Bu makalede, Sağlıkta Yapay Zeka çalışmamızın 2. bölümüne devam ediyoruz: Sağlık sektörü, yapay zeka (YZ) teknolojilerindeki hızlı ilerlemelerle birlikte önemli bir dönüşüm yaşamaktadır. Bu dönüşüm, hastalıkların teşhisinden tedavi süreçlerine, hasta bakımından sağlık yönetimine kadar birçok alanı kapsamakta ve hem fırsatlar hem de zorluklar sunmaktadır.

Bu makaleyi Spotify'da sesli olarak dinlemek için podcast'ine bu linkten ulaşabilirsiniz.

1.1 Sağlıkta Yapay Zeka: Tanım ve Kapsam

Yapay zeka, insana ait zeka özelliklerinin sistemlere aktarılmasıyla problemlerin zekice çözülmesini amaçlayan bir yaklaşımdır. Bilgisayarların düşünme, anlama, kavrama, iletişim kurma, yorumlama ve öğrenme yeteneklerini simüle etme girişimi olarak tanımlanabilir. Yapay zekanın temeli, **veri**, **algoritma** (öğrenen sistem yapıları) ve **işlemcilerin** (CPU, GPU, NPU, TPU gibi hızlı makineler) bir araya gelmesiyle oluşan bir üçgendir; bu üç unsur birleştiğinde ancak değer üretilebilir.

Sağlıkta yapay zeka, "öğrenebilen sağlık sistemleri" konseptiyle yakından ilişkilidir. Bu sistemler, dinamik olarak toplanan verileri analiz eder, yapay zekayı kullanarak doktorların ve karar vericilerin doğru tedavi uygulamasına yardımcı olur, hastaların da tedaviyi daha doğru almasını sağlar. Bu, verilerin toplanması, analiz edilmesi ve analiz eden topluluklarla sürekli bir iyileştirme döngüsü oluşturulması anlamına gelir.

Yapay zeka ve robotik kavramları genellikle karıştırılsa da, aralarında bir fark vardır. Robotlar, belirli görevleri yerine getiren fiziksel sistemlerdir (örneğin robot süpürgeler veya otonom araçlar). Yapay zeka ise daha çok **değerlendirme** gerektiren, hafızaya kaydedip yorumlayabilen sistemlerde kullanılır. Robotlar ameliyat yapmaya başlamış olsa da ameliyatı doğrudan robot değil, **robotun konsolunun başında oturan cerrah** robotu kontrol ederek yapmaktadır. Bu durum, yapay zekanın ve robotların doktorların yerini tamamen almaktan ziyade, onların iş yükünü hafifleten ve daha karmaşık alanlara odaklanmalarını sağlayan bir **asistan** konumunda olduğunu göstermektedir.

1.2 Uygulama Alanları ve Örnekler

Yapay zekanın sağlık sektöründeki uygulama alanları oldukça geniştir:

- **Teşhis ve Tanı:**
  - **Acil Durum Teşhisi:** Bir Reddit kullanıcısı, göğüs sıkışması, baş dönmesi ve mide bulantısı gibi belirtilerini ChatGPT'ye yazdığında, yapay zeka kalp krizi veya başka ciddi bir durum olabileceğini belirterek acil tıbbi yardım önermiştir. Kullanıcı hastaneye gittiğinde kalp krizi teşhisi konmuş ve hayatı kurtarılmıştır. Benzer şekilde, bir kullanıcının oğlunun baş ağrısı belirtileri üzerine ChatGPT'ye danışması, sinüzit olasılığı gibi yönlendirmelerle faydalı olmuştur.
  - **Hastalık Tanımlama:** Yapay zeka, basit idrar yolu enfeksiyonlarında %95'in

üzerinde doğrulukla tanı koyabilmektedir. Doktorların aylarca teşhis koyamadığı nadir hastalıkları yapay zeka çok kısa sürede doğru teşhis edebilmektedir.
    - **Görüntüleme ve Patoloji Analizi:** Prostat kanseri teşhisinde füzyon biyopsi tekniği ile MR görüntüleri yapay zeka algoritmalarına yüklenerek şüpheli alanlardan daha doğru biyopsi alınabilmektedir. Böbrek kanseri cerrahisinde, artırılmış gerçeklik (augmented reality) destekli robotik cerrahi ile tümörün tam yeri ameliyat esnasında görülebilmekte, bu da böbreğin korunmasına yardımcı olmaktadır. Patoloji ve radyolojide, yapay zeka doku analizleri ve görüntü okumada insan gözünden daha hızlı ve doğru tespitler yapabilmektedir. Beyin MR görüntülerinden anomali, cinsiyet ve yaş tespiti, tümör segmentasyonu ve inme (beyin kanaması) tespiti yapılabilmektedir. Hatta bir hastanın MR'ında doktorların ilk başta tespit edemediği beyin kanaması, yapay zeka sisteminin uyarısıyla erken müdahale edilerek hastanın hayatı kurtarılmıştır.
    - **Erken Uyarı Sistemleri:** Yüzün termal fotoğrafını çekerek kişinin biyolojik yaşını ve çeşitli hastalıklarla (metabolik hastalıklar, yüksek tansiyon) olan bağlantısını tespit eden yapay zeka modelleri geliştirilmiştir.
    - **Kan Tahlili Yorumlama:** Yapay zeka, kan tahlili sonuçlarını inceleyerek yüksek veya düşük değerleri belirleyebilir ve hastayı hangi uzmana (dahiliye, kardiyolog, hematolog) yönlendirmesi gerektiği konusunda tavsiye verebilir.
    - **Toplum Sağlığı Takibi:** Google arama motorundaki kelimelerden domuz gribi salgınının tespit edilmesi gibi, yapay zeka büyük veri analizleriyle salgın haritalarını oluşturarak henüz sahaya çıkılmadan potansiyel sorunları belirleyebilmektedir.
- **Tedavi ve Takip:**
    - **Kişiselleştirilmiş Tedavi Planlaması:** Yapay zeka algoritmaları, hastanın gelecek süreçteki komplikasyonlarını veya hastalık tekrarlarını öngörerek kişiye özel tedavi önerileri sunabilmektedir.
    - **Ameliyat ve Cerrahi Destek:** Robotik cerrahi, açık cerrahiden daha hızlı iyileşme, daha az ağrı ve komplikasyon avantajları sunmaktadır. Robotlar, doğum öncesi bebek konumlandırma (Leopold manevrası) ve entübasyon gibi temel hekimlik işlemlerinde de kullanılmaktadır.
    - **Hasta Takibi ve Bakımı:** Ameliyat sonrası takip süreçlerinde veya kronik hastalık yönetiminde (şeker hastalığı, tansiyon, obezite) yapay zeka, hastaların sorularına yanıt vererek ve verilerini analiz ederek destek olabilmektedir. Giyilebilir cihazlar aracılığıyla toplanan adımlar, uyku düzeni, nefes gibi veriler, yapay zeka ile analiz edilerek kişiye özel geri bildirimler sağlanabilmektedir.
    - **İlaç Yönetimi:** Reçetelemede ilaç etkileşimleri, yan etkiler ve alerjiler gibi mevzuları kontrol ederek hataları minimize etmektedir.
    - **Telemedisin ve Uzaktan Danışmanlık:** Hastaların acil durumlarda hemen hekime ulaşmasını sağlayan ve evde bakım hizmetlerini destekleyen uzaktan bağlanma (telemedisin) sistemleri, yapay zeka ile iyileşmektedir.
    - **Triyaj ve Önceliklendirme:** Acil servislerde veya bölümlere başvuran hastaların önceliklendirilmesi (triyaj) sağlanabilir; örneğin, riskli radyolojik görüntüler daha uzman bir radyoloğa yönlendirilebilir.

1.3 Fırsatlar ve Avantajlar

Yapay zekanın sağlık sektörüne sunduğu başlıca fırsatlar ve avantajlar şunlardır:

- **Erken Tanı ve Müdahale:** Hastalıkların erken aşamada tespit edilmesini sağlayarak tedavinin başarısını artırır ve hayati riskleri azaltır.
- **Maliyet ve Verimlilik Artışı:**
  - Sağlık sistemlerinin maliyet yükünü düşürür. Örneğin, ABD sadece sağlıkta yapay zeka ve büyük veri yaklaşımları kullanarak 400 milyar dolar tasarruf sağlamıştır.
  - Gereksiz tanı ve tedavilerin önüne geçilmesine yardımcı olur.
  - Doktorların iş yükünü azaltır, zamanlarını daha verimli kullanmalarını sağlar ve **angarya işleri kolaylaştırır**.
  - Hastanede yatış sürelerini kısaltır.
- **Hizmet Kalitesinin İyileştirilmesi:**
  - Tanı ve tedavi kalitesini, hatta bazı durumlarda insan doktorlardan daha yüksek doğruluk oranlarıyla artırır.
  - Hataları ve ihmalleri minimize eden bir sistem sunar.
  - Kişiselleştirilmiş ve hedefe yönelik tedavi yaklaşımları geliştirir.
  - Hasta-doktor diyaloğunun kalitesini artırır ve hastaların daha bilinçli olmasını sağlar.
- **Hasta Erişimi ve Konforu:**
  - Acil durumlarda veya basit rahatsızlıklarda hastalara ilk danışmanlık hizmeti sunarak hastaneye gitme ihtiyacını azaltır.
  - Telemedisin ile uzaktan sağlık hizmetlerine erişimi kolaylaştırır ve evde bakım hizmetlerini destekler.
- **Bilimsel Araştırma ve Geliştirme:**
  - Büyük veri setlerinin analizi sayesinde yeni bilimsel keşiflere ve hastalıklar arası ilişkilerin açığa çıkmasına olanak tanır.
  - Sağlık sektöründe yeni iş alanları ve girişimcilik fırsatları yaratır.

1.4 Zorluklar ve Riskler

Yapay zekanın sağlıkta kullanımı önemli avantajlar sunsa da, beraberinde bazı zorluklar ve riskler de getirmektedir:

- **Etik ve Hukuki Engeller:**
  - İşin içine hasta ve hastalıklar girdiğinde **etik kurallar en önemli faktör** haline gelmektedir. Yapay zekanın koyduğu tanıya şu anda yasal mevzuatlar gereği güvenilememekte ve tanının altında bir doktor imzası gerekmektedir.
  - Yapay zeka modellerinin sorumluluğu ve hatalardan kimin sorumlu olacağı gibi konular belirsizdir.
  - Yapay zekanın potansiyel olarak insan önyargılarını (cilt rengi, cinsiyet, sosyoekonomik durum) eğitim verisinden alıp uygulamaya yansıtma riski vardır. Bu nedenle **sorumlu yapay zeka** ve **etik yapay zeka** yaklaşımları önem

kazanmaktadır.

- **Veri Yönetimi ve Güvenliği:**
  - Yapay zekanın doğru ve güvenilir çıktılar üretebilmesi için **temiz, doğru ve iyi konumlandırılmış veri setlerine** ihtiyaç vardır.
  - Kişisel sağlık verilerinin korunması (KVKK) ve mahremiyet ihlalleri önemli bir sorundur.
  - **Bilgi kirliliği** ve yanlış yönlendirme riski mevcuttur. İnternet ortamındaki birçok yanlış bilgi, hastaları farklı yönlere götürebilir. Yapay zeka modelleri de "halüsinasyon" olarak adlandırılan yanıltıcı veya hatalı bilgiler üretebilir.
  - Verilerin kötü niyetli amaçlarla kullanılması veya model enjeksiyonu gibi güvenlik açıkları da potansiyel risklerdir.
- **Güven ve Algı Sorunları:**
  - Hastaların yapay zeka destekli tedavilere veya teşhislere tam güven duymakta tereddüt etmeleri görülebilir.
  - Yapay zekanın doktorların yerini alacağı algısı, sektörde endişe yaratmaktadır.
  - Ücretsiz yapay zeka versiyonlarının sınırlı veri setleriyle eğitilmiş olması nedeniyle daha düşük bilgi seviyesi sunması ve dikkatli kullanılması gerektiği vurgulanmaktadır.
  - Hastaların kendi kendilerine yapay zeka üzerinden teşhis koymaları veya ilaç kullanmaları/bırakmaları gibi bilinçsiz uygulamalar sağlık sorunlarına yol açabilir.
- **İnsan Faktörünün Rolü:**
  - Yapay zeka, doktorların yerini tamamen alamaz çünkü doktorluğun halen çok ciddi bir insani bileşeni, **empati ve vicdan** gibi unsurları vardır.
  - Bazı durumlarda insan doktorların yorgunluk veya stres gibi nedenlerle hata yapma riski olsa da, yapay zeka sistemlerinin de yanlış yönlendirme veya kültürel olarak uygunsuz yanıtlar verme potansiyeli vardır.
  - Yaşlı hastalar gibi belirli demografik grupların yapay zeka ve dijital uygulamalara adaptasyonunda zorluklar yaşanabilmektedir.

1.5 Türkiye'deki Durum ve Gelecek

Türkiye, yapay zeka destekli sağlık sistemleri konusunda önemli bir potansiyele sahiptir ve bu alanda ilerlemeler kaydetmektedir:

- **Mevcut Durum ve Potansiyel:**
  - Türkiye, sağlık alanında **devasa boyutlarda veri üreten** bir ülkedir. Günlük milyonlarca hasta girişi, randevu, muayene, ameliyat, radyolojik görüntü ve reçete kaydı bulunmaktadır.
  - **e-Nabız sistemi** gibi güçlü bir dijital sağlık altyapısı mevcuttur. Bu entegre sistem, veri takibi ve analizinde büyük bir avantaj sağlamaktadır.
  - Ülkede yapay zeka konusunda çalışan bilim insanları, akademisyenler ve yaklaşık **300 startup** bulunmaktadır.
  - Gazi Üniversitesi tarafından geliştirilen **Gazi Brain Projesi** gibi ulusal başarı

hikayeleri mevcuttur. Bu proje, beyin MR görüntülerinden anomali tespiti, cinsiyet ve yaş tahmini gibi ilk kez uygulanan sistemleri içermekte ve doktorların karar süreçlerini desteklemektedir. Projeden elde edilen çıktılar kamu hastanelerinde ücretsiz olarak yaygınlaştırılmayı hedeflemektedir.
    - Sağlık Bakanlığı, öğrencilere veri setleri açarak (inme, abdomen, mamografi) yapay zeka yarışmaları düzenlemekte ve bu alandaki çalışmaları teşvik etmektedir.
    - Türkiye'nin sağlıkta dijitalleşme ve elektronik sağlık kayıtlarındaki ilerlemeleri, ilaç takip sistemi ve tıbbi cihaz takip sistemi gibi altyapıları, bu alanda uluslararası arenada da bir öncü olma potansiyeli sunmaktadır.
- **Gelişim Alanları ve Gelecek Hedefleri:**
    - Türkiye'de yeni teknolojilerin ve robotik cerrahinin yaygınlaşması önünde **yüksek maliyetler** önemli bir engeldir. Şu anda robotik cerrahi kullanımı %10-15 civarındadır. Bu oranın artırılması için **yerli üretim** desteklenmeli ve maliyetler düşürülmelidir.
    - Yapay zekanın sadece araştırma düzeyinde kalmayıp, günlük sağlık pratiğine daha fazla entegre edilmesi gerekmektedir.
    - **"Sağlık Sanayi Başkanlığı"** gibi bir yapının oluşturulmasıyla sağlıkta dijital dönüşümün tamamlanması ve savunma sanayiindeki başarı modelinin sağlığa da aktarılması önerilmektedir. Bu, milli ve yerli üretim, veri güvenliği ve bağımsızlığı açısından kritik öneme sahiptir.
    - Gelecekte, tek kollu robotik cerrahiler ve görüntü kalitesinin artırılması gibi yenilikler beklenmektedir.
    - Yapay zeka, toplumsal taramalar ve halk sağlığı alanında gereksiz tanıları ve tedavileri önlemede kullanılabilir.
    - Sağlık okuryazarlığının artırılması ve hastaların kendi sağlık verilerini takip etme yeteneklerinin geliştirilmesi önemlidir.
    - Ülkede yapay zeka uzmanı ihtiyacı artmakta, üniversitelerde yapay zeka odaklı bölümler ve merkezler açılmaktadır. Ancak veri olmasına rağmen henüz ürüne dönüşümde yeterli seviyeye ulaşılamamıştır.
    - Sağlıkta **önleyici ve koruyucu tıp** yaklaşımları ön plana çıkarılmalıdır. Yapay zeka, bir kişi hasta olmadan önce hasta olabileceğini tespit edip önlem alınmasına katkı sağlayabilir.
    - Sağlık çalışanlarının, özellikle doktorların, yapay zeka eğitimlerini alarak ve iletişim becerilerini geliştirerek bu yeni çağa uyum sağlaması gerekmektedir.
    - Etik ve güvenlik standartları, yapay zeka sistemlerinin tasarım aşamasından itibaren kritik olarak ele alınmalı ve veri güvenliği ile mahremiyet ihlallerinin önüne geçilmelidir.

Türkiye, büyük veri potansiyeli ve dijital altyapısıyla sağlıkta yapay zekanın sunduğu fırsatları değerlendirerek hem kendi toplumunun sağlığını iyileştirebilir hem de uluslararası alanda lider bir konum elde edebilir.