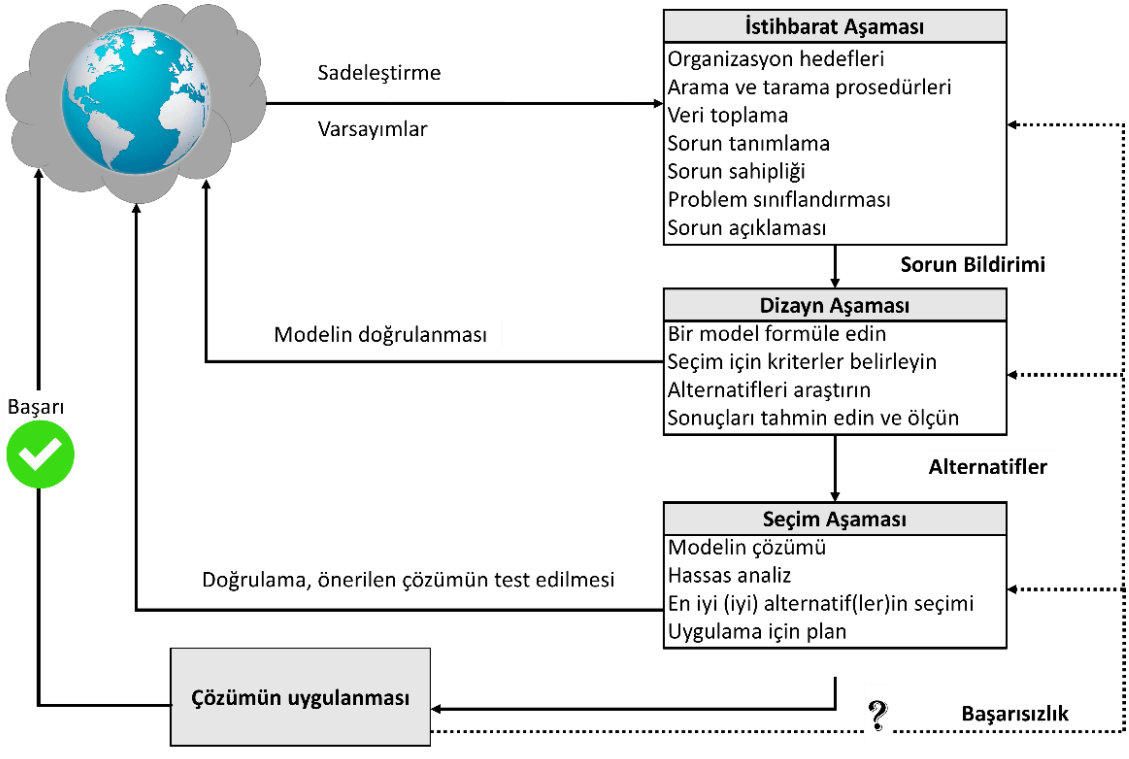
araçlardan faydalanılır. İş zekası ise belirli güvenlik kaygıları gidilerek elde edilen verileri işeyerek organizasyon süreçlerinde farklı katmanlardaki yönetim ve koordinasyon süreçlerinde karara dönüştürebilmeleri için bir girdi oluşturur. Çalışmamızda ilgili kavramlar sağlık bilimleri ve sağlık sektörü merkeze alınarak kapsamlı ve detaylı bir şekilde değerlendirilmektedir. Karar verme sürecinden başlayarak yapay zeka ve iş zekasının ne olduğuna, yapay zeka ile ilişkili olan derin öğrenme ve makine öğrenmesinin ayrıştığı noktalara, sağlık sektöründe ne tür bir kullanım alanına sahip olduğuna kadar, ilgili konudaki pek çok başlık detaylı bir şekilde aşağıda sırasıyla değerlendirilmektedir.

3.1. Kavramsal Olarak Karar Verme Süreci

Karar verme, günlük ve profesyonel hayatımızda karşılaştığımız en yaygın problem türü olmasının yanı sıra, genellikle daha karmaşık ve iyi yapılandırılmamış problemlerin çözümünde temel süreçleri temsil etmektedir. Karar verme, teşhis, müzakere, tasarım, durum değerlendirmesi ve komuta ve kontrol gibi daha karmaşık problemlerde kritik bir bileşendir (Means vd., 1993). Esasen karar verme, daha geniş bir seçenekler kümesinden bir veya daha fazla faydalı veya tatmin edici seçeneğin seçilmesini içerir. Bu seçenekler gereksinimler, stratejiler, olaylar, tahminler, fırsatlardan oluşabilir, ancak karar her zaman "belirli bireyler için tatmin edici sonuçlar vermeyi amaçlayan bir hareket tarzına bağlılık" gerektirir (Yates, 2003).

Yöneticiler yıllarca karar vermeyi tamamen bir sanat olarak görmüşlerdir. Araştırmacılar için deneyimle (yani deneme-yanılma yoluyla öğrenme) ve sezgiyi kullanarak uzun bir süre boyunca edinilen bir yetenektir. Yönetimin bir sanat olarak görülmesindeki en temel neden ise yöneticilerin yönetimsel sorunlara yaklaşmada ve bunları başarıyla çözmede çeşitli bireysel stiller kullanmaları gösterilmektedir (Sharda vd., 2014). Fakat içinde bulunduğumuz çağda elbette mümkün olduğu kadar sistematik hareket edilmeli, kurumların sistemli hareket etmeleri gerekmektedir. Mümkün olduğu kadar yöneticilerin karar destek araçlarını kullanmaları önerilebilir.

Karar alma, bir veya daha fazla hedefe ulaşmak amacıyla iki veya daha fazla alternatif eylem yolu arasından seçim yapma sürecidir(Sharda vd., 2014). Bir karar verme süreci, bir kararın nasıl alınacağını gösteren eylem adımlarından oluşur. Karar vericiler, neyi neden yapacaklarını ortaya çıkarmak için süreç adımları boyunca çalışırlar (Nutt, 2008). Gorry ve Scott-Morton (1971) çalışmalarında, karar destek sistemlerini "karar vericilerin yapılandırılmamış sorunları çözmek için veri ve modelleri kullanmalarına yardımcı olan etkileşimli bilgisayar tabanlı sistemler" olarak tanımlamışlardır. Çoğu durumda çeşitli operasyonel ve stratejik karar almayı etkinleştirmek ve geliştirmek için doğru zamanda doğru kişilere zamanında ve doğru bilgi sunmanın yolları aranmaktadır. Bu tüm sektörlerde olduğu gibi sağlık sektörü alanında da geçerli bir durumdur.

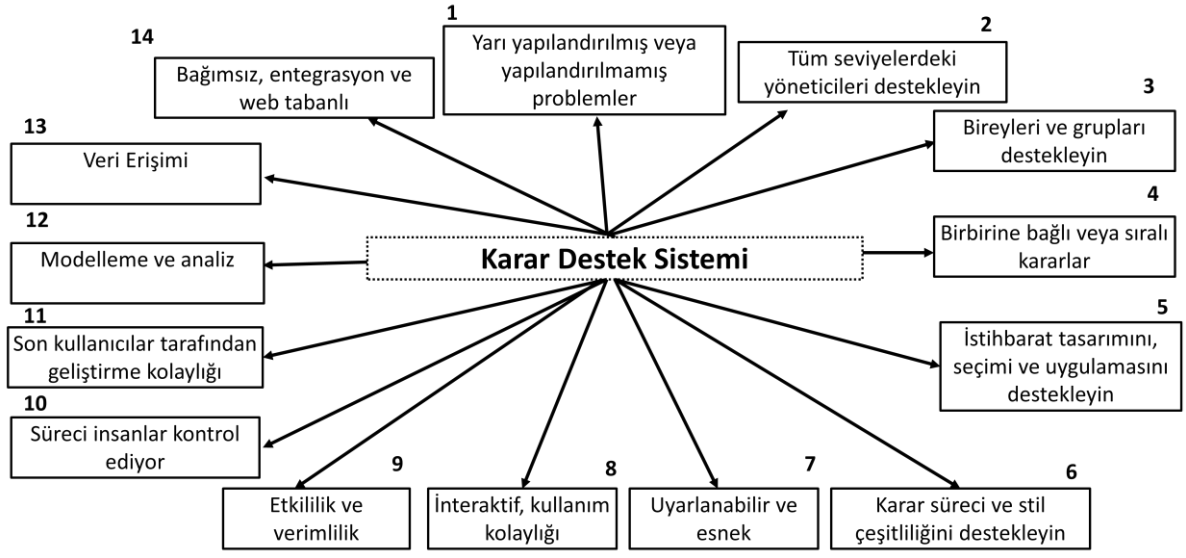


Şekil 1. Karar Verme/Modelleme Süreci (Sharda vd., 2014)

Byrnes (2002) çalışmalarında, açıklayıcı olması açısından, karar verme sürecini dört adımdan oluşan bir dizi olarak düşünmenin faydalı olacağını ifade etmişlerdir. İlk adım bir hedef belirlemeyi içerir (örneğin, arkadaşlarla eğlenmek). İkinci adım, bu hedefe ulaşmak için seçeneklerin derlenmesini içerir (örneğin, spor yapmak, gezintiye çıkmak, alkol almak). Üçüncü adım, seçeneklerin sıralanmasını içerir (örneğin, spor yapmak gezintiye çıkmaktan daha iyidir). Son adım ise en üst sıradaki alternatifin seçilmesinden oluşur. Elbette günlük durumlarda, karar verme süreci genellikle adımdan ziyade daha dinamik ve özyinelemelidir.

Karar alma süreci istihbarat aşamasıyla başlamaktadır. Bu aşamada, karar verici gerçekliği inceler ve sorunu belirler ve tanımlar. Sorun sahipliği de oluşturulur. Tasarım aşamasında, sistemi temsil eden bir model oluşturulur. Bu, gerçekliği basitleştiren varsayımlarda bulunarak ve tüm değişkenler arasındaki ilişkileri yazarak yapılır. Daha sonra model doğrulanır ve tanımlanan alternatif eylem yollarının değerlendirilmesi için bir seçim ilkesinde kriterler belirlenir. Genellikle, model geliştirme süreci alternatif çözümleri belirler ve bunun tersi de geçerlidir (Sharda vd., 2014). Aşağıda Şekil 1 üzerinde görülebilir. Karar tipleri ise üç türde sınıflandırılabilir. Üst yönetimi ilgilendiren ve kurumun geleceğine dönük daha çok üst yönetim tarafından verilen kararlar stratejik kararlar olarak ifade edilmektedir. Günlük işleri ifade eden daha operasyonel düzeydeki kararlar operasyonel kararlar olarak ifade edilmektedir. Operasyonel kararlar kısa süreli etkiye sahiptir. Orta düzey yöneticilerin daha taktiksel ve orta vadede sonuçları şekillendirme potansiyeline sahip kararlar ise taktiksel kararlar olarak ifade edilmektedir.

Strateji süreci, firmanın farklı bölümlerinde veya birimlerinde yöneticiler tarafından gerçekleştirilen eylemlerden devam eden öğrenme etrafında gelişir. Bu paradigmada strateji, firmanın stratejik hamlelerini yürürlüğe koyan yöneticiler arasında gelişen paylaşılan biliş nedeniyle zamanla oluşur (Nicolas, 2004). Stratejik karar alma üzerine yapılan araştırmalar stratejik karar sürecini genellikle iki kategoriye ayrılmıştır: 'içerik araştırması' ve 'süreç araştırması'. İçerik araştırmaları portföy yönetimi, çeşitlendirme, şirket birleşmeleri ve firma stratejilerinin çevresel özelliklerle uyumu gibi strateji içeriği konularıyla ilgilenir. Süreç araştırması ise stratejik bir kararın verildiği ve uygulandığı süreçle ve bunu etkileyen faktörlerle ilgilenir. Örneğin, yöneticilerin kullandıkları stratejik karar alma süreci aracılığıyla firmanın stratejik konumunu nasıl etkiledikleri üzerine yoğunlaşır (Elbanna, 2006). Aşağıda Şekil 2 üzerinde özellikle orta ve üst düzey yöneticiler için kritik önemde olan karar destek sistemlerinin temel özellikleri aktarılmaktadır.



Şekil 2. Karar Destek Sistemlerinin Temel Özellikleri ve Yetenekleri (Sharda vd., 2014)

On dört farklı metrikten oluşan bu özellikler veri erişiminden, tüm seviyelerdeki yöneticilerin desteklenmesine kadar pek çok faktörü içerdiği görülebilir. İlgili faktörler dikkate alınırken yapay zeka, makine öğrenmesi, derin öğrenme, iş zekası gibi son dönemde özellikle popüler ve kritik teknoloji ve yaklaşımlar olarak tüm sektörlerde dikkatini üstüne toplayan teknolojiler dikkat çekmektedir. Özelikle karar destek araçları günümüzde, yöneticilerin veri odaklı karar verme arzusuna, geleceğe dönük öngörülerin oluşturulmasına, veri odaklı karar verilmesine, kurum içindeki pek çok farklı alt sistemden beslenen bir sistem aracılığı ile etkin ve interaktif görseller ile karar verme arzusuna karşılık gelmektedir. Çalışmamızda detaylı olarak tüm bu başlıklar sağlık sektörü merkeze alınarak sırasıyla tartışılmaktadır.

3.2. Kavramsal Olarak Makine Öğrenmesi ve Derin Öğrenme

Tipik olarak, makine öğrenmesi, girdiden gelen veri kalıplarını belirleyerek bir tahmin modeli eğiten ve daha sonra böyle bir modeli kullanarak yeni, daha önce hiç görülmemiş verilerden yararlı tahminler yapan bir sistemi ifade eder. Makine öğrenimi algoritmaları, açıkça programlanmadan deneyimlerden otomatik olarak öğrenebilir ve gelişebilir ve bu tür bir "öğrenilebilirlik" yapay zekanın temel bir özelliğini temsil eder. Makine öğrenimi, doğal dil işleme (Neuro-linguistic programming - NLP), ses teknolojisi ve robotik gibi diğer yapay zeka teknolojilerinde yaygın olarak kullanılır(Chen & Decary, 2020). Temsili makine öğrenme algoritmaları Tablo 1 üzerinde gösterilmektedir.

Tablo 1. Temsili Makine Öğrenmesi Algoritmaları (He vd., 2019)

Algoritma	**Tanımı**
Lojistik regresyon	Lojistik fonksiyon kullanarak çoklu ortak değişkenlerden ikili sonuç olasılığını tahmin eden bir algoritmadır.
Karar ağacı	Bilgi kazancını dikkate alarak verileri dallara ayıran akış şeması benzeri bir algoritma. Son dallar algoritmanın çıktısını (sınıf veya değer) temsil etmektedir.
Basit Sinir ağı	İnsan beyni mimarisinden esinlenen bir algoritmadır. Düğümlerden oluşan katmanlar, eğitim sonuçlarına göre ağırlıklandırılmış kenarlarla birbirine bağlanmaktadır.
K en yakın komşu	En yakın konumlarda bulunan k örneği (en benzer özelliklere sahip örnekler) karşılaştırarak gözlemleri sınıflandıran basit bir algoritmadır.
Destek vektör makinesi	Destek vektör makinesi, her sınıftan marjları maksimize eden bir sınır çizgisi çizer. Yeni gözlemler bu çizgi kullanılarak sınıflandırılır.
K means	Her gözlemin, gözlemden en yakın konumlarda ortalamasına sahip olan kümeye ait olduğu k kümeler oluşturan bir kümeleme yöntemini ifade etmektedir.
Hiyerarşik kümeleme	Kümeler hiyerarşisi ile bir dendrogram oluşturan bir tür küme analizi. Küme çiftleri, hiyerarşide yukarı çıktıkça kümeler oluşturmak için birleştirilir.
Temel bileşen analizi	Ortogonal dönüşüm ile önemli bilgileri mümkün olduğunca koruyarak yüksek boyutlu verileri daha düşük boyutlu verilere dönüştüren bir algoritmadır.

Makine öğrenimi, kalıpları belirlemek için çok sayıda benzer şekilde yapılandırılmış görev kullanılarak uygulanan temel algoritmaları ifade eder. Derin öğrenme ise, özel görevler için belirli algoritmalar olmadan özellik/temsil öğrenme tekniğini kullanarak makine öğreniminde kullanılan bir dizi yaklaşımdır (Goodfellow vd., 2016). Kagiyama ve diğerleri (2019) ise, derin öğrenmeyi, resimler, metinler ve diğer yapılandırılmamış veriler gibi karmaşık verileri analiz etmede diğer geleneksel makine öğrenme yöntemlerinden daha iyi performans gösterdiğini ifade etmişlerdir. Genel olarak, derin öğrenme bir giriş katmanı, gizli katmanlar ve bir çıkış katmanından oluşur. Burada giriş ve çıkış katmanları sırasıyla algoritmanın orijinal verilerini ve çıktısını gösterir. Birden fazla gizli katman aracılığıyla, ham girdi kademeli olarak orijinal verileri temsil eden daha soyut ve temel özelliklere dönüştürülür.

Tablo 2. Yapay Zeka ve Makine Öğrenmesine İlişkin Temel Terimler (He vd., 2019)

Yapay zeka	Bilgisayar algoritmalarının genellikle insan zekasıyla ilişkilendirilen görevleri yerine getirmek üzere eğitildiği uygulamalı bilgisayar biliminin bir dalı.
Makine öğrenimi	Açık programlama olmadan veriler aracılığıyla bilgisayarlara bilgi sağlama. Girişler ve çıktılar arasında bir 'eşleme'yi optimize etme girişimleri.
Temsil öğrenimi	Veri özelliklerinin elle oluşturulmuş kombinasyonlarının aksine, bir veri kaynağının etkili temsillerini algoritmik olarak öğrenme.
Derin öğrenme	Birden fazla soyutlama katmanına sahip verilerin temsillerini öğrenmek için birden fazla işleme katmanı kullanılır.
Gözetimli öğrenme	Eğitim, belirli etiketler veya açıklamalarla gerçekleştirilir.
Gözetimsiz öğrenme	Eğitim, belirli etiketler olmadan gerçekleştirilir ve algoritma, altta yatan kalıpları ortaya çıkarmak için verileri kümeler.
Doğal dil işleme	Yapılandırılmamış anlatı metninin, bir makine tarafından yorumlanabilen ve otomatik bilgi çıkarımına izin veren yapılandırılmış bir forma düzenlenmesi.

Derin öğrenme, girdi katmanlarından, gizli katmanlardan ve çıktı katmanlarından oluşur. Birden fazla gizli katman aracılığıyla, ham girdi kademeli olarak orijinal verileri temsil eden daha soyut ve temel özelliklere dönüştürülür. Görüntü tanımada, girdi katmanı görüntünün ham piksellerini gösterir, ardından ilk katmanlar kenarlar ve çizgiler gibi görüntünün basit özelliklerini belirler. Sonraki katmanlar kulaklar, gözler ve kuyruklar gibi biraz daha karmaşık

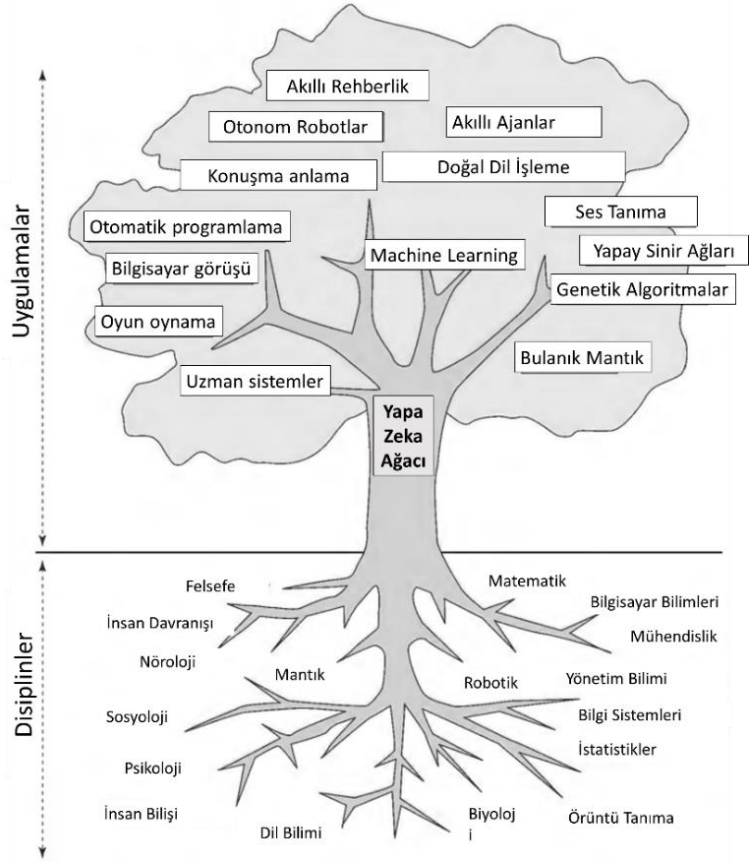
özellikleri belirler. Son olarak, son katmanlar kedilerin ve köpeklerin özelliklerini tanır. Bu nedenle, derin öğrenme ham yapılandırılmamış verilerden temel özellikleri çıkarır ve sınıflandırma veya regresyon olarak çıktıları döndürür(Kagiyama vd., 2019).

3.3. Kavramsal Olarak Yapay Zeka

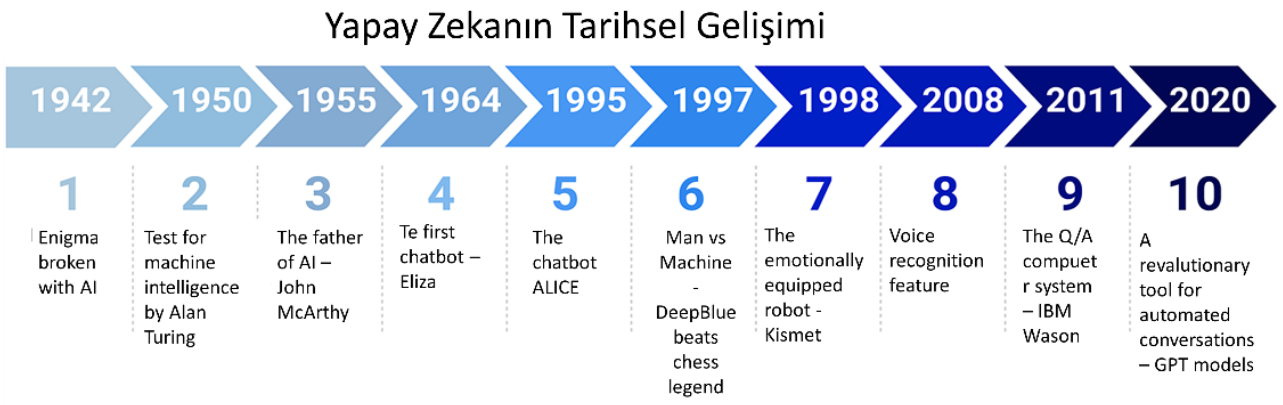
Yapay zeka, veri odaklı analizleri aracılığıyla insan bilişini yansıtmaya çalıştığı gibi, kolektif vicdanımızda mevcut olan önyargıları da yansıtabilir (Thomasian vd., 2021). Yapay zeka, insan hatalarını en aza indirirken artırılmış doğruluk, azaltılmış maliyetler ve zaman tasarrufu sağlamaktadır (Alowais vd., 2023).Yapay zeka, genellikle insanlar tarafından gerçekleştirilen görevleri otomatikleştiren hesaplamalı modelleri ifade eder ve bu şemsiye terim makine öğrenimi algoritmalarını kapsamaktadır (Esteva vd., 2019).

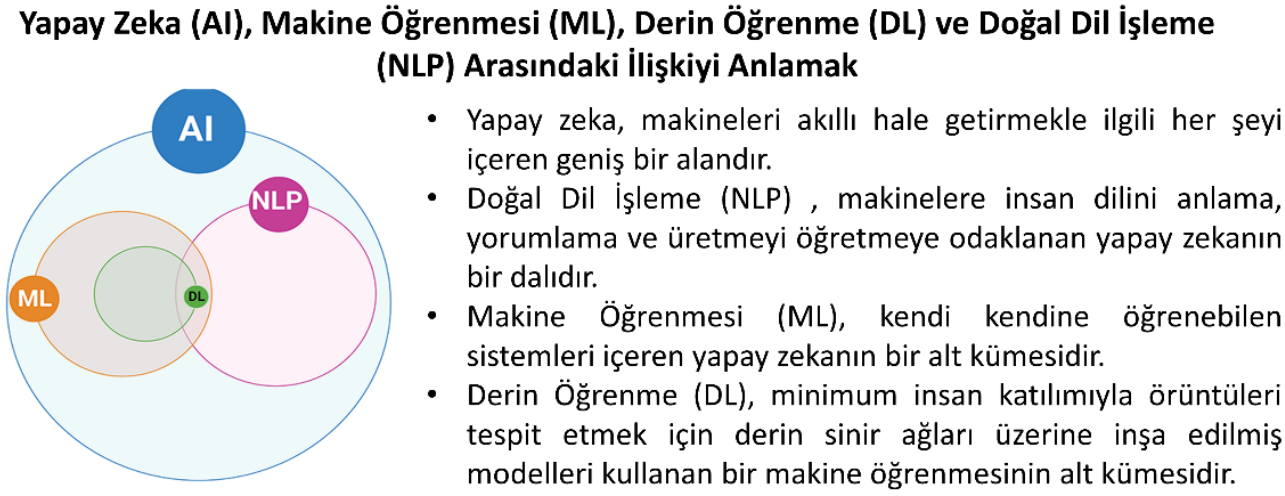
Günümüzde yapay zeka terimi tıp alanında oldukça göz alıcı bir ilgi toplamaktadır. Ancak terimler ve teknikler konusunda çeşitli karışıklıklar söz konusudur. Yapa zeka, problem çözme ve öğrenme gibi insan zekasını simüle eden ve taklit eden tüm hesaplamalı programları tanımlayan geniş ve belirsiz bir terimdir. Yapay zeka, sistemin kendi kendine yeterli olduğu ve insanlarla karşılaştırılabilir bir bilişe sahip olduğu genel amaçlı üretken zeka (Generative AI) gösterebilir (Kagiyama vd., 2019). Fakat şuanda insandan daha üstün bir yapay zekaya sahip değiliz (Damar vd., 2024).

Manikiran ve Prasanthi (2019) tarafından yapay zeka, özellikle akıllı bilgisayar programları olmak üzere akıllı makinelerin yapımıyla ilgilenen mühendislik bilimi dalıdır. Bir bilgisayarın veya robotik bilgisayar destekli bir sistemin verilen bilgileri işleyip öğrenme, karar verme ve sorun çözmede insanların dikkat sürecine benzer bir şekilde sonuçlar üretme yeteneği, olarak tanımlanmıştır. Yapay zekanın kurucu babası Alan Turing ise bu disiplini "makineler, özellikle akıllı bilgisayar programları yapma bilimi ve mühendisliği" olarak tanımlamıştır (Turing, 2009). Aşağıda Şekil 3 üzerinde yapay zeka ile ilişkilendirilebilecek disiplinler ve uygulama alanları gösterilmektedir. Elbette pek çok farklı sektörde yapay zeka kendine uygulama alanı bulmaktadır. Bunlardan da en kritik ve insan için değerli olduğunu düşündüğümüz sağlık bilimlerinin alanları ve sağlık sektörüdür. Ayrıca Şekil 4 üzerinde de yapay zeka, makine öğrenmesi, derin öğrenme ve doğal dil işleme arasındaki ilişki ve yapa zekanın tarihsel gelişimi şekil üzerinde ifade edilmektedir. Bu iki şekil sayesinde kavramlar arasındaki ilişkiler çok daha açık şekilde görülebilir.



Şekil 3. Yapay Zekanın Disiplinleri ve Uygulama Alanları (Sharda vd., 2014)



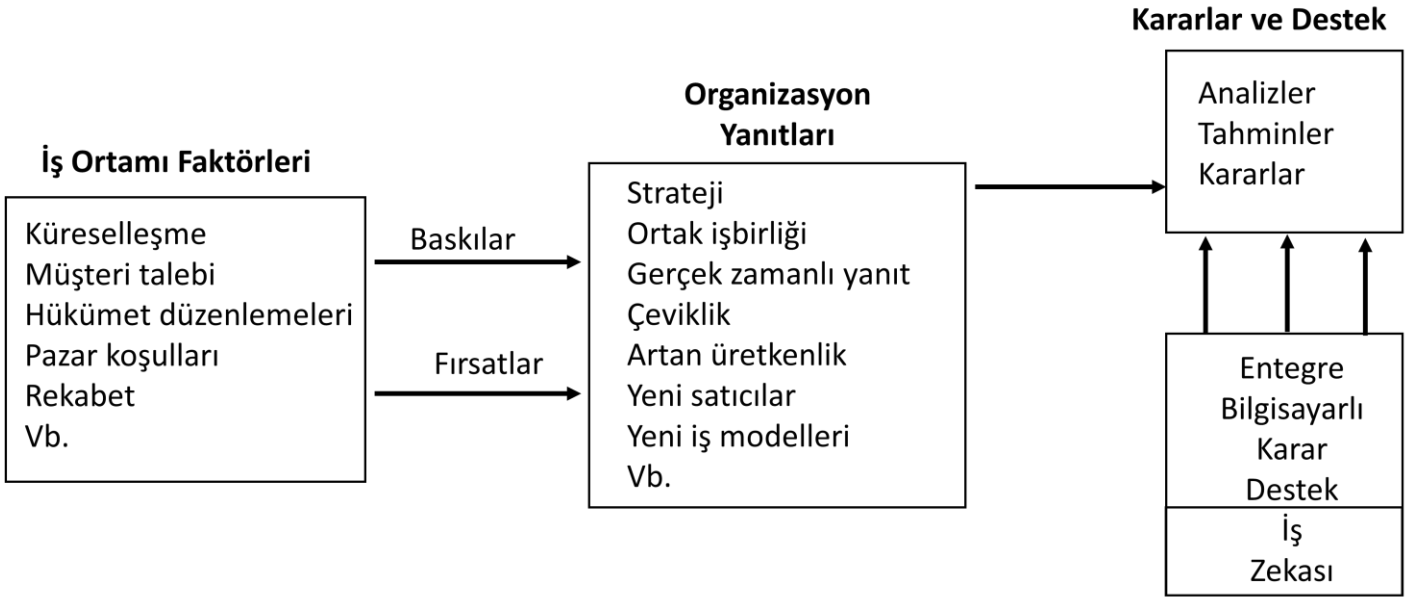


Şekil 4. Yapay Zeka, Makine Öğrenmesi, Derin Öğrenme ve Doğal Dil İşleme Arasındaki İlişki ve Yapa zekanın Tarihsel Gelişimi (Alowais vd., 2023)

3.4. Kavramsal Olarak İş Zekası Teknolojisi

İş zekası sistemleri birçok kuruluşun bilgi ve iletişim teknolojileri içinde portföylerinin önemli bir parçası olarak ifade edilebilir. Diğer karar destek teknolojilerinin evrimsel doğası belirtilmiş olsa da, iş zekası sistemlerinin evrimsel doğasını inceleyen çok az araştırma ortaya konulmuştur (Safwan vd., 2016). Bu durum özellikle Türkçe literatür değerlendirildiğinde oldukça az olduğu görülmektedir. İlgili alanda yükseköğretimde kurumlarının bilimsel yayın ve yayıncılık faaliyetlerinin ulusal ölçekte değerlendirilmesi için iş zekası uygulaması (Damar vd., 2023), stratejik maliyet yönetimi ve iş zekâsı (Ayvaz, 2017), belediyelerin açık verisini iş zekası ile değerlendirilmesi (Damar & Karaman, 2021), endüstri 4.0 çağında yükseköğretim kurulumları için iş zekası temelli tedarik zinciri yönetimi (Damar, 2021), iş zekâsı sistemlerinde karar verme başarısının incelenmesi (Eren & Kaya, 2019), iş zekasını ve ilgili teknolojileri konu alan araştırmaları bibliyometrik yöntemler ile değerlendirilmesi (Damar vd., 2018), gibi çalışmalara genel olarak rastlanmıştır. İngilizce olarak da ilgili konuda, araştırma işbirliklerini değerlendirmek için iş zekasına dayalı bir izleme platformu (Damar vd., 2022), işletmeler için veri odaklı karar alma (Hedgebeth, 2007), iş zekasının iş değeri (Williams & Williams, 2003), İran ve Türkiye arasındaki bilimsel işbirliğinin incelenmesi için araştırma (Damar, 2022a), turizm sürdürülebilirliği için iş zekası temelli bir bilgi destinasyonu çerçevesi (Fuchs vd., 2013), üniversite iş süreçlerini koordine etmek için yönetim bilgi sistemleri inşası (Gökşen vd., 2016), yükseköğretim kurumları için öğrenci hareketlilik yönetim sistemi ve iş zekası çözümü (Damar, 2022b), gibi pek çok farklı onu ve başlıkta çalışmanın gerçekleştirildiği görülmüştür.

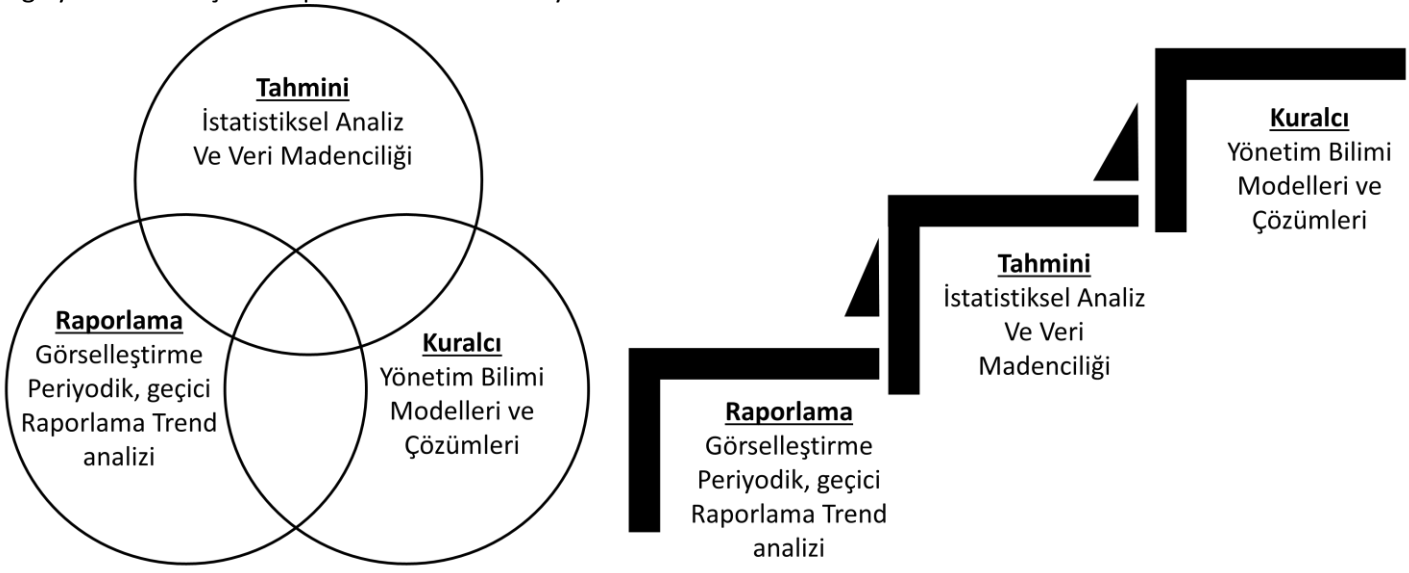
Bir iş zekasının standardının sistemleri, bir organizasyonun dahili bilgi sistemlerinden gelen verileri birleştirir ve istatistikler, finansal ve yatırım portalları ve çeşitli veri tabanları gibi belirli ortamlardan gelen verileri entegre etmektedir. Bu tür sistemler, kurumsal faaliyetlerin farklı yönleri hakkında yeterli ve güvenilir güncel bilgi sağlamak için tasarlanmıştır (Olszak & Ziemba, 2007). Bu bir karar alma sürecinin bir parçasıdır. Sharda ve diğerleri (2014) İş Baskıları-Yanıtlar-Destek Modeli ile kurumun iş oramı faktörleri ve çevresel faktörleri ile değerlendirdiği bir model ortaya koymuşlardır.



Şekil 4. İşletme Baskıları-Yanıtlar-Destek Modeli (Sharda vd., 2014)

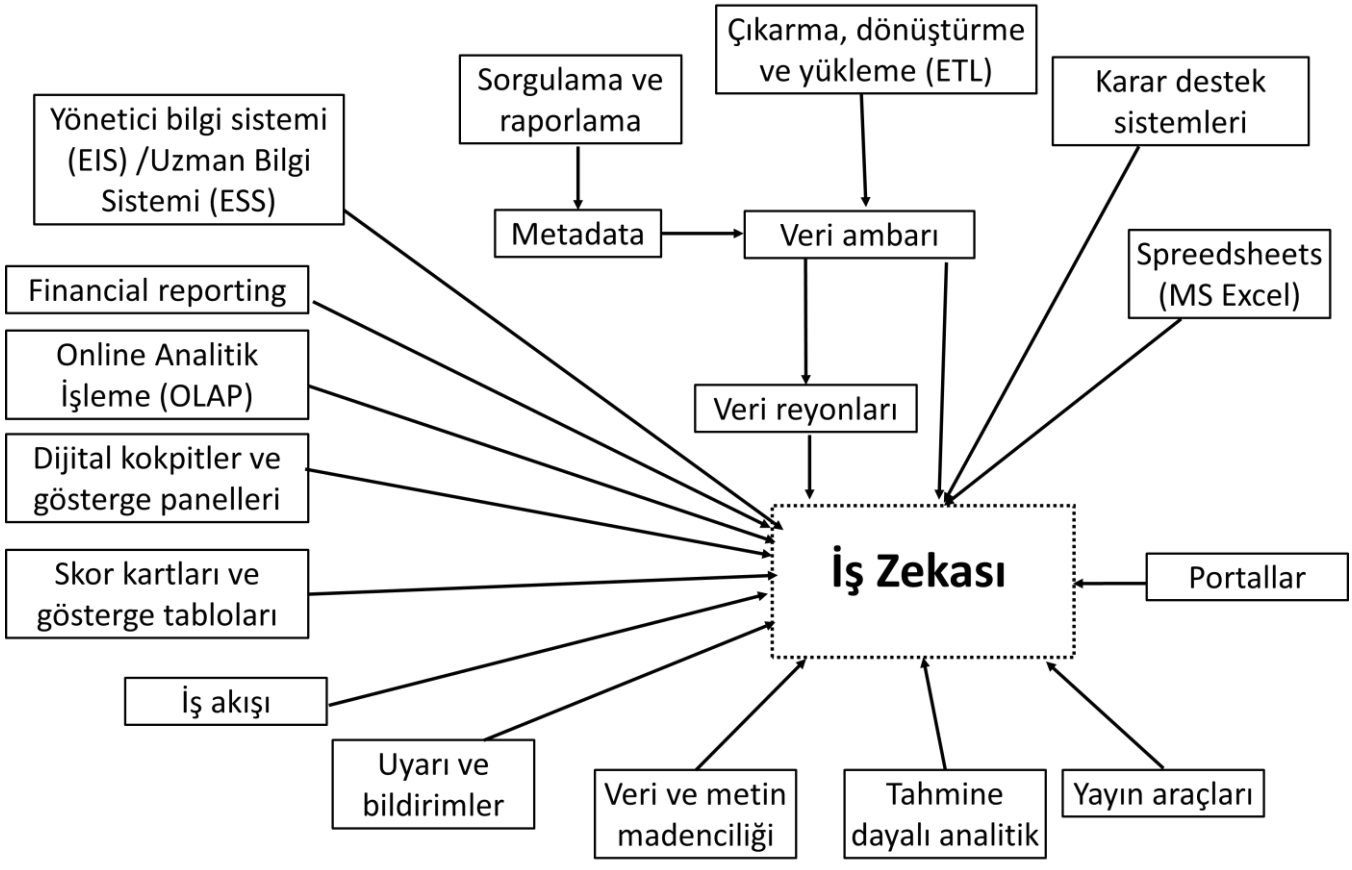
İş Baskıları-Yanıtlar-Destek Modeli, adından da anlaşılacağı üzere ve yukarıda şekilde görüldüğü üzere, üç bileşene sahiptir: günümüz iş ortamından kaynaklanan iş baskıları, şirketlerin baskılara karşı koymak (veya ortamda mevcut fırsatlardan yararlanmak) için verdikleri yanıtlar (alınan önlemler) ve ortamın izlenmesini kolaylaştıran ve kuruluşlar tarafından alınan yanıt eylemlerini geliştiren bilgisayarlı destek (Sharda vd., 2014).

İş zekası sistemleri birçok kuruluşun bilgi ve iletişim teknoloji portföyünün önemli bir unsurudur. İş zekası sistemleri, çeşitli dahili ve harici kaynaklardan toplanan verileri entegre ederek ve kullanıcılara kurumsal karar almayı iyileştirmek için veri görselleştirme araçları sağlayarak kuruluşlara raporlama ve analitik yetenekleri sağlamaktadır (Safwan vd., 2016). İş zekası, iş yönetimi ve karar destek sistemlerinde popüler bir araç olarak bilinmektedir. İş zekası, ham verileri akıllı bilgilere dönüştürmeye yardımcı olur. Çıkarma, dönüştürme ve yükleme, veri ambarı, çevrimiçi analitik işleme ve gösterge paneli gibi birçok iş zekası aracı vardır. İş zekası araçları genellikle kamu sağlığı alanlarında finansal ve idari amaçlarla kullanılır. Şimdi iş zekası, kamu sağlığı kuruluşlarının uzun vadeli rahatsızlıkları olan hastaları teşhis etmelerine ve tedavi etmelerine ve sonuç analizlerine dayalı alternatif tedavileri değerlendirmelerine de yardımcı olmaktadır (Jinpon vd., 2011). Aşağıda Şekil 5 üzerinde iş zekası için ortaya konulan üç tür analitik grafiksel olarak gösterilmektedir.



Şekil 5. Üç Tip Analitik (Sharda vd., 2014)

İş zekâsı; farklı kaynaklardan beslenen veri ambarlarını, veri madenciliğini ve diğer istatistiksel yöntemleri bütünleşik olarak kullanabilen; anlamlı, görselliği zengin ve amaca uygun raporlar sunan bir teknoloji olarak ifade edilebilir (Damar vd., 2018). Uygulama olarak iş zekası ise, kuruluşların daha veri odaklı kararlar almasına yardımcı olmak için iş analitiği, veri madenciliği, veri görselleştirme, veri araçları ve altyapısı ile en iyi uygulamaları, birleştirir (Tableau, 2023). Bilgilendirilmiş karar vermeyi destekleme yeteneği nedeniyle, iş zekası, çeşitli sektörlerdeki yöneticiler arasında popülerlik kazanmıştır. Ancak, sağlık kuruluşlarında toplanan veri hacmi göz önüne alındığında, uygulanmasıyla ilgili bir araştırma eksikliği vardır (Alkhwaldi, 2024). Çalışmamızda da bu nedenle sonraki bölümlerde sağlık sektörü ve bilimlerindeki iş zekası çözümlerine odaklanılacaktır. İş zekasının temel amacı, verilere etkileşimli erişimi (bazen gerçek zamanlı olarak) etkinleştirmek, verilerin işlenmesini sağlamak ve işletme yöneticilerine ve analistlere uygun analizler yapma yeteneği kazandırmaktır. Karar vericiler, geçmiş ve güncel verileri, durumları ve performansları analiz ederek, daha bilgili ve daha iyi kararlar almalarını sağlayan değerli içgörüler elde etmektedirler. İş zekası süreci, verilerin bilgiye, ardından kararlara ve son olarak eylemlere dönüştürülmesine dayanmaktadır (Sharda vd., 2014). Aşağıda iş zekasının dönüşüm ve etkileşimi Şekil 6 üzerinde gösterilmektedir.



Şekil 6. İş Zekasının Evrimi (Sharda vd., 2014)

3.5. Yapay Zeka ve Geleneksel İstatistik Arasındaki Fark

İstatistik, yeni tedavilerin faydasını gösterme, prognozları tahmin etme, risk faktörlerini belirleme ve hastalık mekanizmalarını ortaya çıkarma amacıyla tıbbi araştırmalar için standart yöntem olmuştur. İlginç bir şekilde, geleneksel istatistik ve yapay zeka alanında teknikler ve metodolojilerde önemli örtüşmeler vardır. Örneğin, çoğu tıbbi araştırmacının aşina olduğu lojistik ve doğrusal regresyon modelleri de makine öğrenimindeki tekniklerdir. Temel farkın felsefelerinden kaynaklandığı ifada edilebilir. İstatistik, verileri tahmin eden ve açıklayan bir bilimdir. Oysa yapay zeka veya makine öğrenimi, eldeki verilerden pratik tahminler elde etmeyi amaçlar. Örneğin, doğrusal regresyon modellerinde, istatistikte ilgi çeken en önemli parametreler, her terimin katsayıları (ağırlıkları) ve uyum iyiliğidir; bunların ikisi de verileri açıklamaktadır (Kagiyama vd., 2019). İstatistiksel analiz genellikle bir olasılık, güven aralığı, test sonucu (p-değeri) ya da belirli bir modelin doğruluğu gibi nicel sonuçlar sağlamaktadır. Yapay zeka ise, genellikle tahminler, sınıflandırmalar, öneriler veya öngörüler gibi daha uygulamalı sonuçlar üretir. Örneğin, bir yapay zeka modeli görüntüleri sınıflandırabilir veya bir öneri sistemi kullanıcıya hangi ürünü alacağına dair önerilerde bulunabilir.

Öte yandan, yapay zeka, "normalde insan beyninin gerekli olduğu düşünülen görevleri yerine getirmek için belirli talimatlara sahip kodlanmış bilgisayar yazılımı rutinlerinin kullanımını belirten dijital teknolojinin bir parçası" olarak tanımlanmıştır (Zandi vd., 2019). Yapay zeka bilinmeyen verilerin tahminine odaklanmaktadır. Buna göre, yapay zeka araştırmasının temel kaygısı, model eğitimi sürecinde kullanılmayan bir test kümesindeki model performansıdır ve geri çağırma (=duyarlılık), F-ölçüsü (duyarlılık ve pozitif tahmin edilen değerin uyumu) ve karışıklık matrisi (bir tür çapraz tablolama tablosu) gibi istatistikten farklı terimlerle sunulmaktadır. Yapay zeka daha az veri varsayımı gerektirir ve genellikle çok karmaşık parametrik olmayan modeller kullanır; bu da geleneksel istatistiklerde sıklıkla kullanılan basit parametrik modellerden çok daha fazla veri gerektirir. Geleneksel istatistikler, uygun büyüklükteki veri kümesiyle belirli bir hipotez için iyi performans gösterirken, yapay zeka genellikle büyük ve karmaşık verilerde tahmin için istatistiksel yöntemlerden daha iyi performans gösterir (Kagiyama vd., 2019).

3.6. Sağlık Sistemi İçinde Karar Destek Araçları Neden Önemlidir

Yapay zeka destekli karar destek sistemleri sağlık hizmeti sağlayıcılarına gerçek zamanlı öneriler sunarak tanı ve tedavi kararlarına yardımcı olmaktadır. Hastalar acil serviste çok az bilgiyle değerlendirilir ve doktorlar risk sınıflandırması yaparken ve karar alırken sıklıkla olasılıkları tartmak zorundadır. Acil serviste durumun ciddiyetini ve acil müdahale ihtiyacını sınıflandırmak için daha hızlı klinik veri yorumlaması çok önemlidir. Hastalara yanlış teşhis koyma riski, tıp uygulayıcılarını ve sağlık sistemlerini etkileyen en kritik sorunlardan biridir. Sağlık sektöründeki teşhis hataları pahalı ve ölümcül olabilir (Alowais vd., 2023). Bir başka yandan da sağlık sektöründe pek çok servis bir arada verilmektedir. Farklı uzmanlık alanlarına sahip klinik ve poliklinikler üzerinden hizmetler verilebilmektedir. Bu noktada yeri geldiğinde tek bir bilgi sisteminden yeri geldiğinde pek çok bilgi sistemi üzerinden yöneticilerin veri analizi yapıp karar alması gerekebilir. Bu noktada iş zekası teknolojisi sağlık sektöründeki yöneticiler için önemli bir stratejik araç olarak karşımıza çıkmaktadır. Olszak ve Batko (2012)'nın da ifade ettiği gibi sağlık sektörü, giderek daha fazla piyasa mekanizmaları açısından ele alınan çağdaş ekonominin en çok gelişen sektörlerinden biridir. Sağlık kuruluşlarının yöneticileri, karar alma, iş süreçleri, doktorlar, hastalar ve yönetim arasındaki iletişimi ve farklı verilere etkili erişimi iyileştirmelerine olanak tanıyan çözümlere ihtiyaç duymaktadır ve iş zekası sistemleri bu alanda önemli bir karar destek aracı olarak yardımcı olabilir.

Elektronik sağlık kayıtları, radyografi, bilgisayarlı tomografi taramaları ve manyetik rezonans görüntüleri, yapay zekanın analiz edebileceği büyük hacimli veriler üretir. Yapay zeka sistemleri, hastalardan gelen verileri analiz ederek, eğilimleri belirleyerek ve ilişkileri belirleyerek erken semptom tahminlerine yardımcı olabilir (Ahmad vd., 2023). Yapay zekanın yeteneklerinin kaliteli sağlık hizmetlerine erişimi artırmaya, hataları azaltmaya ve tıbbi personel eğitimini artırmaya katkıda bulunduğu varsayılmaktadır (Mak & Pichika, 2019; Miller & Brown, 2018). Bu noktada yapay zeka, makine öğrenmesi ve derin öğrenme araçları sağlık hizmetlerinin sunumunda doktor, hasta ve sağlık hizmetlerinin koordinasyon ve yönetimi boyutunda kritik değerdedir.

Bununla birlikte yukarıda da ifade edildiği gibi iş zekası, sağlık sektörünü iyileştirmede önemli bir rol oynayabilir. Sağlık kuruluşları, hasta bilgileri, finansal veriler ve operasyonel veriler dahil olmak üzere büyük miktarda veri üretmektedir. Araçlar, sağlık kuruluşlarının bu verileri analiz etmelerine ve operasyonlarını iyileştirmek, maliyetleri düşürmek ve daha iyi hasta bakımı sağlamak için kullanmalarına yardımcı olmaktadır. İş zekası teknolojileri, bu verileri analiz etmek ve operasyonel ve klinik verimliliği iyileştirmek için kullanılabilmektedir. Ancak, sağlık kuruluşlarının hazır olma durumlarını değerlendirmeleri ve verileri etkili bir şekilde kullanmak için genel bir strateji geliştirmeleri gerekmektedir (Ramalingam vd., 2024).

3.7. Genel Olarak Sağlık Sistemi İçinde Yapay Zeka, Makine Öğrenmesi, Derin Öğrenme ve İş Zekası Uygulamaları

Yapay zeka, teşhis, tedavi planlaması, hasta bakımı ve sağlık yönetimi alanlarında benzeri görülmemiş yetenekler sunarak hızla modern sağlık hizmetlerinin temel taşı haline gelmektedir (Alzamily vd., 2024). Sağlık hizmetleri, uzaktan ve mobil sunum modlarını içerecek şekilde hızla genişliyor ve bu nedenle, tanı, tedavi ve önlemeye yardımcı olmak için yapa zeka teknolojilerinin dahil edilmesi zamanında ve hayati önem taşıyor. Yapay zeka, esas olarak teşhis ve farmasötik alanlar söz konusu olduğunda mevcut sağlık hizmetlerine yardımcı olmak ve onları otomatikleştirmek için kullanılır (Palaniappan vd., 2024). Tedavi yönlerine gelince, Şekil 7'de gösterildiği gibi mevcut sağlık hizmetlerini artırmayı amaçlamaktadır.



Şekil 7. Sağlık Hizmetlerinde Yapay Zeka Uygulamaları (Palaniappan vd., 2024)

Yapay zekanın önleyici bakımda etkili kullanımına bir başka örnek, kronik hastalıkların ortaya çıkmasından çok önce yönetimi için kişiselleştirilmiş beslenme için yapay zekayı içerebilen sağlık hizmetlerini içerir. Ayrıca hastaların, özellikle diyabet, hipertansiyon ve ruh sağlığı sorunları gibi kronik rahatsızlıkları yapay zekanın yardımıyla kendi tıbbi rahatsızlıklarını, özellikle kronik rahatsızlıklarını yönetme olasılığı da vardır (Palaniappan vd., 2024). Görüldüğü üzere yapay zeka desteği ile pek çok uygulama sağlık sektörü içinde kendine yer bulabilmektedir.

İş zekası, iş yönetimi ve karar destek sistemlerinde popüler bir araç olarak bilinmektedir. İş zekası, ham verileri akıllı bilgilere dönüştürmeye yardımcı olur. Çıkarma, dönüştürme ve yükleme, veri ambarı, çevrimiçi analitik işleme (Online analytical processing-OLAP) ve gösterge paneli gibi birçok iş zekası aracı vardır. İş zekası araçları genellikle kamu sağlığı alanlarında finansal ve idari amaçlarla kullanılır (Jinpon vd., 2011).

Sağlık hizmetlerinde kalitenin sağlanmasına ve maliyetin kontrol edilmesine yardımcı olmak için teknolojinin kullanımı devam eden bir araştırma konusudur. İş zekası çözümleri, verimlilik ve etkinlik elde etme nihai hedefine yönelik daha bilinçli kararlar almak amacıyla finansal ve operasyonel verilerden içgörü elde etmek için birçok sektörde kullanılmaktadır. Sağlık sektöründeki karar vericiler, hem klinik hem de idari verilere dayalı olarak kalite, maliyet ve yönetmeliklere ve hastaya özgü gerekliliklere uyum gibi çok yönlü zorluklarla karşı karşıya kalırken, iş zekası çözümlerine bütünsel bir bakış açısı bu zorlukların üstesinden gelmeye yardımcı olmaktadır (Ashrafi vd., 2014).

3.8. Klinik Süreçlerinde Yapay Zeka, Makine Öğrenmesi, Derin Öğrenme ve İş Zekası Uygulamaları

Yapay zeka, sağlık hizmetlerindeki en çığır açıcı yeniliklerden biridir ve konu hekimlerin, klinisyenlerin, araştırmacıların ve tıbbi cihaz endüstrisi profesyonellerinin dikkatini çekmiştir. Makine öğrenimi ve derin öğrenme algoritmaları ile bulut bilişimdeki son gelişmeler yapay zekanın benimsenmesini artırmıştır. Sonuç olarak, çok sayıda yapılandırılmamış veri kümesini işleyebilen ve karmaşık sorunları çözebilen uygulamalar günlük klinik pratiğinin bir parçası haline gelmiştir (Sapci & Sapci, 2020).

Yapay zeka tanılamada esas olarak görüntüleri okumak ve klinisyenlere karar alma süreçlerinde destek olmak için kullanılmaktadır. Örneğin, zatürrenin tespiti için kullanılan 112.000'den fazla göğüs röntgeni görüntüsünü içeren bir çalışmada, yapay zeka algoritmaları radyologlardan daha iyi performans göstermiştir (Palaniappan vd., 2024). Yapay zeka, büyük verinin gücünü açığa çıkarma ve kanıta dayalı klinik karar vermeyi desteklemek ve değere dayalı bakım elde etmek için içgörü kazanma potansiyeli nedeniyle sağlık

hizmetlerinde hızla gelişmektedir(Chen & Decary, 2020). Klinik faaliyetleri iyileştirmek için tıbbi alanda akıllı karar destek sistemleri geliştirmek yeni bir araştırma alanı değildir. Son on yıllarda birçok çalışma, farklı amaçlar için akıllı çözüm geliştirmelerinin farklı sorunlarını belirlemiştir(Miah, 2018). Ayrıca sağlık sektöründeki yapay zeka, klinik koşulları ve hasta bakımını iyileştirmek için heyecan verici fırsatlar sunan dönüştürücü bir güç haline gelmiştir(Chauhan & Degan, 2024). Klinik uygulama, bilimsel araştırma ve sağlık yönetiminin birçok alanı yapay zeka/makine öğrenimi tekniklerini içermektedir. Tarama ve günlük zindelik takibi, gastroenteroloji, patoloji ve radyolojide tanı hizmetleri ve klinik karar alma ve palyatif bakım desteği, dahil olan ana kategorilerdir (Nallamothu & Cuthrell, 2023).

Yapay zeka, analitik teknolojilerle birleştiğinde, bilgi teknolojisinin çeşitli dallarından etkili algoritmalar kullanarak tıbbi uygulamaları ve sağlık hizmetlerini giderek daha etkileyici bir şekilde değiştirmektedir (Azzi vd., 2020). Yapay zeka, kanıta dayalı klinik karar alma yoluyla tanıyı destekleyen idari işlevlerin otomasyonundan, büyük miktarda sağlık verisini hızlı bir şekilde analiz ederek uygun tedaviler önermeye kadar mevcut sağlık hizmetleri alanını yeniden tanımlamada ve devrim yaratmada giderek daha önemli bir rol oynamaktadır (Meskó & Topol, 2023). Yapay zeka ayrıca hastaların teşhis ve tedavisinde tıp uzmanlarına yardımcı olma potansiyeline de sahiptir. Yapay zeka algoritmaları, kalıpları belirlemek ve daha doğru teşhisler yapmak için büyük miktarda tıbbi veriyi analiz edebilir. Ayrıca, bir hastanın bireysel tıbbi geçmişine ve ihtiyaçlarına göre kişiselleştirilmiş tedavi planlarının geliştirilmesine de yardımcı olabilir(Dave & Patel, 2023)..

Özellikle idari süreçlerin yönetimi için bir diğer öne çıkan teknoloji ise iş zekasıdır. İşletme analitiğinin bir parçası olarak görev yapabilir. İşletme analitiği sayesinde, sahte faturalama ve reçeteli ilaç kötüye kullanımı dahil olmak üzere sağlık hizmeti dolandırıcılığını tespit etmek için kullanılabilir. Sağlık hizmeti sağlayıcıları, talep verileri dahil olmak üzere büyük hacimli sağlık hizmeti verilerini analiz ederek, sahte davranış kalıplarını belirleyebilir ve dolandırıcılık gerçekleşmeden önce bunu önlemek için adımlar atabilir. Veri kalıplarını ve trendleri inceleyerek, bireyler boşlukları, verimsizlikleri ve iyileştirme fırsatlarını belirleyebilir. Bu içgörü, yenilikçi çözümlere, süreç optimizasyonlarına ve yeni ürün veya hizmetlerin geliştirilmesine yol açabilir (Ramalingam vd., 2024). Günümüzün hızla değişen sağlık sektöründe, karar vericiler yasal ve müşteriye özgü gerekliliklere uymak için hem klinik hem de idari bilgilere yönelik artan bir taleple karşı karşıyadır. İş zekasının kullanımı bu gerçek zorluğa olası bir çözüm olarak görülmektedir (Mettler & Vimarlund, 2009). İş zekası da özellikle orta ve üst düze yöneticiler için farklı sistemlerdeki verilerin koordinasyonu ve karar süreçlerini etkinleştirebilmeleri için kullanılabilmektedir. Veri merkezli gerçekleştirilen yönetim sayesinde kurum yöneticileri sağlık kurumlarını çok daha etkin yönetebilir. Burada problemlerin nasıl tespit edildiği, nasıl takip edildiği, geliştirilen iş zekası modüllerinin hangi tür ihtiyaçları yöneticilerin için giderebildiği yönetici fonksiyonlarına doğrudan etki edeceği ifade edilebilir.

Yapay zekanın bakım noktalarında klinik karar desteğinden, kronik rahatsızlıkların evde hasta tarafından kendi kendine yönetilmesine ve gerçek dünyadaki ilaç araştırmalarına kadar sağlık hizmetlerinin hemen hemen her yönünü etkilemeye başladığı açıktır (Chen & Decary, 2020). Sağlık sistemleri tüm paydaşlar için karmaşık ve zorludur. Ancak yapay zeka, hasta bakımını ve yaşam kalitesini iyileştirme potansiyeline sahip sağlık hizmetleri de dahil olmak üzere çeşitli alanları dönüştürmüştür. Hızlı yapay zeka gelişmeleri, onu klinik uygulamaya entegre ederek sağlık hizmetlerinde dönüştürmektedir. Yapay zekanın klinik uygulamadaki rolünün raporlanması, sağlık hizmeti sağlayıcılarını temel bilgi ve araçlarla donatarak başarılı bir uygulama için çok önemlidir. Yapay zeka, hastalıkları teşhis etmek, kişiselleştirilmiş tedavi planları geliştirmek ve klinisyenlerin karar alma süreçlerine yardımcı olmak için kullanılabilir. Ayrıca yapay zeka, görevleri otomatikleştirmenin yanında, sağlık hizmetleri ortamlarında hasta bakımını iyileştirebilecek teknolojiler geliştirmekle ilgilidir (Alowais vd., 2023).

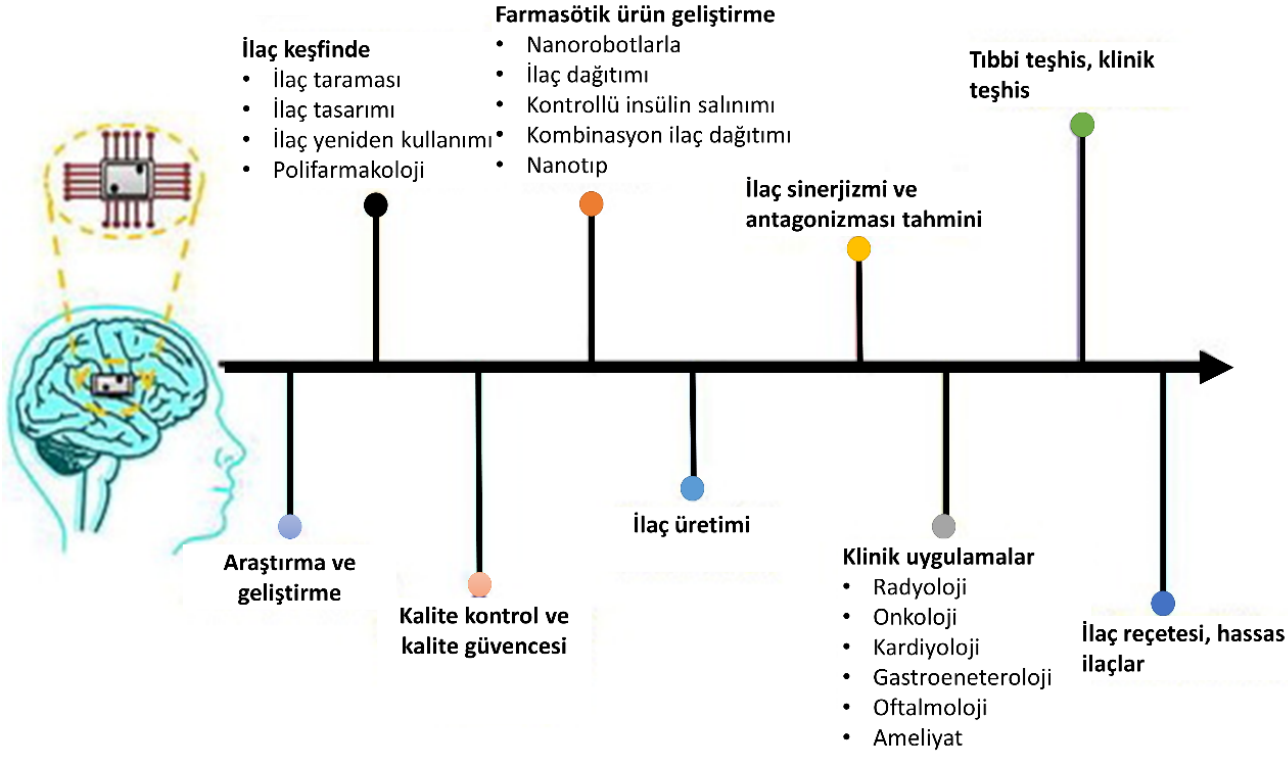
Yapay zekanın yaygın olarak kullanıldığı ikinci alan, araştırmacıların uygun yeterliliklerin olmaması da dahil olmak üzere hekim tarafından karmaşık kararların desteklenmesini vurguladığı terapidir. Bu yönü seçen şirketler, hasta için risk faktörlerini otomatik olarak tanımlayan, hastalıkların başlama/gelişme olasılığını belirleyen, klinik önerilere uyan ve hasta risk değerlendirmesi için gereken süreyi azaltan çözümler geliştirmektedir (Topol, 2019). Örneğin makine öğrenme algoritmaları, göz rengi gibi basit özelliklerden belirli ilaçlara verilen yanıt veya hastalık duyarlılığı gibi daha karmaşık olanlara kadar uzanan bir fenotip spektrumunu tahmin etmeyi mümkün kılmaktadır (Alowais vd., 2023). Ayrıca yapay zekanın klinisyenlere tedavi kararlarında, özellikle de tedavi yanıtını tahmin etmede yardımcı olmadaki potansiyel uygulamaları kabul görmektedir (Johnson vd., 2021).

3.9. İlaç ve Eczacılık Süreçlerinde Yapay Zeka, Makine Öğrenmesi, Derin Öğrenme ve İş Zekası Uygulamaları

Dünya Sağlık Örgütü 2018 raporunda dijital teknolojilerin ve yapay zekanın küresel stratejik hedeflerine ulaşmada önemli araçlar haline gelmeye hazır olduğunu

vurgulamışlardır (Kolachalama, 2022). Teknolojik yenilik veya yapay zeka, makine öğrenmesi ve otomasyon süreçlerinin uygulanması eczacılık sektöründe büyük değişikliklere neden olmaktadır. Örneğin, Hindistan'daki birçok ilaç endüstrisi, iş performanslarının iyileştirilmesi için yapay zeka, makine öğrenmesi ve otomasyon süreçleri ile çalışmaktadır. Son teknolojilerin uygulanması, karlılığın artırılmasına yardımcı olmuştur. İş etkinliğinin iyileştirilmesi için sağlık hizmetleri segmentasyonunun yapılması esastır. Modern ilaçların uygulanması, büyüme oranını teşvik etmek için önleyici ilaçların üretilmesine yardımcı olmaktadır. Yapay zeka, makine öğrenmesi ve otomasyon süreci, teşhis sürecini değiştirmek için esastır. Dahası, elektronik sağlık kaydı, üretim maliyetini ve süresini azaltmak için gereklidir (Boddu vd., 2022).

Yapay zeka teknolojisi, sağlık desteği ve ilaç yardımı için faydalıdır. Hoş bir sese ve samimi bir yüze sahip olan Molly adlı sanal hemşireyi tasarlayan bir girişim. Amacı, insanların durumlarını ve tedavilerini izlemelerine yardımcı olmaktır. Kronik rahatsızlığı olan hastaları desteklemektir (Manikiran & Prasanthi, 2019). İlaç araştırmalarında, yapay zeka ilaç keşfi ve kimyasal ve farmasötik özelliklerin tahmini için kullanılmaktadır (Lu vd., 2017). Örneğin, araştırma ve geliştirme döngüsü içindeki ilaç sentez süreci, kimyasal deneyleri otomatikleştirmek için makine öğrenmesi modelleri kullanılarak kısaltılabilir. Çünkü bu modeller aynı anda binlerce kimyasal reaksiyonu gerçekleştirebilir (Ahneman vd., 2018). Aşağıda Şekil 8 üzerinde ilaç veya eczacılık sektörü için yapay zeka uygulama alanlarının sınıflandırıldığı görülebilir.



Şekil 8. Eczacılık/İlaç Sektöründe Yapay Zeka Uygulamaları (Boddu vd., 2022)

Dijital ikizler de ilaç keşfi ve etkililik çalışmalarında süreçlere ivme kazandırmaktadır. Dijital ikizler belirli bir nesnenin sanal temsilleridir ve sağlık araştırmalarında, kalp, karaciğer ve böbrek gibi bir kişinin belirli organı veya tüm kişi için bir dijital ikiz oluşturulabilir. Dijital ikiz, hücresel düzeye kadar tam bir kopya olacaktır. Yeni ilaçların biyoaktivitesi, kimyasal ve farmakolojik özellikleri gerçek organlar yerine bu tür dijital ikizlerde incelenebilmektedir (Chen vd., 2020). Görüldüğü gibi ilaç sektörü de sağlık alanında yapay zeka ve makine öğrenmesinin oldukça kullanıldığı bir alandır. İlaç sektöründe pek çok problemin çözümü için yapay zeka temelli çözümler üretilebilir. Elbette bu noktada iş zekası teknolojisi de gözden kaçırılmalıdır. Bir organizasyoda, hastanede, klinikte zamana bağlı veya kişiye bağlı pek çok derinlemesine inceleme yapılabilmesi için veri merkezli yönetimi ve koordinasyon için iş zekası uygulamalarının da ilaç sektöründe oldukça kritik bir yeri mevcuttur.

3.10. Tıp Eğitimi ve Araştırma Süreçlerinde Yapay Zeka, Makine Öğrenmesi, Derin Öğrenme ve İş Zekası Uygulamaları

Wang ve Li (2024) çalışmalarında, yapay zeka, büyük ölçekli sağlık veri kümelerinin karmaşık analizi ve sağlıkla ilgili bilgi

ve müdahalelerin özel olarak yaygınlaştırılması kapasitesi sayesinde halk sağlığı eğitiminde devrim yarattığını ifade etmiştir. Yapay zeka, sağlık, tıp ve diş hekimliği eğitim sektörlerini hızla dönüştürmektedir. Yapay zeka teknolojisindeki gelişmeler ve rutin görevlere entegrasyonu ile sağlık ve eğitim alanı hızla gelişmektedir. Yapay zeka tıp ve diş hekimliği eğitimine giderek daha fazla entegre edilmekte ve hem öğrencilere hem de eğitmenlere sayısız fayda sağlamaktadır. Yapay zekanın bu alandaki ana uygulamalarından biri, öğrencilerin gerçek hastalara zarar verme riski olmadan sanal hastalar üzerinde karmaşık prosedürleri uygulamalarına olanak tanıyan sanal simülasyon ve eğitimdir. Bu tür uygulamalı eğitim aynı zamanda özelleştirilebilir ve öğrencilerin kendi hızlarında çalışmalarına ve prosedürleri ustalaşana kadar tekrar etmelerine olanak tanımaktadır (Dave & Patel, 2023)

Günümüzde yapay zeka, sağlık, finans ve ulaşım gibi diğer alanları dönüştürmekte ve etkisi giderek artmaya devam etmektedir. Akademide yapay zeka, bireysel öğrencilerin ihtiyaçlarına uyum sağlayabilen bilgisayar programları olan akıllı ders sistemleri geliştirmek için kullanılmıştır. Bu sistemler, matematik ve fen bilimleri de dahil olmak üzere çeşitli konulardaki öğrenci öğrenme sonuçlarını iyileştirdi. Araştırmada yapay zeka, büyük veri kümelerini analiz etmek ve insanların tespit etmesinin zor olacağı kalıpları belirlemek için kullanıldı ve bu, genomik ve ilaç keşfi gibi alanlarda çığır açan gelişmelere yol açmıştır (Alowais vd., 2023).

Yapay zekanın diş hekimliği eğitimine entegrasyonu, öğrenme deneyimini geliştirme ve hasta bakımını iyileştirme konusunda umut verici sonuçlar göstermiştir. Diş hekimliği öğrencileri, gerçek hastaları riske atmadan dolgular ve kök kanalları gibi karmaşık prosedürleri uygulayabilecekleri sanal simülasyonlardan yararlanabilirler. Yapay zeka algoritmaları, daha doğru teşhisler ve kişiselleştirilmiş tedavi planları sağlamak için dental görüntüleri ve hasta kayıtlarını analiz edebilir(Dave & Patel, 2023).

Yapay zeka teknolojileri, öğrenme deneyimlerini kişiselleştirebilir, en son öğrenme kaynaklarını elde etmek için büyük miktarda veriyi işleyebilir ve simülasyonlar aracılığıyla etkileşimli eğitim sağlayabilir (Masters, 2019). Yapay zeka, öğrenciler için öğrenme deneyimini büyük ölçüde geliştirme ve eğitim sonuçlarını iyileştirme potansiyeli ile üniversite öğretiminde de kullanılmaktadır(Dave & Patel, 2023). Tıp öğrencileri ve sağlık profesyonelleri, yapay zeka destekli eğitim platformları ve sanal simülatörler sayesinde karmaşık operasyonları uygulayabilir ve simüle edilmiş bir ortamda pratik deneyim kazanabilirler. Yapay zeka ayrıca muazzam miktarda bilimsel materyali analiz ederek, araştırma boşluklarını belirlemeye yardımcı olarak ve keşiflerin keşfine yardımcı olarak tıbbi araştırmalara yardımcı olmaktadır (Chauhan & Degan, 2024). Yapay zeka algoritmaları, kişiselleştirilmiş öğrenme deneyimleri sağlamak için öğrenci verilerini analiz edebilir ve ödevlere not vermek ve akıllı özel ders sistemleri oluşturmak için kullanılabilir. Yapay zeka ayrıca sanal gerçeklik ve simülasyon deneyimleri oluşturmak için de kullanılabilir ve öğrencilerin kontrollü bir ortamda uygulamalı deneyim kazanmalarına olanak tanımaktadır(Dave & Patel, 2023).

Radyoloji asistanları arasında yapılan bir araştırma, öğrencilerin %86'sının yapay zekanın uygulamalarını değiştireceğini ve iyileştireceğini kabul ettiğini ve %71'e kadarının yapa zekanın daha iyi anlaşılması ve uygulanması için tıp fakültelerinde öğretilmesi gerektiğini düşündüğünü göstermiştir (Pinto dos Santos vd., 2019).

Tüm bunların yanında gerek araştırma verilerinin organize edilmesi gerekse kurumların bilimsel üretkenliğinin analiz edilebilmesi, eğitim süreçlerinin yönetilmesi için bir başka öne çıkan kavram ise iş zekası teknolojisidir. İlgili teknoloji sayesinde eğitim alanında, yükseköğretimde kurumlarının bilimsel yayın ve yayıncılık faaliyetlerinin ulusal ölçekte değerlendirilmesi sağlanabilir (Damar vd., 2023), yükseköğretim kurulumları için tedarik zinciri daha etkin yönetilebilir (Damar, 2021), ülkeler arasındaki araştırma işbirliklerini değerlendirilebilir bir platform oluşturulabilir (Damar vd., 2022), iki farklı ülkenin bilimsel işbirliği incelenebilir (Damar, 2022a), üniversite iş süreçlerini koordine etmek için kullanılabilir (Gökşen vd., 2016), yükseköğretim kurumları için öğrenci hareketlilik yönetimi için kullanılabilir (Damar, 2022b), bilimsel araştırmalarda veri analiz ve veri görselleştirme aracı olarak kullanılabilir (Celik vd., 2023).

3.11. Yapay Zeka, Makine Öğrenmesi, Derin Öğrenme ve İş Zekası Teknolojileri İle İlgili Sağlık Sektörü İçin Etik ve Yasal Tartışmalar

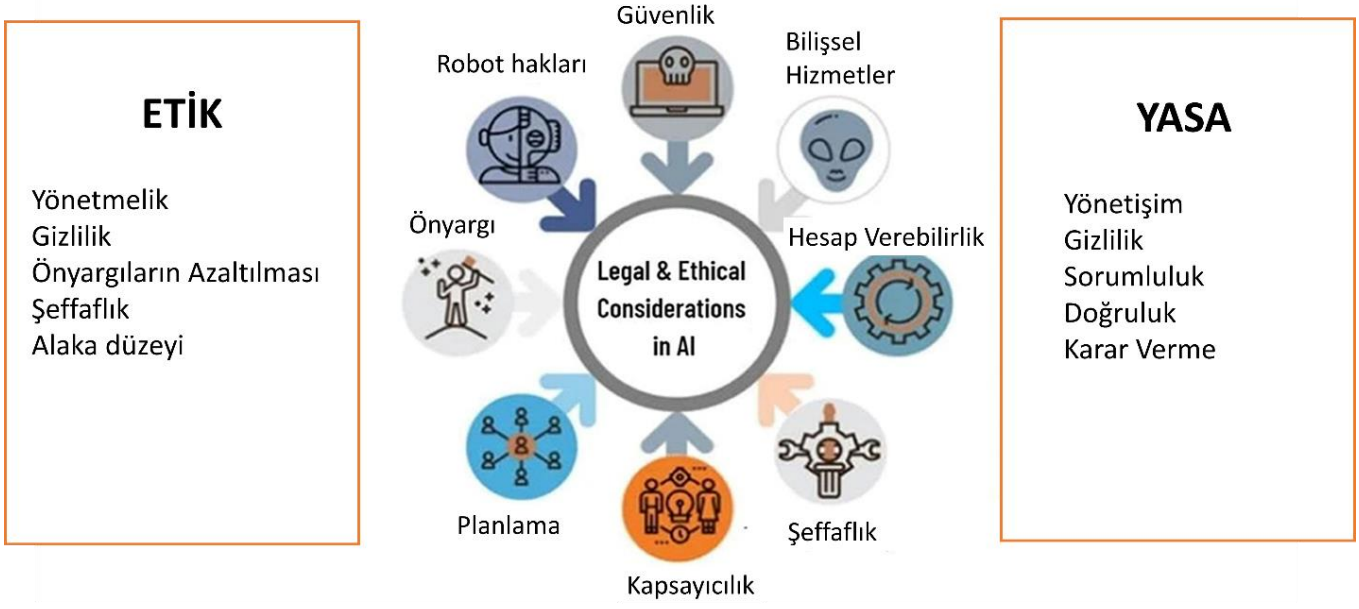
Derin öğrenme algoritmaları ve sinir ağları gibi yapay zeka biçimleri, görüntüleme ve teşhis, risk analizi, yaşam tarzı yönetimi ve izleme, sağlık bilgileri yönetimi ve sanal sağlık yardımı gibi alanlarda yeni sağlık hizmetleri uygulamaları için yoğun bir şekilde araştırılmaktadır. Bu alanlarda beklenen faydalar geniş kapsamlıdır ve görüntüleme hızının artırılması, öngörücü taramaya ilişkin daha fazla içgörü ve sağlık hizmeti maliyetlerinin ve verimsizliğinin azaltılmasını içerir. Bununla birlikte, yapay zeka tabanlı klinik araçlar, yaygın olarak benimsenen değerlerin ve etik ilkelerin sorgulanabileceği bir dizi durum da ouşturmaktadır (Racine vd., 2019). Yapay zekanın tıpta kullanımı, önleme, teşhis, tedavi, iyileştirme, hastalık ve diğer fiziksel ve zihinsel

bozukluklar için mevcut prosedürleri değiştirmeye başlamaktadır. Kamu güveni ve etiği konusunda endişelere yol açmasının yanı sıra, bu yeni ortaya çıkan teknolojideki gelişmeler, sağlık hizmetlerine entegrasyonu konusunda da çok sayıda tartışmaya da yol açmaktadır (Kumar vd., 2023).

Ka ve Khokhlov. (2024) çalışmalarında, yapay zekanın sağlık hizmetlerine entegrasyonu, hasta bakımını ve sonuçlarını iyileştirmek için benzeri görülmemiş fırsatlar sunduğu gibi, algoritmik önyargı ve hasta mahremiyetiyle ilgili endişelerden şeffaflık, hesap verebilirlik ve mesleki özerklik sorunlarına kadar uzanan pek çok konuda da problemleri ve tartışmalı noktaları beraberinde getirdiğini ifade etmişlerdir. Redrup ve diğerleri (2023) çalışmalarında örnek olarak; otomasyon önyargısı, örneğin yapay zekanın azınlık etnik gruplarını temsil etmeyen veriler konusunda eğitildiği durumlarda ayrımcılığa ve eşitsizliğe yol açabileceğini belirtmişlerdir. Bilgilendirilmiş onay, yapay zekanın hastaların karar alma süreçlerini ve dolayısıyla yasal korumalarını nasıl etkileyebileceği ve belirli yollarda veya bağlamlarda bilgilendirilmiş onayın ne anlama geldiğine dair sorulara yol açması nedeniyle de önemlidir. Şeffaflık ve denetim önemlidir, çünkü bu tür güvenlik önlemleri sisteme olan güveni artırmaya ve hataların mümkün olduğunca ele alınmasını ve azaltılmasını sağlamaya yardımcı olabilir.

Rosemann ve Zhang (2022) çalışmalarında, yapay zeka ve büyük veri analitiğinin tıbbi ve sağlık hizmeti ortamlarına entegrasyonuyla ilgili olarak ortaya çıkan birtakım zorluklar taşıdığını ifade etmişlerdir. Bunların, (i) yapay zeka sistemlerinin kontrolü, güvenilirliği ve itibarı, (ii) gizlilik ve gözetim, (iii) yapay zeka ve otomasyonun sağlık personeli istihdamı ve klinik çalışmanın doğası üzerindeki etkisi, (iv) yapay zekanın sağlık eşitsizlikleri, adalet ve tıbbi bakıma erişim üzerindeki etkileri ve (v) düzenleme ve yönetişimle ilgili zorluklar olduğunu belirtmişlerdir.

Alzamily ve diğerleri (2024) çalışmalarında, yapay zekanın rutin görevleri otomatikleştirme ve karmaşık karar alma süreçlerine yardımcı olma yeteneği, sağlık hizmetleri iş gücünde değiştirmeye yol açabileceğini ifade etmişlerdir. Yapay zeka bazı işleri yerinden edebilirken, aynı zamanda yapay zeka teknolojisi, veri analizi ve insan-yapay zeka etkileşimi konusunda uzmanlık gerektiren yeni roller yaratma potansiyeline de sahiptir. Yeniden beceri kazandırma ve beceri geliştirme programları, sağlık hizmetleri iş gücünü bu değişikliklere hazırlamak ve yapay zekanın insan uzmanlığını değiştirmek yerine tamamlamasını sağlamak için elzem olacaktır (Alzamily vd., 2024).



Şekil 9. Yapay Zekanın Sağlık Hizmetlerinde Kullanımıyla İlgili Çeşitli Etik Ve Yasal Belirsizlikler (Naik vd., 2022)

Yapay zekanın sağlık hizmetlerindeki potansiyeline tam olarak ulaşabilmek için dört önemli etik sorun ele alınmalıdır: (1) veri kullanımına ilişkin bilgilendirilmiş onay, (2) güvenlik ve şeffaflık, (3) algoritmik adalet ve önyargılar ve (4) veri gizliliği dikkate alınması gereken önemli faktörlerdir (Gerke vd., 2020). Yapay zeka sistemlerinin yasal olarak kabul edilip edilemeyeceği yalnızca yasal bir sorun değil, aynı zamanda politik olarak da tartışmalı bir konudur (Avrupa Parlamentosu Kararı, 16 Şubat 2017) (Rodrigues, 2020). Sağlık ve hassas tıpta büyük veri ve yapay zekanın önemi göz önüne alındığında, sağlam veri koruma mevzuatı bireysel gizliliği korumak için çok önemli hale gelmektedir. Dünya çapındaki ülkeler, vatandaşlarının gizliliğini korumak için yasalar çıkardılar, bunlara örnek

olarak, ABD'de Sağlık Sigortası Taşınabilirliği ve Sorumluluk Yasası ve Avrupa'da Genel Veri Koruma Yönetmeliği verilebilir (Cohen & Mello, 2018; Yuan & Li, 2019). Aşağıda Şekil 9 üzerinde yapay zekanın sağlık hizmetlerinde kullanımıyla ilgili çeşitli etik ve yasal muammalar gösterilmektedir. İlgili şekil oldukça kapsamlı ve ilgili problemleri yasa ve etik açıdan sınıflandırmakta ve kapsamlı bir şekilde konuyu toparlamaktadır. Aşağıdaki şekildeki pek çok unsur aslında iş zekası için de geçerli olduğu ifade edilebilir. Hatta iş zekası için pek çok farklı sistemden beslenen verinin bir araya getirilmesi söz konusu olduğu için bu noktada mevzuat ve yasa konusunda pek çok farklı yasal mevzuat ile etkileşim içinde olabileceği de ayrıca ifade edilmesinde fayda görülmektedir.

Alzamily ve diğerleri (2024) çalışmalarında, yapay zekanın artan kullanımıyla birlikte hasta verilerinin güvenliğinin sağlanmasında bir endişe oluşturulduğunu ifade etmiştir. Büyük miktarda hassas sağlık bilgisinin toplanması, depolanması ve analizi, veri ihlalleri ve kötüye kullanım riskini artırabilir. Sağlam siber güvenlik önlemleri geliştirmek, katı veri yönetimi politikaları uygulamak ve veri koruma düzenlemelerine uyumu sağlamak, hasta gizliliğini korumak ve yapay zeka sistemlerine olan güveni sürdürmek için çok önemlidir.

Racine ve diğerleri (2019) çalışmalarında, temel olarak, sağlık kurumları, yapay zeka geliştiricileri ve etik veya sosyal bilimler araştırmacıları arasında yeni araştırma iş birlikleri kurulmalıdır. Kapsamlı bir etik yapay zeka stratejisi muhtemelen hastalar/müşteriler için bilgilendirme modülleri (Örneğin, hastalara/müşterilere yönelik bilgilendirme/eğitim kampanyası), personelde eğitim ve farkındalık yaratma, kurumsal etik kurallarında ayarlamalar ve özel kurumsal yanıt ekipleri ve kaynaklarının oluşturulmasını (örneğin, yapay zeka etiği ve politikasında ilgili uzmanlığa sahip dış danışmanlarla uzmanlık veya iş birliklerinin geliştirilmesi) de içerecektir. Bu zorluklar göz korkutucu görünebilir, ancak zorlu ancak gelecek vaat eden bir dizi yapay zeka tabanlı sağlık hizmeti uygulamasının ortaya çıkardığı klinik ve etik sorunlara örnek yanıtlar benimsemek isteyen kuruluşlar için bir büyüme fırsatı sunabilmektedir.

3.12. İş Zekası ve Yapay Zekanın Sürdürülebilirliği Konusunda Tartışmalar

Yapay zeka sağlık hizmetlerini geliştirmek için sayısız fırsat sunarken, tıp alanına entegrasyonu da önemli zorluklar ve etik kaygılar ortaya çıkarmaktadır. Yapay zeka teknolojilerinin hem etkili hem de eşitlikçi bir şekilde uygulanmasını sağlamak için bu sorunların ele alınması gerekir (Alkronz vd., 2019; Alkronz vd., 2018). Yapay zeka sistemleri, kurumsal bilgi engellerini ortadan kaldırma ve kuruluşlar üzerinde stratejik etkisi olan kararları etkileme kapasitesine sahiptir. Yapay zeka sistemleri, kısmen, kurumsal verilerin anlamlandırılmasına yardımcı olarak daha iyi bilgilendirilmiş karar almaya katkıda bulunmaktadır. Başarılı uygulama herhangi bir bilgi teknolojisi girişimi için önemli olsa da, yapay zeka başarısızlığının sonuçları, yüksek profili ve birden fazla iş birimi üzerindeki etkisi göz önüne alındığında özellikle sorunludur (Safwan vd., 2016). Kulkov (2023) çalışmasında, diğer endüstrilerle karşılaştırıldığında, sağlık hizmeti daha muhafazakar olduğunu ifade etmiş ve burada hata maliyetini yüksek olabileceğini vurgulamıştır. Bu nedenle, çoğu sağlık hizmeti yeniliği, kayıt ve onay makamları ile yeni fırsatları kullanan doktorlar tarafından dikkatlice izlendiğini belirtmişlerdir.

Yapay zeka klinik uygulamaları devrim niteliğinde değiştirme potansiyeline sahip olduğu kadar tam potansiyeline ulaşma sürecinde bazı zorlukların daha dikkate ele alınması gerekmektedir. Bu zorluklar arasında, yanlış sonuçlara yol açabilen kaliteli tıbbi verilerin eksikliği yer almaktadır. Veri gizliliği, kullanılabilirliği ve güvenliği de yapay zekanın klinik uygulamada uygulanmasının olası sınırlamalarıdır (Alowais vd., 2021). Manikiran ve Prasanthi (2019) çalışmalarında yapay zeka ile ilgili dezavantajları şu şekilde sıralamışlardır;

- *Yüksek Maliyet*: Yapay zekanın piyasaya sürülmesi, makinelerinin karmaşık tasarımı, onarımı ve bakımı nedeniyle büyük miktarda maliyet gerektirir. Makinedeki yazılım programlarının sık sık güncellenmesi gerekir. Makinenin yeniden kurulması ve kurtarılması çok fazla zaman ve para gerektirir. Ar-Ge bölümü bir yapay zeka makinesi tasarlamak için uzun bir süre harcar. Bu nedenle maliyetlidir.
- *İnsanları Kopyalama Yok*: Yapay zeka teknolojisine sahip robotlar, herhangi bir duygu ve ahlaki değere sahip olmama ek avantajıyla insanlar gibi düşünebilirler. Bu nedenle, verilen görevi programlandığı gibi yerine getirirler ve herhangi bir yargıda bulunamazlar. Bazen büyük sorunlara yol açar. Sorun robotlar için yabancıysa, karar alamazlar. O zaman, yanlış rapor verirler veya arızalanabilirler.
- *Deneyimle İyileşme Yok:* Yapay zeka teknolojisiyle çalışan makineler, deneyimli insanlar gibi iyileştirilemez. Makinelerde özen, ilgi, aidiyet veya birliktelik yoktur. Çalışkan ve çalışmayan bireyi belirlemede başarısız olailrler.
- *Orijinal Yaratıcılık Yok:* İnsanların aksine, makinelerde duyarlılık ve duygusal zeka yoktur. İnsanlar duyabilir, görebilir, hissedebilir ve

düşünebilir; ancak makineler duyamaz. İnsanlar yaratıcılığa sahiptir ve düşünceleri makinelerde gözlemlenemez. İnsanların temel doğal yetenekleri hiçbir şekilde kopyalanamaz.

- *İşsizlik:* Makineler tüm sektörlerde insanların yerine kullanılırsa, bu büyük ölçekli bir işsizliğe yol açacaktır. Genellikle, insanlar yüksek bağımlılık doğasına sahiptir. Bu nedenle, yaratıcılık güçlerini kaybederler ve tembelleşirler.

Alowais ve diğerleri (2023) çalışmalarında, sağlık hizmetlerinde yapay zekanın sorumlu ve etkili bir şekilde uygulanması için veri gizliliği, önyargı ve insan uzmanlığına duyulan ihtiyaçla ilgili zorlukların ele alınması gerekir. Chen ve Decary (2020) çalışmalarında, yapay zeka teknoloji geliştirilmesi ve dağıtımı zorlu ve maliyetli olduğunu belirtmişlerdir. Sağlık kuruluşlarının yapay zekayı başarıya ulaştırmak için bir dizi zorluğun üstesinden gelmeleri gerektiğini belirtmişler ve bunları şu şekilde ifade etmişlerdir; (1) belirli bir yapay zeka teknolojisinin ne yapabileceği veya yapamayacağı konusunda anlayış eksikliği; (2) sağlık kuruluşlarının şu anda karşı karşıya olduğu en acil sorunları etkili bir şekilde çözmek için farklı yapay zeka teknolojilerini mevcut bakım sistemlerine entegre etmek için net stratejilerin eksikliği; (3) yapay zeka uygulaması için iyi eğitimli bir iş gücünün eksikliği; (4) Yapay zeka teknolojilerinin eski altyapıyla uyumsuzluğu; ve (5) Makine öğrenimi algoritmalarını eğitmek için iyi ve çeşitli tıbbi verilere erişim eksikliği (Chen & Decary, 2020).

He ve diğerleri (2019) ise çalışmalarında, veri paylaşımı ve gizliliği, algoritmaların şeffaflığı, veri standardizasyonu ve birden fazla platformda birlikte çalışabilirlik ve hasta güvenliği endişesi dahil olmak üzere yapay zekanın mevcut klinik iş akışlarına uygulanmasını çevreleyen bazı temel pratik sorunları mevcut olduğunu belirtmişlerdir. Elbette tüm bu değerlendirmeler hızla gelişen yapay zeka teknolojisi, makine öğrenmesi ve derin öğrenme yaklaşımları için zaman içinde çözülecek problemler olarak algılanabilir. Bundan on sene önce hayal bile edemeyeceğimiz pek çok gelişmenin artık yapay zeka teknolojisindekiler ile gerçekleşebildiğini görebiliyoruz.

Bu başlık altında değerlendirilmesi gereken bir diğer başlık iş zekasıdır. İş zekası teknolojisi amaçlara bağlı olsa da genel olarak yaşayan varlıklardır. Genel olarak da pek çok farklı sistemden yönetim ihtiyaçları doğrultusunda beslenmektedir. Dolayısı ile özellikle büyük miktarda veri ile veya büyük veri ile çalışırken sistemler içindeki etkileşim gözden kaçırılmadan alt sistemlerdeki düzenlemelerin gerçekleştirilmesi oldukça kritik değerdedir. Yöneticilerin izlediği faaliyetle hali hazırda mevcut ise özellikle sistem revizyonlarında veya değişimlerinde bu faaliyetlerin yeni kurgulanan bilgi işlem süreçlerinde göz önünde bulundurulmaları oldukça kritik değerde görülmektedir.

İş zekası ile ilgili bir diğer husus canlı diye belirttiğimiz ve hali hazırda iş zekası ile kurgulanan işletme analitiğini beslemenin yanında sağlık kurumlarını faaliyetlerini yürüttüğü sistemler için dikkat edilecek bir diğer hususu işletme analitiğinin kurumun canlı veri tabanlarını yormamasının sağlanmasıdır. Bu durumun engellenmesi için var veri tabanlarının yedeğinin alınarak veya ihtiyaca uygun modellenerek var olan canlı diye belirttiğimiz veri tabanının yedeklenmesidir. Bu sayede canlı veri tabanı üzerinde oluşacak analitik hesaplamalarının, iş zekası ile oluşturulacak rapor ve analizlerin sistemi aşırı yorması engel olunabilecektir. Bu sayede canlı sistemlerin aktif bir şekilde yönetilmesi sağlanabilecek, canlı ve günlük hayatta koşan sistemlerin yorulmadan veya faaliyetlerinin aksamadan sürdürülmesi sağlanabilir.

4. SONUÇ ve ÖNERİLER

Çalışmamızda iş zekası ve yapay zeka konusunda sağlık sektörü merkeze alınarak kapsamlı bir değerlendirme ortaya konulmaktadır. Çalışmamızın sağlık bilimleri alanındaki pek çok sağlık profesyoneli ve araştırmacı için oldukça faydalı bilgiler sunduğu ifade edilebilir. Bunun yanında, ön lisans, lisans, yüksek lisans ve doktora olmak üzere tıp, hemşirelik, fizik tedavi, beslenme diyetisyenlik olmak üzere tüm sağlık profesyonelleri için mutlak bir şekilde veri analizi, makine öğrenmesi, sağlık sektöründe yapay zeka uygulamaları gibi derslerin müfredatlarına eklenmesi önerilmektedir. İlgili programların mutlak düzeyde uygulamalı olması, sağlık alanına özel ve bu alandaki problemlere odaklanılarak çözüm geliştiren uygulamalar olmasına önem verilmelidir. Bu sayede alan uzmanlarının gelişen teknolojileri meslek hayatlarına geçtiklerinde daha hızlı bir şekilde profesyonel hayatlarına uygulayabilecekleri, bu yönde daha kolay karar verebilecekleri, bu teknolojilerden faydalanarak iş süreçlerini kolaylaştırabilecekleri ön görülmektedir.

Yapay zeka tabanlı teknolojilerin en erken çevirisini görecek alanların, otomatik analiz veya tanısal tahmine uygun güçlü bir görüntü tabanlı veya görsel bileşene sahip alanlar olacağı öngörülmektedir. Bunlara örnek olarak radyoloji, patoloji, oftalmoloji ve dermatoloji örnek verilebilir. Oftalmoloji, otonom bir tarama aracı için ilk onayını almıştır. Tıbbi uygulamalar için yeni yapay zeka algoritmaları geliştirmek ve mevcut olanları iyileştirmek için devam eden araştırmalara ihtiyaç duyulacaktır. Özellikle, algoritmaları geliştiren programcıların hedeflerinin hasta bakımı sağlayan klinisyenlerin hedefleriyle örtüşmesini sağlamak için disiplinler arası işbirlikleri çok önemli olacaktır. Hekimler ve sağlık hizmeti sağlayıcıları, veri bilimcileri, bilgisayar bilimcileri ve mühendisler arasında iletişim ve iş birliğinin

mümkün olduğu çapraz eğitimli bir iş gücünün geliştirilmesi çok önemli olacaktır (He vd., 2019). Dolayısı ile ilgili alanda her geçen gün sağlık enformatiği, tıp bilişimi alanlarının güçlendiği görülecektir. Tıp alanı günümüzde artık sadece sağlık profesyonellerine bırakılamayacak kadar karmaşık ve pek çok disiplin ile angaje bir yapıya bürünmüştür. Dolayısı ile yukarıda da ifade edildiği gibi yapay zekası, veri yönetimi ve veri analitiği, robotik, otonom sitemler gibi pek çok farklı alan he geçen gün sağlık alanında kendine daha fazla yer edinecektir. Dolayısı ile Türkiye'deki araştırmacıların sağlık bilimlerini veya sağlık sektörünü hastalara hastalandıklarında hizmet verilen bir alan olarak görmemeleri gerekmektedir. Gelişen yazılım teknolojileri ve bilgi teknolojileri ile pek çok geliştirilecek sistemler ile ülke ekonomisine katkı sunulabilir. Damar (2022) ve Damar ve Ozdagoglu (2021) belirtiği gibi güçlü iç pazar yaklaşımı ile sağlık elektroniği ve sağlık teknolojilerinin gelişmesine çok daha fazla katkı sunulabilir. Özellikle araştırmacıların belirttiği gibi Türkiye'deki güçlü savunma sanayisinin sağlık sektörü konusunda geliştireceği büyüme ve pazara giriş stratejileri ile ilgili pazarda söz sahibi olabilir. Elbette bu noktada kamu hastanelerinde ve kamu kaynağı ile faaliyet gösteren diğer kurumlarda yerli sağlık ürünlerini kullanımına dönük politikaların geliştirilmesi de önerilebilecek diğer hususlardır.

Kural koyucuların ve sağlık politikalarını yönetenlerin sağlığı sadece hastaların hastalandığında hastaneye gittikleri ve bu noktada doktor vizitesi ile süreçleri götürdüğü bir yaklaşımdan çıkarmaları gerektiği günümüz gerçekliğinde ortadadır. Sağlık bakanlığı ve Teknoloji ve Sanayi Bakanlıklarının artık çok daha entegre ve angaje bir arada çalışması gerektiği de ayrıca belirtmekte fayda görülmektedir. İlaç sektöründen, robotik hasta bakım sürelerine, klinik karar destek bilgi sistemlerinden görüntü işleme yaklaşımlarına kadar pek çok noktada potansiyel teknolojilerin farkında olarak, patent alınması, ürün geliştirilmesi, ilgili sektörlerde daha fazla girişimin gerçekleştirilmesi gerektiği de gözden kaçırılmamalıdır. Bunun yanında özellikle ilgili alalarda yurtdışı doktora, doktora sonrası araştırmacıların TÜBİTAK, Sağlık veya Sanayi Bakanlığı gibi kurumlarca desteklenerek sağlık profesyonellerimizin yurtdışı gelişmeleri bizzat orada öğrenmeleri, oralarda güçlü ağların içine angaje olmaları ve döndüklerinde de bu angajmanlarının sürdürülmesinin de Türkiye'deki güçlü sağlık teknolojisi konusundaki gelişmeleri aktarmak ve anlatma konusunda oldukça faydalı olacağına inanılmaktadır.

TEŞEKKÜR

Muhammet Damar, TÜBİTAK 2219 Uluslararası Doktora Sonrası Araştırma Burs Programı kapsamında Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) tarafından desteklenmiştir. Toronto Üniversitesi'ndeki Upstream Lab, MAP, Li Ka Shing Knowledge Institute'a mükemmel misafirperverliği için teşekkür ederiz.

KAYNAKÇA

Ahmad, M. B., Ayagi, S. H., & Musa, U. F. (2023). Using artificial intelligence (AI) technology in the health sector has several goals. Global Journal of Research in Engineering & Computer Sciences, 3(5),31-35.

Ahneman, D. T., Estrada, J. G., Lin, S., Dreher, S. D., & Doyle, A. G. (2018). Predicting reaction performance in C–N cross-coupling using machine learning. Science, 360(6385), 186-190.

Ain, N., Vaia, G., DeLone, W. H., & Waheed, M. (2019). Two decades of research on business intelligence system adoption, utilization and success–A systematic literature review. Decision Support Systems, 125, 113113.

Alkhwaldi, A. F. (2024). Understanding the acceptance of business intelligence from healthcare professionals' perspective: An empirical study of healthcare organizations. International Journal of Organizational Analysis, 32(9), 2135-2163.

Alkronz, E. S., Moghayer, K. A., Meimeh, M., Gazzaz, M., Abu-Nasser, B. S., & Abu-Naser, S. S. (2019). Prediction of whether mushroom is edible or poisonous using back-propagation neural network. International Journal of Academic and Applied Research (IJAAR) 3(2): 1-8.

Almadhoun, H. R., & Abu-Naser, S. S. (2018). Banana knowledge based system diagnosis and treatment. International Journal of Academic Pedagogical Research (IJAPR), 2(7), 1-11.

Alowais, S. A., Alghamdi, S. S., Alsuhebany, N., Alqahtani, T., Alshaya, A. I., Almohareb, S. N., ... & Albekairy, A. M. (2023). Revolutionizing healthcare: the role of artificial intelligence in clinical practice. BMC medical education, 23(1), 689.

Alzamily, J. Y., Bakeer, H., Almadhoun, H., Abunasser, B. S., & Abu-Naser, S. S. (2024). Artificial Intelligence in Healthcare: Transforming Patient Care and Medical Practices. International Journal of Academic Engineering Research (IJAER) 8 (8):1-9.

Annapurani, K., Poovammal, E., Ruvinga, C., & Venkat, I. (2021). Healthcare Data Analytics Using Business Intelligence Tool. In Machine Learning and Analytics in Healthcare Systems (pp. 191-212). CRC Press.

Ashrafi, N., Kelleher, L., & Kuilboer, J. P. (2014). The impact of business intelligence on healthcare delivery in the USA. Interdisciplinary Journal of Information, Knowledge, and Management, 9, 117.

Ayvaz, E. (2017). Stratejik maliyet yönetimi ve iş zekâsı. AJIT-e: Academic Journal of Information Technology, 8(28), 7-20.

Azzi, S., Gagnon, S., Ramirez, A., & Richards, G. (2020). Healthcare applications of artificial intelligence and analytics: a review and proposed framework. Applied Sciences, 10(18), 6553.

Bajwa, J., Munir, U., Nori, A., & Williams, B. (2021). Artificial intelligence in healthcare: transforming the practice of medicine. Future healthcare journal, 8(2), e188-e194.

Boddu, R. S. K., Ahamad, S., Kumar, K. P., Ramalingam, M., Pallathadka, L. K., & Tupas, F. P. (2022). Analysis of robotics, artificial intelligence and machine learning in the field of healthcare sector. Materials Today: Proceedings, 56, 2323-2327.

Byrnes, J. P. (2002). The development of decision-making. Journal of adolescent health, 31(6), 208-215.

Celik, B., Damar, M., Bilik, O., Ozdagoglu, G., Ozdagoglu, A., & Damar, H. T. (2023). Scientometric analysis of nursing research on hip fracture: trends, topics, and profiles. Acta Paulista de Enfermagem, 36, eAPE026132.

Chauhan, M., & Degan, K.S. (2024). The Intervention of Artificial Intelligence in the Healthcare Sector: Trends and Challenges. In: Singh, P.K., Trovati, M., Murtagh, F., Atiquzzaman, M., Farid, M. (eds) Data Science and Artificial Intelligence for Digital Healthcare. Signals and Communication Technology. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-56818-3_16

Chen, M., & Decary, M. (2020). Artificial intelligence in healthcare: An essential guide for health leaders. Healthcare management forum, 33(1), 10-18.

Chen, Y., Yang, O., Sampat, C., Bhalode, P., Ramachandran, R., & Ierapetritou, M. (2020). Digital twins in pharmaceutical and biopharmaceutical manufacturing: a literature review. Processes, 8(9), 1088.

Churi, P., Pawar, A. V., & Abdulmuhsin, A. A. (2021). Perception of privacy issues and awareness in health-care knowledge management systems: empirical study in Indian health-care context. International Journal of Organizational Analysis, 30(5), 1100-1119.

Cohen, I. G., & Mello, M. M. (2018). HIPAA and protecting health information in the 21st century. Jama, 320(3), 231-232.

Damar, M, Özdağoğlu, G., & Saso, L. (2022). Designing a business intelligence-based monitoring platform for evaluating research collaborations within university networks: the case of UNICA - the Network of Universities from the Capitals of Europe. Information Research, 27(4), paper 945.

Damar, M. (2021). Endüstri 4.0 Çağında Yükseköğretim Kurulumları İçin Tedarik Zinciri Yönetiminde Bir İş Zekâsı Karar Destek Sistemi Uygulaması. İzmir Sosyal Bilimler Dergisi, 3(2), 144-158.

Damar, M. (2022). Yazılım sektörünün iki lider ülkesi Hindistan ve İrlanda, gelişmekte olan ülkeler için öneriler. Ege Eğitim Teknolojileri Dergisi, 6(1), 29-52.

Damar, M. (2022a). How do Iranian and Turkish Researchers Collaborate? Business Intelligence based Decision Support Tool for Monitoring the Scientific Collaborations. Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler FakültesiDergisi (Online), 24(2), 684-707.

Damar, M. (2022b). Student mobility management system and business intelligence solution for higher education institutions. Üniversite Araştırmaları Dergisi, 5(3), 263-275.

Damar, M., & Karaman, D. (2021). Açık Veri ve İş Zekâsı Teknolojisi: İstanbul Büyükşehir Belediyesi Dava Verileri Üzerine Bir Değerlendirme. Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Uygulamalı Bilimler Dergisi, 5(2), 206-228.

Damar, M., & Ozdagoglu, G. (2021). Yazılım Sektörü ve Uluslararasılaşma, Politika Önerileri. Editör Ömer Aydın, Çağdaş Cegiz, Teknoloji ve Uluslararası İlişkiler. Ankara: Nobel Kitap Evi.

Damar, M., Özdağoğlu, G., & Aydın, Ö. (2023). Yükseköğretimde Kurumlarının Bilimsel Yayın ve Yayıncılık Faaliyetlerinin Ulusal Ölçekte Değerlendirilmesi: TR Dizin Üzerinden Bir İş Zekası Uygulaması. Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Uygulamalı Bilimler Dergisi, 7(2), 196-230.

Damar, M., Özdağoğlu, G., & Özdağoğlu, A. (2018). İş zekasını ve ilgili teknolojileri konu alan araştırmalara küresel ölçekte bilimetrik bakış. Bilgi Ekonomisi ve Yönetimi Dergisi, 13(2), 197-217.

Damar, M., Özen, A., Çakmak, Ü. E., Özoğuz, E., & Erenay, F. S. (2024). Super AI, Generative AI, Narrow AI and Chatbots: An Assessment of Artificial Intelligence Technologies for The Public Sector and Public Administration. Journal of AI, 8(1), 83-106.

Dave, M., & Patel, N. (2023). Artificial intelligence in healthcare and education. British dental journal, 234(10), 761-764.

Elbanna, S. (2006). Strategic decision-making: Process perspectives. international Journal of Management reviews, 8(1), 1-20.

Eren, A. & Kaya, M. D. (2019). İş Zekâsı Sistemlerinde Karar Verme Başarısının İncelenmesi. Business & Management Studies: An International Journal, 7(5), 2148-2176.

Esteva, A., Robicquet, A., Ramsundar, B., Kuleshov, V., DePristo, M., Chou, K., ... & Dean, J. (2019). A guide to deep learning in healthcare. Nature medicine, 25(1), 24-29.

Fuchs, M., Abadzhiev, A., Svensson, B., Höpken, W., & Lexhagen, M. (2013). A knowledge destination framework for tourism sustainability: A business intelligence application from Sweden. Tourism: An International Interdisciplinary Journal, 61(2), 121-148.

Gerke, S., Minssen, T., &Cohen, G. (2020). Ethical and legal challenges of artificial intelligence-driven healthcare. Artif Intell Healthcare. (2020) 295–336.

Goodfellow, I., Bengio, Y., Courville, A. and Bengio, Y. (2016), Deep Learning, Cambridge: MIT press.

Gorry, G. A., & Scott Morton, M. S. (1971). A framework for management information systems. Sloan Management Review, 13(1),55-70.

Gökşen, Y., Damar, M., & Doğan, O. (2016). Building Management Information Systems To coordinate The University Business Processes Aproposed Model for Dokuz Eylül Unıversity. Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 30(2), 361-374.

He, J., Baxter, S. L., Xu, J., Xu, J., Zhou, X., & Zhang, K. (2019). The practical implementation of artificial intelligence technologies in medicine. Nature medicine, 25(1), 30-36.

Hedgebeth, D. (2007). Data-driven decision making for the enterprise: an overview of business intelligence applications. Vine, 37(4), 414-420.

Jinpon, P., Jaroensutasinee, M., & Jaroensutasinee, K. (2011). Business Intelligence And Its Applications In The Public Healthcare System. Walailak Journal Of Science And Technology (Wjst), 8(2), 97-110.

Johnson, K. B., Wei, W. Q., Weeraratne, D., Frisse, M. E., Misulis, K., Rhee, K., ... & Snowdon, J. L. (2021). Precision medicine, AI, and the future of personalized health care. Clinical and translational science, 14(1), 86-93.

Ka, K., & Khokhlov, A. L. (2024). Ethical Issues In Implementing Artificial Intelligence In Healthcare. МЕДИЦИНСКАЯ ЭТИКА, 11.

Kagiyama, N., Shrestha, S., Farjo, P. D., & Sengupta, P. P. (2019). Artificial intelligence: practical primer for clinical research in cardiovascular disease. Journal of the American Heart Association, 8(17), e012788.

Kassania, S. H., Kassanib, P. H., Wesolowskic, M. J., Schneidera, K. A., & Detersa, R. (2021). Automatic detection of coronavirus disease (COVID-19) in X-ray and CT images: a machine learning based approach. Biocybernetics and Biomedical Engineering, 41(3), 867-879.

Kolachalama, V. B. (2022). Machine learning and pre-medical education. Artificial intelligence in medicine, 129, 102313.

Kulkov, I. (2023). Next-generation business models for artificial intelligence start-ups in the healthcare industry. International Journal of Entrepreneurial Behavior & Research, 29(4), 860-885.

Kumar, P., Chauhan, S., & Awasthi, L. K. (2023). Artificial intelligence in healthcare: review, ethics, trust challenges & future research directions. Engineering Applications of Artificial Intelligence, 120, 105894.

Lu, M., Yin, J., Zhu, Q., Lin, G., Mou, M., Liu, F., ... & Zhu, F. (2023). Artificial intelligence in pharmaceutical sciences. Engineering, 27, 37-69.

Mak, K. K., & Pichika, M. R. (2019). Artificial intelligence in drug development: present status and future prospects. Drug discovery today, 24(3), 773-780.

Manikiran, S. S., & Prasanthi, N. L. (2019). Artificial intelligence: milestones and role in pharma and healthcare sector. Pharma times, 51, 9-56.

Masters, K. (2019). Artificial intelligence in medical education. Medical Teacher, 41(9), 976-980.

Means, B., Salas, E., Crandall, B., & Jacobs, T. O. (1993). Training decision makers for the real world. Edited by Gary A. Klein, Judith Orasanu, Roberta Calderwood, Caroline E. Zsambok. Decision making in action: Models and methods. NewJersey: Ablex Publishing Corporation.

Meskó, B., & Topol, E. J. (2023). The imperative for regulatory oversight of large language models (or generative AI) in healthcare. NPJ digital medicine, 6(1), 120.

Mettler, T., & Vimarlund, V. (2009). Understanding business intelligence in the context of healthcare. Health informatics journal, 15(3), 254-264.

Miah, S. J. (2018). A demand-driven cloud-based business intelligence for healthcare decision making. In Health Care Delivery and Clinical Science: Concepts, Methodologies, Tools, and Applications (pp. 964-979). IGI Global.

Miller, D. D., & Brown, E. W. (2018). Artificial intelligence in medical practice: the question to the answer?. The American journal of medicine, 131(2), 129-133.

Naik, N., Hameed, B. Z., Shetty, D. K., Swain, D., Shah, M., Paul, R., ... & Somani, B. K. (2022). Legal and ethical consideration in artificial intelligence in healthcare: who takes responsibility?. Frontiers in surgery, 9, 862322.

Nallamothu, P. T., & Cuthrell, K. M. (2023). Artificial Intelligence in Health Sector: Current Status and Future Perspectives. Asian Journal of Research in Computer Science, 15(4), 1-14.

Nicolas, R. (2004). Knowledge management impacts on decision making process. Journal of knowledge management, 8(1), 20-31.

Nutt, P. C. (2008). Investigating the success of decision making processes. Journal of management studies, 45(2), 425-455.

Olszak, C. M., & Batko, K. (2012). Business Intelligence Systems. New Chances And Possibilities For Healthcare Organizations. Business Informatics/Informatyka Ekonomiczna, 3(25), 123-138.

Olszak, C. M., & Ziemba, E. (2007). Approach to building and implementing business intelligence systems. Interdisciplinary Journal of Information, Knowledge, and Management, 2(1), 135-148.

Palaniappan, K., Lin, E. Y. T., & Vogel, S. (2024). Global regulatory frameworks for the use of artificial intelligence (AI) in the healthcare services sector. Healthcare, 12(5), 562.

Pinto dos Santos, D., Giese, D., Brodehl, S., Chon, S. H., Staab, W., Kleinert, R., ... & Baeßler, B. (2019). Medical students' attitude towards artificial intelligence: a multicentre survey. European radiology, 29, 1640-1646.

Racine, E., Boehlen, W., & Sample, M. (2019). Healthcare uses of artificial intelligence: Challenges and opportunities for growth. Healthcare management forum, 32(5), 272-275.

Ramalingam, S., Subramanian, M., Reddy, A. S., Tarakaramu, N., Khan, M. I., Abdullaev, S., & Dhahbi, S. (2024). Exploring business intelligence applications in the healthcare industry: A comprehensive analysis. Egyptian Informatics Journal, 25, 100438.

Redrup Hill, E., Mitchell, C., Brigden, T., & Hall, A. (2023). Ethical and legal considerations influencing human involvement in the implementation of artificial intelligence in a clinical pathway: A multi-stakeholder perspective. Frontiers in digital health, 5, 1139210.

Rodrigues, R. (2020). Legal and human rights issues of AI: Gaps, challenges and vulnerabilities. Journal of Responsible Technology, 4, 100005.

Rosemann, A., & Zhang, X. (2022). Exploring the social, ethical, legal, and responsibility dimensions of artificial intelligence for health-a new column in Intelligent Medicine. Intelligent Medicine, 2(02), 103-109.

Safwan, E. R., Meredith, R., & Burstein, F. (2016). Business Intelligence (BI) system evolution: a case in a healthcare institution. Journal of Decision Systems, 25(sup1), 463-475.

Sapci, A. H., & Sapci, H. A. (2020). Artificial intelligence education and tools for medical and health informatics students: systematic review. JMIR Medical Education, 6(1), e19285.

Sharda, R., Delen, D., & Turban, E. (2014). Business intelligence and analytics: systems for decision support. Pearson.

Tableau (2023), "Business intelligence: a complete overview", available at: https://www.tableau.com/business-intelligence/what-is-business-intelligence#:%E2%88%BC:text=Further%20learning-,What%20is%20business%20intelligence%3F,make%20more%20data%2Ddriven%20decisions

Thomasian, N. M., Eickhoff, C., & Adashi, E. Y. (2021). Advancing health equity with artificial intelligence. Journal of public health policy, 42(4), 602.

Topol, E. J. (2019). High-performance medicine: the convergence of human and artificial intelligence. Nature medicine, 25(1), 44-56.

Turing, A.M. Computing machinery and intelligence. In Parsing the Turing Test; Springer: Berlin/Heidelberg, Germany, 2009; pp. 23–65.

Wang, J., & Li, J. (2024). Artificial intelligence empowering public health education: prospects and challenges. Frontiers in Public Health, 12, 1389026.

Williams, S., & Williams, N. (2003). The business value of business intelligence. Business Intelligence Journal, 8, 30-39.

Yates, J. F. (2003). Decision management: How to assure better decisions in your company. San Francisco: John Wiley & Sons.

Yuan, B., & Li, J. (2019). The policy effect of the General Data Protection Regulation (GDPR) on the digital public health sector in the European Union: an empirical investigation. International journal of environmental research and public health, 16(6), 1070.

Zandi, D., Reis, A., Vayena, E., & Goodman, K. (2019). New ethical challenges of digital technologies, machine learning and artificial intelligence in public health: a call for papers. Bulletin of the World Health Organization, 97(1), 2-2.

© 2019 & 2024 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY NC) license. (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

EXTENDED ABSTRACT

Current technological advancements, innovations, and the rapid developments in artificial intelligence provide tremendous opportunities for information and communication technologies to simulate human cognitive activities. This situation deeply influences the healthcare sector, the methods of delivering healthcare services, and developments in many areas related to health sciences. In their study, Boddu et al. (2022) emphasized that machine learning, artificial intelligence, and automation processes have created rapid changes in the pharmaceutical industry and noted that the use of different analytical techniques has helped reduce global mortality rates, and the use of artificial intelligence tools has aided in identifying critical diseases. As seen, integrating artificial intelligence into healthcare has excellent potential to improve disease diagnosis, treatment selection, and clinical laboratory tests. Our study is a review-type research. Artificial intelligence is a powerful and groundbreaking field of computer science with the potential to fundamentally change medical practices and the delivery of healthcare services (Bajwa et al., 2021). Artificial intelligence/machine learning developments present significant potential to improve healthcare services (Nallamothu & Cuthrell, 2023). The potential use of artificial intelligence and business intelligence in the healthcare sector looks promising in the future.

Conceptually, the Decision-Making Process

Decision-making is not only one of the most common types of problems encountered in our daily and professional lives, but it also represents the fundamental processes in solving more complex and poorly structured problems. Decision-making is a critical component in more complex problems such as diagnosis, negotiation, design, situational assessment, and command and control (Means et al., 1993). Essentially, decision-making involves selecting one or more beneficial or satisfactory options from a broader set of alternatives.

Conceptually, Machine Learning and Deep Learning

Typically, machine learning refers to a system that identifies data patterns from input and trains a prediction model, then uses such a model to make useful predictions from new, previously unseen data. Machine learning is widely used in other artificial intelligence technologies such as natural language processing, speech technology, and robotics (Chen & Decary, 2020). Machine learning refers to basic algorithms applied using numerous similarly structured tasks to identify patterns. Deep learning, on the other hand, is a set of approaches used in machine learning that employs feature/representation learning techniques without specific algorithms for particular tasks (Goodfellow et al., 2016).

Conceptually, Artificial Intelligence

Artificial intelligence, through data-driven analysis, attempts to reflect human cognition, and it may also reflect the biases present in our collective conscience (Thomasian et al., 2021). Artificial intelligence minimizes human errors while providing enhanced accuracy, reduced costs, and time savings (Alowais et al., 2023). Artificial intelligence typically refers to computational models that automate tasks performed by humans, and this umbrella term includes machine learning algorithms (Esteva et al., 2019).

Conceptually, Business Intelligence Technology

Business intelligence systems can be expressed as a significant part of the portfolios of many organizations within information and communication technologies. Although the evolutionary nature of other decision support technologies has been stated, there is limited research examining the evolutionary nature of business intelligence systems (Safwan et al., 2016). This is particularly evident when the Turkish literature is reviewed. The standard of a business intelligence system integrates data from an organization's internal information systems and combines it with data from specific environments, such as statistics, financial and investment portals, and various databases. These systems are designed to provide adequate and reliable up-to-date information about different aspects of organizational activities (Olszak & Ziemba, 2007). This is part of the decision-making process.

The Difference Between Artificial Intelligence and Traditional Statistics

Statistics has been the standard method for medical research to demonstrate the benefits of new treatments, predict prognoses, identify risk factors, and reveal disease mechanisms. Interestingly, there are significant overlaps in techniques and methodologies between traditional statistics and artificial intelligence. The fundamental difference can be traced to their philosophies. Statistics is a science that predicts and explains data, while artificial intelligence or machine learning aims to derive practical predictions from available data. Statistical analysis typically provides quantitative results, such as

probability, confidence intervals, test results (p-value), or the accuracy of a particular model. In contrast, artificial intelligence generally produces more practical results, such as predictions, classifications, recommendations, or forecasts.

The Importance of Decision Support Tools within the Healthcare System

AI-powered decision support systems assist healthcare providers by offering real-time suggestions to aid diagnostic and treatment decisions. In emergency departments, faster clinical data interpretation is crucial for classifying the severity of the condition and the need for urgent intervention. The risk of misdiagnosing patients is one of the most critical issues affecting medical practitioners and healthcare systems (Alowais et al., 2023). On the other hand, many services in the healthcare sector are provided simultaneously. In such cases, healthcare managers may need to analyze data and make decisions through a single information system or multiple information systems, depending on the situation. Here, business intelligence technology emerges as a vital strategic tool for healthcare sector managers. Healthcare institution managers need effective communication and interaction with various data sources between doctors, patients, and administration in decision-making processes, and business intelligence can assist as a decision support tool.

Applications of Artificial Intelligence, Machine Learning, Deep Learning, and Business Intelligence in the Healthcare System

Artificial intelligence is rapidly becoming the cornerstone of modern healthcare services by offering unprecedented capabilities in diagnosis, treatment planning, patient care, and healthcare management (Alzamily et al., 2024). Healthcare services are rapidly expanding to include remote and mobile delivery modes, making it timely and crucial to integrate artificial intelligence technologies to assist in diagnosis, treatment, and prevention. AI is primarily used to assist and automate existing healthcare services, particularly in diagnostic and pharmaceutical fields (Palaniappan et al., 2024). Another example of AI's effective use in preventive care includes healthcare services that incorporate AI for personalized nutrition aimed at managing chronic diseases long before they emerge. Additionally, patients, particularly those with chronic conditions such as diabetes, hypertension, and mental health issues, may be able to manage their medical conditions, especially chronic illnesses, with the assistance of AI (Palaniappan et al., 2024). As seen, many applications, supported by artificial intelligence, are finding their place within the healthcare sector. Furthermore, business intelligence is recognized as a popular tool in business management and decision support systems. Business intelligence helps transform raw data into intelligent information. There are various business intelligence tools such as extraction, transformation, and loading, data warehousing, online analytical processing (OLAP), and dashboards. Business intelligence tools are typically used in public health sectors for financial and administrative purposes (Jinpon et al., 2011).

Applications of Artificial Intelligence, Machine Learning, Deep Learning, and Business Intelligence in Clinical Processes

AI is primarily used in diagnostics to read images and support clinicians in the decision-making process (Palaniappan et al., 2024). Artificial intelligence is rapidly developing in healthcare due to its potential to unlock the power of big data, support evidence-based clinical decision-making, and gain insights for value-based care (Chen & Decary, 2020). Developing intelligent decision support systems for medical fields to improve clinical activities is not a new area of research. In recent decades, many studies have identified different challenges in developing intelligent solutions for various purposes (Miah, 2018). Additionally, AI in the healthcare sector has become a transformative force that offers exciting opportunities to improve clinical conditions and patient care (Chauhan & Degan, 2024). AI also has the potential to assist medical professionals in diagnosing and treating patients (Dave & Patel, 2023). Moreover, business intelligence stands out as another key technology, especially for managing administrative processes. It can act as part of business analytics and can be used to detect healthcare fraud, including false billing and prescription drug abuse (Ramalingam et al., 2024). Business intelligence can also be used, especially for middle and upper-level managers, to coordinate data across different systems and activate decision-making processes. With data-centered management, institution managers can lead healthcare organizations more effectively.

Applications of Artificial Intelligence, Machine Learning, Deep Learning, and Business Intelligence in Pharmaceutical Processes

Technological innovations or the implementation of artificial intelligence, machine learning, and automation processes have led to significant changes in the pharmaceutical sector (Boddu et al., 2022). Artificial intelligence technology is useful for healthcare support and pharmaceutical assistance. An initiative named Molly, which features a pleasant voice and a friendly face, aims to help people monitor their conditions and treatments. It supports patients with chronic conditions (Manikiran & Prasanthi, 2019). In drug research, AI is used for drug discovery and the prediction of chemical

and pharmaceutical properties (Lu et al., 2017). For example, the drug synthesis process within the research and development cycle can be shortened by using machine learning models to automate chemical experiments (Ahneman et al., 2018). As seen, the pharmaceutical sector is one of the areas in the healthcare industry where artificial intelligence and machine learning are extensively applied. AI-based solutions can be developed to address many problems in the pharmaceutical industry.

Applications of Artificial Intelligence, Machine Learning, Deep Learning, and Business Intelligence in Medical Education and Research Processes

The integration of artificial intelligence into dental education has shown promising results in enhancing the learning experience and improving patient care. Dental students can benefit from virtual simulations, allowing them to perform complex procedures such as fillings and root canals without putting real patients at risk (Dave & Patel, 2023). AI technologies can personalize learning experiences, process large amounts of data to access the latest learning resources, and provide interactive training through simulations (Masters, 2019). AI algorithms can analyze student data to provide personalized learning experiences, assist in grading assignments, and create intelligent tutoring systems (Dave & Patel, 2023). In addition to this, business intelligence technology emerges as another key concept for organizing research data and analyzing the scientific productivity of institutions, as well as managing educational processes. Through this technology, the scientific publication and publishing activities of higher education institutions can be assessed on a national scale (Damar et al., 2023), research collaborations between countries can be evaluated (Damar et al., 2022), scientific collaboration between two different countries can be examined (Damar, 2022a), university business processes can be coordinated (Gökşen et al., 2016), and it can be used as a data analysis and visualization tool in scientific research (Celik et al., 2023).

Ethical and Legal Discussions Regarding Artificial Intelligence, Machine Learning, Deep Learning, and Business Intelligence Technologies in the Healthcare Sector

Ka & Khokhlov (2024) stated that the integration of AI into healthcare offers unprecedented opportunities to improve patient care and outcomes. Redrup et al. (2023) highlighted, as an example, automation bias, where AI trained on data that does not represent minority ethnic groups can lead to discrimination and inequality. Rosemann and Zhang (2022) identified various challenges arising from the integration of AI and big data analytics into medical and healthcare settings. Additionally, as business intelligence involves aggregating data from many different systems, it is important to consider the interaction with various legal regulations and legislation related to data protection, privacy, and intellectual property rights.

Discussions on the Sustainability of Business Intelligence and Artificial Intelligence

While artificial intelligence has the potential to revolutionize clinical applications, there are challenges that must be addressed before it can reach its full potential. Among these challenges is the lack of high-quality medical data, which can lead to incorrect results. Data privacy, usability, and security are also potential limitations to the implementation of AI in clinical practice (Alowais et al., 2021). Healthcare organizations need to overcome several challenges to ensure the success of AI (Chen & Decary, 2020). Furthermore, business intelligence technologies generally feed on data from various systems to meet management needs. Therefore, especially when working with large datasets or big data, it is critical to ensure that the interactions within systems are thoroughly reviewed and adjustments within subsystems are made accordingly.

Conclusion and Recommendations

This study provides a comprehensive evaluation of business intelligence and artificial intelligence, with a focus on the healthcare sector. The medical field has become too complex and interrelated with multiple disciplines to be left solely to healthcare professionals. Therefore, as mentioned earlier, fields such as artificial intelligence, data management and analytics, robotics, and autonomous systems will continue to gain prominence in the healthcare sector.