



Üretken Yapay Zeka: Sağlık Hizmetlerinde Kullanımı, Üstün ve Zayıf Yanları

Generative Artificial Intelligence: Its Use in Healthcare Services, Strengths and Weaknesses

  Osman Hayran

İstanbul Medipol Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Kavacık, Beykoz, İstanbul, Türkiye

ORCID ID: Osman Hayran: <https://orcid.org/0000-0002-9994-5033>

***Sorumlu Yazar / Corresponding Author:** Osman Hayran, **e-posta / e-mail:** : ohayran@gmail.com

Geliş Tarihi / Received : 01-07-2025

Kabul Tarihi / Accepted: 05-07-2025

Yayın Tarihi / Online Published: 31-08-2025

Hayran O. Üretken Yapay Zeka: Sağlıkta hizmetlerinde kullanımı, üstün ve zayıf yanları.

J Biotechnol and Strategic Health Res. 2025; 9(2):51-61

Öz

Büyük dil modelleri (LLM) ve üretken yapay zeka (GenAI) sistemleri, sağlık hizmetlerinin sunum şeklini, tıbbi araştırmaların yürütülmesini ve hastaların bilgiyle etkileşim kurma biçimlerini dönüştürmeye başlamıştır. Bu modeller, genellikle erken tanı, yeni ilaçların geliştirilmesi, hasta eğitimi ve katılımı, hastalık salgını erken uyarı sistemleri, bireyselleştirilmiş tıp, genom madenciliği gibi alanlarda kullanılmakta ve pek çok alan için gelecek vaat etmektedir.

Yapay zeka sistemlerinin sağlık hizmetlerini dönüştürücü potansiyelinin yanı sıra bir dizi etik sorunları, yönetsel ve operasyonel zorlukları da bulunmaktadır. Üretken AI'nın sağlık hizmetlerinde kullanımı sırasında mahremiyet tartışmaları, algoritmik yanlılıklar ve hasta güvenliği gibi sorunlar söz konusu olabildiğinden geliştiriciler, klinisyenler, politika yapımcılar ve kurumlara önemli sorumluluklar düşmektedir.

Bu yazıda önce konuya ilişkin temel kavramlar açıklanmış, sonra tıpta ve bilimsel çalışmalarda yapay zeka kullanımına ilişkin mevcut durum değerlendirmesi yapılarak fırsatlar, olası riskler, geleceğe yönelik öngörüler ve öneriler özetlenmiştir.

Anahtar Kelimeler Büyük dil modelleri (LLM), makine öğrenmesi (ML), sağlık hizmetleri, üretken yapay zeka (GenAI)

Abstract

Large language models (LLMs) and generative artificial intelligence (GenAI) systems are beginning to transform the way healthcare is delivered, medical research is conducted, and patients' interaction with medical information.

These models are currently being used in areas such as early diagnosis, the development of new drugs, patient education and engagement, disease outbreak early warning systems, personalized medicine, and genomic mining, and hold great promise for many other fields. In addition to their transformative potential, AI systems in healthcare also present a range of ethical issues, managerial, and operational challenges. The use of generative AI in healthcare raises concerns such as privacy debates, algorithmic biases, and patient safety, thereby imposing significant responsibilities on developers, clinicians, policymakers, and institutions.

This article first explains the basic concepts related to the topic, then provides an assessment of the current state of AI use in medicine and scientific research, and finally summarizes the opportunities, potential risks, future projections, and recommendations.

Keywords Large Language Models (LLMs), Machine Learning (ML), Healthcare services, Generative Artificial Intelligence (GenAI)

GİRİŞ

Metin, görüntü ve hatta sentetik biyolojik veriler üretebilen büyük dil modelleri (LLM) ve üretken yapay zeka (GenAI) sistemleri, sağlık hizmetlerinin sunum şeklini, tıbbi araştırmaların yürütülmesini ve hastaların bilgiyle etkileşim kurma biçimlerini dönüştürmeye başlamıştır. Geçen yıl sonunda sağlık sektöründeki ödeme kuruluşları, hizmet sunucuları ve sağlık teknolojisi grubu yöneticileri arasında yapılan geniş kapsamlı bir sektör araştırmasında katılımcıların yüzde 85'inin üretken yapay zeka uygulamalarından yararlanmakta olduğu saptanmış olması bu dönüşümün hızlanarak süreceğini göstermektedir.¹

Bu modeller, genellikle doğru ve erken tanı, yeni ilaçların geliştirilmesi, hasta eğitimi ve katılımı, hastalık salgını erken uyarı sistemleri, bireyselleştirilmiş tıp, genom madenciliği gibi alanlarda kullanılmakta ve pek çok alan için gelecek vaat etmektedir.^{2,3}

Ancak, bu dönüştürücü potansiyelin yanı sıra bir dizi etik, yönetsel ve operasyonel zorluklar da bulunmaktadır. Üretken AI'nın sağlık hizmetlerinde kullanımı sırasında mahremiyet tartışmaları, algoritmik yanlılıklar ve hasta güvenliği gibi sorunlar söz konusu olabildiğinden geliştiriciler, klinisyenler, politika yapıcılar ve kurumlara önemli sorumluluklar düşmektedir. Diğer alanlardan farklı olarak sağlık sektöründeki hataların veya eşitsizliklerin doğrudan insan hayatına etki edebilmesi nedeniyle bu alandaki olası risklerin kontrolü özel önem taşımaktadır.

Daha net bir deyişle üretken yapay zekanın sağlık ve tıp alanlarında kullanımı sırasında bir yandan yenilikçi potansiyelin benimsenmesi diğer yandan bunun doğuracağı sorumlulukların yerine getirilmesi gibi bir ikilem söz konusudur. Bu ikilemi yönetmek için yeni teknolojinin sağladığı fırsatların ve olası risklerin farkında olmak önemlidir. Üretken yapay zekanın adil, güvenli ve sürdürülebilir bir sağlık hizmet sistemine katkıda bulunması için risklerin ve yönetim sorunlarının doğru analizi olmazsa olmaz koşullardır.

Bu yazının amacı önce konuya ilişkin temel kavramları açıklamak, sonra da tıpta ve bilimsel çalışmalarda yapay zeka kullanımı konusundaki fırsatları ve olası riskler ile geleceğe yönelik önerileri özetlemektir. Bu amaçla ChatGPT, Gemini ve Grok'tan birer makale hazırlamaları istenmiş, ancak, hazırlanan makalelerin hem kendi içerisinde hem de aralarında bazı tutarsızlıklar, anlamsızlıklar bulunması nedeniyle onları kullanmak yerine güvenilir kaynaklardan yararlanılarak bu yazı hazırlanmıştır. Özellikle ABD Ulusal Bilimler Akademisinin bu yıl yayınladığı kapsamlı bilgiler içeren kitap önemli bir yol gösterici olmuştur.⁴

Temel Kavramlar

Konuyla ilgili dört önemli kavram öne çıkmaktadır: Üretken Yapay Zeka (GenAI), Büyük Dil Modelleri (LLM), Öngörücü Yapay Zeka (Predictive/Analytical AI) ve Makine Öğrenmesi (ML). Bu kavramların ne ifade ettikleri ve kullanım örneklerine ilişkin özet bilgi şu şekildedir:

• Üretken yapay zeka (GenAI)

Yeni ve özgün içerikler (metin, görsel, müzik, video, kod vb.) üretebilen yapay zeka teknolojisidir. Üretken yapay zekanın temelinde, büyük veri setleri üzerinde eğitilmiş modeller bulunmaktadır. Bu modeller, kullanılan veri setlerinden öğrendikleri örüntülere dayanarak daha önce görülmemiş nitelikte yeni ve özgün içerikler oluşturabilmektedir.

Örnek olarak, insan benzeri metin üreten ChatGPT, görsel üretimi yapan DALL-E/Midjourney, video oluşturan RunwayML, müzik üreten Jukebox, kod üreten GitHub Copilot verilebilir.

• Büyük dil modelleri (LLM)

Üretken yapay zekanın en önemli bileşenlerinden biri olup, yüz milyarlarca parametreye sahip ve devasa veri setleri üzerinde eğitilmiş, dil anlayışı ve üretimi konusunda yüksek yetkinliğe sahip yapay zeka sistemleridir. Büyük dil modelleri, doğal dil işleme (NLP) tekniklerini kullanmaktadır. Öncelikle metinleri anlamak için dildeki kalıp-

ları öğrenmekte ve ardından bu bilgileri kullanarak metin oluşturmaktadırlar.

Büyük dil modelleri arasında en popüler örnekler olarak OpenAI tarafından geliştirilen ve çok çeşitli metin üretme görevlerinde kullanılabilen bir model olan GPT serisi, Google tarafından geliştirilen bir model olan Gemini, X tarafından geliştirilen Grok ile Anthropic tarafından geliştirilen Claude sayılabilir.

- **Öngörücü/Analitik yapay zeka (Predictive/Analitical AI)**

Geçmiş verilere ve istatistiksel modellere dayanarak gelecekteki olaylar veya sonuçlar hakkında tahminde bulunan yapay zeka türüdür. Amaç karar destek sistemleri oluşturmak, risk analizi yapmak, davranış tahmininde bulunmaktır.

Örnek olarak, hava durum raporları, kullanıcıların ne satın alacağını tahmin etme amaçlı Amazon, hangi diziyi beğeneceğinizi öngören Netflix, hastalık risk tahmini yapan IBM Watson Health uygulamaları verilebilir.

- **Makine öğrenmesi (ML)**

Verilerden öğrenerek görevleri otomatikleştiren ve tahminlerde bulunan algoritmaların geliştirilmesini sağlayan bir yapay zeka alt dalıdır. Bilgisayar sistemlerinin açıkça programlanmadan verilerden öğrenmesini, deneyimle kendini geliştirmesini ve kalıpları belirlemesini sağlar. Temel olarak, makine öğrenmesi algoritmaları büyük veri kümeleri üzerinde eğitilerek, bu verilerdeki ilişkileri ve eğilimleri anlar. Bu sayede, yeni ve görünmeyen verilere uygulandığında tahminlerde bulunabilir veya kararlar alabilir.

Örnek olarak alışveriş sitelerinde “Bunları da beğenebilirsiniz” önerileri, bankaların anormal işlem kalıplarını belirleyerek dolandırıcılığı önlemesi ve E-posta spam filtreleri verilebilir.

Makine öğrenmesi hem Üretken AI hem de Öngörücü AI’nın temelini oluşturan şemsiye bir kavramdır. Öngörücü AI geleceği tahmin etmeye odaklanırken, Üretken AI yeni şeyler yaratmaya odaklanır. Büyük Dil Modelleri ise, makine öğrenmesinin metin verileri üzerinde insan dilini anlama ve üretme konusunda uzmanlaşmış, son derece büyük ve karmaşık bir türüdür.

Her büyük dil modeli bir makine öğrenmesi modelidir, ancak her makine öğrenmesi modeli bir büyük dil modeli değildir. Büyük dil modelleri, makine öğrenmesinin günümüzdeki en gelişmiş ve dikkat çekici uygulamalarından biridir. Bu dört alan hızla gelişen yapay zeka dünyasının ayrılmaz parçalarıdır.

Yapay Zekanın Kullanıldığı ve Dönüştürmekte Olduğu Alanlar

Üretken AI kullanımının sağlık hizmetlerine girmesiyle birlikte bazı işlem ve süreçler hızlanmış, sağlık çalışanlarının iş yükü azalmıştır. Yapay zekanın günlük rutin iş akışı dışında klinik araştırmalar, tanı ve tedavi yöntemlerinde önemli yeniliklere katkı sağlamaya başladığı görülmektedir. Aşağıda hızla gelişen önemli uygulama alanları ve örnekleri yer almaktadır.

- **Klinik bilgilerin derlenmesi, not tutma, dosyalama ve arşiv işleri**

Hekimlerin vizitler sırasında tutacakları notların, hasta dosyalarının, tutulan notların derlenip toplanıp özetlenmesinin, arşivlenmesinin yapay zeka destekli kaydedicilerle yapılması sayesinde klinik hizmetler hızlanmış, kolaylaşmıştır.⁵ Üretken yapay zeka destekli kayıtların hekim orderlerini, vizit notlarını daha eksiksiz ve daha düzenli hazırlama gibi üstünlükleri bulunmaktadır.⁶ Yapılan bir çalışmada bu teknolojileri kullanan hekimlerin kullananlara kıyasla %20 daha kısa sürede işlerini bitirdikleri, mesai sonrası çalışma sürelerinin %30 oranında azaldığı görülmüştür.⁷

- **İlaç Keşfi ve Kişiselleştirilmiş Tedaviler**

Geleneksel ilaç keşif süreci, maliyetli ve zaman alıcı bir sü-

reçtir. Üretken AI, 'in silico' yani, bilgisayar veya bilgisayar simülasyonu ile ilaç adayı oluşturma yöntemi sayesinde moleküler yapıları tahmin etme ve bileşikler ile biyolojik hedefler arasındaki etkileşimleri simüle etme olanağı sağlayarak daha hızlı bir alternatif sunmaktadır. Yapılan çalışmalar üretken AI sayesinde geleneksel yöntemlerle gereken süreden çok daha kısa bir sürede uygulanabilir moleküllerin tanımlanabildiğini ve öncü bileşiklerin optimize edilebildiğini göstermektedir.⁸

Örneğin, DeepMind'ın AlphaFold programı sayesinde, protein yapıları daha hızlı tahmin edilerek ilaç geliştirme süreçleri kısalmıştır. (<https://en.wikipedia.org/wiki/AlphaFold> Erişim: 25.Haziran,2025)

AI destekli araçların, genomik verileri, hasta özgeçmişlerini ve tedavi yanıtlarını hızlı ve ayrıntılı biçimde analiz ederek kişiselleştirilmiş tedavilerin geliştirilmesi konusunda başarılı olabileceği anlaşılmaktadır. Ancak tıbbi uygulamalar açısından çok çekici olan kişiselleştirilmiş tedaviler konusunda aşılması gereken ciddi sorunların bulunduğu da görülmektedir.⁹

• Klinik Karar Desteği ve Kanıta Dayalı Tıp Uygulamalarına Katkı

Üretken yapay zeka sistemleri, klinik rehberleri özetleyip sentezleyebilmekte, epikrizler, taburculuk özetleri hazırlayabilmekte, karmaşık tıbbi soruları anlaşılır şekilde yanıtlayabilmektedir. Bu teknolojiler sayesinde literatür taramanın, klinik uygulamalarda güvenilir kanıtlara ulaşmanın kanıta dayalı klinik kararlar vermenin kolaylaşacağı anlaşılmaktadır. Yapılan bir çalışmada 17 farklı uzmanlık alanından 33 hekimin 284 tıbbi soruya verdiği yanıtlar ile yapay zekadan alınan yanıtların büyük ölçüde benzer ve tutarlı olduğu görülmüştür.¹⁰

Üretken yapay zekanın sadece tıbbi sorulara yanıt arama değil karmaşık vakalara tanı koyma konusunda da büyük bir tutarlılıkla yardımcı olabileceğine ilişkin örnekler bulunmaktadır.¹¹ Ancak, özellikle kanıta dayalı uygu-

lamalarda başarılı sonuçlar alınabilmesi için kanıt aranan konuya ilişkin soruların doğru sorulması, kanıt kalitesinin kullanılmadan önce iyi değerlendirilebilmesi gibi insani özelliklere ihtiyaç vardır. Halüsinasyon sorununa karşı da dikkatli olunması gerekmektedir.

Bu sistemlerin hekimlerin yerini alamayacağı, ancak, ikinci görüş oluşturma, bilişsel yükü azaltma gibi konularda yardımcı olabileceği akılda tutulmalıdır.

• Sağlık Eğitimi, İletişimi, Katılım ve Uyumun Geliştirilmesi

Üretken AI tarafından üretilen içerikler, karmaşık tıbbi bilgileri basitleştirerek sağlık okuryazarlığını ve hasta uyumunu iyileştirme amacıyla kullanılabilir. Üretken AI, klinik terminolojiyi basit bir dile çevirerek hastaya özel eğitim materyalleri oluşturabilmekte ve hastaların sorularına 7/24 empatik yanıtlar veren sanal sağlık asistan hizmetine katkı sağlayabilmektedir.¹²

Bunun tipik örnekleri, WHO tarafından geliştirilen COVID-19 chatbotu benzeri chatbotlar ile SARAH, Florence, HealthBuddy+ gibi sanal asistanlardır. Bunlar halk sağlığıyla ilgili doğru bilgi sunmak, yanlış bilgilenemeyi önlemek için kullanılabilen uygulamalardır.^{13,14,15} Ayrıca kişiselleştirilmiş sağlık mesajları yardımı ile insanların demografik özelliklerine uygun şekilde özelleştirilmiş farkındalık kampanyaları tasarlanabilmektedir.

Bu tür uygulamalar ile hastaların kendi bakımlarında daha aktif rol almaları mümkün olabilmektedir. Üretken AI kullanımı ile sağlık okuryazarlık düzeyi de geliştirilebilen hastaların randevularının düzenlenmesi kolaylaşabilmekte, hasta öyküleri daha hızlı ve eksiksiz alınabilmekte, tedavi kararlarına katılımları daha kolay sağlanabilmektedir.^{16, 17}

Araştırmalar AI ile oluşturulan hasta bilgilendirme ve eğitim gereçlerinin geleneksel yöntemlerden daha geçerli ve anlaşılır olduğunu, özellikle SOY düzeyi düşük bireylere yardım açısından daha başarılı olduğunu göstermekte-

dir.^{18,19}

Bu konuda karşılaşılan temel sorun ve zorluklar bu teknolojilerinin yaygınlaştırılması, herkesin kullanımına sunulması ve güven oluşturularak hasta katılımının sağlanması ile ilgilidir.

• Sentetik Veri Üretimi

Sentetik veriler, gizlilik endişelerini azaltmak ve erişilebilir açık bilimi geliştirmek amacıyla, istatistiksel süreçler kullanılarak gerçek verilerin yapay olarak yeniden ifadesi olarak tanımlanmaktadır.²⁰ Sentetik veri üretiminin temel amacı, gerçek verilerin kullanımına ilişkin olası sakınca ve sınırlamaları azaltarak makine öğrenimi modellerinin eğitilmesini sağlamak için ihtiyaç duyulan veri kaynağını sağlamaktır.

Üretken AI modelleri, tanımlanabilir sağlık bilgilerini ifşa etmeden gerçek hasta verilerini taklit eden sentetik tıbbi verilerin oluşturulmasını mümkün kılmaktadır. Bu üstünlük, özellikle mahremiyet düzenlemeleri nedeniyle büyük ölçekli klinik veri setlerine erişimin kısıtlı olduğu durumlarda makine öğrenimi modellerinin eğitimini ve doğrulanmasını kolaylaştırabilmektedir. Sentetik veri setleri, birden fazla algoritma geliştirmeyi desteklerken diğer yandan veri paylaşımı ve hasta mahremiyeti ile ilgili riskleri azaltma özelliğine sahiptir.

Sentetik veri üretimi yapay zeka modellerinin hakkaniyetli kullanımı açısından da önem taşımaktadır. Gerçek verilerin toplumun tamamını temsil gücünün olmadığı durumlarda ortaya çıkabilen ayrımcılık ve algoritmik yanlılık sorunlarının sentetik veri üretimindeki manipülasyonlarla giderilmesi de mümkündür. Bu avantajların yanı sıra sentetik veri üretimi ve manipülasyonu sürecinde gerçek dünyaya ilişkin bazı ayrıntıların kaybolması gibi sakıncalar da bulunmaktadır. Sentetik veri üretiminin amaca uygun yapılması için Avrupa Birliği tarafından “EU AI Act (Art 10, Data and data governance)” olarak bilinen düzenleme bu konuda önemli bir yol göstericidir.

Yakın zamanda yapılan bir kapsam derlemesinde sentetik veri üretiminin en çok Onkoloji, Nöroloji ve Kardiyoloji alanında yapıldığı görülmüştür. Başlıca üretim amaçları ise veri mahremiyeti ve güvenliği, veri kıtlığı, veri kalitesi, AI geliştirme ve doğrudan tıbbi kullanım şeklinde sıralanmıştır.²¹

• Erken Tanı Amaçlı Kullanım

Tıbbi görüntüleme odaklı üretken modeller kanser, diyabetik retinopati ve Alzheimer hastalığı gibi hastalıkların erken tanısında kullanılmaktadır. Bu sistemler, özellikle uzmanlara erişimin sınırlı olduğu kaynakları kısıtlı ortamlarda tanı hatalarını azaltabilmektedir.

Gelecek Yönelimler

Üretken yapay zeka uygulamalarının yaygınlaşmasıyla birlikte bu uygulamaların sağlık hizmetlerine entegrasyonunu yönlendiren düzenlemeler, araçlar ve iş birlikleri de gelişmektedir. Aşağıda hızla gelişmekte olan bazı önemli uygulama alanlarına ilişkin özet bilgiler yer almaktadır:

• Sanal Asistanlar

Büyük Dil Modelleri ile güçlendirilmiş sanal asistanlar sayesinde hastaların semptomlarının değerlendirmesi, triyaj önerileri, uzaktan konsültasyon, gibi hizmetlerin kullanımında kolaylıklar sağlanabileceği görülmektedir. Halen pek çok özel sağlık kuruluşu bu amaçla geliştirilmiş hizmet sunmaktadır. Ne var ki bu yöntemlerin kalitesi, geçerliliği ve güvenliği konusunda var olan kanıtlar yeterli olmayıp hala aşılması gereken engeller bulunmaktadır.

• Nadir Hastalıklar

Tüm dünyada 300 milyon insanı etkileyen yaklaşık 7000 kadar nadir hastalık bulunmaktadır. Bu hastalıklara yönelik tanı ve tedavi hizmetleri doğal olarak sınırlıdır. Üretken AI ile bu hastalıklara hekimlerden daha kolay tanı konulabileceği ve ilaç geliştirilebileceğine ilişkin ümit verici örnekler bulunmaktadır.²²

- **Genom Madenciliği**

İnsan Genom Projesinden elde edilen milyarlarca genomik varyantlar kullanılarak eğitilen Büyük Dil Modelleri ile oluşturulan “DNA Dil Modelleri” sayesinde daha önce bilinmeyen yeni genomik varyantların tanımlanması mümkün hale gelmektedir.²³

Bu gelişmelerin özellikle kanser konusunda önemli sonuçlara yol açması beklenmektedir.

- **Hastalık Sürveyansı, Hastalık Tahmini ve Erken Uyarı Sistemleri**

Üretken AI algoritmaları, sosyal medya verileri, hava durumu, seyahat hareketliliği gibi çoklu veri kaynaklarını, büyük veriyi analiz ederek grip, COVID-19, dang humması gibi salgınları önceden tahmin edebilmektedir. Örneğin bu amaçla Kanadada geliştirilmiş olan BlueDot adlı bir AI platformu COVID-19’u küresel olarak yayılmadan önce saptamış bir sistemdir. (<https://bluedot.global>) Ayrıca AI yardımı ile başta enfeksiyon hastalıkları olmak üzere sağlık sorunlarının yayılma senaryolarının, epidemiyolojik modellemelerinin yapılması ve kamusal sağlık hizmetlerinin planlanması daha kolay hale gelmiştir.

Halk Sağlığı açısından önemli sorunlar olan bulaşıcı hastalık salgınlarının önceden tahmin edilebilmesi, erken dönemde uyarı sistemleri ile yetkililerin haberdar edilmesi gibi konularda üretken AI’nın kolaylıklar sağlayabileceği görülmekle birlikte aşılması gereken önemli sorunların olduğu da akılda tutulmalıdır.²⁴

Olası Riskler, Etik Sorunlar Ve Sorumluluklar

Üretken yapay zekanın sağlık ve tıp alanındaki dönüştürücü potansiyeli çok büyük olmakla birlikte, uygulanması yeni etik, hukuki ve toplumsal sorunları gündeme getirmektedir. Bu araçlar klinik kararlar, uygulamalar ve hekim-hasta iletişimi üzerinde giderek daha fazla etki yaratırken, geliştiricilerin, klinisyenlerin ve politika yapımcıların sorumluluklarının da proaktif bir şekilde ele alınmasını

gerektirmektedir. Olası riskler ve sorumluluk gerektiren önemli noktalar şu şekilde sıralanmaktadır:

- **Hasta mahremiyeti ve veri güvenliği**

Mahremiyet ve veri güvenliği konuları yapay zeka kullanımını konusundaki en hassas konulardır. Üretken yapay zeka sistemleri genellikle hassas kişisel sağlık bilgilerini içerebilen büyük ölçekli eğitim verilerine dayanmaktadır. Veri kümelerindeki kimlik bilgileri kaldırılmış olsa bile, özellikle yüksek boyutlu tıbbi verilerde yeniden kimlik belirleme riski devam edebilmektedir. Ayrıca, özel veya hastaya özgü bilgilerle eğitilmiş üretken modellerin, gizli içeriğinin istemeden yeniden üretebilmesi söz konusudur. Veri gizliliği için sağlam önlemler almak, yasal düzenlemeler yapmak ve uymak, sağlık hizmetlerinde yapay zeka kullanımının temel sorumluluk alanlarından biridir.

Kişisel verilerin üçüncü şahısların erişimine açık olmaması sağlık sektöründe tüm diğer sektörlerden daha önemlidir. O nedenle bu teknolojinin entegre edildiği, kullanıldığı sağlık sistemlerinde bu konuya yönelik tüm önlemler alınmış olmalıdır.

- **Yanlılık, eşitsizlikler ve hakkaniyet sorunları**

Doğru tanı ve etkili tedavi için hastalara yansız ve hakkaniyetli yaklaşım önemlidir. Oysa üretken yapay zeka ve büyük dil modelleri geliştirdikleri veri setlerinde yer alan yanlılıkların tümünü içermektedir. Örneğin, öğrenim düzeyi, gelir düzeyi ve sağlık bilinci yüksek toplum kesimlerinin veri setleri ile eğitilmiş bir yapay zekanın yeterince temsil edilmeyen yoksul, eğitimsiz ve risk profili farklı hastalar karşısında yansız olması mümkün değildir.

Yakın zamanda yapılan kapsamlı bir çalışmada 9 LLM’nin 1000 acil vaka konusundaki kararları incelendiğinde klinik olarak aynı olan vakalardan sosyoekonomik durumu iyi olanların MRI gibi ileri görüntüleme tekniklerine, kötü olanların ise daha basit testlere yönlendirildiği görülmüştür. Yapılan ayrıntılı analizler sonucunda bu ayrımın hiçbir klinik temelinin ve gerekçesinin olmadığı tamamen AI

kaynaklı bir yanlışlık olduğu sonucuna varılmıştır.²⁵ Bu tür yanlışlıklar bazı durumlarda hakkaniyet adına olumlu gibi görünmekle birlikte hastalık tanısı gibi durumlarda eşitsizliklere neden olmaktadır. Üstelik AI'nın bu ayrımı hakkaniyet adına yapmadığı ortadadır. Herkesin yapay zeka hizmetine erişiminin aynı olmaması gibi ek hakkaniyet sorunları da söz konusu olabilmektedir.

Bu risklerin ele alınması, üretken AI'nın hakkaniyeti zedelemek yerine teşvik etmesini sağlamak için dikkatli veri kümesi düzenlemesi, kapsayıcı tasarım ve sürekli denetim gerekmektedir.

- **Çıktıların sınırlılıkları**

Tüm yapay zeka modellerinin çıktıları kullandıkları veri setlerinden öğrendikleri ile sınırlıdır. Örneğin, aynı semptomları ifade eden birbirinden farklı hastalara aynı tanı ve tedavinin önerilmesi söz konusudur. Bu durum “tıpta hastalık yoktur hasta vardır” sözü ile özetlenen bireysel farklılıkları gözden kaçıran tek düze çıktılara ulaşma gibi bir soruna neden olmaktadır.

Bunu ortadan kaldırmak için hastalardan alınacak geri bildirimlere dayalı dinamik üretme teknikleri kullanılmaktadır.

- **Algoritmik kırılabilirlik**

Kırılabilirlik, bir algoritmanın veri kümeleri arasında etkili bir şekilde genelleme yapamamasından veya çevresel değişimlere uyum sağlayamamasından kaynaklanan bir durumdur.

Bir algoritma belirli koşullar altında iyi performans gösterebilirken, eğitim ortamından farklı verilerle veya senaryolarla karşılaştığında yanlış veya güvenilmez sonuçlar verebilmektedir.

- **Şeffaflık ve açıklanabilirlik**

Tıpta üretken AI ile ilgili en önemli endişelerden biri, mo-

delin karar verme sürecinin şeffaf olmamasıdır. Klinisyenlerin ve hastaların AI tarafından oluşturulan bir öneri veya tanının nasıl oluştuğunu anlamakta zorlanması güvenilirliğini kaçınılmaz olarak etkilemektedir.

Bu nedenle, özellikle yüksek riskli tıbbi uygulamalarda, açıklanabilir AI (XAI) yaklaşımları geliştirmek, güveni arttırmak ve klinik uygunluğu sağlamak açısından gerekli ve önemlidir.

- **Klinik Güvenlik ve Sorumluluk (Halüsinasyon ve konfabülasyonlar)**

Üretken yapay zeka araçları, ciddi klinik sonuçlara yol açabilecek hatalar, eksiklikler veya hayal ürünü bilgiler içerebilir. “Halüsinasyon” veya “konfabülasyon” olarak bilinen hatalar, bir üretken AI aracının, makul görünmesine rağmen yanlış, yanıltıcı veya gerçeğe dayanmayan bilgiler üretmesidir.²⁶ Söz konusu halüsinasyonlar, üretken AI'nın yeni, ancak görünüşte ilgili kelimeler ve ifadeler tahmin etmek ve üretmek üzere tasarlanmış olmasının bir sonucudur.

Bu içsel sınırlamanın farkında olmak, görünüşte doğru olan çıktıları olduğu gibi kabul edebilecek kullanıcılar için çok önemlidir.

- **Mesleki roller ve özerklik**

Üretken AI'nın sağlık hizmetleri iş akışlarına entegrasyonu sonucunda mesleki özerklik ve iş gücü dinamikleri hakkında çeşitli sosyoteknik endişelerin ortaya çıkması söz konusu olabilmektedir. AI, bir yandan yönetsel yükleri azaltabilirken diğer yandan rolleri yeniden şekillendirmekte, yeni bağımlılıklar yaratmakta veya belirli görevlerde beceri kaybına yol açabilmektedir.

Etik önlemler, yalnızca teknolojik entegrasyonu değil, bu tür araçların sağlık profesyonellerinin günlük işlerini, karar verme yeteneklerini, özerkliklerini nasıl etkilediğinin değerlendirilmesini de içermelidir.

Politika ve Yönetişim Sorunları

Üretken AI'nın sağlık hizmetlerinde geliştirilme ve benimsenme hızı, birçok düzenleyici sistemin yanıt verme yeteneğini aşmıştır. Dijital sağlık teknolojileri için mevcut çerçeveler bir başlangıç noktası sağlarken, üretken AI, hedefli ve uyarlanabilir politika yanıtları gerektiren yeni zorluklar ortaya çıkarmaktadır. Mevcut yönetim ortamının koşulları ile uygulanabilecek proaktif ve çok paydaşlı düzenleme önerileri aşağıda özetlenmiştir.

• Mevcut Düzenlemelerin Sınırlılıkları

Uluslararası veya ulusal sağlık kuruluşları tarafından geliştirilen ve kullanılmakta olan düzenlemeler ağırlıklı olarak geleneksel yazılım ve cihaz onay süreçlerine yönelik olarak tasarlanmıştır. Bu özellikleri nedeniyle sabit, tanımlanmış bir performans ile öngörülebilir, deterministik çıktı beklentilerine dayanmaktadırlar. Oysa üretken yapay zeka sistemleri olasılıksal, veri odaklıdır ve her etkileşimde öngörülemeyen çıktılar üretebilme özelliğine sahiptir.

Bu nedenle, geleneksel sertifikasyon ve gözetim modelleri, sürekli öğrenme, açıklanabilirlik ve istenmeyen çıktılar gibi sorunları ele almada genellikle yetersiz kalmaktadır.

• Küresel Düzenleme Ortamı

Üretken yapay zekanın yönetimi konusundaki sorunlara çözüm amacıyla uluslararası düzenlemeler anlamında çeşitli girişimler bulunmaktadır.

Örneğin, Avrupa Birliği'nin Yapay Zeka Yasası²⁷, özellikle sağlık hizmetlerinde yüksek riskli uygulamalar için risk temelli sınıflandırmalar ve şeffaflık, insan denetimi ve veri yönetimi gereklilikleri getirmiştir. ABD'de FDA tarafından yazılımların bir tıbbi cihaz gibi kullanım ilkelerine ilişkin (SaMD) yayınlanmış rehber²⁸ olmakla birlikte bunların üretken veya uyarlanabilir yapay zeka sistemlerini henüz tam olarak ele almadığı görülmektedir.

WHO ve OECD gibi kuruluşlar, güvenlik, adalet ve hesap verebilirlik gibi etik ilkelerden hareketle küresel koordi-

nasyonun önemini vurgulamaktadır. Aksi halde, bölgeler arası düzenleme farklılıkları, geliştiriciler için uyum belirsizliği yaratarak teknolojilerin daha az düzenlenmiş ortamlarda kullanılmasına yol açan "AI turizmi" riskini artırması söz konusudur.

Geliştirme ve kullanım esnekliğini zedelemeyen standartları uyumlu hale getirmek, önemli bir sorun olmaya devam etmektedir.

• Kurumsal Sorumluluk ve İnsan Denetiminin Önemi

Resmi makamlarca yapılan yasal düzenlemelerin yanı sıra sağlık kurumlarına ve teknoloji şirketlerine üretken AI'nın nasıl kullanılacağı konusunda önemli sorumluluklar düşmektedir. Sorumlu kullanımı sağlamak amacıyla etik kurulların oluşturulması, veri yönetim protokolleri, personelin hizmet içi eğitim programları gibi çeşitli iç yönetim mekanizmaları oluşturulmalıdır. AI geliştiricilerinin ise, hasta güvenliğini ve kullanım kolaylığını önceliklendiren, mahremiyet, algoritmik denetim ve kullanıcı merkezli tasarım ilkelerine uymaları sağlanmalıdır.

Yapay zeka destekli kararlara insan denetimini dahil etmek gerekli ve önemlidir. Otomasyon sayesinde maliyetler azaltılabilir, ancak, klinik uygulamalarda önem taşıyan insan kararlarına yer vermek, etik ve yasal hesap verebilirliği sürdürmek açısından gereklidir.

• Şeffaflık ve Kamusal Güven Oluşturulması

Güven, üretken AI'nın sağlık sistemlerine entegre edilmesi için temel bir gerekliliktir. Toplumsal endişeleri azaltmak ve güven oluşturmak amacıyla, kullanılan yapay zeka modellerinin nasıl eğitildiğine, nasıl değerlendirildiğine ve nasıl uygulandığına ilişkin şeffaf iletişime ihtiyaç vardır. Olası risklerin ve sınırlamaların açık bir şekilde belgelenmesi şarttır. Karar alma süreçlerine başta hastalar olmak üzere çeşitli paydaşların katılımı, AI yönetim yapılarına olan güveni artırabilir.

• Disiplinler arası İş Birliği ve Kapasite Geliştirme

Sağlık hizmetlerinde üretken yapay zeka kullanımı konusundaki sorumluluklar sadece teknoloji uzmanlarına ait olmayıp, klinisyenler, bilgisayar bilimcileri, etikçiler, politika yapımcılar, hastalar ve hukukçular arasında disiplinler arası iş birliği gerektirmektedir. Tıp uzmanları yapay zeka okuryazarlığı ile donatılmalı, yapay zeka geliştiricileri ise klinik iş akışları, tanısal muhakeme ve etik normlar hakkında daha derin bir anlayış kazanmalıdır. Yeni eğitim yöntemleri, çift anadal programları ve sektörler arası ortaklıklar, bu anlamda akla gelebilecek ilk önerilerdir.

• Değerlendirme ve Karşılaştırma Standartları

Sağlık alanında üretken yapay zeka sistemleri için geçerliliği, duyarlılığı ve güvenilirliği yüksek karşılaştırma ölçütlerinin olması, bu sistemlerin güvenliğini, yararını ve hakkaniyetini değerlendirmek için çok önemlidir. Mevcut değerlendirme yaklaşımları genellikle simüle edilmiş görevlere veya genel performans ölçütlerine dayanmaktadır ve bunlar gerçek dünyadaki değişkenliği veya istenmeyen sonuçları yeterince yansıtmamaktadır.

İleriye yönelik düzenlemeler olarak, klinik araştırmalara dayanan doğrulayıcı yöntemler, uygulama sonrası izlem, yanlılık denetimi, hasta sonuçlarına ilişkin çıktılar ve iş akışı entegrasyonunu dikkate alan ölçütlere öncelik verilebilir.

• Araştırmalarla yanıtlanması gereken önemli sorular

Üretken AI'nın sağlık hizmetlerinde kullanımı sırasında oluşacak uzun vadeli etkilerin anlaşılmasında önemli boşluklar bulunmaktadır. Bunlar arasında şunlar yer almaktadır:

- Hastalar AI tarafından üretilen içeriği nasıl yorumlar ve buna nasıl tepki verir?
- Üretken AI'nın klinik sorumluluk ve malpraktis açısından etkileri nelerdir?
- Üretken modeller nadir hastalıklar, çoklu hasta-

lıklar veya kültüre özgü sağlık durumlarında nasıl performans gösterir?

- AI'nın benimsenmesinin sağlayıcıların tükenmişliği ve ekip dinamikleri üzerindeki etkisi nedir?

Bu soruların uzun vadeli izlem, nitel araştırmalar ve gerçek dünya uygulama araştırmalarıyla ele alınarak yanıtlanması, bilgilendirilmiş ve sürdürülebilir bir benimseme için çok önemli olacaktır.

SONUÇ

Üretken AI, sağlık ve tıp alanındaki dönüştürücü inovasyonun öncüsüdür. Bilgiyi sentezleme, bakımı kişiselleştirme, araştırmayı hızlandırma ve klinik karar vermeyi destekleme kapasitesi, sağlık hizmetlerinin sonuçlarını ve erişimini iyileştirme konusunda muazzam bir potansiyel sunmaktadır. Ancak bu potansiyel, bu teknolojilerin etik, güvenli ve adil bir şekilde geliştirilmesini ve uygulanmasını sağlama konusunda büyük bir sorumluluk da getirmektedir.

Hastalık tanısı, ilaç keşfi, hasta iletişimi ve veri üretimi alanlarındaki ilerlemeler bu araçların gücünü gösterirken, veri gizliliği ve algoritmik yanlılıklardan düzenleyici belirsizlik ve klinik hesap verebilirliğe kadar bir dizi önemli zorluklar da bulunmaktadır.

Teknolojik inovasyonun tek başına yeterli olmadığı dikkate alınarak sorumlu entegrasyon, iyi düzenlenmiş yönetim, disiplinler arası iş birliği ve sürekli kamu katılımı ile yenileşmelerin önünün açılması önemlidir.

Üretken yapay zeka sağlık sistemlerine giderek daha fazla entegre oldukça, geliştiriciler, klinisyenler, düzenleyiciler, araştırmacılar ve hastalar dahil olmak üzere ekosistemdeki tüm paydaşlar, inovasyon ve sorumluluğun birbiriyle rekabet eden hedefler değil, birbirini güçlendiren zorunluluklar olduğunu dikkate almalıdır. Proaktif politika geliştirme, kapsayıcı tasarım ve doğru değerlendirme yoluyla,

retken yapay zeka sadece verimlilik için bir araç değil,
daha adil, güvenilir ve insani bir sağlık hizmetleri sistemi
için bir bileęen haline gelebilir.

Kaynaklar

1. McKinsey&Company. Generative AI in healthcare: Current trends and future Outlook. Collaborative Report, 2025 <https://www.mckinsey.com/industries/healthcare/our-insights/generative-ai-in-healthcare-current-trends-and-future-outlook#/> Erişim:25. Haziran.2025.
2. Topol E. Deep Medicine: How Artificial Intelligence Can Make Healthcare Human Again. Basic Books, 2019.
3. Shen J, Zhang CJP, Jiang B, et al. Artificial intelligence versus clinicians in disease diagnosis: Systematic review. JMIR Medical Informatics, 2023;11, e43230.
4. National Academy of Medicine. Generative Artificial Intelligence in Health and Medicine: Opportunities and Responsibilities for Transformative Innovation. Washington, DC: The National Academies Press, 2025. <https://doi.org/10.17226/28907>.
5. Duggan MJ, Gervase J, Schoenbaum A, et al. Clinician experiences with ambient scribe technology to assist with documentation burden and efficiency. JAMA Netw Open 2025; 8(2):e2460637.)
6. Tierney AA, Gayre G, Hoberman B, et al. Ambient artificial intelligence scribes to alleviate the burden of clinical documentation. NEJM Catal Innov Care Deliv 2024; 5(3) (<https://catalyst.nejm.org/doi/full/10.1056/CAT.23.0404>).
7. Gandhi TK, Classen D, Sinsky CA, et al. How can artificial intelligence decrease cognitive and work burden for front line practitioners? JAMIA Open 2023; 6(3): ooad079.
8. Zhavoronkov A, Ivanenkov YA, Aliper A, et al. Deep learning enables rapid identification of potent DDR1 kinase inhibitors. Nature Biotechnology, 2019;37(9):1038–1040.
9. Niraula D, Cuneo KC, Dinov ID, et al. Intricacies of human–AI interaction in dynamic decision-making for precision oncology. Nat Commun 2025; 16: 1138.
10. Goodman RS, Patrinely JR, Stone CA, et al. Accuracy and Reliability of Chatbot Responses to Physician Questions. JAMA Netw Open. 2023;6(10):e2336483. doi:10.1001/jama-networkopen.2023.36483.
11. Kanjee Z, Crowe B, Rodman A. Accuracy of a Generative Artificial Intelligence Model in a Complex Diagnostic Challenge. JAMA. 2023;330(1):78–80. doi:10.1001/jama.2023.8288.
12. Bickmore TW, Trinh H, Olafsson S, et al. Patient and consumer safety risks when using conversational assistants for medical information: An observational study of Siri, Alexa, and Google Assistant. JAMA Network Open, 2022;5(7): e2222204.
13. S.A.R.A.H. (<https://www.who.int/campaigns/s-a-r-a-h>) Erişim: 25. Haziran.2025.
14. Florence (<https://www.who.int/news/item/04-10-2022-who-and-partners-launch-world-s-most-extensive-freely-accessible-ai-health-worker>) Erişim: 25. Haziran.2025.
15. HealthBuddy+ (<https://www.who.int/news-room/feature-stories/detail/scicom-compilation-healthbuddy>) Erişim: 25. Haziran.2025.
16. Aggarwal A, Tam CC, Wu D, et al. Artificial intelligence-based chatbots for promoting health behavioral changes: systematic review. J Med Internet Res 2023; 25: e40789.
17. Yang X, Xiao Y, Liu D, et al. Enhancing doctor-patient communication using large language models for pathology report interpretation. BMC Med Inform Decis Mak 2025; 25: 36.
18. Rao P, McGee LM, Seideman CA. A comparative assessment of ChatGPT vs. Google Translate for the translation of patient instructions. JMAI 2024; 7. (<https://jmai.amegroups.org/article/view/9019/html>).
19. Zaretsky J, Kim JM, Baskharoun S, et al. Generative artificial intelligence to transform inpatient discharge summaries to patient-friendly language and format. JAMA Netw Open 2024; 7(3):e240357.
20. Hernandez M, Epelde G, Alberdi A, et al. Synthetic data generation for tabular health records: A systematic review, Neurocomputing 2022;493: 28–45, <https://doi.org/10.1016/j.neucom.2022.04.053>.
21. Rujaş M, Martín Gómez Del Moral Herranz R, et al. Synthetic data generation in healthcare: A scoping review of reviews on domains, motivations, and future applications. Int J Med Inform. 2025;195:105763. (<https://doi.org/10.1016/j.neucom.2022.04.053>).
22. Mao X, Huang Y, Jin Y, et al. A phenotype-based AI pipeline outperforms human experts in differentially diagnosing rare diseases using EHRs. NPJ Digit Med 2025; 8: 68.) (Gangwal A, Lavecchia A. AI-driven drug discovery for rare diseases. J Chem Inf Model 2025; 65: 2214-31.
23. Topol EJ. Learning the language of life with AI. Science 2025; 387(6733): eadv4414.
24. Kraemer MUG, Tsui JL-H, Chang SY, et al. Artificial intelligence for modelling infectious disease epidemics. Nature 2025; 638: 623-35.
25. Omar M, Soffer S, Agbareia R. et al. Sociodemographic biases in medical decision making by large language models. Nat Med, 2025;31:1873–1881. <https://doi.org/10.1038/s41591-025-03626-6>.
26. Farquhar S, Kossen J, Kuhn L, Gal Y. Detecting hallucinations in large language models using semantic entropy. Nature 2024;630:625–630. <https://doi.org/10.1038/s41586-024-07421-0>.
27. EU. AI Act. (<https://artificialintelligenceact.eu/the-act/>) Erişim: 29.Haziran.2025.
28. FDA. Software as a Medical Device-SaMD. (<https://www.fda.gov/medical-devices/digital-health-center-excellence/software-medical-device-samd>) Erişim: 29.Haziran.2025.