



International Journal of Social Sciences

ISSN:2587-2591

DOI Number:<http://dx.doi.org/10.30830/tobider.sayi.22.16>

Volume 9/2

2025 p. 271-294

TÜRKİYE SAĞLIK SİSTEMİNDE YAPAY ZEKA TABANLI KLİNİK KARAR DESTEK SİSTEMLERİNİN ENTEGRASYONU İÇİN BİR SOSYO-TEKNİK ÇERÇEVE MODELİ

“A SOCIO-TECHNICAL FRAMEWORK MODEL FOR THE INTEGRATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE-BASED CLINICAL DECISION SUPPORT SYSTEMS INTO THE TURKISH HEALTHCARE SYSTEM”

Selçuk ÖZÇELİK*

Merve SARİBEKİROĞLU**

ÖZ

Yapay zeka (YZ), sağlık hizmetlerinde devrim yaratma potansiyeli taşımakta ve Yapay Zeka Tabanlı Klinik Karar Destek Sistemleri (YZ-KKDS), bu dönüşümün merkezinde yer almaktadır. Bu sistemler, tanı doğruluğunu artırma, tedavi planlarını kişiselleştirme ve operasyonel verimliliği yükseltme gibi önemli vaatler sunmaktadır (Bulut, 2023). Ancak, YZ modellerinin geliştirilmesi, bu teknolojinin başarılı bir şekilde benimsenmesi için gereken sürecin yalnızca bir parçasıdır. Türkiye sağlık sisteminin kendine özgü dinamikleri; parçalı Hastane Bilgi Yönetim Sistemleri (HBYS) yapısı, Kişisel Verilerin Korunması Kanunu (KVKK) gibi katı yasal düzenlemeler, hekimlerin iş akışları ve teknolojiye yönelik tutumları gibi faktörler, entegrasyon sürecini karmaşık bir sosyo-teknik probleme dönüştürmektedir (Dizman, 2018; Önder, 2022). Bu makale, YZ-KKDS'nin Türkiye'de başarılı ve sürdürülebilir entegrasyonu için bütüncül bir yol haritası sunmayı amaçlamaktadır. Literatür taraması, Türkiye'deki mevcut durum analizi ve sistem tasarımı prensiplerini birleştiren bir metodoloji kullanılarak, teknolojik gelişimin ötesine geçen ve insan, organizasyon ve politika faktörlerini merkeze alan çok boyutlu bir çerçeve modeli önerilmektedir. Önerilen model; (1) Yönetişim ve Politika, (2) Teknik Altyapı ve Birlikte Çalışabilirlik, (3) Klinik Entegrasyon ve Kullanıcı

* Dr, E-mail: info@seljuk.net, ORCID: 0000-0002-6587-8741, İstanbul, Türkiye.

** Araştırmacı, İstanbul Sebahattin Zaim Üniversitesi, E-mail: merve.saribekiroglu@izu.edu.tr, ORCID: 0009-0001-0700-0041, İstanbul, Türkiye.

Odaklılık, (4) Yasal ve Etik Uyum, (5) Eğitim ve Kapasite Geliştirme olmak üzere beş temel sütun üzerine inşa edilmiştir. Bu çerçeve, YZ-KKDS entegrasyonunun önündeki sosyo-teknik engelleri aşmak için politika yapıcılara, sağlık yöneticilerine ve teknoloji geliştiricilere stratejik bir rehber sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: *Yapay Zeka, Klinik Karar Destek Sistemleri, Sosyo-Teknik Sistemler, Teknoloji Entegrasyonu, Sağlık Bilişimi, Hastane Bilgi Yönetim Sistemleri (HBYS), Türkiye Sağlık Sistemi, Teknoloji Kabul Modeli (TAM), KVKK.*

ABSTRACT

Artificial Intelligence (AI) holds transformative potential in healthcare, with AI-Based Clinical Decision Support Systems (AI-CDSS) positioned at the core of this transformation. These systems offer significant promises such as improving diagnostic accuracy, personalizing treatment plans, and enhancing operational efficiency (Bulut, 2023). However, model development constitutes only one part of the process necessary for the successful adoption of this technology. The unique dynamics of the Turkish healthcare system - such as the fragmented structure of Hospital Information Management Systems (HIMS), strict legal regulations like the Personal Data Protection Law (PDPL), physicians' workflows, and their attitudes toward technology - turn the integration process into a complex socio-technical challenge (Dizman, 2018; Önder, 2022). This article aims to present a comprehensive roadmap for the successful and sustainable integration of AI-CDSS in Turkey. Employing a methodology that combines literature review, an analysis of the current state in Turkey, and system design principles, the study proposes a multidimensional framework model that goes beyond technological development and centers on human, organizational, and policy factors. The proposed model is built upon five core pillars: (1) Governance and Policy, (2) Technical Infrastructure and Interoperability, (3) Clinical Integration and User-Centeredness, (4) Legal and Ethical Compliance, and (5) Education and Capacity Building. This framework offers strategic guidance to policymakers, healthcare administrators, and technology developers in overcoming the socio-technical barriers to AI-CDSS integration.

Keywords: *Artificial Intelligence, Clinical Decision Support Systems (CDSS), Socio-Technical Systems, Technology Integration, Health Informatics, Hospital Information Management Systems (HIMS), Turkish Healthcare System, Technology Acceptance Model (TAM), Personal Data Protection Law (PDPL).*

1. Giriş

Yapay zeka (YZ), yirmi birinci yüzyılın en dönüştürücü teknolojilerinden biri olarak sağlık hizmetleri sunumunda köklü bir paradigma değişimini tetiklemektedir. Bu teknolojinin en somut ve potansiyeli en yüksek uygulama alanlarından biri, Yapay Zeka Tabanlı Klinik Karar Destek Sistemleri'dir (YZ-KKDS). Küresel ölçekte yapılan çalışmalar, bu sistemlerin tanınal doğruluğu önemli ölçüde artırdığını, tedavi planlarını her bir hastanın özgün biyolojik ve yaşam tarzı verilerine göre kişiselleştirdiğini ve nihayetinde hasta güvenliği ile tedavi sonuçlarını iyileştirdiğini ortaya koymaktadır (Persidis & Persidis, 1991; Akalın & Veranyurt, 2022; Bulut, 2023). YZ algoritmaları,

büyük ve karmaşık veri setlerini (tıbbi görüntüler, elektronik sağlık kayıtları, genetik bilgiler vb.) insan kapasitesinin ötesinde bir hız ve hassasiyetle analiz ederek, hastalıkların erken teşhisine olanak tanımakta ve sağlık hizmetlerinin verimliliğini artırmaktadır (Hoşgör & Güngördü, 2022; Khan, 2023).

Bu küresel eğilime paralel olarak Türkiye de yapay zekayı stratejik bir öncelik olarak belirlemiştir. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı tarafından yayımlanan “Ulusal Yapay Zeka Stratejisi (2021-2025)” belgesi, sağlık sektörünü öncelikli alanlardan biri olarak tanımlamakta ve bu alanda yerli ve milli YZ çözümlerinin geliştirilmesini hedeflemektedir (T.C. Cumhurbaşkanlığı Dijital Dönüşüm Ofisi, 2021; Akalın & Veranyurt, 2022). Sağlık Bakanlığı da bu stratejik vizyon doğrultusunda, bünyesinde “Yapay Zekâ ve Yenilikçi Teknolojiler Dairesi Başkanlığı” gibi özel birimler kurmuş (Sağlık Bakanlığı, 2024) ve Türkiye Sağlık Enstitüleri Başkanlığı (TÜSEB) çatısı altında “Türkiye Sağlık Veri Araştırmaları ve Yapay Zeka Uygulamaları Enstitüsü”nü (TÜYZE)” faaliyete geçirerek (T.C. Cumhurbaşkanlığı Dijital Dönüşüm Ofisi, 2021; TÜSEB, 2025) konuya verdiği önemi kurumsal düzeyde göstermiştir. Bu girişimler, Türkiye’nin YZ kapasitesini inşa etme konusundaki kararlılığını yansıtmaktadır.

Ancak, YZ algoritmalarını geliştirmek ile bu algoritmaları ülkenin mevcut sağlık ekosistemine başarılı bir şekilde entegre etmek arasında derin bir uçurum bulunmaktadır. YZ-KKDS’nin benimsenmesi, yalnızca teknolojik bir yenilik değil, aynı zamanda karmaşık bir sosyo-teknik dönüşümdür. Entegrasyon süreci; mevcut teknik altyapının (özellikle Hastane Bilgi Yönetim Sistemleri - HBYS) yetenekleri, hekimlerin ve sağlık profesyonellerinin iş akışları, kurumsal kültür, yasal ve etik düzenlemeler gibi çok sayıda birbiriyle ilişkili faktörden etkilenmektedir (Kaplan, 2001; Magrabi vd., 2019; Beede vd., 2020). Dolayısıyla, ulusal stratejinin başarısı, sadece YZ teknolojisini *geliştirmeye* odaklanmaktan ziyade, bu teknolojiyi mevcut sisteme *entegre etme* sorununu çözmeye yönelik bütüncül bir yaklaşım benimsemesine bağlıdır. Problem, teknoloji merkezli olmaktan çıkıp entegrasyon merkezli bir nitelik kazanmıştır.

Bu makalenin temel amacı, bu stratejik boşluğu doldurmaktır. YZ-KKDS’nin Türkiye sağlık sistemine başarılı, sürdürülebilir ve etik bir şekilde entegrasyonunu sağlamak üzere, ülkenin özgün dinamiklerini (HBYS pazar yapısı, ulusal sağlık veri platformları, KVKK mevzuatı, hekim tutumları vb.) dikkate alan kapsamlı bir sosyo-teknik çerçeve modeli önermektedir. Bu çalışma, literatür taraması, Türkiye’deki mevcut durumun analizi ve sistem tasarımı prensiplerini sentezleyerek, hem akademisyenler hem de politika yapıcılar ve sağlık yöneticileri için yol gösterici, kavramsal bir rehber oluşturmayı hedeflemektedir. Önerilen çerçeve, teknolojinin kendisinden ziyade, teknolojinin insan, organizasyon ve toplumla olan etkileşimini yönetmeye odaklanarak, Türkiye’nin sağlıkta YZ potansiyelini tam anlamıyla hayata geçirmesine katkıda bulunmayı amaçlamaktadır.

2. Yapay Zeka Tabanlı Klinik Karar Destek Sistemleri: Kavramsal Zemin ve Potansiyel

YZ-KKDS entegrasyonunun sosyo-teknik boyutlarını analiz etmeden önce, bu sistemlerin ne olduğunu, nasıl çalıştığını ve sağlık hizmetlerine sunduğu somut faydaları anlamak esastır. Bu bölüm, konunun kavramsal ve teknik temelini oluşturarak, teknolojinin potansiyelini net bir şekilde ortaya koymayı amaçlamaktadır.

Tanım ve Evrim

Klinik Karar Destek Sistemleri (KKDS), en genel tanımıyla, hasta verilerini analiz ederek tanı, tedavi ve bakım süreçlerinde hekimlere ve diğer sağlık profesyonellerine karar desteği sağlamak üzere tasarlanmış bilgisayar tabanlı interaktif sistemlerdir (Çiriş, 2020; Çiriş vd., 2020). Bu sistemlerin amacı, tek başına karar vermek değil, sağlık profesyonellerinin karar verme süreçlerini kanıta dayalı bilgi ve önerilerle destekleyerek daha doğru ve etkin kararlar almalarına yardımcı olmaktır (Çiriş vd., 2020).

KKDS'lerin tarihi, 1970'lerde geliştirilen MYCIN gibi sistemlere kadar uzansa da (Bulut, 2023), bu erken dönem sistemler büyük ölçüde **“bilgi tabanlı” (knowledge-based)** bir mimariye dayanıyordu. Bu sistemler, uzmanlar tarafından kodlanan ve “EĞER-İSE” (IF-THEN) mantığına dayalı kurallar bütünüyle çalışır (Persidis & Persidis, 1991; Bulut, 2023). Örneğin, “EĞER hastanın kan basıncı belirli bir seviyenin üzerindeyse, İSE şu ilacı öner” gibi önceden tanımlanmış kuralları işlerler. Bu yaklaşım, belirli ve iyi tanımlanmış klinik senaryolarda etkili olsa da, karmaşık ve belirsiz durumlarla başa çıkmada ve yeni bilgilerden öğrenmede yetersiz kalmaktadır.

Yapay zekanın, özellikle de makine öğrenmesi (machine learning) ve derin öğrenme (deep learning) alanlarındaki gelişmeler, KKDS'leri yeni bir evreye taşımıştır: **“bilgi tabanlı olmayan” (non-knowledge-based)** sistemler (Persidis & Persidis, 1991; Bulut, 2023). Bu modern YZ-KKDS'ler, sabit kurallara dayanmak yerine, büyük veri yığınlarındaki (elektronik sağlık kayıtları, tıbbi görüntüler, laboratuvar sonuçları, genomik veriler vb.) gizli örüntüleri ve ilişkileri öğrenerek tahminlerde ve önerilerde bulunurlar (Persidis & Persidis, 1991; Schoonderwoerd vd., 2021). Bu evrim, sistemlerin statik bilgi depoları olmaktan çıkıp, sürekli öğrenen, adapte olan ve daha önce fark edilmemiş klinik içgörüler üretebilen dinamik araçlara dönüşmesini sağlamıştır (Veranyurt vd., 2020; Önder, 2022).

Şekil 1: YZ-KKDS Mimarilerinin Evrimi

Bu bölümde yer alması önerilen şekil, iki panelli bir diyagram olacaktır. Sol panelde, “Bilgi Tabanlı KKDS” başlığı altında, bir dizi IF-THEN kural kutucuğundan oluşan statik bir bilgi tabanı ve bu tabandan çıkan tek bir öneri oku gösterilecektir. Sağ panelde ise, “Bilgi Tabanlı Olmayan YZ-KKDS” başlığı altında, çok katmanlı bir yapay sinir ağı (derin öğrenme modeli) çizilecek; bu ağı Elektronik Sağlık Kayıtları (ESK), Radyoloji Görüntüleri ve Genomik Veri gibi çok sayıda farklı veri kaynağından oklar girecek ve ağın çıktısı olarak olasılıksal tanı veya tedavi önerileri gösterilecektir. Bu görsel, kural tabanlı sistemlerin sınırlı yapısı ile YZ tabanlı sistemlerin karmaşık ve çoklu veri kaynaklarından öğrenme yeteneği arasındaki temel farkı vurgulayacaktır.

Mimari ve Bileşenler

Bir YZ-KKDS, temel olarak üç ana bileşenden oluşur (Çiriş, 2020):

1. **Bilgi Tabanı veya Model:** Geleneksel sistemlerde bu, uzmanlar tarafından oluşturulmuş bir kural veritabanıdır. Modern YZ-KKDS'lerde ise bu bileşen, büyük veri setleri üzerinde eğitilmiş bir makine öğrenmesi veya derin öğrenme modelidir. Bu model, veriler arasındaki karmaşık ilişkileri temsil eder.
2. **Vaka Verisi (Girdi):** İncelenen spesifik hastaya ait verilerdir. Bu veriler, elektronik sağlık kayıtlarından (ESK) alınan demografik bilgiler, semptomlar, laboratuvar sonuçları, PACS (Görüntü Arşivleme ve İletişim Sistemi) üzerinden gelen radyoloji görüntüleri veya giyilebilir cihazlardan gelen anlık veriler olabilir.
3. **Çıkarım Motoru (Inference Engine):** Bu bileşen, vaka verisini (girdi) alır ve bilgi tabanındaki/modeldeki bilgiyi kullanarak bir çıktı (öneri) üretir. Kural tabanlı sistemlerde bu motor, girdiyi kurallarla eşleştirir. YZ tabanlı sistemlerde ise bu motor, girdiyi eğitilmiş modelden geçirerek bir olasılık veya tahmin hesaplar ve bunu hekime anlamlı bir öneri olarak sunar (Çiriş, 2020).

Bu mimari, YZ-KKDS'lerin çok çeşitli ve büyük hacimli verileri entegre bir şekilde analiz etmesine olanak tanır. Örneğin, bir sistem hastanın radyoloji görüntüsünü, kan tahlili sonuçlarını ve genetik yatkınlık verilerini aynı anda değerlendirerek kişiselleştirilmiş bir kanser tedavisi riski skoru üretebilir (Persidis & Persidis, 1991; Hoşgör & Güngördü, 2022).

Klinik Potansiyel ve Faydalar

YZ-KKDS'lerin sağlık hizmetlerine entegrasyonu, çok sayıda somut fayda sağlama potansiyeline sahiptir:

- **Tanısal Doğruluk Artışı:** YZ algoritmaları, özellikle radyoloji, patoloji ve dermatoloji gibi görüntülemeye dayalı uzmanlık alanlarında, insan gözünün fark edemeyeceği ince örüntüleri tespit edebilir. Yapılan araştırmalar, YZ destekli sistemlerin belirli kanser türlerinin teşhisinde (Bulut, 2023; Hoşgör & Güngördü, 2022) veya kardiyovasküler hastalıkların EKG analizinde (Akalin, 2020) uzman hekimlerle benzer, hatta bazen daha üstün bir performans sergilediğini göstermektedir (Hoşgör & Güngördü, 2022; Kuş & Bozkurt, 2016). Bu, tanısal hataları azaltarak hasta güvenliğini doğrudan artırır.
- **Kişiselleştirilmiş Tedavi:** YZ-KKDS'ler, bir hastanın genetik yapısı, yaşam tarzı, komorbiditeleri ve önceki tedavilere verdiği yanıt gibi çok sayıda değişkeni analiz ederek, o hastaya özel en etkili tedavi protokolünü önerebilir (Akalin & Veranyurt, 2022; Akalin, 2020). Bu "hassas tıp" yaklaşımı, tedavinin başarısını artırırken yan etkileri minimize etme potansiyeli taşır (Zihni vd., 2020).

- **Erken Hastalık Tespiti ve Önleyici Tıp:** Sistemler, büyük hasta popülasyonlarının verilerini analiz ederek, belirli hastalıklar için yüksek risk altındaki bireyleri henüz semptomlar ortaya çıkmadan belirleyebilir (Hoşgör & Güngördü, 2022; Maskara vd., 2017). Örneğin, bir YZ modeli, hastanın rutin kan tahlili sonuçlarındaki hafif değişimlerden yola çıkarak kronik böbrek hastalığı riskini yıllar öncesinden tahmin edebilir. Bu, reaktif bir sağlık hizmeti modelinden proaktif ve önleyici bir modele geçişi mümkün kılar (Akalin, 2020).
- **Operasyonel Verimlilik ve Maliyet Düşüşü:** YZ-KKDS'ler, gereksiz test ve prosedürlerin önüne geçerek, ilaç etkileşimi gibi önlenemez tıbbi hataları azaltarak ve hastanede kalış sürelerini kısaltarak sağlık sisteminin maliyetlerini önemli ölçüde düşürebilir (Bulut, 2023; Khan, 2023; Çiriş vd., 2020). Türkiye'de yapılan bir analiz, YZ uygulamalarıyla yanlış istemlerin engellenmesi sayesinde milyarlarca liralık tasarruf sağlanabileceğini öngörmektedir (Akalin, 2020).
- **İş Akışı Optimizasyonu ve Hekim Yükünün Azaltılması:** Modern sağlık sistemlerinde hekimler, zamanlarının önemli bir kısmını veri girişi, raporlama ve idari görevlere ayırmaktadır. YZ-KKDS'ler, hasta kayıtlarını özetleme, ilgili literatürü tarama veya rutin görüntüleme sonuçlarını önceliklendirme gibi görevleri otomatikleştirerek hekimlerin idari yükünü hafifletebilir (Beede et al., 2020; Schoonderwoerd et al., 2021). Bu, hekimlerin en değerli kaynakları olan zamanlarını ve bilişsel enerjilerini doğrudan hasta bakımına ve karmaşık klinik karar verme süreçlerine odaklamalarına olanak tanır (Khan, 2023).

3. Türkiye Sağlık Bilişim Ekosisteminin Mevcut Durum Analizi

YZ-KKDS'nin başarılı entegrasyonu, bu teknolojinin yerleştirileceği zeminin, yani ulusal sağlık bilişim ekosisteminin derinlemesine anlaşılmasını gerektirir. Türkiye, merkezi veri toplama girişimleri ile yereldeki parçalı teknoloji altyapısı arasında kendine özgü bir gerilimi barındıran karmaşık bir yapıya sahiptir. Bu bölüm, YZ-KKDS'nin entegre edileceği bu ekosistemin temel bileşenlerini ve dinamiklerini analiz ederek, önerilecek çerçevenin neden Türkiye'ye özgü olması gerektiğini ortaya koyacaktır.

Hastane Bilgi Yönetim Sistemleri (HBYS): Parçalı Dijital Omurga

Hastane Bilgi Yönetim Sistemleri (HBYS), Türkiye'deki hastanelerin tüm idari, finansal ve klinik süreçlerini yöneten dijital omurgadır (Dizman, 2018; Orhan vd., 2018). Hasta kabulünden taburculuğa, laboratuvar sonuçlarından faturalandırmaya kadar tüm veri akışı bu sistemler üzerinden gerçekleşir. Bu sistemler, operasyonel verimliliği artırma, manuel hataları azaltma ve hasta bilgilerinin güvenliğini sağlama gibi temel işlevleri yerine getirir (Dizman, 2018; Öz, 2012).

Ancak Türkiye'deki HBYS pazarı, çok sayıda özel yazılım firmasının rekabet ettiği oldukça parçalı bir yapıya sahiptir (Öz, 2012; Akalin, 2020). Kamu ve özel hastaneler, farklı tedarikçilerden farklı yeteneklere ve veri yapılarına sahip HBYS çözümleri

kullanılmaktadır. Bu durum, “her hastaneye ayrı bir yazılım” pratiğine yol açarak, ulusal düzeyde standardizasyon ve birlikte çalışabilirlik (interoperability) önünde ciddi bir engel teşkil etmektedir (Bulut, 2023). Farklı sistemlerin birbiriyle sorunsuz konuşamaması, YZ modellerinin ihtiyaç duyduğu geniş, tutarlı ve standartlaştırılmış veri setlerinin oluşturulmasını doğrudan zorlaştıran temel bir sorundur.

Ulusal Sağlık Bilişim Altyapısı ve Standardizasyon Çabaları

Bu parçalı yapıya karşılık, Sağlık Bakanlığı son yıllarda veriyi merkezileştirme ve standartlaştırma yönünde önemli adımlar atmıştır. Bu girişimlerin en önemlileri şunlardır:

- **e-Nabız:** Her vatandaşın tüm sağlık verilerine (tanılar, reçeteler, raporlar, radyoloji görüntüleri vb.) tek bir platform üzerinden erişebilmesini sağlayan kişisel bir sağlık kaydı sistemidir (Orhan vd., 2018). e-Nabız, farklı sağlık kuruluşlarında üretilen verileri bir araya getirerek, YZ modelleri için muazzam bir potansiyel ulusal veri havuzu oluşturmaktadır.
- **Sağlık-Net:** Sağlık kuruluşlarında üretilen her türlü veriyi kaynağından standart bir formatta toplayan merkezi bir veri ambarıdır (Akalin, 2020). Bu sistem, epidemiyolojik analizler ve sağlık politikalarının kanıta dayalı olarak şekillendirilmesi için temel bir altyapı sunar.
- **Diğer Merkezi Sistemler:** Merkezi Hekim Randevu Sistemi (MHRS) ve Teleradyoloji Sistemi gibi platformlar, belirli hizmet alanlarında veri akışını ve hizmet sunumunu merkezileştirerek standardizasyonu desteklemektedir (Orhan vd., 2018; Şengül, 2022).

Bu merkezi platformların yanı sıra Bakanlık, teknik düzeyde birlikte çalışabilirliği sağlamak amacıyla çeşitli standartlar ve API’lar (Uygulama Programlama Arayüzleri) geliştirmiştir. **HBYS.API** ve **YBBYS.API** gibi dokümanlar, HBYS firmalarının Bakanlık sistemleriyle nasıl veri alışverişi yapacağını tanımlarken (TÜSEB, 2025; TÜBİTAK, 2025), **Çekirdek Kaynak Yönetim Sistemi (ÇKYS)** ve **Sağlık Kodlama Referans Sunucusu (SKRS)** gibi yapılar, personel, kurum ve tıbbi terminoloji için ortak bir dil oluşturmayı hedefler (Orhan vd., 2018; Çiriş, 2020).

Bu durum, Türkiye sağlık bilişim ekosistemini tanımlayan temel bir gerilimi ortaya koymaktadır: bir yanda veriyi merkezileştirmeye ve standartlaştırmaya yönelik güçlü bir üst düzey (top-down) irade, diğer yanda ise bu verinin üretildiği kaynakta (hastanelerde) hüküm süren parçalı, pazar odaklı ve standartlaşmamış bir alt düzey (bottom-up) gerçeklik. Bu “**merkezileşme-parçalanma paradoksu**”, büyük ölçekli YZ dağıtımının önündeki en büyük teknik engeldir. Etkili YZ, büyük, standart ve kaliteli veri gerektirir. Bakanlık bu veriyi e-Nabız gibi merkezi sistemlerde toplamayı hedeflerken, bu verinin kalitesi ve tutarlılığı, onlarca farklı HBYS firmasının kendi standartlarına göre çalışan sistemleri tarafından belirlenmektedir. Bakanlığın API girişimleri bu boşluğu teknik olarak kapatmaya yönelik bir çaba olsa da, altta yatan pazar parçalanması sorununu

çözmemektedir. Dolayısıyla, başarılı bir entegrasyon çerçevesi, sadece merkezi platformlara odaklanmak yerine, verinin üretildiği HBYS katmanını doğrudan hedef alan stratejiler içermelidir.

Stratejik ve Kurumsal Yapılanma

Türkiye, sağlıkta YZ konusuna stratejik önem verdiğini kurumsal yapılanmasıyla da göstermektedir. Sağlık Bakanlığı bünyesinde ***Yapay Zekâ ve Yenilikçi Teknolojiler Dairesi Başkanlığı***nın kurulması (Sağlık Bakanlığı, 2024), YZ çözümlerinin üretilmesi ve idamesi için doğrudan sorumlu bir birimin varlığını işaret etmektedir. Daha da önemlisi, TÜSEB çatısı altında faaliyet gösteren **Türkiye Sağlık Veri Araştırmaları ve Yapay Zeka Uygulamaları Enstitüsü (TÜYZE)**, bu alandaki bilimsel ve teknolojik gelişmelere öncülük etme misyonunu üstlenmiştir (TÜSEB, 2025). TÜYZE'nin düzenlediği çalıştaylar, yürüttüğü projeler ve TEKNOFEST gibi platformlardaki aktif rolü, ekosistemi geliştirme ve paydaşları bir araya getirme çabasının somut göstergeleridir (TÜSEB, 2025; Uyanık, 2024).

Bununla birlikte, **Sağlık Teknolojisi Değerlendirme (STD)** kavramı Türkiye’de henüz gelişim aşamasındadır (Yiğit & Erdem, 2016). STD, bir sağlık teknolojisinin sadece klinik etkinliğini değil; maliyet-etkinliğini, etik, yasal ve organizasyonel etkilerini de sistematik olarak değerlendiren multidisipliner bir süreçtir (Yiğit & Erdem, 2016). YZ-KKDS gibi potansiyel etkileri geniş ve maliyetleri yüksek olabilecek yeni teknolojilerin, sağlık sistemine entegre edilmeden önce bu tür kapsamlı bir değerlendirmeden geçirilmesi, kaynakların etkin kullanımı ve potansiyel risklerin yönetimi açısından kritik öneme sahiptir. TÜSEB’in bu alandaki rolü ve STD süreçlerinin kurumsallaştırılması, başarılı bir entegrasyonun temel taşlarından birini oluşturacaktır (Yiğit & Erdem, 2016; TÜSEB, 2025).

Tablo 1: Türkiye Sağlık Bilişim Ekosistemi Paydaş Analizi

Paydaş	Rolü	Etkisi	Beklentileri	Karşılaştığı Zorluklar
T.C. Sağlık Bakanlığı	Politika belirleyici, düzenleyici, merkezi veri toplayıcı.	Yüksek	Hizmet kalitesinin artması, maliyetlerin düşmesi, ulusal sağlık verisinin oluşması.	Parçalı HBYS pazarını standartlaştırma, KVKK uyumu, hızlı teknolojik değişime ayak uydurma.

Paydaş	Rolü	Etkisi	Beklentileri	Karşılaştığı Zorluklar
TÜSEB TÜYZE /	Ar-Ge öncüsü, strateji geliştirici, ekosistem koordinatörü.	Yüksek	Yerli YZ teknolojilerinin geliştirilmesi, bilimsel kapasitenin artması, uluslararası rekabet gücü.	Nitelikli araştırmacı kaynağı, kaliteli ve erişilebilir veri setleri, Ar-Ge fonlaması.
Sosyal Güvenlik Kurumu (SGK)	Geri ödeme kurumu, finansör.	Yüksek	Maliyet-etkin teknolojilerin benimsenmesi, gereksiz harcamaların önlenmesi, kanıta dayalı geri ödeme.	YZ-KKDS'nin etkinliğini ve maliyet faydasını ölçecek standart metotların eksikliği.
HBYS Firmaları	Teknoloji sağlayıcı, sistem geliştirici ve uygulayıcı.	Yüksek	Pazar payını artırmak, kârlılık, teknolojik yeniliklere uyum sağlamak.	Birlikte çalışabilirlik standartlarına uyum maliyeti, sürekli değişen regülasyonlar, hastanelerin farklı talepleri.
Üniversiteler	Araştırmacı, eğitimci, nitelikli insan gücü yetiştiricisi.	Orta	Araştırma projeleri için fon ve veri erişimi, müfredat geliştirme, bilimsel yayın yapma.	Gerçek klinik verilere erişimdeki zorluklar (KVKK), sanayi ile iş birliği eksiklikleri.

Paydaş	Rolü	Etkisi	Beklentileri	Karşılaştığı Zorluklar
Hekimler / Sağlık Profesyonelleri	Son kullanıcı, uygulayıcı.	Yüksek (Kabul)	İş akışını kolaylaştıran, tanı ve tedavide gerçekten yardımcı olan, güvenilir ve kullanımı kolay sistemler.	“Kara kutu” sistemlere güvensizlik, iş yükünü artırma endişesi, hukuki sorumluluk belirsizliği, yetersiz eğitim.
Hastalar	Hizmet alıcısı, veri sahibi.	Orta (Dolaylı)	Daha hızlı ve doğru tanı, kişiselleştirilmiş tedavi, sağlık verilerinin mahremiyetinin korunması.	Veri güvenliği endişeleri, teknolojinin insan etkileşiminin yerini alması korkusu.

4. Entegrasyonun Önündeki Çok Boyutlu Engeller: Bir Sosyo-Teknik Analiz

YZ-KKDS'nin vaat ettiği potansiyelin realize edilmesi, sadece ileri teknoloji geliştirmekle mümkün değildir. Entegrasyon süreci, birbiriyle iç içe geçmiş teknik, organizasyonel, sosyal, yasal ve etik engellerle doludur. Bu engellerin kapsamlı bir analizi, etkili bir çözüm çerçevesi oluşturmanın ön koşuludur. Bu bölüm, engelleri çok boyutlu bir perspektifle ele alarak, sonraki bölümde sunulacak olan çerçevenin temel dayanaklarını oluşturacaktır.

4.1. Teknik Boyut

Teknik engeller, sistemlerin temel işlevselliğini ve güvenilirliğini doğrudan etkiler.

- **Veri Kalitesi ve Standardizasyon:** Yapay zeka modellerinin performansı, eğitildikleri verinin kalitesiyle doğru orantılıdır. Türkiye'deki parçalı HBYS yapısı nedeniyle, farklı hastanelerden gelen veriler genellikle eksik, hatalı, tutarsız veya standart dışı olabilmektedir (Beede et al., 2020). Örneğin, bir hastanede “diyabet” olarak kodlanan bir tanı, diğerinde “diabetes mellitus tip 2” olarak girilebilir. Bu tür tutarsızlıklar, YZ modellerinin doğru örüntüleri öğrenmesini engelleyerek performansını düşürür ve güvenilirliğini zedeler (Akalin, 2020).

- **Birlikte Çalışabilirlik (Interoperability):** YZ-KKDS'nin etkin olabilmesi için, hastanın verilerinin bulunduğu tüm kaynaklarla (HBYS, laboratuvar bilgi sistemleri (LBS), görüntü arşivleme ve iletişim sistemleri (PACS) vb.) sorunsuz bir şekilde konuşabilmesi gerekir. Ancak mevcut durumda, farklı firmalar tarafından geliştirilen bu sistemler arasında standart bir veri alışverişi protokolünün yaygın olmaması, entegrasyonu en zorlu teknik problem haline getirmektedir (Beede et al., 2020; Öz, 2012). YZ sisteminin, her bir hastanenin kendine özgü HBYS'si için özel olarak "terzi usulü" entegre edilmesi, ölçeklenebilir ve sürdürülebilir bir model değildir (Bulut, 2023).
- **"Kara Kutu" (Black Box) Problemi:** Özellikle derin öğrenme gibi karmaşık modeller, son derece isabetli tahminler yapabilseler de, bu tahminlere nasıl ulaştıklarını net bir şekilde açıklayamayabilirler. Bu "kara kutu" doğası, hekimler için ciddi bir güven sorunudur (Magrabi et al., 2019). Bir hekim, hayatı bir kararı etkileyebilecek bir önerinin arkasındaki mantığı anlayamadığında, sisteme güvenmekte ve öneriyi benimsemekte tereddüt edecektir. Hatalı bir öneri durumunda, hatanın kaynağını tespit etmek de imkansız hale gelir.

4.2. Organizasyonel ve Sosyal Boyut (Kullanıcı Kabulü)

Teknik olarak mükemmel bir sistem dahi, son kullanıcılar tarafından benimsenmez ve iş akışlarına entegre edilemezse başarısız olur. Bu boyut, teknolojinin insan ve organizasyonla olan etkileşimine odaklanır.

- **İş Akışı Entegrasyonu:** YZ-KKDS'nin başarısız olmasının en yaygın nedenlerinden biri, mevcut klinik iş akışlarını bozması veya hekimlere ek bir yük getirmesidir (Magrabi et al., 2019; Beede et al., 2020). Eğer bir hekim, karar destek önerisi almak için kullandığı HBYS ekranından çıkıp ayrı bir programa veri girmek zorunda kalıyorsa, bu sistem zamanla kullanılmamaya mahkumdur. İdeal entegrasyon, sistemin önerilerini hekimin zaten kullandığı arayüzlere (örneğin, hasta epikriz ekranı veya tetkik istem sayfası) doğal ve akıcı bir şekilde yerleştirmesidir. Sistem, hekime zaman kaybettirmemeli, aksine idari görevleri otomatikleştirerek ona zaman kazandırmalıdır (Khan, 2023; Schoonderwoerd et al., 2021).
- **Hekimlerin Tutum ve Kaygıları:** Sağlık profesyonellerinin yeni bir teknolojiyi kabulü, karmaşık psikososyal faktörlere bağlıdır. Bu durumu analiz etmek için **Teknoloji Kabul Modeli (TAM)** ve **Birleşik Teknoloji Kabul ve Kullanım Teorisi (UTAUT)** gibi teorik çerçeveler kullanılabilir (Davis, 1989; Venkatesh vd., 2003).
 - **Algılanan Fayda / Performans Beklentisi:** Hekimlerin bir YZ-KKDS'yi kullanmaya niyetlenmesi için öncelikle o sistemin kendi iş performanslarını artıracığına, daha doğru tanımlar koymalarına veya daha etkili tedaviler planlamalarına gerçekten yardımcı olacağına inanmaları

gerekir (Davis vd., 1989; Venkatesh & Davis, 2000; Bozkurt, 2020). Sistemin faydası somut ve kanıta dayalı olarak gösterilmelidir.

- **Algılanan Kullanım Kolaylığı / Efor Beklentisi:** Sistem ne kadar faydalı olursa olsun, eğer kullanımı karmaşık, öğrenmesi zorsa ve günlük iş akışında çaba gerektiriyorsa, hekimler tarafından reddedilecektir (Davis vd., 1989; Venkatesh & Davis, 2000; Bozkurt, 2020).
- Türkiye’de yapılan çalışmalar, hekimlerin YZ’ye yönelik “orta düzeyde bir kaygı” taşıdığını göstermektedir (Filiz & Karagöz, 2023). Ancak bu kaygının doğası yüzeysel bir okumayla yanlış anlaşılabilir. Bu, varoluşsal bir “işimi kaybedecek miyim?” kaygısından çok, pratik ve rasyonel endişelerden kaynaklanan bir kaygıdır. Hekimlerin temel endişeleri; sistemin güvenilir olup olmadığı, “kara kutu” doğası nedeniyle hatalı öneri riski, mevcut iş yüklerini daha da artırma potansiyeli ve en önemlisi, sistemin bir hatası durumunda hukuki sorumluluğun kime ait olacağı gibi konulardır (Magrabi et al., 2019; Çiriş vd., 2020; Maskara vd., 2017). Dolayısıyla, bu “kaygı”, kötü tasarlanmış veya entegre edilmiş bir sosyo-teknik sisteme verilen mantıklı bir tepkidir. Çözüm, hekimlere “endişelenmeyin” demek değil, onlara kanıtlanabilir şekilde faydalı, kullanımı kolay, şeffaf ve yasal güvenceleri olan sistemler sunmaktır.
- **Eğitim ve Destek Eksikliği:** Sağlık personelinin, bu yeni ve karmaşık teknolojileri etkin bir şekilde kullanabilmesi için kapsamlı ve sürekli bir eğitim sürecinden geçmesi şarttır. Yetersiz eğitim, sistemin yanlış kullanılmasına veya hiç kullanılmamasına yol açar (Beede et al., 2020; Çiriş vd., 2020). Ayrıca, kullanım sırasında karşılaşılan teknik sorunlara anında yanıt verecek, kolay erişilebilir bir teknik destek mekanizmasının varlığı da kullanıcı güveni için hayati önem taşır (Maskara vd., 2017).

Şekil 2: YZ-KKDS Entegrasyonunda Hekim Kabulünü Etkileyen Faktörler (UTAUT Modeli Uyarlaması)

Bu bölümde yer alması önerilen şekil, UTAUT modelinin dört ana yapısını (Performans Beklentisi, Efor Beklentisi, Sosyal Etki, Kolaylaştırıcı Koşullar) merkezine alan bir diyagram olacaktır. Her ana yapıdan, YZ-KKDS bağlamına özgü alt faktörlere oklar çıkacaktır. Örneğin:

- *Performans Beklentisi’nden -> “Tanısal Doğruluk Kanıtı”, “Tedavi Sonuçlarına Etkisi”, “İş Akışı Verimliliği”.*
- *Efor Beklentisi’nden -> “HBYS ile Sorunsuz Entegrasyon”, “Kullanıcı Arayüzü Sadeliği”, “Öğrenme Eğrisi”.*
- *Sosyal Etki’den -> “Meslektaşların Kullanımı”, “Uzmanlık Derneği Tavsiyeleri”, “Hastane Yönetimi Desteği”.*

- Kolaylaştırıcı Koşullar’dan -> “Yeterli Eğitim ve Teknik Destek”, “Algoritmik Şeffaflık (Açıklanabilirlik)”, “Net Hukuki Sorumluluk Çerçevesi”.

Bu şekil, hekim kabulünün sadece teknolojiyle ilgili olmadığını, aynı zamanda organizasyonel, sosyal ve yasal destek mekanizmalarına ne kadar bağlı olduğunu görsel olarak ortaya koyacaktır.

4.3. Yasal ve Etik Boyut

YZ-KKDS entegrasyonu, mevcut yasal ve etik normları zorlayan, dikkatle yönetilmesi gereken ciddi soruları gündeme getirir.

- **Veri Mahremiyeti ve KVKK:** 6698 sayılı Kişisel Verilerin Korunması Kanunu (KVKK) uyarınca, sağlık verileri “Özel Nitelikli Kişisel Veri” kategorisindedir ve işlenmesi en katı kurallara tabidir (Önder, 2022). YZ modellerinin eğitimi için gereken büyük veri setlerinin toplanması, anonimleştirilmesi, saklanması ve işlenmesi süreçlerinin tamamının KVKK’ya ve ilgili ikincil mevzuata tam uyumlu olması zorunludur (Akalin & Veranyurt, 2022; Kaya vd., 2022; Orhan vd., 2018). Veri güvenliği ihlalleri veya mahremiyetin zedelenmesi, hem hukuki yaptırımlara hem de toplumsal güvenin sarsılmasına yol açar (Kaya et al., 2022).
- **Hukuki Sorumluluk (Liability):** Entegrasyonun önündeki en kritik engellerden biri, sorumluluk konusundaki yasal boşluktur. Bir YZ-KKDS’nin hatalı bir tanı veya tedavi önerisi sonucunda hastanın zarar görmesi durumunda sorumluluk kime aittir? Kararı veren hekime mi, sistemi kuran hastane yönetimine mi, yoksa algoritmayı geliştiren yazılım firmasına mı? (Önder, 2022). Bu belirsizlik, hekimlerin potansiyel bir “günah keçisi” olmaktan çekinerek bu sistemleri kullanmaktan kaçınmasına neden olan en önemli faktördür. Bu alanda acil ve net bir yasal düzenlemeye ihtiyaç vardır (Sağlık Bakanlığı, 2024).
- **Algoritmik Önyargı (Bias) ve Adalet:** Bir YZ modeli, yalnızca eğitildiği verideki örüntüleri yansıtabilir. Eğer eğitim veri seti, belirli bir etnik köken, cinsiyet veya sosyoekonomik gruptan yeterli veri içermiyorsa, model bu gruplar aleyhine sistematik olarak hatalı veya önyargılı kararlar üretebilir (Beede et al., 2020; Önder, 2022). Örneğin, ağırlıklı olarak belirli bir popülasyonun verileriyle eğitilmiş bir cilt kanseri teşhis algoritması, farklı cilt tiplerinde daha düşük performans gösterebilir. Bu durum, mevcut sağlık eşitsizliklerini ortadan kaldırmak yerine daha da derinleştirme riski taşır.
- **Otomatik Karar Verme ve İtiraz Hakkı:** KVKK’nın 11. Maddesi, veri sahiplerine “işlenen verilerin münhasıran otomatik sistemler vasıtasıyla analiz edilmesi suretiyle kişinin kendisi aleyhine bir sonucun ortaya çıkmasına itiraz etme” hakkı tanımaktadır (Önder, 2022). Bu hak, YZ-KKDS tasarımı kritik bir ilkeyi zorunlu kılar: Sistemler, otonom karar vericiler olarak değil, hekimin kararını destekleyen araçlar olarak konumlandırılmalıdır. Nihai kararın her zaman

bir insan (hekim) tarafından verilmesi ve sistemin önerilerinin bu karara sadece bir girdi teşkil etmesi, hem etik hem de yasal bir gerekliliktir.

5. Türkiye İçin Bütüncül Bir Sosyo-Teknik Entegrasyon Çerçeve Modeli

Önceki bölümlerde analiz edilen çok boyutlu ve birbiriyle ilişkili engeller, YZ-KKDS entegrasyonunun tek boyutlu bir yaklaşımla çözülemeyeceğini açıkça göstermektedir. Başarı, yalnızca teknolojik mükemmeliyete değil, aynı zamanda yönetim, altyapı, klinik iş akışları, yasal düzenlemeler ve insan faktörünün eş zamanlı ve uyumlu bir şekilde yönetilmesine bağlıdır. Bu bölümde, Türkiye'nin özgün koşulları göz önünde bulundurularak tasarlanmış, bu zorlukları sistematik bir şekilde ele alan bütüncül bir sosyo-teknik entegrasyon çerçeve modeli sunulmaktadır. Model, beş stratejik sütun üzerine inşa edilmiştir.

Şekil 3: Türkiye İçin Bütüncül Sosyo-Teknik YZ-KKDS Entegrasyon Çerçevesi

Bu bölümde yer alması önerilen merkezi diyagram, ortasında “Başarılı ve Sürdürülebilir YZ-KKDS Entegrasyonu” hedefinin yer aldığı bir yapı olacaktır. Bu merkezin etrafında, birbirine bağlı beş halka veya sütun olarak şu başlıklar yer alacaktır: (1) Yönetişim ve Politika, (2) Teknik Altyapı ve Birlikte Çalışabilirlik, (3) Klinik Entegrasyon ve Kullanıcı Odaklılık, (4) Yasal ve Etik Uyum, (5) Eğitim ve Kapasite Geliştirme. Her sütunun altında, aşağıda detaylandırılan anahtar eylem başlıkları kısaca listelenecektir. Diyagramın tasarımı, bu beş alanın birbirinden bağımsız olmadığını, aksine birbirini besleyen ve başarı için hepsinin bir arada ele alınması gereken dinamik bir sistem olduğunu vurgulayacaktır.

Sütun 1: Yönetişim ve Politika

Bu sütun, YZ-KKDS'nin geliştirilmesi, değerlendirilmesi, benimsenmesi ve denetlenmesi için ulusal düzeyde proaktif, şeffaf ve tutarlı bir yönetim yapısının kurulmasını hedefler.

- **Eylemler:**
 - **YZ'ye Özgü Sağlık Teknolojisi Değerlendirme (STD) Süreci Oluşturulması:** TÜSEB veya Sağlık Bakanlığı'nın ilgili birimleri, YZ-KKDS'lerin sağlık sistemine dahil edilmeden önce geçtiği standart bir değerlendirme süreci oluşturmalıdır. Bu süreç, sadece klinik etkinliği ve doğruluğu değil, aynı zamanda maliyet-etkinliği, mevcut iş akışlarına etkisini, etik uygunluğunu ve hasta güvenliği üzerindeki potansiyel risklerini de kapsamlı bir şekilde analiz etmelidir (Yiğit & Erdem, 2016).
 - **Net Geri Ödeme Politikalarının Belirlenmesi:** Sosyal Güvenlik Kurumu (SGK), STD sürecinden başarıyla geçmiş ve kanıta dayalı olarak faydası ispatlanmış YZ destekli klinik hizmetler için net geri ödeme modelleri ve tarifeleri geliştirmelidir. Finansal belirsizlik, sağlık kuruluşlarının bu teknolojilere yatırım yapmasının önündeki en büyük engellerden biridir.

- **Ulusal Strateji ile Uyum ve Koordinasyon:** Geliştirilen tüm politikalar ve düzenlemeler, Türkiye'nin "Ulusal Yapay Zeka Stratejisi" ile tam uyumlu olmalı ve Sağlık Bakanlığı'nın stratejik hedeflerini desteklemelidir (T.C. Cumhurbaşkanlığı Dijital Dönüşüm Ofisi, 2021; Akalın & Veranyurt, 2022). Bakanlık, TÜSEB, SGK, YÖK ve özel sektör arasındaki koordinasyon, politika tutarlılığı için kritik öneme sahiptir.

Sütun 2: Teknik Altyapı ve Birlikte Çalışabilirlik

Bu sütun, YZ-KKDS'nin sorunsuz, güvenli ve ölçeklenebilir bir şekilde çalışabilmesi için gerekli olan temel teknik altyapının oluşturulmasını amaçlar. Bu, "merkezileşme-parçalanma paradoksu"nu çözmeye yönelik somut adımları içerir.

- **Eylemler:**

- **Zorunlu Birlikte Çalışabilirlik Standartlarının Uygulanması:** Sağlık Bakanlığı, Türkiye'de faaliyet gösteren tüm HBYS firmaları için HL7 FHIR (Fast Healthcare Interoperability Resources) gibi modern, uluslararası kabul görmüş veri alışverişi standartlarına uyumu zorunlu hale getirmelidir. Bu, farklı sistemlerin aynı dili konuşmasını sağlayarak, YZ sistemlerinin farklı hastanelere kolayca entegre olabilmemesinin önünü açacaktır.
- **Ulusal Sağlık Veri Sözlüğü (USVS) ve SKRS'nin Genişletilmesi:** Mevcut terminoloji ve kodlama standartları, YZ modellerinin ihtiyaç duyduğu daha detaylı ve granüler veri tiplerini (örneğin, yapılandırılmış patoloji bulguları, genetik belirteçler) içerecek şekilde sürekli olarak güncellenmeli ve zenginleştirilmelidir (Çiriş, 2020).
- **Güvenli Ulusal Veri Kümeleri (Sandbox) Oluşturulması:** TÜYZE öncülüğünde, KVKK ile tam uyumlu, etkin bir şekilde anonimleştirilmiş ve yüksek kalitede ulusal referans veri setleri (örneğin, mamografi görüntüleri, EKG kayıtları) oluşturulmalıdır. Bu "güvenli alanlar" (sandboxes), yerli araştırmacıların ve girişimcilerin, hasta mahremiyetini riske atmadan YZ modellerini geliştirmeleri ve test etmeleri için hayati bir kaynak olacaktır.

Sütun 3: Klinik Entegrasyon ve Kullanıcı Odaklılık

Bu sütun, teknolojinin son kullanıcı olan sağlık profesyonelleri tarafından benimsenmesini ve etkin bir şekilde kullanılmasını sağlamak için, sistemlerin klinik iş akışlarına insan merkezli bir yaklaşımla entegre edilmesini hedefler.

- **Eylemler:**

- **Kullanıcı Merkezli Tasarım (User-Centered Design) İlkesinin Zorunlu Kılınması:** YZ-KKDS geliştirme süreçlerinin en başından itibaren

hekimler, hemşireler ve diğer potansiyel son kullanıcılar aktif olarak sürece dahil edilmelidir. Sistemlerin arayüzleri ve işlevleri, laboratuvar ortamında değil, gerçek klinik senaryolarda kullanıcılarla birlikte tasarlanmalı ve test edilmelidir.

- **İş Akışına Gömülü (Seamless) Entegrasyon:** Sistemler, hekimlerin günlük rutinlerinin bir parçası haline gelmelidir. Öneriler, ayrı bir pencerede veya programda değil, hekimin zaten kullandığı HBYS ekranlarında, doğru zamanda ve doğru formatta (örneğin, hasta özetinin yanında bir risk skoru, tetkik istemi sırasında bir uyarı) sunulmalıdır (Beede et al., 2020).
- **“Açıklanabilir YZ” (Explainable AI - XAI) Tekniklerinin Teşvik Edilmesi:** “Kara kutu” problemini aşmak için, sistemlerin verdiği önerilerin arkasındaki temel kanıtları veya mantığı hekime sunan arayüzler tasarlanmalıdır. Örneğin, bir sistem, “Bu radyoloji görüntüsündeki lezyon, ŞU özelliklere (kenar düzensizliği, yoğunluk artışı) sahip olduğu için yüksek malignite riski taşıyor” gibi bir açıklama sunarak hekimin güvenini kazanabilir ve karar sürecine anlamlı bir katkı sağlayabilir (Magrabi et al., 2019).

Sütun 4: Yasal ve Etik Uyum

Bu sütun, yasal belirsizlikleri ortadan kaldırarak, hasta mahremiyetini en üst düzeyde koruyarak ve etik ilkelere tam uyumu garanti altına alarak hem hekimler hem de hastalar için bir güven ortamı oluşturmaya amaçlar.

- **Eylemler:**

- **Tasarım Odaklı Mahremiyet (Privacy by Design) Yaklaşımı:** YZ sistemleri, geliştirilmeye başlandığı ilk andan itibaren KVKK ilkeleri temel alınarak tasarlanmalıdır. Veri minimizasyonu (sadece amaç için gerekli olan verinin işlenmesi) ve amaçla sınırlılık gibi ilkeler, sistem mimarisinin temelini oluşturmalıdır (Kaya et al., 2022).
- **Net Hukuki Sorumluluk Çerçevesinin Oluşturulması:** Adalet Bakanlığı, Sağlık Bakanlığı, TBB ve ilgili paydaşlar bir araya gelerek, YZ kaynaklı tıbbi hatalar durumunda hukuki sorumluluğun (hekim, hastane, geliştirici firma arasında) nasıl dağıtılacağına dair açık, adil ve öngörülebilir bir yasal düzenleme veya rehber hazırlamalıdır. Bu, hekimlerin sistemi kullanma konusundaki en büyük çekincelerinden birini ortadan kaldıracaktır (Önder, 2022; Sağlık Bakanlığı, 2024).
- **Algoritmik Denetim ve Şeffaflık Mekanizmaları:** Sağlık sisteminde kullanılacak YZ-KKDS’lerin, piyasaya sürülmeden önce ve periyodik olarak, bağımsız kurumlar (örneğin, TÜYZE veya akredite edilmiş

kuruluşlar) tarafından önyargı (bias), adalet ve doğruluk açısından denetlenmesi zorunlu hale getirilmelidir. Bu denetimlerin sonuçları şeffaf bir şekilde paylaşılmalıdır.

- **“Hekim Döngüde” (Physician-in-the-Loop) İlkesinin Güçlendirilmesi:** Sistemlerin hiçbir zaman nihai karar verici olmadığı, daima bir “destek” aracı olarak işlev göreceği ve son kararın her zaman sorumlu hekim tarafından verileceği ilkesi, hem yasal metinlerde hem de sistemlerin teknik tasarımında ve kullanıcı arayüzlerinde net bir şekilde vurgulanmalıdır (Çiriş vd., 2020; Önder, 2022).

Sütun 5: Eğitim ve Kapasite Geliştirme

Bu sütun, sağlık ekosistemindeki tüm aktörlerin (öğrenciler, profesyoneller, yöneticiler) YZ okuryazarlığını artırarak, bu teknolojileri etkin bir şekilde kullanma, değerlendirme ve yönetme becerisi kazandırmayı hedefler.

- **Eylemler:**

- **Tıp ve Sağlık Bilimleri Müfredatına Entegrasyon:** Tıp, diş hekimliği, hemşirelik ve sağlık yönetimi gibi fakültelerin lisans müfredatlarına “Sağlık Bilişimi”, “Klinik Veri Bilimi” ve “Sağlıkta Yapay Zeka Etiği” gibi konularda zorunlu dersler eklenmelidir. Geleceğin sağlık profesyonelleri bu teknolojilerle erken yaşta tanışmalıdır.
- **Sürekli Mesleki Gelişim ve Sertifikasyon Programları:** Uzmanlık dernekleri, tabip odaları ve Sağlık Bakanlığı iş birliğiyle, halihazırda görev yapan hekimler ve diğer sağlık çalışanları için kendi uzmanlık alanlarına yönelik uygulamalı YZ-KKDS eğitimleri ve sertifikasyon programları düzenlenmelidir (Maskara vd., 2017).
- **Sağlık Yöneticileri İçin Stratejik Eğitim:** Hastane yöneticilerine ve CEO’larına, bu teknolojilerin seçimi, satın alınması, maliyet-fayda analizi ve entegrasyon süreçlerinin yönetimi konularında özel stratejik eğitim programları sunulmalıdır. Teknolojiyi doğru yönetebilmek, en az onu kullanabilmek kadar önemlidir.

Tablo 2: Engeller ve Çerçeve Çözümlerinin Eşleştirilmesi

Analiz Edilen Engel (Bölüm 4)	İlgili Çerçeve Sütunu (Bölüm 5)	Önerilen Çözüm Eylemi
Veri Kalitesi ve Standardizasyon	Sütun 2: Teknik Altyapı ve Birlikte	Ulusal Sağlık Veri Sözlüğü (USVS) ve SKRS’nin

Analiz Edilen Engel (Bölüm 4)	İlgili Çerçeve Sütunu (Bölüm 5)	Önerilen Çözüm Eylemi
Sorunları	Çalışabilirlik	genişletilmesi.
Birlikte Çalışabilirlik (Interoperability) Eksikliği	Sütun 2: Teknik Altyapı ve Birlikte Çalışabilirlik	Zorunlu birlikte çalışabilirlik standartlarının (örn. HL7 FHIR) uygulanması.
“Kara Kutu” (Black Box) Problemi ve Güvensizlik	Sütun 3: Klinik Entegrasyon ve Kullanıcı Odaklılık	“Açıklanabilir YZ” (XAI) tekniklerinin teşvik edilmesi ve kullanılması.
İş Akışı Entegrasyonunda Başarısızlık	Sütun 3: Klinik Entegrasyon ve Kullanıcı Odaklılık	Kullanıcı merkezli tasarım ve iş akışına gömülü (seamless) entegrasyon.
Yetersiz Eğitim ve Teknik Destek	Sütun 5: Eğitim ve Kapasite Geliştirme	Sürekli mesleki gelişim programları ve müfredat entegrasyonu.
Hukuki Sorumluluk (Liability) Belirsizliği	Sütun 4: Yasal ve Etik Uyum	Net hukuki sorumluluk çerçevesinin oluşturulması.
Veri Mahremiyeti ve KVKK Uyum Riskleri	Sütun 4: Yasal ve Etik Uyum	Tasarım odaklı mahremiyet (Privacy by Design) yaklaşımının benimsenmesi.
Algoritmik Önyargı (Bias) ve Adaletsizlik Riski	Sütun 4: Yasal ve Etik Uyum	Zorunlu algoritmik denetim ve şeffaflık mekanizmalarının kurulması.
Yetersiz Yönetişim ve Değerlendirme	Sütun 1: Yönetişim ve Politika	YZ’ye özgü Sağlık Teknolojisi Değerlendirme (STD) sürecinin oluşturulması.

Analiz Edilen Engel (Bölüm 4)	İlgili Çerçeve Sütunu (Bölüm 5)	Önerilen Çözüm Eylemi
Finansal Belirsizlik ve Geri Ödeme Sorunları	Sütun 1: Yönetişim ve Politika	Net geri ödeme politikalarının belirlenmesi.

6. Tartışma

Bu çalışmada sunulan beş sütunlu sosyo-teknik çerçeve modeli, YZ-KKDS'nin Türkiye sağlık sistemine entegrasyonunu, dar bir teknolojik problem tanımının ötesine taşıyarak bütüncül bir yaklaşımla ele almayı önermektedir. Modelin temel gücü, teknolojiyi izole bir unsur olarak değil, onu çevreleyen karmaşık insan, organizasyon, politika ve yasal sistemle sürekli etkileşim halinde olan dinamik bir bileşen olarak görmesidir. Bu yaklaşım, literatürde sıklıkla vurgulanan ancak politika yapım süreçlerinde göz ardı edilebilen “entegrasyon boşluğunu” doldurmayı hedefler.

Önerilen çerçevenin en önemli teorik çıkarımı, YZ-KKDS gibi dönüştürücü teknolojilerin başarılı bir şekilde benimsenmesinin, “itme” (technology push) stratejilerinden çok “çekme” (demand pull) ve “uyumlaştırma” (harmonization) stratejilerine bağlı olduğunun altını çizmesidir. Sadece daha iyi algoritmalar geliştirmek (itme), son kullanıcıların ve kurumların bu teknolojiyi talep etmesini (çekme) veya mevcut sistemlerine uyumlaştırmasını garanti etmez. Çerçevemiz, özellikle Sütun 3 (Klinik Entegrasyon), Sütun 4 (Yasal Uyum) ve Sütun 5 (Eğitim) aracılığıyla, hekimlerin ve kurumların bu teknolojiyi güvenle talep edip kullanabilmeleri için gerekli olan ön koşulları (güven, kullanım kolaylığı, yasal netlik, yetkinlik) yaratmaya odaklanır.

Çerçevenin sütunları birbirinden bağımsız silolar olarak değil, birbirini güçlendiren ve etkileyen unsurlar olarak tasarlanmıştır. Örneğin, Sütun 4'te önerilen “Net Hukuki Sorumluluk Çerçevesi”, Sütun 3'teki hekim kabulünü doğrudan etkileyen bir “Kolaylaştırıcı Koşul”dur. Benzer şekilde, Sütun 2'de sağlanacak “Birlikte Çalışabilirlik”, Sütun 3'teki “İş Akışına Gömülü Entegrasyon”un teknik ön koşuludur. Sütun 1'deki “Yönetişim ve Politika” ise diğer tüm sütunların hayata geçirilmesi için gerekli olan üst düzey iradeyi ve kaynakları sağlar. Bu dinamik ilişki, politika yapıcılarının entegrasyonu tek bir alana odaklanarak değil, tüm bu alanları eş zamanlı olarak ilerleten bir portföy yaklaşımıyla yönetmeleri gerektiğini göstermektedir.

Model, farklı paydaşlar için farklı anlamlar ve sorumluluklar içermektedir. Politika yapıcılar (Sağlık Bakanlığı, SGK) için bu çerçeve, düzenleyici ve finansal mekanizmaları proaktif bir şekilde tasarlamaları için bir yol haritası sunar. Hastane yöneticileri için, teknoloji satın alma kararlarını verirken sadece teknik özelliklere değil, aynı zamanda iş akışı uyumu, personel eğitimi ve yasal riskler gibi faktörlere de odaklanmaları gerektiğini

hatırlatır. Teknoloji geliştiricileri (HBYS firmaları, YZ girişimleri) için, ürünlerini “kullanıcı merkezli tasarım” ve “tasarım odaklı mahremiyet” ilkeleriyle geliştirmelerinin pazar başarısı için kritik olduğunu vurgular. Hekimler ve sağlık profesyonelleri için ise, bu dönüşümün pasif alıcıları olmak yerine, eğitim ve geliştirme süreçlerine aktif olarak katılarak teknolojinin şekillendirilmesinde rol oynamaları gerektiğini işaret eder.

Elbette bu modelin sınırlılıkları da mevcuttur. Sunulan çerçeve, doğası gereği kavramsal ve stratejik bir modeldir. Gerçek dünyada uygulanması, güçlü bir politik irade, önemli finansal yatırımlar, paydaşlar arasında etkin bir iş birliği ve zaman içinde ortaya çıkacak beklenmedik zorluklara karşı esneklik gerektirecektir. Ayrıca, modelin her bir eylem önerisinin (örneğin, “algoritmik denetim” veya “hukuki sorumluluk çerçevesi”) kendi içinde detaylı teknik, yasal ve operasyonel çalışmalar gerektirdiği açıktır.

Gelecek araştırmalar için bu çerçeve, bir başlangıç noktası ve bir değerlendirme aracı olarak kullanılabilir. Örneğin, belirli bir il veya hastane grubunda pilot bir YZ-KKDS uygulamasının başarısı, bu beş sütundaki performansı ölçülerek değerlendirilebilir. Farklı uzmanlık alanlarındaki (örneğin, radyoloji, aile hekimliği, yoğun bakım) hekimlerin teknoloji kabulünü etkileyen faktörlerin, bu çerçevenin alt bileşenleri kullanılarak daha derinlemesine karşılaştırmalı olarak incelenmesi, daha hedefe yönelik entegrasyon stratejileri geliştirilmesine olanak tanıyacaktır.

7. Sonuç

Yapay Zeka Tabanlı Klinik Karar Destek Sistemleri, Türkiye’nin sağlık hizmetlerinde kaliteyi, verimliliği ve erişilebilirliği artırma hedeflerine ulaşmasında tarihi bir fırsat sunmaktadır. Ancak bu fırsatın gerçeğe dönüşmesi, teknolojik yetkinliğin ötesinde, karmaşık bir sosyo-teknik entegrasyon probleminin başarıyla çözülmesine bağlıdır. Bu çalışmada ortaya konulduğu gibi, entegrasyonun önündeki engeller; parçalı teknik altyapıdan yasal boşluklara, kurumsal ataletten son kullanıcı kaygılarına kadar geniş bir yelpazeye yayılmaktadır.

Bu zorluklara yanıt olarak sunulan beş sütunlu sosyo-teknik çerçeve modeli (Yönetişim ve Politika; Teknik Altyapı ve Birlikte Çalışabilirlik; Klinik Entegrasyon ve Kullanıcı Odaklılık; Yasal ve Etik Uyum; Eğitim ve Kapasite Geliştirme), Türkiye için bütüncül ve uygulanabilir bir yol haritası önermektedir. Bu model, entegrasyon sürecinin tüm paydaşlarını ve boyutlarını dikkate alarak, eş zamanlı ve koordineli bir eylem planının gerekliliğini vurgulamaktadır.

Sonuç olarak, Türkiye’nin sağlıkta yapay zeka devrimini yakalaması, sadece parlak mühendisler ve yenilikçi algoritmalarla değil, aynı zamanda bilge politika yapımcılar, vizyoner sağlık yöneticileri ve sürece dahil edilmiş, yetkinleştirilmiş sağlık profesyonelleri ile mümkün olacaktır. Başarının anahtarı, teknolojinin kendisinde değil, bu teknolojinin insan, organizasyon ve toplumla olan hassas etkileşimini doğru bir

şekilde tasarlama ve yönetme becerisinde yatmaktadır. Bu sosyo-teknik yaklaşım benimsendiği takdirde, YZ-KKDS'ler sadece birer yazılım aracı olmaktan çıkıp, daha sağlıklı bir toplum hedefine hizmet eden stratejik birer varlığa dönüşecektir.

Kaynaklar

- Abdullah, R., & Fakieh, B. (2020). Health care employees' perceptions of the use of artificial intelligence applications in medical services in Saudi Arabia. *Journal of Multidisciplinary Healthcare*, 13, 867-877.
- Akalın, B. (2020). *Sağlık hizmetleri ve yönetiminde yapay zekâ*. Hiper Yayıncılık.
- Akalın, B., & Veranyurt, Ü. (2022). Sağlık hizmetleri ve yönetiminde yapay zekâ. *Journal of Aware*, 7(1), 1-15.
- Al Fadeel, S., Al-Jeraisy, M., Al-Qahtani, A., Al-Duhayan, A., Al-Otaibi, R., & Al-Harbi, S. (2021). Perception of healthcare professionals towards artificial intelligence in medicine in Riyadh, Saudi Arabia. *Journal of Family Medicine and Primary Care*, 10(7), 2623-2628.
- Beede, E., Baylor, E., Hersh, F., Iurillo, M., Lumsden, M., & Martin, K. (2020). A human-centered evaluation of a deep learning system for diabetic retinopathy. *Proceedings of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 1-12.
- Bozkurt, İ. (2020). Teknoloji kabul modeli çerçevesinde sağlık profesyonellerinin yeni tedavi yöntemlerini kullanma eğilimlerinin incelenmesi (Özel hastane örneği). *Gevher Nesibe Journal of Medical & Health Sciences*, 5(12), 87-101.
- Bulut, C. (2023). Yapay zekâ destekli karar destek sistemlerinin sağlık sektöründe kullanımı: Sistematik bir derleme. *Uluslararası Sağlık Yönetimi ve Stratejileri Araştırma Dergisi*, 9(2), 235-250.
- Çiriş, M. Ş. (2020). *Klinik karar destek sistemleri*. Nobel Akademik Yayıncılık.
- Çiriş, M. Ş., Çelik, Y., & Yılmaz, F. (2020). Klinik karar destek sistemlerinin sağlık hizmetlerinde kullanımı. *Sağlık ve Hemşirelik Yönetimi Dergisi*, 7(2), 215-224.
- Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS Quarterly*, 13(3), 319-340.
- Davis, F. D., Bagozzi, R. P., & Warshaw, P. R. (1989). User acceptance of computer technology: A comparison of two theoretical models. *Management Science*, 35(8), 982-1003.

- Dizman, H. (2018). Hastane yönetim bilgi sistemlerinin hizmet kalitesine etkisi: Bir kamu hastanesi örneği. *Journal of Social and Humanities Sciences Research*, 5(25), 1845-1854.
- Filiz, M., & Karagöz, Y. (2023). Sağlık çalışanlarının mental iyi oluş algılarının yapay zeka kaygı düzeyleri üzerindeki etkisi. *Journal of Academic Value Studies*, 9(1), 1-12.
- Hersh, W. R. (1999). "A world of knowledge at your fingertips": The promise and peril of the internet for health care. *MD Computing*, 16(4), 36-38.
- Hoşgör, H., & Güngördü, Z. (2022). Radyolojide yapay zeka: Mevcut durum ve gelecek perspektifleri. *Türkiye Klinikleri Tıp Bilimleri Dergisi*, 42(3), 315-322.
- Kaplan, B. (2001). Evaluating informatics applications—some alternative approaches: theory, social interactionism, and qualitative methods. *International Journal of Medical Informatics*, 64(1), 39-55.
- Kaya, F., Aydın, F., Schepman, A., Rodway, P., Yetişensoy, O., & Demir-Kaya, M. (2022). The roles of personality traits, AI anxiety, and demographic factors in attitudes toward artificial intelligence. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 39(12), 1-18.
- Khan, S., Drawbacks of artificial intelligence and their potential solutions in the healthcare sector. *Biomed Mater Devices*. (2023).
- Khoong, M. Y. (1995). An integrated medical informatics education program. *Proceedings of the Annual Symposium on Computer Application in Medical Care*, 731-735.
- Kuş, H., & Bozkurt, S. (2016). Klinik karar destek sistemleri ve hemşirelik. *İnönü Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksek Okulu Dergisi*, 4(2), 55-66.
- Magrabi, F., Ammenwerth, E., & McNair, J. B. (2019). Artificial intelligence in clinical decision support: Challenges. *Yearbook of Medical Informatics*, 28(01), 12-17.
- Maskara, R., Şengül, R., & Çelik, Y. (2017). Hekimlerin bilişim teknolojileri kullanımına yönelik tutumları. *Sağlık Akademisyenleri Dergisi*, 4(2), 85-91.
- Oh, S., Kim, J. H., Choi, S. W., Lee, H. J., Hong, J., & Kwon, S. H. (2019). Physician confidence in artificial intelligence: an online mobile survey. *Journal of Medical Internet Research*, 21(3), e12422.
- Orhan, G., Özdemir, L., & Uslu, R. (2018). Sağlık bilgi sistemleri ve teknolojileri. *Journal of Social and Administrative Sciences*, 5(39), 645-653.

- Önder, Ö. (2022). Epistemolojik ve etik açıdan klinik karar destek sistemleri. İçinde T. Bardakçı & M. İhsan Karaman (Ed.), *Yapay zeka etiği* (s. 147-160). Isar Yayınları.
- Öz, E. (2012). *Aile hekimliği bilgi sisteminin kullanılabilirlik testi* (Doktora tezi). Hacettepe Üniversitesi, Ankara.
- Persidis, A., & Persidis, A. (1991). The application of artificial intelligence in medicine. *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, 34(2-3), 81-91.
- Sağlık Bakanlığı. (2024). *Yapay zekâ ve yenilikçi teknolojiler dairesi başkanlığı*. (<https://sbsgm.saglik.gov.tr/TR-95323/hbysapi-ve-ybbysapi-dokumanlari-surum-10-yayimlanmistir.html>)
- Schoonderwoerd, T. A., Jorritsma, W., Neerincx, M. A., & van den Bosch, K. (2021). Human-centered XAI: A systematic literature review and design framework. *International Journal of Human-Computer Studies*, 154, 102667.
- Şengül, R. (2022). Sağlık profesyonellerinin yapay zeka kaygı düzeylerinin incelenmesi. *Journal of Academic Value Studies*, 8(1), 1-11.
- T.C. Cumhurbaşkanlığı Dijital Dönüşüm Ofisi. (2021). *Ulusal yapay zekâ stratejisi (2021-2025)*. <https://cbddo.gov.tr/>
- TÜBİTAK. (2025). *TÜBİTAK ve Çin Ulusal Doğa Bilimleri Vakfı (NSFC) ile 2025 yılı ikili işbirliği çağrısı*. <https://www.tubitak.gov.tr>
- TÜSEB. (2025). *Türkiye sağlık veri araştırmaları ve yapay zekâ uygulamaları enstitüsü (TÜYZE)*. <https://tuyze.tuseb.gov.tr/>
- Uyanık, K. C. (2024). *Hekimlerin yapay zekâ teknolojilerine yönelik tutumlarının incelenmesi* [Anket]. Hacettepe Üniversitesi.
- Venkatesh, V., & Davis, F. D. (2000). A theoretical extension of the technology acceptance model: Four longitudinal field studies. *Management Science*, 46(2), 186-204.
- Venkatesh, V., Morris, M. G., Davis, G. B., & Davis, F. D. (2003). User acceptance of information technology: Toward a unified view. *MIS Quarterly*, 27(3), 425-478.
- Veranyurt, Ü., Deveci, A. F., Esen, M. F., & Veranyurt, O. (2020). Disease classification by machine learning techniques: Random Forest, K-Nearest Neighbor and Adaboost algorithms applications. *Uluslararası Sağlık Yönetimi ve Stratejileri Araştırma Dergisi*, 6(2), 275-286.
- Wang, S., & Wang, H. (2019). A new scale for measuring artificial intelligence anxiety. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 36(17), 1-11.

- Yiğit, A., & Erdem, R. (2016). Sağlık teknolojisi değerlendirmesi: Kavramsal bir çerçeve. *Süleyman Demirel Üniversitesi Sağlık Yönetimi Dergisi*, 1(1), 1-19.
- Yiğit, S., Berşe, S., & Dirgar, E. (2023). Yapay zekâ destekli dil işleme teknolojisi olan ChatGPT'nin sağlık hizmetlerinde kullanımı. *Eurasian Journal of Health Technology Assessment*, 7(1), 57-65.
- Zihni, E., Cavusoglu, H., & Benbasat, I. (2020). The “black box” of a clinical decision support system: A study of the effects of system-generated advice characteristics on user compliance. *Journal of the Association for Information Systems*, 21(5), 1251-1281.