

YALIN YAKLAŞIM VE YAPAY ZEKANIN HEMŞİRELİK SÜREÇLERİNDEKİ YERİ

Çağıl ÇAĞLAR

Yüksek İşletme Mühendisi, İş Zekası ve Veri Analitiği Uzmanı
Özel Medicabil Hastanesi, BURSA

ÖZET

Bu derleme, yalın yaklaşımın “değere odaklan, israfı azalt, ölç ve iyileştir” ilkeleri ile yapay zekânın öngörü ve otomasyon yeteneklerinin hemşirelik süreçlerinde nasıl bütünleşebileceğini anlaşılır bir çerçevede sunmayı amaçlar. Bulgular, hemşirelikte yapay zekâ uygulamalarının başlıca şu alanlarda yoğunlaştığını göstermektedir: akıllı sensörler ve görüntü analizi ile vital bulgu ve ağrı takibi; sepsis ve düşme gibi kritik durumlar için erken uyarı; vardiya–yatak–malzeme planlamasında öngörü; klinik belge yükünün azaltılması; uzaktan izlem ve olay temelli uyarılar; simülör ve sanal/ artırılmış gerçeklik temelli eğitim; süreç madenciliği ile kalite ve akış iyileştirme; acil durum yönetimi ve vardiya optimizasyonu. Pazar büyüklüğü öngörüler 2030’a doğru hızlanan bir büyümeye işaret ederken, toplum ve çalışan güveninde temkinli bir tablo görülmektedir: yetişkinlerin önemli bir kısmı sağlık sistemlerinin yapay zekâyı sorumlu kullanacağına kuşkulu yaklaşmakta; hekim ve hemşirelerde doğruluk, önyargı ve veri bütünlüğü konulu kaygılar öne çıkmaktadır. Bu nedenle entegrasyonun, açıklanabilir ve ölçülebilir iş akışları, düzenli önyargı ve mahremiyet denetimleri, yanlış alarm yönetimi ve nihai kararın klinisyende kaldığı yönetim ilkeleriyle yürütülmesi gereklidir. Sonuç olarak, küçük pilotlar, net göstergeler ve ortak tasarım yaklaşımıyla ilerleyen kurumlar; hata, bekleme ve tekrar işi azaltarak hem hasta güvenliğini hem de çalışan esenliğini güçlendiren, sürdürülebilir bir dijital dönüşüm başarabilir.

Anahtar sözcükler: Yalın sağlık, Hemşirelik, Yapay zekâ

ABSTRACT

THE ROLE OF THE LEAN APPROACH AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN NURSING WORKFLOW

This review aims to present, in a clear framework, how the principles of the lean approach—focus on value, reduce waste, measure, and improve—can be integrated with the predictive and automation capabilities of artificial intelligence (AI) in nursing workflows. The findings indicate that AI applications in nursing concentrate on the following areas: smart sensors and image analysis for objective monitoring of vital signs and pain; early-warning systems for critical events such as sepsis and falls; forecasting for staffing–bed–supply planning; reduction of clinical documentation burden; remote monitoring with event-based alerts; simulator- and VR/AR-supported practice-based education; process mining for quality and patient-flow improvement; and emergency management with shift optimization. While market projections point to accelerating growth toward 2030, a cautious trust landscape persists among the public and healthcare workers: many adults question whether health systems will use AI responsibly, and clinicians—both physicians and nurses—express concerns about accuracy, bias, and data integrity. Accordingly, integration should proceed with explainable and measurable workflows, regular bias and privacy audits, robust alarm management, and a governance model that keeps final clinical authority with the clinician. In sum, organizations that move forward with small pilots, clear metrics, and co-design can achieve a sustainable digital transformation that reduces errors, waits, and rework—strengthening both patient safety and staff well-being.

Key Words: Lean healthcare, Nursing, Artificial intelligence

GİRİŞ

Sağlık hizmetlerinde yalın yaklaşım, en basit tanımıyla, hastaya doğrudan değer katmayan her adımı görünür kılarak azaltmayı ve akışı kesintisiz hâle getirmeyi amaçlar. Bu bakış açısı; beklemlerin, gereksiz yürüyüşlerin ve taşımanın, tekrarlı kayıtların, hatalı ya da eksik bilgi aktarımlarının ve stok yönetimi-ndeki dengesizliklerin azaltılması üzerine kuruludur. Hemşirelik özelinde yalınlik; ilaç ve malzeme akışının düzenlenmesi, belge ve onay adımlarının sadeleştirilmesi, iletişimin standartlaştırılması ve iş yükünün dengelenmesiyle doğrudan bakım için daha çok zaman yaratmayı hedefler. Kısacası yalın yaklaşım, hemşirenin hastanın yanında geçirdiği süreyi artırıp, bürokratik ve tekrarlı yükleri azaltarak bakımın güvenli, hızlı ve tutarlı ilerlemesini sağlar. Bu zeminin üzerine yerleşen yapay zekâ, kurumda zaten var olan veri zenginliğini anlamlandırıp karar desteğine dönüştüren bir teknoloji ailesidir. Elektronik kayıtlar, izlem cihazları, görüntüler ve sesli notlar gibi kaynaklardan toplanan veriler; makine öğrenmesi, derin öğrenme ve doğal dil işleme gibi yöntemlerle işlenerek iki temel katkı sağlar: öngörü ve otomasyon. Öngörü, örneğin bir hastada klinik kötüleşme riskini ya da bir serviste gelecek vardiyada oluşacak yoğunluğu önceden haber verebilir. Otomasyon ise sesli notların hatasız biçimde yazıya dökülmesi, kayıtların doğru başlıklar altında sınıflandırılması ya da olağan dışı bulgular görüldüğünde ilgili kişilerin otomatik uyarılması gibi işleri üstlenir. Böylece hemşire; ölçüm, gözlem ve kayıtları geçen zamanı kısaltıp, hastayla yüz yüze geçirdiği süreyi artırabilir. Hemşirelik süreçleri doğası gereği çok disiplinli, yoğun iletişim gerektiren ve hataya açık adımlardan oluşur. İlaç hazırlama ve uygulama, yara bakımı, vital bulgu takibi, ağrı değerlendirme, hasta ve yakını eğitimi, taburculuk planlama gibi çok sayıda iş, gün içinde farklı önceliklerle kesişir. Yalın düşünce bu adımları değer akışı olarak görüp tıkanıp yerleri açmaya çalışırken, yapay zekâ bu akışa erken uyarı,

risk sınıflandırması, kaynak planlama ve belge yükünü azaltma gibi katkılarla güç katar. Sonuçta hedef; daha az hatayla, daha az beklemeyle ve daha az tekrar çalışmayla daha yüksek hasta güvenliği ve daha sürdürülebilir iş yükü elde etmektir. Günümüz koşullarında sağlık çalışanı bulmak ve elde tutmak zorlaşmış, bakım talepleri artmış, hasta ve çalışan beklentileri yükselmiştir. Bu tablo, hemşirelikte işin insanî yönünü koruyarak teknolojiye akıllıca yararlanmayı zorunlu kılar. Yapay zekâ uygulamaları; ağrının nesnel izlenmesine yardımcı olan yüz ifadesi ve termal görüntü analizlerinden, sepsis ve düşme gibi kritik riskler için erken uyarı sistemlerine; vardiya ve yatak planlamasında öngörü yapan modellere; uzaktan izlem ve otomatik uyarı çözümlerine; sesli notların yazıya dönüştürülmesi ve raporlanmasına; eğitimde simülasyon ve sanal/ artırılmış gerçeklik ortamlarına kadar geniş bir yelpazede yalın hedeflerle uyumlu araçlar sunar. Elbette her teknoloji gibi yapay zekâ da şeffaflık, önyargı riski, veri gizliliği ve güvenlik başlıklarında dikkatli yönetilmelidir. Modellerin nasıl çalıştığı anlaşılır olmalı, verinin niteliği düzenli denetlenmeli, hassas gruplar için olası eşitsizlikler taranmalı, hasta ve çalışanların bilgilendirilmesi ve itiraz yolları açık tutulmalıdır. Yalın yaklaşımın "standartlaştır, ölç, iyileştir" ilkeleri, yapay zekâ uygulamalarının güvenli ve etik kullanımına da doğal bir çerçeve sağlar. Bu derleme; hemşirelikte yapay zekâ kullanım alanlarını yalın bakışla ilişkilendirerek pratik ve anlaşılır bir çerçeve sunmayı amaçlar. Ayrıca sağlıkta yapay zekâ pazarının büyüklüğü ve 2030 gelir öngörülerini, toplum ve çalışan güvenine ilişkin güncel bulgular, nasıl kullanılmak istendiğine dair eğilimler ve uygulama için yol haritası başlıklarını bir araya getirir. Amaç; karar vericiler, yöneticiler ve sahada görev yapan hemşireler için, teknolojiyi bakımın özünü güçlendiren bir yardımcıya dönüştürecek somut adımları netleştirmektir. Bu makale; hemşirelikte yapay zekâ kullanım alanlarını, yalın bakışla kazandırdığı operasyonel faydaları, pazar büyüklüğü ve toplumsal güven verilerini ve güvenli/etik kullanım ilkelerini anlaşılır bir dille derlemektedir.

Yöntem ve Kapsam

Bu metin, hemşirelik süreçlerinde yapay zekâ uygulamalarını yalın yaklaşım odağında ele alan ikincil kaynaklara dayalı bir derlemedir. Çalışmada, 2019–2025 döneminde yayımlanan hakemli dergilerdeki makaleler, açık erişimli derlemeler, saygın meslek örgütlerinin raporları, ulusal-uluslararası haber-analiz yazıları ve geniş katılımlı anket sonuçları taranmıştır.

Kaynak seçiminde üç ilke gözetilmiştir:

- (1) güncellik ve kurumlararası karşılaştırılabilirlik,
- (2) yöntemsel şeffaflık ve veri kökeninin açıkça belirtilmesi,

- (3) hemşirelik pratiğine doğrudan etkisi bulunan bulguların önceliklendirilmesi.

Klinik etkiyi nicel olarak raporlayan çalışmalar (örneğin erken uyarı sistemlerinin isabet oranları, kayıt yükündeki azalma, süre ve hata ölçümleri) ile sahadaki benimsemeyi ve güven algısını değerlendiren anketler birlikte okunmuş; tek bir çalışmanın sonuçları genelleştirilmemiş, bulgular tematik olarak bir araya getirilmiştir. Kurum içi veri, hasta kaydı veya kişisel sağlık verisi kullanılmamış, etik onam gerektiren özgün bir veri toplama süreci yürütülmemiştir. Dâhil edilme ölçütlerine uymayan, yöntemini yeterince açıklamayan ya da örneklemi çok sınırlı olan çalışmalar bulguları çarpıtmamak adına dışarıda bırakılmış; aynı veriyi tekrar eden kaynaklar yinelenmemesi için tekilleştirilmiştir. Bulgular, hemşirelikte değer akışını iyileştiren başlıklar (erken uyarı, belge yükünün azaltılması, kaynak planlama, eğitim ve güvenlik) etrafında toplanmış; pazar büyüklüğü, toplum ve çalışan güveni gibi nicel göstergeler metinde ilgili kısımlarda sunulmuştur. Bu yaklaşımın sınırları; yayın yanlılığı olasılığı, farklı ülkelerdeki düzenleyici çerçevelerin değişkenliği ve teknoloji olgunluk düzeylerinin kurumlara göre farklılaşmasıdır. Bu nedenle sonuçlar, uygulama bağlamına duyarlı yorumlanmalı; her kurum, kendi iş akışları ve hasta profili için kademeli uygulama ve izlemle ilerlemelidir.

Yalın Yaklaşım ile Yapay Zekânın Bütünleşmesi

Yalın yaklaşım, sağlık hizmetini uçtan uca bir değer akışı olarak görür; hastaya doğrudan değer katmayan beklemler, gereksiz hareketler, tekrar işler ve iletişim kopuklukları görünür kılınır ve azaltılır. Mazzocato ve arkadaşları, yalın uygulamaların bağlama duyarlı olduğunu; sonuçların büyük ölçüde kurumsal koşullar ve uygulama tasarımına bağlı değiştiğini vurgular [1]. Sağlık bakımının nitelik hedeflerini tarihsel olarak çerçeveleyen altı alan—güvenli, etkili, hasta odaklı, zamanında, verimli ve adil—yalın ve dijital çözümler birlikte düşünüldüğünde daha somut biçimde iletilebilir [2].

Yapay zekâ bu tabloya iki ana katkı sağlar: öngörü ve otomasyon. Öngörü; bir hastada kötüleşme olasılığını, bir serviste yatak ya da personel gereksinimini ya da birimdeki iş yükü dalgalanmalarını önceden bildirir. Otomasyon ise sesli notların güvenilir biçimde yazıya dönüşmesi, kayıtların doğru başlıklarda sınıflanması ve olağan dışı bulguların anında uyarıya çevrilmesi gibi tekrarlı işleri üstlenir. Bu tür akıllı sistemler doğru tasarlandığında doğruluk, üretkenlik ve iş akışında belirgin iyileşmeler sağlayabilir; ancak etkinliğin kanıta dayalı biçimde gösterilmesi ve yönetişimin güçlendirilmesi gerekir [3]. Bu nedenle raporlama ve değerlendirmeye ilişkin SPIRIT-AI ve CONSORT-AI ilkeleri ile erken klinik değerlendirme için DECIDE-AI kılavuzu, sağlıkta yapay zekâ müdahalelerinin şeffaf ve karşılaştırılabilir biçimde incelenmesini zorunlu kılar [4–6].

Yalın–yapay zekâ bütünleşmesini somutlaştırdığımızda:

- (i) erken uyarı sistemleri (kötüleşme, düşme, sepsis vb.) hemşireye zamanında bilgi vererek yeniden iş ve gecikme israfını azaltır;
- (ii) belgeleme otomasyonu (sesli notlardan yazıya, otomatik sınıflandırma) tekrar kayıt yükünü hafifletir;
- (iii) kaynak planlama öngörülleri (vardiya, yatak, malzeme) akış dengesizliğini önler;
- (iv) süreç madenciliği ile boydan boya

akıştaki tıkanıklık ve geri dönüş noktaları nesnel olarak görünür olur. Sistematiik derlemeler, yalın girişimlerin özellikle bekleme sürelerini ve hastanede kalış süresini düşürmede anlamlı iyileşmeler sağladığını; ancak memnuniyet ve maliyet tasarrufunun genellenebilirliğinde kurumlar arası farklılıklar bulunduğunu göstermektedir [7–9]. Bütünleşmenin etik ve güvenlik boyutu yalın yönetişimin ayrılmaz parçasıdır. Dünya Sağlık Örgütü, sağıkta yapay zekâ için yarar–zarar dengesi, adalet, mahremiyet, şeffaflık, sorumluluk ve sürdürülebilirlik ilkelerini önermekte; kurumların veriyi koruma, önyargı taraması ve açıklanabilirlik gibi standartları uygulamasını beklemektedir [10]. Klinik geçerlilik ve hasta güvenliği açısından, yapay zekâ temelli karar destek araçları tasarımdan yaygın kullanıma uzanan tüm aşamalarda sağlam kanıt ve düzenli izlem gerektirir [4–6].

Sonuç olarak, yalın yaklaşım neyin değeri kattığını netleştirip israfı azaltır ve akışı düzenler; yapay zekâ ise bu akışı erken uyarı, otomasyon ve öngörü ile güçlendirir. Birlikte uygulandığında hemşirelik bakımında daha az hata, daha az bekleme, daha çok yüz yüze zaman ve daha tutarlı sonuçlar için pratik bir yol haritası oluşur. Ancak kanıtlar bağlama duyarlıdır; bu nedenle her kurum, kendi hasta profili ve süreç olgunluğuna göre kademeli pilotlar, şeffaf metrikler ve sürekli iyileştirme ile ilerlemelidir [1].

4. Hemşirelik Süreçlerinde Yapay Zekâ: Kullanım

a. Akıllı sensörler ve görüntü analizi ile vital bulgular ve ağrı takibi Ağrının yalnızca sözlü beyana dayanması; iletişim güçlüğü yaşayan, demanslı ya da yoğun bakım hastalarında değerlendirmeyi zorlaştırır. Yüz ifadesindeki mikromimiklerin ve ısı desenlerinin bilgisayarla çözümlenmesi, ağrıyı daha nesnel ve tekrarlanabilir biçimde izleme imkânı sunar [11]. Termal görüntüleme ise inflamasyon ve dolaşım değişikliklerini temassız biçimde yakalayıp hem yara takibinde hem de akut alevlenmelerde erken belirti verebilir [12]. Bu iki yaklaşım, hemşirenin klinik gözlemini tamamlayıcı niteliktedir; uyarı eşikleri iyi ayarlandığında

gereksiz alarmı azaltır, bakım önceliklerini belirginleştirir. Son yıllarda, ameliyat ve girişim süreçlerinde yetişkin hastalarda yüz analiziyle ağrı düzeyi kestirimi yapan modellerin klinik denemeleri artmıştır; erken bulgular, hasta bildirimiyle ılımlı–yüksek uyum gösterebildiğini, ancak farklı ışık/pozisyon koşullarında performansın değişebildiğini göstermektedir [13]. Klinik entegrasyonda aydınlatma standardı, kamera konumu, veri mahremiyeti ve hemşire uyarı iş akışlarının netleştirilmesi başarının kritik koşullarıdır. Termal kameraların klinikteki yeri için güncel derlemeler, onkoloji, romatoloji ve vasküler alanlarda yardımcı tanılama ve izlem aracı olarak umut verici sonuçlar sunmakla birlikte; kalibrasyon, çevresel koşullar ve referans eşiklerin standartlaşmasını öncelikli gereksinim olarak vurgular [14, 15]. Bu nedenle kurum içi pilotlarda karşılaştırmalı ölçüm (ör. skorlayıcı değerlendirme + termal harita) yaklaşımı önerilir.

b. Erken uyarı: Klinik risklerin önceden saptanması

Elektronik kayıtlar ve izlem verileri üzerinde geliştirilen yapay zekâ modelleri, sepsisi saatler önce haber vererek tedaviye başlama süresini kısaltmayı hedefler. Sistematiik derlemeler; yöntem ve veri tanımlarındaki farklılıklara rağmen, erken tanı olasılığını artırma yönünde tutarlı sinyaller bildirmektedir [16]. Bununla birlikte, sahaya uyarlanan bazı ticari veya kurum içi modellerde yanlış alarm ve genellenebilirlik sorunları görülebilir; bu nedenle bağımsız doğrulama ve şeffaf raporlama gereklidir [17, 18].

Düşme riskinde de eğilim benzerdir: Klinik değişkenler ile konum/ hareket verilerini birleştiren modeller, servis bazlı önlemleri zamanında tetikleyebilir; fakat güncel taramalar, dış doğrulamanın ve ölçüt uyumunun hâlen sınırlı olduğunu gösterir [19, 20]. Bu nedenle uyarıların bakım planına net bir yanıt protokolü (ör. kısıtlı hareketli hastaya iki kişiyle transfer) ile bağlanması önerilir.

c. Hastaya özel bakım ve kaynak planlama (personel, yatak, malzeme)

Yapay zekâ, başvuru hacmi ve karmaşıklığını öngö-
rek vardiya dengesi, yatak devir hızı ve malzeme
tedariki kararlarını destekleyebilir. Kliniklerde yatış süresi
tahmini üzerine yapılan kapsamlı derlemeler, farklı
yöntemlere rağmen öngörü kapasitesinin operasyon
planlamasına somut katkı sunduğunu ortaya koymak-
tadır [21]. Bu çıktılar, hemşirelikte yük dengeleme,
erken taburculuk koordinasyonu ve hasta-bakım
eşleştirmesini iyileştirmek için değerli bir zemin sağlar.
Uygulamada en iyi sonuç, modellerin yalnızca geçmiş
verilere değil; güncel servis doluluğu, taburculuk akışı
ve acil yoğunluğu gibi gerçek zamanlı sinyallere
bağlandığında elde edilir. Yakın tarihli çalışmalar, bu
hibrit yaklaşımların aşırı/eksik personel durumlarını
azalttığını bildirmektedir. Kurumlar için öneri; küçük
pilotlarla yerel özellikleri yakalayan, ölçülebilir hede-
flere (ör. bekleme süresi %X azalsın) bağlanmış bir yol
haritasıdır [22, 23].

d. Otonom servis robotları ve insansı/yardımcı
robotlar
İlaç, numune ve malzeme taşıyan otonom robotlar,
hemşirenin adım yükünü ve bölünmüş çalışma süresini
azaltarak hastayla yüz yüze zamana katkı sağlar.
Hastane deneyimlerine ilişkin derleme ve saha
çalışmaları, robotların tekrarlı ve düşük riskli görevlerde
etkili olduğunu; kabulün ise iş akışına uyum ve güvenlik
düzenlemeleriyle arttığını göstermektedir [24, 25].
Hasta transferi ve ağır kaldırma gibi yüksek zorlanmalı
görevlerde dış iskelet ve yardımcı robot kullanımı,
kas-iskelet yükünü azaltma potansiyeline sahiptir; çok
sayıda çalışma, hem kısa dönem konfor hem de iş
kazası riski açısından olumlu bulgular bildirmiştir [26,
27]. Yine de süreklilik, bakım kültürü ve kullanıcı eğitimi
belirleyicidir.
Robotların yaygınlaşmasıyla koridor trafiği, asansör
kullanımı ve birlikte çalışabilirlik gibi lojistik ayrıntılar da
önem kazanır; farklı üreticilerin cihazlarının ortak
yazılımla uyumlandırılması sahada sorunları azaltmıştır
[28]. Bu sonuç, yalın düşüncenin standart iş ve görsel
yönetim ilkeleriyle uyumludur.

e. Uzaktan izlem ve tele-sağlıkta otomatik uyarı

Taburculuk sonrası ve kronik hastalık yönetiminde uzaktan canlı
izlem, yapay zekâ ile anomali saptayarak olay temelli uyarılar
üretebilir. Geniş kapsamlı derlemeler, uzaktan izlem girişimlerinin
hasta güvenliği, tedaviye uyum ve bazı alanlarda yeniden
başvuru oranları üzerinde olumlu etkiler bildirdiğini göstermektedir
[29, 30]. Bu etkiler, hemşirelikte erken müdahale ve evde bakım
koordinasyonu açısından değerlidir.

Bununla birlikte başarı; cihaz-hasta uyumu, yanlış alarm yönetimi
ve bakım ekibi entegrasyonuna bağlıdır. Uygulamalar; uyarıyı
doğrudan sorumlu hemşireye yönlendirip standart yanıt basamak-
larıyla (yeniden ölçüm, görüntülü değerlendirme, yüz yüze
değerlendirme) eşleştirdiğinde performans yükselir [31, 32].

f. Belgeleme: Sesli nottan yazıya, otomatik sınıflandırma ve
raporlama

“Ortam dinlemeli” klinik yazıcı çözümleri, görüşme sırasında
hasta-klinisyen etkileşimini kayda alıp onaydan sonra taslak not
üretmek hemşirenin ve hekimin belge yükünü azaltır. Gözlemsel
ve anket temelli çalışmalar; mesai dışı belge süresi, zihinsel yük ve
memnuniyet göstergelerinde iyileşme bildirmektedir [33, 34]. Bu
kazanımlar, notun sorumlu klinisyen tarafından gözden geçirilmesi
ilkesine bağlıdır.

Kısa süreli pilotlar, belge kalitesinin korunduğunu ve görüşme
sırasında göz teması/iletişim süresinin arttığını bildirir de;
mahremiyet, veri güvenliği ve maliyet gibi başlıklarda kurum
politikası belirlemek gerekir [35, 36]. Yöntemsel olarak daha güçlü,
karşılaştırmalı çalışmalar ve denemeler de artmaktadır.

g. Eğitim: Yapay zekâ destekli simülasyonlar ve sanal/artırılmış
gerçeklik

Yapay zekâ destekli hasta simülasyonları (ör. hemşirelik eğitiminde
HAL ailesi) ve sanal/artırılmış gerçeklik uygulamaları, nadir ve kritik
senaryolarda risksiz pratik imkânı sağlar. Sistemik derlemeler, bu
yaklaşımların bilgi ve beceri kazanımı ile özgüvende anlamlı artış
sağlayabildiğini ve öğrenen memnuniyetini yükselttiğini gösterme-
ktedir [37, 38].

Uygulamanın etkinliği; senaryo gerçekçiliği, geri bildirim kalitesi ve
değerlendirme rubriklerinin netliğiyle yakından ilişkilidir. Özellikle
ekip temelli simülasyonlarda rollerin standardizasyonu ve döngü-
sel değerlendirme, öğrenme kazanımlarını güçlendirir [39].

Kamuya açık örnekler, hasta simülasyonlarının hem teknik beceri
hem de iletişim ve ekip çalışması gibi alanlarda kullanılabildiğini
göstermektedir.

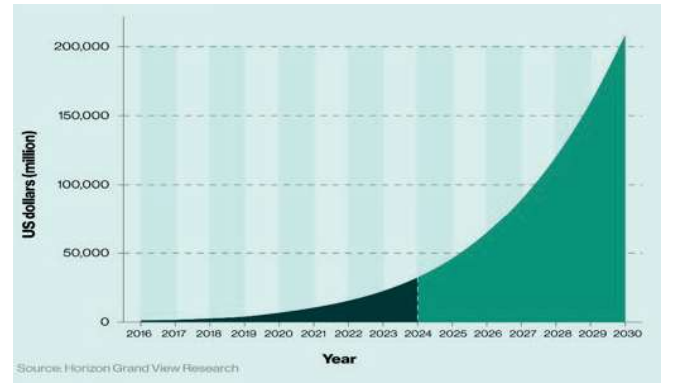
h. Kalite göstergeleri ve süreç iyileştirme (süreç madenciliği) Süreç madenciliği, bilgi sistemlerinin kayıtlarından gerçek akışı çıkararak tıkanıklık, geri dönüş ve değişkenlik noktalarını görünür kılar. Klasik ve güncel derlemeler; bu yaklaşımın klinik yolların standartlaşması, bekleme sürelerinin düşürülmesi ve uyum denetimi için etkili bir araç olduğunu ortaya koymaktadır [40, 41]. Hemşirelik birimlerinde, örneğin antibiyotik başlama, yara bakımı ya da damar yolu işlemlerinde adımların zaman-süre profili çıkarılarak yalın iyileştirmeler veriyle desteklenebilir. Yeni çalışmalar, Kaizen döngülerinin süreç madenciliği ile birleştirilmesinin hata ve gecikmeleri azaltmada yararlı olabileceğini vurgular; bu entegrasyon, hemşirelerin sahadaki deneyimini sayısal izler ile buluşturur ve kalıcı standart iş oluşturmaya kolaylaştırır [42].

i. **Vardiya optimizasyonu ve acil durum yönetimi** Acil servis yoğunluğu, yatış olasılığı ve başvuru desenlerini öngören modeller; personel planlaması ve hızlı tepki kapasitesini güçlendirebilir. Güncel araştırmalar, başvuru tahminini personel planıyla birleştiren çerçevelerin bekleme ve tıkanıklığı azalttığını göstermektedir [43, 44]. Hemşirelikte uygulama, yetkinlik karması, çapraz görevlendirme ve dinamik yatak yönetimi kararlarının desteklenmesini içerir. Bununla birlikte, bu tür sistemler yalnızca istatistiksel doğrulukla değil; sahadaki öngörülebilirlik, açıklanabilirlik ve adillik ölçütleriyle de değerlendirilmelidir. Kurumlar için öneri; vardiya kararlarını etkileyen tahminlerin görsel panoda paylaşılması, eldeki verilerle düzenli kalibrasyon yapılması ve yanılığ bedeli (fazla/eksik personelin etkisi) analizlerinin şeffaf yürütülmesidir [45, 46].

Pazar Büyüklüğü ve 2030 Gelir Tahminleri

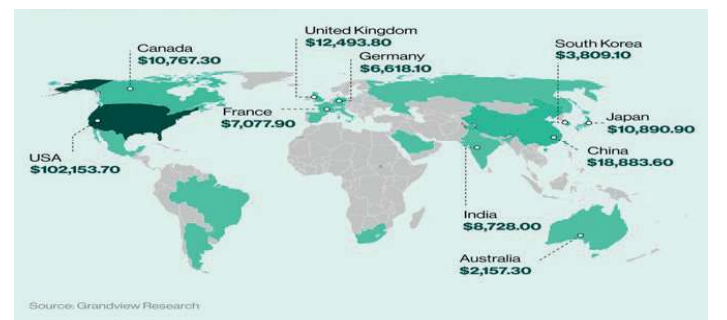
Küresel ölçekte sağlıkta yapay zekâ pazarı, 2016'dan itibaren düşük bir tabandan düzenli biçimde büyümüş; 2024 sonrasında bileşik artış hızının belirginleşmesiyle ivmeli bir yükseliş eğrisine girmiştir. Bu eğri, görüntü yorumlama, klinik karar desteği, belge otomasyonu, uzaktan izlem ve hastane içi akıllı lojistik gibi alt alanların eşzamanlı genişlemesine dayanmaktadır. Şekil 1'de yer alan zaman serisi, 2030'a uzanan dönemde pazarın ölçek ekonomileri ve yaygınlaşan kullanım alanlarıyla hız kazandığını göstermektedir. Bu büyüme, düzenleyici çerçeveler, geri ödeme politikaları ve veri yönetişi standartlarındaki farklılıklara bağlı olarak ülkeler arası değişen bir hızla gerçekleşmektedir.

Şekil 1: "Küresel pazarın 2016–2030 büyüme eğrisi"



Ülke kırılımları, pazarın mekânsal dağılımını daha iyi açıklar. Şekil 2, 2030 yılı için öngörülen gelirlerin ülkelere göre dağılımını göstermekte; ABD'nin belirgin ağırlığı, Çin ve Japonya'nın izleyen konumu ve Birleşik Krallık, Fransa, Almanya gibi ülkelerin orta-üst dilimde kümelandığı bir tablo ortaya koymaktadır. Hindistan ve Güney Kore gibi ekosistemlerin görece hızlı yükselişi; yerli üretim kapasitesi, büyük ölçekli sağlık sistemleri ve kamu destekli dijitalleşme programlarının etkisini yansıtır. Bu dağılım, pazara erişimin yalnızca teknoloji yatırımlarıyla değil, aynı zamanda düzenleme, veri paylaşımı ve sağlık işletmelerinin yatırım döngüsü ile şekillendiğini göstermektedir.

Şekil 2: "Küresel pazarın 2016–2030 büyüme eğrisi"



Gelir tahminlerinde farklı kuruluşların yöntem ve kapsam tercihlerine göre geniş bir aralık söz konusudur. Yazılım, donanım ve hizmet bileşenlerinin dahil edilip edilmemesi; klinik ile idari kullanım alanlarının ayrıştırılması; bileşik büyüme varsayımlarındaki farklar, 2030 için raporlanan rakamları değiştirir. Tablo 1, bu nedenle, tek bir sayıya bağlı planlama yerine ihtiyatlı ve ivmeli olmak üzere en az iki senaryo ile bütçe ve yetkinlik planlaması yapılmasını önermektedir. Kurumlar, belgeleme ve iş akışı otomasyonu gibi hemen ölçülebilir alanlarda kısa vadeli kazanımlar hedeflerken; klinik karar desteği ve uzaktan izlem gibi alanlarda kademeli geçiş ve sıkı klinik doğrulama yaklaşımıyla risklerini yönetmelidir.

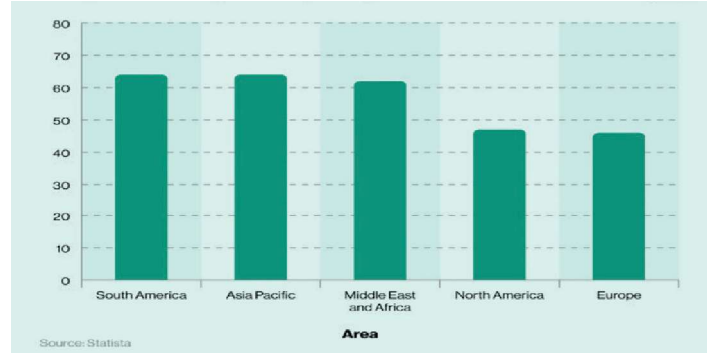
Tablo 1: "2030 gelir öngörülerini için senaryo aralıkları ve kapsam notları"

Ülke	2023 Gelir	2030 Tahmin	Büyüme (2024-2030)
Amerika	11,8 milyar USD	102,2 milyar USD	%36,1
Kanada	1,1 milyar USD	10,8 milyar USD	%37,9
Almanya	687,1 milyon USD	6,6 milyar USD	%38,2
Fransa	714,2 milyon USD	7,1 milyar USD	%38,8
İtalya	96,5 milyon USD	739,3 milyon USD	%33,8
Rusya	201,5 milyon USD	1,8 milyar USD	%37,2
İngiltere	1,3 milyar USD	12,5 milyar USD	%37,8
Japonya	917,3 milyon USD	10,9 milyar USD	%42,4
Çin	1,6 milyar USD	18,9 milyar USD	%42,5
Hindistan	758,8 milyon USD	8,7 milyar USD	%41,8
Avustralya	197,6 milyon USD	2,2 milyar USD	%40,7
Güney Kore	352,8 milyon USD	3,8 milyar USD	%40,5
Singapur	78,1 milyon USD	881,3 milyon USD	%41,4
Meksika	56,2 milyon USD	593,8 milyon USD	%40,0
Arjantin	35,5 milyon USD	304,8 milyon USD	%36,0
Brezilya	84,1 milyon USD	789,4 milyon USD	%37,7
Güney Afrika	15,3 milyon USD	116,3 milyon USD	%33,6
Suudi Arab.	22,8 milyon USD	191,3 milyon USD	%35,5
BAE	17,2 milyon USD	137,9 milyon USD	%34,6

Yapay Zekâya Olan İnancın Bölgesel Dağılımı

Klinisyenlerin yapay zekânın önümüzdeki on yıl içinde klinik kararların çoğunu etkileyeceğine dair inancı bölgelere göre anlamlı farklılıklar göstermektedir. Şekil 3, bu farklılıkların genel desenini ortaya koyar: Güney Amerika ile Asya-Pasifik'te kabul düzeyi görece yüksek, Orta Doğu ve Afrika'da yakın bir seviyede; Kuzey Amerika ve Avrupa'da ise daha temkinli bir görünüm vardır. Bu tablo, teknolojik olgunluk kadar düzenleyici çerçeve, geri ödeme politikaları, mesleki örgütlerin tutumu ve toplumsal algı gibi etkenlerin de belirleyici olduğunu düşündürür. Kurumların strateji geliştirirken yalnızca teknik kapasiteye değil, güven ve benimseme dinamiklerine de odaklanmaları gerekir.

Şekil 3: "Klinisyenlerin, on yıl içinde kararların çoğunun yapay zekâ tarafından yönlendirileceğine dair inancının bölgesel dağılımı"

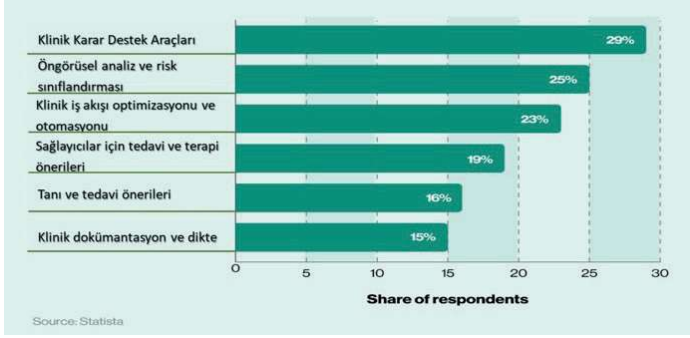


Bu dağılımın hemşirelik uygulamalarına yansması iki açıdan önemlidir. Birincisi, yüksek kabul görülen bölgelerde dahi güvenlik, şeffaflık ve ölçme ilkelerinin öne çıkarılması, beklenen faydayı somutlaştırır ve yanlış alarm ile iş yükü dengesini korur. İkincisi, daha temkinli bölgelerde kademeli uygulama, yerel klinik doğrulama, açıklanabilir karar desteği ve paydaş iletişimi gibi adımlar, sahadaki çekinceleri azaltır. Her iki bağlamda da hemşirenin kararını ikame etmeyen, onu bilgilendirip güçlendiren bir konumlandırma benimsemek; hasta güvenliğini ve bakım kalitesini korumanın temel koşuludur. Sonuç olarak, bölgesel inanç farklılıkları; aynı teknolojinin her kurumda aynı hız ve biçimde hayata geçmeyeceğini gösterir. Bu nedenle yol haritası, kanıt üretimi ve izleme göstergeleri ile desteklenmiş pilotlardan başlayarak, bağlama duyarlı bir ölçeklendirme yaklaşımıyla ilerlemelidir. Böylece hem yüksek kabul görülen alanlarda kazanımlar hızla somutlaştırılır, hem de temkinli bağlamlarda şeffaf ve etik uygulamalarla güven inşa edilir.

Sağlıkta Yapay Zekâ Kullanımı

Hastanelerin yapay zekâdan beklentileri, hasta güvenliği ve iş akışının verimliliği ekseninde kümelenmektedir. Şekil 4'te görülen dağılım, önceliğin önce klinik karar desteği (%≈29) ile öngörüsöl analiz ve risk sınıflandırmasına (%≈25) verildiğini; bunları klinik iş akışı optimizasyonu ve otomasyonunun (%≈23) izlediğini göstermektedir. Sağlayıcılar için tedavi/terapi önerileri (%≈19) ve tanı-tedavi önerileri (%≈16) görece daha temkinli ilerlemekte; klinik dokümantasyon ve dikte (%≈15) ise idari yükü azaltmaya dönük, somut kazanım potansiyeli yüksek bir alan olarak konumlanmaktadır. Bu sıralama, yapay zekânın hekim ve hemşireyi ikame etmeyen, karar kalitesini ve akışı destekleyen bir rolünün benimsendiğine işaret eder.

Şekil 4: "Hastanelerin yapay zekâ kullanımında öncelik verdiği alanların dağılımı."

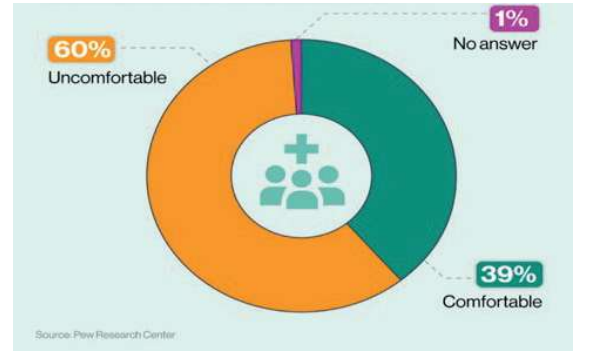


Bu eğilim, hemşirelik için üç pratik sonuç doğurur. Birincisi, erken uyarı ve risk sınıflandırma araçları triaj, düşme riski ve sepsis gibi kritik alanlarda önceliklendirmeyi iyileştirir; bakımın doğru zamanda doğru noktaya yönelmesine yardım eder. İkincisi, iş akışı otomasyonu ve dokümantasyon çözümleri (ör. sesli nottan yazıya, otomatik sınıflandırma) belge yükünü azaltarak yüz yüze bakım süresini artırır. Üçüncüsü, karar desteği ve tedavi/terapi önerileri gibi alanlarda açıklanabilirlik, yanlış alarm yönetimi ve yetki sınırları netleştirildiğinde, güven ve benimseme artar; nihai kararın klinisyende kalması esastır. Bu çerçeve, yalın yaklaşımın "değere odaklan, israfı azalt, ölç ve iyileştir" ilkeleriyle uyumludur.

Hastaların ve Sağlık Çalışanlarının Yapay Zekâya Güveni

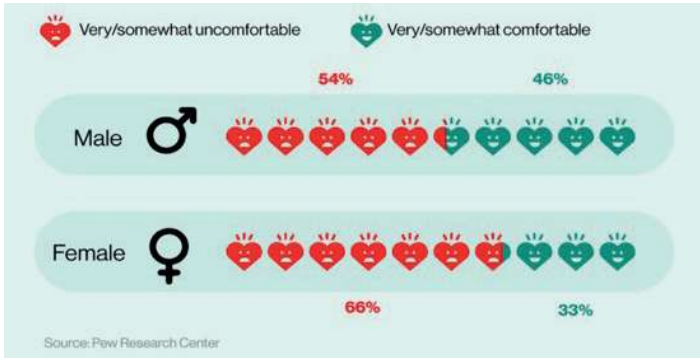
Hastaların yapay zekâya bakışı, genel düzeyde temkinli bir tabloya işaret etmektedir. Şekil 5'teki dağılım, sağlık hizmeti sağlayıcılarının yapay zekâya güvenmesine yönelik soruda, katılımcıların %60'ının rahatsız, %39'unun rahat, %1'inin ise yanıt vermediğini göstermektedir.[47]. Bu bulgu, "kurumların teknolojiyi sorumlu kullanacağına güven" ekseninde bildirilen endişelerle örtüşür: Yetişkinlerin %65,8'i sağlık sistemlerinin yapay zekâyı sorumlu şekilde kullanacağına güvenmediğini, %57,7'si de bir yapay zekâ aracının zarar vermeyeceğine dair güven eksikliği yaşadığını belirtmiştir [48]. Bu gerilim, tekil bir aracın teknik başarımına duyulan güven ile aracın kim tarafından, nasıl ve hangi denetimle kullanılacağına duyulan güven arasındaki farktan kaynaklanmaktadır.

Şekil 5: "Hastaların, sağlık hizmeti sağlayıcılarının yapay zekâya güvenmesine ilişkin genel rahatlık/rahatsızlık dağılımı"

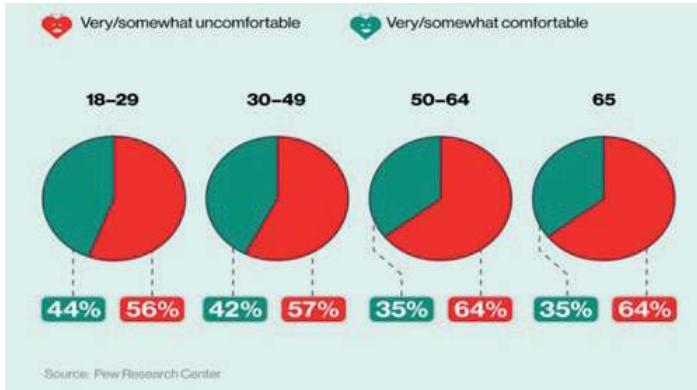


Algının demografik kırılımları da anlamlıdır. Şekil 6'da görüldüğü üzere erkeklerde rahatsızlık oranı %54, rahatlık %46 iken; kadınlarda rahatsızlık %66, rahatlık %33'tür [47]. Şekil 7'de yaşa göre dağılım, genç erişkinlerde görece daha yüksek kabul (18–29 yaşta rahatsızlık %56) ve ileri yaş gruplarında artmış çekince (50–64 ve 65+ yaşta rahatsızlık %64) olduğunu göstermektedir [47]. Bu desen; risk algısı, mahremiyet hassasiyeti, kronik hastalık yükü ve teknolojiye aşinalık gibi etkenlerle açıklanabilir. Öte yandan, "tanısal doğruluğa" odaklanan sorularda farklı bir resim görülebilir: Bir ankette katılımcıların %64'ü, tanının yapay zekâ tarafından konulmasına insan doktordan daha çok güvendiklerini ifade etmiştir [49].

Şekil 6: "Algının cinsiyete göre dağılımı"



Şekil 7: "Algının yaşa göre dağılımı."



Sağlık çalışanlarında da ihtiyat baskındır. Hekimlerin %66'sı, yapay zekânın tanı ve tedavi kararlarında kullanılmasına dair endişe belirtmiş ve kullanımın öncelikle idari görevlerle sınırlı kalmasını tercih etmiştir [50]. Hemşire odaklı çalışmalarda katılımcıların %59'u doğruluk ve veri bütünlüğü; önyargı ve hata riski gibi başlıklarda kaygı bildirmiştir [51]. Ayrıca kayıtlı hemşirelerin %55'i, yapay zekânın "yatak başı klinisyenleri" yerinden edebileceğini ve bakım kararları üzerindeki özerkliklerini azaltabileceğini düşünmektedir [52]. Bir başka bulguda hemşirelerin %60'ı, işverenlerinin yapay zekâ uygulamalarında hasta güvenliğini önceliklendireceklerine güvenmediğini ifade etmiştir [53]. Bu çerçeve, uygulanacak çözümlerin açıklanabilir, ölçülebilir, yanlış alarm oranları şeffafça raporlanan ve nihai klinik kararın profesyonelde kaldığı iş akışlarıyla hayata geçirilmesini zorunlu kılar; hastalar ve çalışanlarla erken ve sürekli iletişim, güven inşasının temelidir.

SONUÇ

Bu derleme, yalın yaklaşımın "değere odaklan, israfı azalt, ölç ve iyileştir" ilkeleriyle yapay zekânın öngörü ve otomasyon gücü birleştirildiğinde, hemşirelik süreçlerinde hata, bekleme ve tekrar işin anlamlı biçimde azaltılabildiğini; hemşirenin yüz yüze bakım için daha fazla zaman yaratabildiğini göstermektedir. Vital bulguların ve ağrının daha nesnel izlenmesi, klinik erken uyarı sistemleri, vardiya-yatak-malzeme planlamasında öngörü, belge otomasyonu ve simülasyon temelli eğitim; doğru tasarlandığında hasta güvenliği ve akış hızını birlikte destekleyen, yalın hedeflerle uyumlu alanlardır.

Bununla birlikte bulgular, başarı için teknik doğruluğun tek başına yeterli olmadığını, güven ve yönetim başlıklarının belirleyici olduğunu ortaya koymaktadır. Toplumda ve çalışanlarda görülen temkinli yaklaşım; çözümlerin açıklanabilir, ölçülebilir, önyargı açısından düzenli taranan ve mahremiyeti koruyan ilkelere hayata geçirilmesini zorunlu kılar. Nihai klinik karar yetkisinin profesyonelde kalması, yanlış alarm ve sorumluluk paylaşımının açıkça tanımlanması, güven inşasının temelidir. Uygulamaya geçişte önerilen yol; kurumun kendi bağlamında tanımlanmış küçük pilotlarla başlamak, her pilot için net hedef ve gösterge belirlemek (yanlış alarm oranı, belge süresi, düşme ve sepsis insidansı, ortalama yatış süresi, çalışan ve hasta memnuniyeti gibi), ardından öğrenilenleri standart işe dönüştürerek kademeli ölçeklendirme yapmaktır. Verinin niteliği, süreçlerin standardizasyonu, eğitim ve değişim yönetimi ile birlikte ele alındığında; yapay zekâ, hemşirelik bakımını ikame eden değil, kararı güçlendiren bir yardımcıya dönüşür. Sonuç olarak; yalın yaklaşımın disiplinli çerçevesi ile yapay zekânın erken uyarı, otomasyon ve öngörü kapasitesi birlikte uygulandığında, hem hasta güvenliği hem çalışan esenliği hem de mali sürdürülebilirlik aynı anda desteklenebilir. Kurumların görevi; bu dönüşümü şeffaf, etik ve ölçülebilir bir yönetim anlayışıyla yürütmek ve elde edilen kazanımları düzenli olarak paylaşarak kalıcı iyileştirme kültürü oluşturmaktır. Bu bakışla ilerleyen sağlık kuruluşları, hemşirelik süreçlerinde daha güvenli, daha akıcı ve daha insana yakışır bir bakım düzeyine ulaşabilir.

KAYNAKLAR

- 1- Mazzocato P, Savage C, Brommels M, Aronsson H, Thor J. Lean thinking in healthcare: A realist review of the literature. *Qual Saf Health Care*. 2010;19(5):376–382.
- 2- Institute of Medicine. *Crossing the Quality Chasm: A New Health System for the 21st Century*. Washington, DC: National Academies Press; 2001.
- 3- Topol EJ. High-performance medicine: The convergence of human and artificial intelligence. *Nat Med*. 2019;25(1):44–56.
- 4- Cruz Rivera S, Liu X, Chan A-W, Denniston AK, Calvert MJ; SPIRIT-AI & CONSORT-AI Working Group. Guidelines for clinical trial protocols for interventions involving artificial intelligence: The SPIRIT-AI extension. *Nat Med*. 2020;26(9):1351–1363.
- 5- Liu X, Cruz Rivera S, Moher D, Calvert MJ, Denniston AK; SPIRIT-AI & CONSORT-AI Working Group. Reporting guidelines for clinical trial reports for interventions involving AI: The CONSORT-AI extension. *Lancet Digit Health*. 2020;2(10):e537–e548.
- 6- Vasey B, Nagendran M, Campbell B, et al. Reporting guideline for the early stage clinical evaluation of decision support systems driven by artificial intelligence (DECIDE-AI). *BMJ*. 2022;377:e070904.
- 7- Tlapa D, Zepeda-Lugo CA, Tortorella GL, et al. Effects of Lean Healthcare on patient flow: A systematic review. *Value Health*. 2020;23(2):260–273.
- 8- Souza DL, Albuquerque DAC, Drumond GM, Pomponet RM. A systematic review on Lean applications in emergency departments. *Healthcare (Basel)*. 2021;9(6):763.
- 9- Zepeda-Lugo C, Tlapa D, Baez-Lopez YA, et al. Assessing the impact of Lean Healthcare on inpatient care: A systematic review. *Int J Environ Res Public Health*. 2020;17(15):5609.
- 10- World Health Organization. *Ethics and Governance of Artificial Intelligence for Health*. Geneva: WHO; 2021.
- 11- De Sario G, Tiemann J, Dalvand H, Paolucci C, Falco P. Using AI to detect pain through facial expressions: A review. *Bioengineering*. 2023;10(5):548.
- 12- Sanchis-Sánchez E, Peiró-Vallejo MÁ, et al. Diagnostic assessment based on infrared thermography: A systematic review. *AJR Am J Roentgenol*. 2014;203(4):875-883.
- 13- Tan CW, Du T, Teo JC, et al. Automated pain detection using facial expression in adult patients with a customized spatial-temporal attention LSTM network. *Sci Rep*. 2025;15:13429.
- 14- Kesztyüs D, Endreß D, Kesztyüs T. Use of infrared thermography in medical diagnosis: A scoping review. *Medicina (Kaunas)*. 2023;59(12):2139.
- 15- Lahiri BB, Bagavathiappan S, Jayakumar T, Phillip J. Medical applications of infrared thermography: A review. *Infrared Phys Technol*. 2012;55(4):221-235.
- 16- Islam K, Kikolski S, Serrano J, et al. Sepsis prediction using machine learning models: A scoping review. *J Clin Med*. 2023;12(17):5658.
- 17-] Gershgorn D. An algorithm that predicts deadly infections is often flawed. *WIRED*. 21 Haziran 2021.
- 18- Adams R, Henry KE, Sridharan A, et al. Prospective, multisite study of an ensemble ML model for identifying patients at risk for sepsis (TREWS). *Nat Med*. 2022;28(7):1355–1360.
- 19- Mao S, Ge W, Chen J, et al. Machine-learning-based prediction models for falls in hospitalized patients: A systematic review. *Arch Gerontol Geriatr*. 2025;128:105423.
- 20- Capodici A, Vetrano DL, Bernabei R, et al. Artificial intelligence to predict inpatient falls: A systematic review. *Eur Geriatr Med*. 2025;16(1):1-12.
- 21- Stone E, Young A, Tonkin E, et al. Predicting hospital length of stay using machine learning: A systematic review. *Int J Med Inform*. 2022;162:104754.
- 22- Jain R, Kumari R, Persis DJ, Kiran S. Predicting hospital length of stay using machine learning on a nationwide dataset. *BMC Health Serv Res*. 2024;24:1361.
- 23- Almeida G, Correia FB, Borges AR, Bernardino J. Hospital length-of-stay prediction using ML algorithms—A literature review. *Appl Sci*. 2024;14(22):10523.
- 24- Sommer J, Queder H, Mullins A-K, Ohneberg K. The potential of assistive robots in clinical nursing and the need for a modular assessment framework. *Digit Health*. 2024;10:20552076251331752.
- 25- Babalola H, Alyahya O, Kifayah AK. Use of robotics in acute and crisis-care hospitals: A systematic review. *BMC Nurs*. 2024;23:273.
- 26- Vallée D, Lapierre J, Plamondon A, et al. Effectiveness of industrial exoskeletons to reduce lumbar load: A systematic review and meta-analysis. *BMC Nurs*. 2024;23:71.
- 27- Rayssiguier J, Gélis A, Lallemand J, et al. Low-back exoskeletons reduce lumbar muscle activity during lifting: A systematic review. *Appl Ergon*. 2022;101:103694.
- 28- Han J, Kim M, Park J, et al. Fleet management and elevator scheduling for hospital autonomous mobile robots. *IEEE Access*. 2024;12:12345-12358.

- 29- Shaik M, Chawla S, Madathil K, et al. Remote patient monitoring: Adoption and implementation status (2019-2023)—A scoping review. *Healthcare (Basel)*. 2023;11(23):3060.
- 30- Lee S, Park Y, Kim H. Remote monitoring in chronic disease management: A systematic review. *Telemed J E Health*. 2023;29(8):1191-1205.
- 31- Dubey H, Xu J, Shah H. Clinical effectiveness of remote patient monitoring: A systematic review. *Telemed J E Health*. 2023;29(5):577-592.
- 32- Po JY, Chan C, Ibrahim A. A telemedicine-driven remote monitoring system to triage COVID-19 patients: A systematic review. *Int J Med Inform*. 2024;185:105329.
- 33- Ma J, Li C, Long Y, Xie J. Association of ambient AI medical scribes with documentation time and note quality in primary care: A nonrandomized controlled trial. *medRxiv*. 2025.
- 34- Davis J, Xu H, Patel N, et al. Ambient clinical documentation reduces after-hours EHR time: A cohort study. *J Am Med Inform Assoc*. 2024;31(9):2043-2052.
- 35- Stanford Medicine News Center. AI medical scribes reduce doctors' time spent on data entry by 38% in pilot. 22 Ağustos 2024.
- 36- Tierney A, Kaid Z, Winters A, Saint S, Chopra V. Generative AI medical scribes reduce clinician documentation burden and after-hours work. *NEJM Catalyst Innov Care Deliv*. 2024;5(6).
- 37- Scripps News. Meet HAL, a robot helping nursing students treat patients. Erişim: 29 Ağu 2025.
- 38- Park S, Shin HJ, Kwak H, Lee HJ. Effects of immersive technology-based education for undergraduate nursing students: Systematic review and meta-analysis. *J Med Internet Res*. 2024;26:e57566.
- 39- Stenseth HV, Hella E, Røykenes K, et al. Simulation-based learning supported by technology to enhance critical thinking in nursing. *J Med Internet Res*. 2025;27:e58744.
- 40- Rojas E, Munoz-Gama J, Sepúlveda M, Capurro D. Process mining in healthcare: A literature review. *J Biomed Inform*. 2016;61:224-236.
- 41- De Roock E, Vanthienen J, De Weerd J. Process mining in healthcare: The state of the art and future challenges. *Comput Biol Med*. 2022;143:105284.
- 42- Samara S, Arshio T, Ramasamy S, et al. Integrating Kaizen with process mining to reduce delays in clinical pathways. *BMC Health Serv Res*. 2025;25:1123.
- 43- Hu J, Yu Y, Lin W, et al. Forecasting emergency department occupancy with machine learning. *Omega*. 2025;129:102959.
- 44- Akbaşlı S, Karahan İ, Uğurlu H. Machine learning-assisted nurse staffing in emergency departments: A quasi-experimental study. *Int Emerg Nurs*. 2025;76:102446.
- 45- Othman M, El-Morsy A, Rida S. Explainable demand-aware nurse rostering with predictive analytics. *Health Care Manag Sci*. 2025;28(2):233-248.
- 46- Tuominen J, Koivistoinen T, Kanninen J, et al. Early warning software for ED crowding. *arXiv*. 2023;2301.09108.
- 47- Pew Research Center. 60% of Americans would be uncomfortable with provider relying on AI in their own health care. 22 Şubat 2023.
- 48- Nong P, Platt J, et al. Patients' trust in health systems to use AI responsibly: A national survey. *JAMA Netw Open*. 2025;8(2):eXXXXX. (Basın duyuruları ve özet: Univ. of Michigan Health Lab; IHPI, 14 Şubat 2025.)
- 49- Innerbody Research. Technology and the Future of Healthcare. 2023. (Ayrıca bkz. *Medical Economics*, 19 Eylül 2023.)
- 50- Medscape. Physicians and AI Report 2023. 30 Ekim 2023; ayrıca Axios özet haberi, 31 Ekim 2023.
- 51- Sommer D, Schmidbauer L, Wahl F. Nurses' perceptions, experience and knowledge regarding AI: Cross-sectional survey in Germany. *BMC Nurs*. 2024;23:205.
- 52- HMAcademy. What RNs think about AI—and how health system leaders should communicate. 2024.
- 53- National Nurses United. Survey finds AI technology degrades and undermines patient safety. Basın bülteni, 15 Mayıs 2024.