



Ortopedi ve travmatolojide yapay zekâ: Gelecekte bizi neler bekliyor?

Artificial intelligence in orthopedics and traumatology: What does the future hold?

Cemil Yıldız¹, İrfan Esenkaya²

¹SBÜ Gülhane Tıp Fakültesi, Ortopedi ve Travmatoloji Ana Bilim Dalı, SBÜ TEKMER Futuracy AŞ, Ankara

²Emekli Öğretim Üyesi, Ortopedi ve Travmatoloji Uzmanı, SANTE Tıp Merkezi, İstanbul

Yapay zekâ (YZ) kaçınılmaz bir şekilde mesleki ve özel hayatımızın her alanına hızla girmektedir. Şu an için etkilerinin nasıl olacağını bilmek ve hangi alanlarda daha fazla gelişeceğini tahmin etmek oldukça zordur. Yapay zekâyı anlayabildiğimiz ve geliştirebildiğimiz ölçüde geleceğini belirleyebiliriz. Aşağıdaki derleme makalede YZ'nin günümüzdeki en önemli dönüştüreceği alanlardan birisi olan tıp ile ilgili etkileri ve uygulama alanları genel bilgiler ve örnekler ile anlatılacaktır. Ayrıca YZ uygulamalarının özellikle sağlık alanındaki beraberinde getirebileceği riskler tartışılacaktır.

Anahtar sözcükler: yapay zekâ; büyük dil modelleri; yapay süper zekâ; dijital beyin; artırılmış bireyler

Artificial intelligence (AI) is inevitably and rapidly entering every aspect of our professional and private lives. At the moment, it is very difficult to know what its effects will be and to predict in which areas it will develop further. To the extent that we can understand and develop AI, we can determine its future. In the following review article, the effects and application areas related to medicine, one of the most important areas that artificial intelligence will transform today, will be explained with general information and examples. In addition, the risks that artificial intelligence applications may bring, especially in the field of health, will be discussed.

Key words: artificial intelligence; large language models; artificial super intelligence; digital brain; augmented individuals

Teknoloji devrimi günümüzde etkisini, artan hızda devam ettirmektedir. Yapay zekâ (YZ) olumlu veya olumsuz etkiler yapma potansiyeline sahip genel amaçlı ve çok yönlü olan (*versatil*) bir teknolojidir (Şekil 1).^[1-8]

Yüzyıl önce elektrik nasıl yaşamımızdaki her yeri dönüştürdüyse günümüzde YZ her alanda kullanılarak, sanayi devriminin daha önceden hiç dokunmadığı yüksek statülü beyin gücüne bağlı işleri dahi etkilemektedir.^[4] Bu açıdan bakıldığında gelecekte bizleri nelerin beklediğini bilemediğimiz bir dönemin içinde olduğumuzu anlayabiliriz. Tersine “Hangi işler ve görevler YZ’den etkilenmeyecek?” sorusunda ise ‘gelecekte çok az alanı sayabileceğiz’ cevabı bizi beklemektedir.

Yapay zekâ birçok meslekleri ve uygulama biçimlerini değiştirmeye ve dönüştürmeye başlayarak daha önce kullanmadığımız birçok terimin günlük hayatımıza zai girmesini sağlamıştır (Tablo 1).^[9,10]

YAPAY ZEKÂNIN GETİRECEĞİ FIRSATLAR

Geleceğe iyimser olarak baktığımızda YZ yöntemleri kullanıldığında birçok alandaki görevlerimizi hatasız ve hızlı yapabilmemiz için fırsatlar bizi beklemektedir. Örnek olarak; üretken YZ modeli olan Leonardo AI yılda 700 milyon görüntüyü işleyebilmektedir (Tablo 2).^[11] Benzer açıdan baktığımızda YZ yöntemleri sayesinde kas iskelet sistemi hastalıklarının tanısında birçok görüntünün değerlendirilmesi ve sınıflandırılması doğru, hızlı ve ekonomik olarak yapılabilmektedir.^[12-20]

İletişim / Contact: Prof. Dr. Cemil Yıldız • E-posta / E-mail: cemilyildiz@icloud.com

ORCID ID: Cemil Yıldız, 0000-0001-7526-6071 • İrfan Esenkaya, 0000-0002-7321-0012

Geliş / Received: 6 Aralık 2023 • **Revizyon / Revised:** 8 Aralık 2023, 18 Aralık 2023 • **Kabul / Accepted:** 20 Aralık 2023



Şekil 1. Çok yönlü (versatil) yapay zekâ.

YAPAY ZEKÂNIN EN ÖNEMLİ ETKİ ALANI: TIP

Bir bilim alanı olarak YZ tıp alanındaki birçok işlerimizi ve hatta sağlık hizmetlerinin sunumunu temelden dönüştürme potansiyeline sahip güçlü ve yıkıcı bir etki göstermektedir.^[5] Günümüzde bu teknolojiye yön veren kuruluşlardan biri olan *Microsoft*'un baş yöneticisi (*chief executive officer*, CEO) S. Nadelle YZ'yi zamanımızın en dönüştürücü teknolojisi olarak ifade etmiş ve özellikle sağlığın başlıca uygulama alanlarından biri olduğunu belirtmiştir.^[21]

Yapay zekâyla ilgili olarak ortopedi ve travmatolojiyle ilgili klinik pratiğimizde birçok değişikliklerin olacağını artık kesin olarak tahmin edebilmekteyiz. Ancak bu değişikliklerin ilerleyen zaman içinde nasıl olacağını hangi yöne evrileceğini öngörmemiz oldukça zordur. Bizim bu andan itibaren yapmamız ve değiştirmemiz gereken konular bulunmaktadır. Örneğin önümüzdeki yıllarda çok sayıda gelişmiş YZ yöntemlerinin ve uygulamalarının gerek günlük gerek mesleki hayatımıza girmesi öngörülmektedir (Tablo 3).^[22-26]

Yapay zekâ konusunda bilgimizi arttırma ve yetenekler kazanma yönünde plan yapmadığımız takdirde birçok görevleri tamamlamada gerek hız gerek kalite bakımından daha geride kalacağımızı hatta bazılarını yapamayacağımızı öngörmekteyiz. Örneğin *OpenAI* şirketi tarafından geliştirilen ve Kasım 2022 tarihinde lansmanı yapıldıktan beş gün gibi kısa bir süre içinde 1 milyon kullanıcıya ulaşan büyük dil modellerinden (*large language model*, LLD) *chatGPT* (*general pretrained transformer*)'yi kas iskelet sistemi hastalıklarında etkin olarak kullanabilmek için komut mühendisliği (*prompt engineering*) konusunda temel eğitimi almamız gereke-

cektir. Bu YZ uygulaması tıbbi olarak hiçbir eğitime tabi tutulmadığı hâlde Amerika Birleşik Devletleri tıbbi lisans sınavı (USMLE) ve Amerikan Ortopedik Cerrahi Kurulu (ABOS) sınavı gibi üst düzey sınavlarda başarılı olmuştur.^[17,27-29] Bu ve benzeri kompleks YZ yöntemleri kısa ve orta dönemde uzmanlık alanımızda yeni iş yapma şekillerinin ve tekniklerinin gelişmesine yol açacaktır (Tablo 4). Eğer bu yönde yetenek ve kabiliyetlerimizi geliştiremezsek mesleğimizde geri kalma hatta yapamama durumu ile karşılaşabileceğimizi öngörmekteyiz. Günümüzdeki gerek tıp fakültelerinde gerek uzmanlık eğitim müfredatında YZ ile ilgili konuların bulunmaması ve bu hızlı geçiş sürecine uygun eğitim alamamamız geleceğimiz için risk oluşturmaktadır.

Büyük dil modelleri (LLM) YZ uygulamalarının daha kısa sürelerde geliştirilmesini sağlayarak önümüzdeki dönemlerde özellikle tıp alanında birçok yeni programların geliştirilmesine olanak sağlayacaktır. Ancak bu hızlı gelişmeler bazı belirsizlikleri ve güvensizlikleri de beraberinde getirmektedir. Önümüzdeki dönemlerde hekimlerin özellikle yavaş olarak gelişen ve sorumluluk sahibi olan bilgi merkezli (*data centric AI*) YZ teknolojileri takip etmeleri gerekecektir.^[30-32]

Akademik olarak ise ortopedi ve travmatolojide YZ konusunda yapılan araştırmalar ve makaleler 2010 ile 2018 yılları arasında 10 kat artmıştır.^[33] Tanı ve karar destek çalışmaları sağlık alanında YZ'nin en çok araştırma yapılan ilk iki konusu olarak dikkat çekmektedir. Ayrıca meslek yatırım fonlarının da bu konulara ilgilerinin yüksek olduğu ve gelecekte de artarak devam edeceği öngörülmektedir. Bu bizlere farklı şekilde ihtiyaç duyulacak görevler sunmaktadır (Tablo 5).

Tablo 1. Yapay zekâ ile birlikte günlük hayatımıza giren ve gelecekte sık olarak karşılaşacağımız terimler.^[9,10]

Kısaltma	Açıklama	Kısa Tanım
AI	Yapay Zekâ (<i>Artificial intelligence</i>)	Bilgisayarların ve cihazların akıllıca hareket etmesini ve insanlar gibi karar vermesini sağlayan bir teknolojidir.
ML	Makine Öğrenmesi (<i>Machine Learning</i>)	Bilgisayarların ve cihazların açıkça programlanmadan verilerden öğrenmesini sağlayan YZ'nin bir alt alanıdır. Denetimli öğrenme, denetimsiz öğrenme, yarı denetimli öğrenme ve pekiştirmeli öğrenmeyi içerir.
DL	Derin Öğrenme (<i>Deep Learning</i>)	Örüntü tanımaya yönelik temsilleri öğrenmek için yararlı bilgileri doğrudan ham verilerden çıkararak makine öğreniminin bir alt alanıdır. İçerdiği insan beyni benzeri sinir ağlarının soyut katmanlarını yansıtmak için genellikle kara kutu yaklaşımı olarak adlandırılır.
CNN ConvNet	Evrişimsel Sinir Ağları (<i>A convolutional neural network</i>)	Makine öğrenmesinin bir alt biçimi olarak doğrudan verilerden öğrenen derin öğrenme için bir ağ mimarisidir. Özellikle görüntüleri, nesnelere, sınıfları ve kategorileri tanımak ve görüntülerdeki desenleri bulmak için kullanışlıdır. Ayrıca ses, zaman serisi ve sinyal verilerini sınıflandırmak için de oldukça etkili olabilirler.
LLM	Büyük Dil Modeli (<i>Large Language Model</i>)	Yeni içeriği anlamak, özetlemek, üretmek ve tahmin etmek için derin öğrenme tekniklerini ve büyük veri setlerini kullanan metin tabanlı içerik üretmeye yardımcı olmak için özel olarak tasarlanmış bir tür üretken YZ (<i>Generative AI</i>) algoritmasıdır. Örnek; GPT4, BERT.
chatGPT	Üretken Önceden Eğitilmiş Transformatör (<i>Chat Generative Pre-Trained Transformer</i>)	İnsan gibi anında ve ilham veren yanıtların alınabildiği konuşma diyalogu oluşturmak için doğal dil işleme kullanan <i>OpenAI</i> tarafından geliştirilen bir YZ sohbet robotudur.
Prompt Engineering	Komut Mühendisliği	Büyük dil modellerinin anlayabileceği ve yorumlayabileceği komutları oluşturma mühendisliğidir.
Data Scientist	Veri Bilimci	Bir organizasyon veya kuruluştaki karar alma sürecini yönlendirmeye yardımcı olmak için veri toplamak, analiz etmek ve yorumlamaktan sorumlu bir analitik uzmandır.
IoT	Nesnelerin İnterneti (<i>Internet of Things</i>)	Nesnelerin interneti, ağa bağlı, benzersiz şekilde tanımlanabilen, veri toplama, iletişim kurma ve işleme yeteneğine sahip ve bireysel veya toplu olarak özerk kararlar almak için YZ destekli, her yerde bulunan bir nesne sistemidir.
AIoT	Nesnelerin YZ'si (<i>AI of Things</i>)	Yapay zekâ teknolojileri ile nesnelerin interneti (IoT) altyapısının birleşimidir.
BCI	Beyin-Bilgisayar Ara yüzü (<i>Brain-Computer Interface</i>)	Beyin sinyallerini alan, bunları analiz eden ve istenen eylemi gerçekleştirmek için bunları bir çıkış cihazına aktarılan komutlara dönüştüren bilgisayar tabanlı bir sistemdir.
Big Data	Büyük Veri	Kuruluşlar tarafından toplanan, bilgi için çıkarılabilen ve makine öğrenimi projelerinde, tahmine dayalı modellemede ve diğer gelişmiş analitik uygulamalarında kullanılabilen yapılandırılmış, yarı yapılandırılmış ve yapılandırılmamış verilerin bir kombinasyonudur.
Supervised Learning	Denetimli Öğrenme	Bir bilgisayar algoritmasının belirli bir çıktı için etiketlenmiş girdi verileri üzerinde eğitildiği YZ oluşturmaya yönelik bir yaklaşımdır.
Unsupervised Learning	Denetimsiz Öğrenme	Sınıflandırılmamış veya etiketlenmemiş veri kümelerindeki kalıpları belirlemek için YZ algoritmalarını kullanan bir tür makine öğrenimi (ML) tekniğidir.
AGI	Yapay Genel Zekâ (<i>Artificial General Intelligence</i>)	Genelleştirilmiş insan bilişsel yeteneklerinin yazılımda temsil edilmesidir, böylece alışılmadık bir görevle karşı karşıya kalan YZ sistemi bir çözüm bulabilir. İnsanla karşılaştırılabilecek özelliktedir.

Tablo 1. Yapay zekâ ile birlikte günlük hayatımıza giren ve gelecekte sık olarak karşılaşıcağımız terimler.^[9,10] (devamı)

Kısaltma	Açıklama	Kısa Tanım
GAI	Üretken YZ (<i>Generative AI</i>)	İnsanlar tarafından oluşturulan içeriklerden oluşan veri kümelerindeki kalıpları ve ilişkileri ML modeli ile öğrenerek, metin, resim, müzik, ses ve video gibi birçok farklı yeni içerikler oluşturmak için YZ'nin kullanılmasını ifade eder.
NAI	Dar YZ (<i>Narrow AI</i>)	Özel bir amaç için insan zekâsını taklit eden ve belki de aşan yüksek işlevli bir sistem sağlamak için YZ teknolojilerinin bir uygulamasıdır.
MAI	Çok Modlu YZ (<i>Multimodal AI</i>)	Günlük yaşam sorunlarımız hakkında daha doğru tespitler yapmak, iç görülü sonuçlar çıkarmak veya hatasız tahminlerde bulunmak için birden fazla veri türünü veya modunu birleştiren YZ'dir.
SAI	Sürdürülebilir YZ (<i>Sustainable AI</i>)	Sürdürülebilir iş uygulamalarına uygun şekilde çalışan YZ sistemlerinin kullanılmasıdır.
XAI	Açıklanabilir YZ (<i>Explainable AI</i>)	Amacını, mantığını ve karar verme sürecini ortalama bir insanın anlayabileceği şekilde açıklamak üzere programlanmış YZ'dir.
Black box AI	Kara kutu YZ	Girdileri ve işlemleri kullanıcı veya başka bir ilgili taraf tarafından görülemeyen herhangi bir YZ sistemidir.
Edge AI	Uç YZ (<i>Edge Artificial Intelligence</i>)	Merkezi veri merkezlerini (bulut) ve bulut dışında insanlara ve fiziksel nesnelere daha yakın olan cihazları (<i>edge</i>) kapsayan YZ iş akışları oluşturmaya yönelik bir paradigmadır.
OpenAI	<i>OpenAI</i>	İlk olarak YZ'yi insanlığa bir bütün olarak fayda sağlayacak şekilde geliştirmeyi ve yönlendirmeyi amaçlayarak kurulan özel bir araştırma laboratuvarıdır.
CAI	Anayasal YZ (<i>Constitutional AI</i>)	Şeffaf, kontrollü, yardımcı, zararsız ve dürüst bir YZ asistanı yapmak amacıyla YZ sistemlerinin çıktılarını bir dizi ilkeye göre şekillendirir.
Consumer AI	Tüketici YZ	Şirketlerin tüketicilere önemli faydalar sunmasına yardımcı olur; örneğin giyilebilir cihazlarla sağlık durumunun izlenmesi ve tavsiyelerde bulunulması.
Personal AI	Kişisel YZ	Üretkenliğimizi arttırmak için kendi verilerinizi, gerçeklerinizi ve görüşlerinizi kullanan bir YZ modelidir.
ASI	Yapay Süper Zekâ (<i>Artificial Super Intelligence</i>)	İnsana kıyasla daha üstün özellikte olan, insanın düşünme ve yapma kapasitesinin üstündeki görevleri yapabilen YZ dalıdır.
Singularity	Tekillik	Teknolojik büyümenin kontrolden çıktığı ve geri döndürülemez olduğu varsayımsal bir geleceği tanımlar.

Veriler ne kadar güvenilir ise YZ uygulamaları da o kadar güvenilir olmaktadır. “Kutuya çöp atarsak kutudan çöp alırız” deyişi bunun için iyi bir örnektir. İşte bu nedenle YZ tabanlı karar destek sistemlerinin daha geniş klinik protokollere katkısını belirlemek için ürün liderliğinde klinik katılım da gerekecektir. Algoritmaların kullanılabilir ve klinik iş akışlarına uygun ürünlere uyarlanması, özellikle tecrübeli klinisyenlerin ürün liderliğini gerektirecektir.

Bu kişiler, YZ'nin içgörülerinden yararlanan protokolleri tanımlayabilen ve aynı zamanda bunları güvenli ve uygun bir şekilde kullanabilen kişilerdir. Bunu yapmak için, tıbbi liderlerin algoritmalarından elde edilen çıktılarının potansiyelini ve sınırlamalarını derinlemesine anlaması gerekecektir. Bunlara ilave olarak ekonomik açıdan bakıldığında sağlık hizmetlerinde YZ'nin kalite veya erişimden ödün vermeden önümüzdeki beş yıl içinde elde edilebilecek

Tablo 2. Üretken YZ (*generative AI*) ile günlük pratiğimizde farklı alanlarda hızlı ve doğru çözümler üretilebilmektedir.^[4,7,8,20]

Sorun	Çözüm
1. Çok fazla veri ve bilgi yükü ile birlikte yetersiz zaman	Yeni gelişmeleri keşfetmek ve verilerden iç görü elde etmek
2. Yetersiz mevcudiyet	Daha hızlı karar vermek için bulguların özetlenmesi ve karar desteği
3. Yetersiz bağlam	Çözümlerin ve süreçlerin otomatikleştirilmesi
4. Yaratıcılık	Yeni metin ve resim içeriği oluşturma

Tablo 3. Gelecekte yapay zekâ (YZ)'nin birçok farklı potansiyel gelişme alanları olacaktır^[4-8,22-26]

1. Yapay zekâ sistemleri birçok farklı alanda insan zekâsını aşabilecek ve özellikle bilgiye dayalı görevlerde öne geçecektir.
2. Büyük dil modelleri (LLM) ile benzer yöntemler ve araçlar sayesinde bilgi ve tecrübe gerektiren profesyonel işler ile yarışabilir hâle gelecektir.
3. Yapay genel zekâ gelişecek ancak özel görevlerde etkin olacak YZ modelleri yakın gelecekte daha öne çıkacaktır. Büyük dil modellerinin diğer YZ'lerin yardımıyla öğrenmesi ise nihayetinde AGI'nın yükselmesine yol açabilecektir. Örneğin; *OpenAI*; *Q-star*.
4. Makine öğrenmesi, özellikle sağlık alanında birçok uygulamayla klinik pratiğimizde hastalara çok daha faydalı olmamızı sağlayacaktır.
5. Ticari olarak ulaşılabilir, şeffaf, güvenli ve net, alıştığımız yapıları değiştiren multimodal yapıdaki uygulamalar gelişecektir.
6. Denetimli öğrenme yerine kendi kendine denetimli öğrenmenin sağladığı esneklik ve daha geniş uygulanabilirlik sağlayacak ve bu sayede manuel olarak etiketlenmiş veri setlerine ihtiyaç kalmayarak fizibilite sağlanacaktır.

yıllık 200 milyar ile 400 milyar dolar arasında tasarruf fırsatı sunacağı tahmin edilmektedir.^[7] Bu hedefe ulaşmada sağlık giderlerinde büyük bir payı olan hekim ve yardımcı personel ihtiyacının azaltılması da önemli bir rol oynayabilecektir. Örnek olarak YZ ve otomatik sistemlerin kullanılmasıyla birlikte daha hassas ve az personele yapılabilecek artroplastik ameliyatlarını verebiliriz.^[2]

Artan hasta yükümüz ve medikolegal vb. sebeplerden dolayı hekimlerin elektronik tıbbi kayıtlarda gezinmek için harcadıkları zaman giderek artmaktadır. Buradaki süre azaltıldığında hekimlerin hastalara ayırdıkları süre artacak ve hekim-hasta ilişkisindeki en önemli nokta olan iletişimin daha iyi hâle gelmesi sağlanacaktır. Yapay zekâ destekli hasta takip sistemleri sayesinde hastaya özgü veriler çok düzenli ve katmanlı bir şekilde tutulabilir ve arandığında ulaşılabilir. Ayrıca gerekli yazılımlar ile

hekimin hastalarının özellikli ayrıntılarından haberdar olmasını sağlayacak uyarı sistemleri kurulabilir.^[34] Tüm süreçlerin optimize edilebildiği hasta takip platformları gelişerek gelecekte daha çok günlük pratiğimizde yer bulacaktır.^[35]

YAPAY ZEKÂNIN GETİRECEĞİ RİSKLER

Her yeni teknoloji olduğu gibi YZ uygulamalarında da hâlen birçok sorun ile karşı karşıyayız. Bazı noktalar özellikle konu sağlık olduğunda daha da önem taşımaktadır. Yapay zekâ ve özellikle derin öğrenme kullanılan uygulamalarda farklı algoritmalarla elde edilen sonuçların gelişimi izlenemez ve “kara kutu fenomeni” olarak da bilinen bir durum ortaya çıkar ve bazı çıktılar sorgulanamaz hâle gelebilir. Bu sağlık söz konusu olduğunda hekimler için endişe kaynağı ve stres oluşturabilmektedir.^[34]

Tablo 4. Günlük pratiğimizde, akademik veya klinik araştırmamızda kullanabileceğimiz kompleks ve etkin yapay zekâ (YZ) uygulamalarını gelecekte daha fazla görebileceğimiz uygulamalar

İsim	Açıklama
quillbot.com	Çeviri, özetleme, uygun atıf, yeniden cümleme gibi özellikler barındıran bir sitedir.
deepl.com	Gelişmiş özellikleri olan bir çeviri sitesidir.
scite.ai	Yapay zekâ destekli araştırma yardımı ve atıf destek hizmeti sunar.
consensus.app	Araştırma makalelerindeki iç görüleri bulmak için YZ'yi kullanan bir arama motorudur.
elicit.com	Makaleleri özetleme, veri çıkarma ve bulgularınızı sentezleme gibi zaman alan araştırma görevlerini otomatik olarak yapar.
chatpdf.com	PDF (<i>portable document format</i>) belgelerini sizin yerinize okur ve sorularınıza cevap verir.
ludwig.guru	Yapay zekâ ile fikirlerimiz için doğru kelimeleri bulmamıza ve kusursuz yazılar yaratmamıza yardımcı olur.
zotero.org	Ücretsiz çalışma kitaplığı ve atıf uygulamasıdır.
chat.openai.com	Anında yanıtlar alın, yaratıcı ilhamlar bulun, yeni bir şeyler öğrenin.
DALL-E 3	Fikirlerinizi görüntülere dönüştürmenize olanak tanır.
Claude.ai	Her ölçekteki görevlerimiz için yeni nesil YZ asistanıdır.

Tablo 5. Ortopedi ve travmatoloji kliniğinde yapay zekâ (YZ) yöntemlerinin kullanımının artması ile birlikte gelecekte daha önemli hâle gelecek yetkinlikler ve beceriler^[8]

Yetkinlik	Görev
Yapay Zekâ Mühendisi	Klinikte gerekli görevleri yerine getirmek için YZ modelleri oluşturur.
Veri Yönetimi Uzmanı	Verilerin temiz ve doğru olduğundan emin olur, veri toplama konusunda politikalar belirler. Personelin, hastaların verilerinin gizliliğini ve güvenliğini koruyarak ve hastane veya sağlık sisteminin veri yönetimi politikalarına uyarak işlerini etik bir şekilde yapmalarını sağlar.
Veri Giriş Uzmanı	Yapay zekâ modellerini klinik ve sağlık sisteminde gerekli görevleri yerine getirmek için ihtiyaç duydukları verilerle besleyen sisteme çeşitli iç ve dış kaynaklardan gelen verileri düzenler, temizler, fırçalar ve yapılandırır.
Veri Mühendisi	Klinikte gerekli görevleri yerine getirmek için gereken verilerle YZ modellerini besleyen sistemi kurar.
Baş YZ Sorumlusu	Potansiyel fırsatları keşfetme, mantıklı bir YZ stratejisi geliştirme ve bunları uygulamak için finansman, profesyoneller, teknoloji ve kurumsal kaynakları belirleme çabalarına liderlik eder.

Yeni ve gelişen karar destek ve yardım amaçlı uygulamalarda hekimle oluşabilecek karar çatışmaları ve hatta potansiyel yanlış sonuçlar diğer bir sorun olarak karşımıza çıkabilmektedir. Bunlar hekimin ve hastanın güveninin ilk başlarda sarsılmasına neden olabilir. Ayrıca sürekli YZ'ye bağlı olan bir sistem içinde bulunmak hekimlerin bu sistemlere bağlı hâle gelmesine ve sıradanlaşmasına yol açabilir. Ancak YZ'nin uygulamada mantıklı ve deneysel bir şekilde tanıtılması ve kullanılmasıyla, YZ'nin doğruluğunun ve hatasızlığının zaman içinde daha iyi olacağına inanıyoruz.^[28]

SONUÇ

Yapay zekâ kaçınılmaz bir şekilde mesleki ve özel hayatımızın her alanına girmiştir. Ancak her yeni teknoloji gibi yükümlülüklerimiz, telif hakları, iş kayıpları ve iş değişiklikleri, regülasyonlar vb. çözülmesi gereken birçok sorunları da beraberinde getirmektedir. Yapay zekânın hayatımızdaki etkilerinin nasıl olacağını ve hangi alanlarda daha fazla gelişeceğini tahmin etmek oldukça zordur. Yapay zekânın geleceğini ancak onu belirleyebilir ve sorumluluklarını üstlenebilirsek öngörebiliriz. Bunun için eğitim ve öğretim planlarımızda, araştırma ve geliştirme faaliyetlerimizde karar verici olmadan daha fazla yer bulması gerekmektedir.

KAYNAKLAR

1. Yıldız C. Yapay Zekânın Yükselişi. 32. Ulusal Ortopedi ve Travmatoloji Kongresi; 4 Kasım 2023.
2. Yıldız C, Çelebi L. Görüntüsüz robotik kol yardımcı total diz artroplastisi. TOTBİD Dergisi 2022;21:68-81. <https://doi.org/10.5578/totbid.dergisi.2022.12>
3. Yıldız C, Özsezen AM. Konvülsiyonel sinir ağlarının total kalça artroplastisinde kullanımı. TOTBİD Dergisi 2022;21:95-100. [Crossref](#)
4. Süleyman M. How the AI Revolution Will Reshape the World. Time 2023. Erişim adresi: <https://time.com/6310115/ai-revolution-reshape-the-world/>
5. Bajwa J, Munir U, Nori A, Williams B. Artificial intelligence in healthcare: Transforming the practice of medicine. Future Healthc J 2021;8:2:e188-94. [Crossref](#)
6. Vaishya R, Scarlat MM, Iyengar KP. Will technology drive orthopaedic surgery in the future? Int Orthop 2022;46:1443-5. [Crossref](#)
7. Transforming healthcare with AI: The impact on the workforce and organisations, McKinsey & Company. 2020
8. AI and the Health Care Workforce. 2019, Erişim adresi: <https://www.aha.org/>
9. Techtarget. Erişim adresi: <https://www..com/whatis/glossary/Artificial-intelligence>.
10. Mathworks. Erişim adresi: <https://www.mathworks.com>
11. LeonardoAi. Erişim adresi: <https://leonadoai.com/>
12. Yıldız C, Ersönmez H, Şahin S, Arı M, Özsezen AM, Sanal HT. Yapay Zekâ Yöntemlerinden Derin Öğrenme ile İntertrokanterik Femur Kırıklarının Tanısı. Kemik Eklem Cerrahisi Derneği Kongresi;13-16 Ekim 2021.
13. Özsezen AM, Yıldız C. Yapay zekâ ve derin öğrenme teknolojileri ile kalça eklemi radyografilerinde femoral komponentin tanınması. 30. Ulusal Ortopedi ve Travmatoloji Kongresi; 9-13 Kasım 2021.
14. Shaheen MY. AI in Healthcare: Medical and socio-economic benefits and challenges. Mohammed Yousef Shaheen. AI in Healthcare: medical and socio-economic benefits and challenges. ScienceOpen Preprints 2021. [Crossref](#)
15. Makhni EC, Makhni S, Ramkumar PN. Artificial intelligence for the orthopaedic surgeon: An overview of potential benefits, limitations, and clinical applications. J Am Acad Orthop Surg 2021;29(6):235-43. [Crossref](#)
16. Hui AT, Alvandi LM, Eleswarapu AS, Fornari ED. Artificial intelligence in modern orthopaedics: Current and future applications. JBJS Rev 2022;10(10). [Crossref](#)

17. Martin RK, Ley C, Pareek A, Groll A, Tischer T, Seil R. Artificial intelligence and machine learning: An introduction for orthopaedic surgeons. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2022;30(2):361-4. [Crossref](#)
18. Murphy MP, Brown NM. CORR synthesis: When should the orthopaedic surgeon use artificial intelligence, machine learning, and deep learning? *Clin Orthop Relat Res* 2021;479(7):1497-505. [Crossref](#)
19. Momtazmanesh S, Nowroozi A, Rezaei N. Artificial intelligence in rheumatoid arthritis: Current status and future perspectives: A state-of-the-art review. *Rheumatol Ther* 2022;9:1249-304. [Crossref](#)
20. Harris Elsa J, I-Hung Khoo, Demircan E. A survey of human gait-based artificial intelligence applications. *Frontiers in Robotics and AI* 2022;8:749274. [Crossref](#)
21. Satya Nadella announces strategic collaboration with Novartis. You Tube, 2019. Erişim adresi: www.youtube.com/watch?v=wMfsQE-D2q4
22. Amisha, Malik P, Pathania M, Rathaur VK. Overview of artificial intelligence in medicine. *J Family Med Prim Care* 2019;8(7):2328-31. [Crossref](#)
23. Mahesh B. Machine learning algorithms-a review. *Int J Sci Res* 2020;9:381-6.
24. Esteva A, Robicquet A, Ramsundar B, Kuleshov V, DePristo M, Chou K, et al. A guide to deep learning in healthcare. *Nat Med* 2019;25(1):24-9. [Crossref](#)
25. Pouyanfar S, Sadiq S, Yan Y, Tian H, Tao Y, Reyes MP, et al. A survey on deep learning: Algorithms, techniques, and applications. *ACM Comput Surv* 2018;51:92. [Crossref](#)
26. Chettri L, Bera R. A comprehensive survey on internet of things (IoT) toward 5G wireless systems. *IEEE Internet Things J* 2019;7:16-32. [Crossref](#)
27. Kung TH, Cheatham M, Medenilla A, Sillos C, De Leon L, Elepaño C, et al. Performance of ChatGPT on USMLE: Potential for AI-assisted medical education using large language models. *PLOS Digit Health* 2023;2(2):e0000198. [Crossref](#)
28. Fayed AM, Mansur NSB, de Carvalho KA, Behrens A, D'Hooghe P, de Cesar Netto C. Artificial intelligence and ChatGPT in orthopaedics and sports medicine. *J Exp Orthop* 2023;10(1):74. [Crossref](#)
29. OpenAI. Erişim adresi: <https://openai.com>
30. Fountzilias E, Tsimberidou AM, Vo HP, Kurzrock R. Clinical trial design in the era of precision medicine. *Genome Med* 2022;31;14(1):101. [Crossref](#)
31. Subbiah V. The next generation of evidence-based medicine. *Nat Med* 2023;29(1):49-58. [Crossref](#)
32. Zha D, Bhat ZP, Lai K, Yang F, Jiang Z, Zhong S, et al. Data-centric artificial intelligence: A survey. 2023. [Crossref](#)
33. Cabitza F, Locoro A, Banfi G. Machine learning in orthopedics: A literature review. *Front Bioeng Biotechnol* 2018;6:75. [Crossref](#)
34. Topol EJ. High-performance medicine: The convergence of human and artificial intelligence. *Nat Med* 2019;25:44-56. [Crossref](#)
35. Campbell K, Louie P, Levine B, Gililand J. Using patient engagement platforms in the postoperative management of patients. *Musculoskelet Med* 2020;13(4):479-84. [Crossref](#)