

Yapay Zekâ ile Kadın Sağlığında Erken Tanı ve Önleyici Yaklaşımlar

İsmail Emre Deniz¹

Özet

Kadın sağlığını iyileştirmeye yönelik küresel çabalar önemli ölçüde cinsel sağlık ve üreme sağlığını iyileştirmeye yönelmiştir. Ancak, küresel hastalık çeşitliliği son yıllarda önemli biçimde değişime uğramıştır. Günümüzde kadınların cinsel sağlık ve üreme sağlığının yanı sıra; kardiyovasküler hastalıklar, kanserler, solunum yolu hastalıkları, hormonal ve metabolik hastalıklar, depresyon, anksiyete, diyabet, depresyon ve iskelet sistemi rahatsızlıklarının da önemli düzeyde arttığı görülmüştür. Bu sebeple, kadınların sağlığını en verimli şekilde iyileştirmek için; bu hastalıkların önlenmesi, yönetimi, tedavisine yeni kaynakların ayrılması ve dijitalleşme çağına uygun tedavi yöntemlerinin belirlenmesi oldukça önemli hale gelmiştir. Bu yaklaşımlar, kadınların hastalık yükünü, davranışsal, biyolojik, psikolojik, sosyal ve kültürel risk faktörlerini azaltabilir. Geçmişte çoğu tıbbi araştırma erkekler üzerinde yürütülmüş ve bulguların kadınlar için de geçerli olduğu düşünülmüş ve cinsiyet farklılıkları ihmal edilmiştir. Ancak, araştırmalardaki kadın sayısı arttıkça, klinik olarak farklılıklar gözlemlenmiştir. Bu noktada cinsiyet farklılığını gözeterek kadın sağlığının önemi göz ardı edilmemelidir. Çünkü kadınlar erkeklerden farklı olarak; ergenlikten menapozu kadar, adet kanaması ve doğurganlık gibi sorunları kapsayan farklı sağlık sorunlarıyla da karşılaşmaktadır. Bu sorunlar diğer hormonal, metabolik ve psikolojik dengeleri de etkilemektedir. Geleneksel sağlık kurumları, sağlık sorunlarının komplike olmasıyla birlikte; hastalığın temel problemini saptayamamakta ve benzersiz talepleri görmezden gelmektedir. Günümüzde yapay zekânın kadın sağlığında devreye girdiği yer burasıdır ve bulguları tespit etmede güçlü bir yöntem sağlar. Yapay zekâ uygulamaları kadın sağlığında hastalıkların önlenmesi, tespit ve tedavisine potansiyeline sahiptir. Bu uygulamalar bilgiye erişimi hızlandırarak ve sağlık hizmetlerini daha kişiselleştirilmiş hale getirerek kadın sağlığının iyileştirilmesine önemli katkı sağlamaktadır. Yapay zekâ, veri kümelerinden öngörülebilir bulunma özelliği ile kadın sağlığının farklı alanlarında yenilikçi çözümler geliştirmektedir.

1 Department of Biostatistics, Institute of Health Sciences, Bursa Uludag University, Bursa, Turkey. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4883-9959>

1.Kadın Sağlığına Genel Bakış

Kadın sağlığı sadece anne sağlığı olarak düşünülmemelidir. Kadın sağlığının hem sosyal hem de biyolojik boyutları vardır.

Biyolojik boyutlar; üreme işlevi ile kadınlara özgü potansiyel sağlık risklerini barındırır ve bu durum toplumda genellikle erkekler ile paylaşılmaz. Üreme hastalıkları dışında, kadınlar erkeklerle birlikte diğer tüm vücut sistemlerinde hastalık riskini paylaşırlar. Örneğin, kardiyovasküler hastalıklar, hem gelişmiş hem de gelişmekte olan ülkelerde meme kanseri ve genital kansere göre kadınların ölümünü daha fazla etkilemektedir. Erkekler ve kadınlar arasındaki genetik ve hormonal farklılıklar, hastalık yükündeki farklılıklara yansiyabilir.

Sosyal boyuta bakılırsa; bir kadın sadece bedeni nedeniyle değil, aynı zamanda toplumun onun rolünü tanımlama biçimi nedeniyle de farklıdır. Kültürel olarak gelişen cinsiyete bağlı farklılıklar, kadın sağlığının güçlü belirleyicileridir. Kadın sağlığının önemli bir belirleyicisi, toplumların bir kadının hayatının ne kadar değerli olduğuna dair değerlendirmesidir. Sağlık için kaynak tahsisi kararları alırken, toplumlar bilinçli veya bilinçsiz olarak kimin yaşayıp kimin öleceğine karar verirler. Kadınların değerinin düşük olduğu ve özellikle de kaynakların kıt olduğu yerlerde, toplumlar kadın sağlığı için gerekli kaynakları tahsis etmeyecektir. Kadın sağlığı, yalnızca toplumun bir kadının değerini nasıl değerlendirdiğiyle değil, aynı zamanda toplumun cinsellik ve üreme için belirlediği normlarla da belirlenir. Kadın sağlığı denince akla ilk gelen kavramlar; üreme sağlığı, gebelik ve doğum, kanser türleri (meme, rahim ağzı vb.), ruh sağlığı (depresyon, anksiyete vb.) ile hormonal ve metabolik hastalıklardır (Fathalla, 1994).

2.Yapay Zekâ ve Sağlık Alanındaki Rolü

İlk olarak 1950’lerde ortaya atılan “yapay zekâ” terimi, başlangıçta makineler tarafından sergilenen insan zekâsına dair basit bir teori olarak ortaya çıkmıştır (Bini, 2018).

Günümüzde hızlı teknolojik ilerleme ve son derece büyük veri kümelerinde katlanarak artışlar yaşandığı bir dönemde, yapay zekâ, eşi benzeri görülmemiş bir ölçekte salt teoriden somut uygulamaya geçiş yapmıştır (Topol, 2019). Neredeyse gerçek zamanlı, otonom sürürlü araçlarda olağanüstü büyük veri kümelerinin değerlendirilmesinden ve akış geçmişinden etkilenen video izleme önerilerinden (Netflix, Los Gatos, CA, ABD), çevrimiçi satın alma önerilerine, reklamlara ve dolandırıcılık tespitine (Amazon, Seattle, WA, ABD) kadar, yapay zekâ, toplumun birçok alanına kökten yerleşmiş durumda ve genellikle kişisel elektronik cihazlarımızın arka

planında görünmez bir şekilde işlev görüyor. Yapay zekânın bir alt kümesi olarak kabul edilen makine öğrenimi, insan zekâsıyla ilişkili deneyimsel “öğrenmeyi” sergilerken, aynı zamanda hesaplamalı algoritmalar kullanarak analizlerini öğrenme ve geliştirme kapasitesine de sahiptir. Bu algoritmalar, makineyi otonom öneriler veya kararlar almaya eğitmek için kalıpları tanımak ve etkili bir şekilde öğrenmek amacıyla büyük veri giriş ve çıkış kümeleri kullanır. Algoritmanın yeterli tekrarı ve modifikasyonundan sonra, makine bir girdi alabilir ve bir çıktıyı tahmin edebilir hale gelir (Naylor, 2018). Daha sonra çıktılar, algoritmanın doğruluğunu değerlendirmek için bilinen bir dizi sonuçla karşılaştırılır ve algoritma daha sonra, daha fazla sonucu tahmin etme yeteneğini mükemmelleştirmek için yinelemeli olarak ayarlanır. Derin sinir ağları, nihai çıktıyı ayırmak ve yönetmek için hiyerarşik katmanlardan yararlanan bu modellerin daha karmaşık versiyonlarıdır. Ağ, bir girdi katmanı ile başlar ve ardından her biri girdinin farklı özelliklerine yanıt veren bir dizi gizli katmana ilerler. Bu katmanlar, girdi “derinleştikçe” daha fazla anlayış sağlar ve açıkça programlanmış talimatlar olmadan modellerin geliştirilmesine olanak tanır. Makine belirli bir kavramı birden fazla katmanda inceledikçe, mevcut algoritma yeni veriler elde edildikçe kendini art arda geliştirebilir. İnsan beyninin işleyişine benzer şekilde, makine birden fazla hiyerarşik veri düzeyindeki dendritik bağlantılardan nöronal bağlantılar kurabilir. Bu ağlar, derin öğrenme olarak bilinen yeni bir yapay zekâ biçiminin ortaya çıkmasına neden olmuştur. Makine öğreniminin öngörü yetenekleri sağlık alanında giderek daha fazla kullanılmaktadır. Sağlık ve veri bilimleri arasında bir yakınlaşma olarak, makine öğrenimi modelleri, tanı hataları, tedavi hataları, iş akışı verimsizlikleri ve değer odaklı bakımın önündeki engeller gibi çeşitli sorunlara potansiyel çözümler olarak önerilmiş ve test edilmiştir (Haeberle, ve diğerleri, 2019). Makine öğreniminin öne çıkan teorik uygulamalarından biri, Dr. Eric Topol’un tanımladığı gibi, şu anda içinde yaşadığımız sıkı tıp dünyası ile mücadele etmek için elektronik sağlık kayıtlarındaki tıklamaların otomasyonunu içerir. Özellikle, elektronik sağlık kayıtlarındaki tek bir hasta, analiz için yaklaşık 32.000 ayrı veri ögesiyle ilişkilendirilir ve bu da hasta verilerini işlemek için yapay zekâ tabanlı bir algoritma gerektirir (Milinovich & Kattan, 2018). Şu anda, elektronik tıbbi kayıtlardaki eylemleri otomatikleştirme çabaları, düzenlenmiş özel erişim sorunları nedeniyle sınırlıdır. Ancak, nihai otomasyon yetenekleri gerçekleştirildiğinde, yapay zekâ doktorlara eğitildikleri görevleri nihayet yerine getirmeleri ve sağlık hizmetini tekrar insani hale getirmeleri için zaman kazandırır. (Topol, 2019).

Derin öğrenme metodolojileri; görüntü işleme tekniklerini de ele almaktadır. Netliği ve doğruluğu geri kazandıran, bu teknikler tıbbi

görüntüleme, gözetim ve daha birçok alanda önemli olan sonraki analizler ve yorumlar için temel oluşturur. Kapsam, çeşitli ayarlamalar yoluyla görüntü kalitesini yükseltmeye odaklanılan görüntü iyileştirmeyi de kapsar. Kontrastı, parlaklığı, keskinliği ve diğer nitelikleri değiştiren teknikler görsel yorumlanabilirliği artırır. Çeşitli alanlarda uygulanan bu geliştirme süreci, profesyonellerin daha ince ayrıntıları kavramasını sağlayarak bilinçli karar alma ve gelişmiş analiz süreçlerini kolaylaştırır (Preetha & Jeevaraj, 2024).

Günümüz klinik uygulamalarında, yapay zekâ teknolojileri, tıbbi bakım sırasında üretilen dijital verilerden değerli tahminler çıkararak sağlık hizmetlerinde devrim yaratmayı taahhüt ediyor. Geleneksel olarak, kanıta dayalı tıp; kalıpları belirlemek ve bunları matematiksel denklemler olarak göstermek için istatistiksel yöntemlere dayanıyordu. Ancak, makine öğrenimi aracılığıyla yapay zekâ, verilerdeki karmaşık ilişkileri (basit bir denklemlerle kolayca ifade edilemeyen) ortaya çıkaran gelişmiş teknikler sunuyor. Bu, makine öğrenimi sistemlerinin, klinisyenler gibi karmaşık problem çözme süreçlerini ele almasını ve iyi gerekçelendirilmiş sonuçlara ulaşmak için kanıtları dikkatlice analiz etmesini sağlıyor (Buch, Ahmed, & Maruthappu, 2018).

Yapay zekâ, özellikle dijital tıp olmak üzere tıbbın dönüşümünde hayati bir bileşen olabilir. Birden fazla sağlık alanına uygulanabilen hassas metodolojilerin geliştirilmesini sağlar. Yapay zekâ tabanlı gelişmiş algoritmalar ve bilgi işlem gücündeki iyileştirmeler, önümüzdeki yıllarda klinik hizmetlerin verimliliği ve performansı gibi sağlık alanındaki zorlukların üstesinden gelmesine yardımcı olabilir. Ayrıca, enfeksiyon kontrol müdahaleleri için klinik hizmetlerin dikkatini artırmak, artan nüfusu ve karmaşık hastalık gereksinimlerini yönetmek ve dünyanın yaşlanan nüfusunun getirdiği zorlukları yönetmek için sağlık verilerini modellemek açısından da değerli olabilirler.

Yapay dar zekâ, iyi tanımlanmış ve öznel belirsizliklere yer vermeyen tek bir belirli görevi çözmede mükemmeldir. Sağlık hizmetlerinde yapay zekânın mevcut kullanımının çoğu bu kategoriye girmektedir. Örneğin, robotik cerrahideki yapay zekâ tabanlı gelişmeler, geleneksel açık cerrahi yöntemleri yerine minimal invaziv hassas cerrahiye optimize ettiğini göstermektedir (Zemmar, Lozano, & Nelson, 2020).

Yapay genel zekâ, insan zekâsını ve yeteneklerini taklit etmeye çalışarak bir adım daha ileri gitmektedir. Yapay zekânın bu yönü kapsamlı bir çalışma ve araştırma altındadır. Geleneksel bilgidен uygulamaya, bilgidен kanıta dayalı uygulamaya geçişi kolaylaştırmaya yardımcı olabilir. Bu modeller, kapsamlı verilere dayanır ve hatta geleneksel translasyonel araştırma yollarının

gerektirdiği sürenin çok daha kısa bir kısmında akıllı çözümler sağlayabilir. Otomasyon ve biçimsel akıl yürütmeye dayalı yapay zekâ uygulamaları; radyoloji, nöroloji, ortopedi, cerrahi ve onkoloji gibi çeşitli klinik alanlarda kullanılmaktadır. Bu yapay zekâ araçları, uygulayıcıların klinik karar alma süreçlerine yardımcı olmak için rehberlik edebilecek karar destek sistemleri haline gelebilir. Bu; erken teşhis, tanı, tedavi veya uzun vadeli hastalık yönetiminin iyileştirilmesi şeklinde olabilir. Klinik deneme tabanlı büyük veri kümeleri oluşturmak, klinik popülasyon tabanlı araştırmalar için de faydalı olacaktır (Delanerolle, ve diğerleri, 2021).

Yapay zekâ sistemleri, geniş hasta popülasyonlarından bilgi toplayarak sağlık riskleri hakkında gerçek zamanlı tavsiyelerde bulunmalarına ve sağlık sonuçlarını tahmin etmelerine olanak tanır. Yapay zekâ cihazları iki ana gruba ayrılır. İlk grup, hastaların özelliklerini kümelemek ve sonuç olarak hastalık sonuçlarının olasılığını tahmin etmek amacıyla yapılandırılmış verileri analiz eden makine öğrenimi tekniklerini içerir. İkinci grup, yapılandırılmış tıbbi verileri tamamlamak ve zenginleştirmek için klinik notlar ve tıbbi dergiler gibi yapılandırılmamış verilerden bilgi çıkaran doğal dil işleme yöntemlerini içerir. Doğal dil işleme prosedürleri, metinleri makine tarafından okunabilir yapılandırılmış verilere dönüştürür ve bunlar daha sonra makine öğrenimi teknikleriyle analiz edilebilir. Yapay zekâ, tıp alanında en az dört farklı şekilde kullanılmaktadır: (1) hastalık başlangıç riskinin değerlendirilmesinde ve tedaviye başlamadan önce tedavi başarısının tahmin edilmesinde; (2) komplikasyonları yönetme veya hafifletme girişiminde; (3) aktif tedavi veya işlem aşamasında hasta bakımına yardımcı olarak; (4) bir hastalığın patolojisini veya mekanizmasını ve/veya ideal tedavisini aydınlatmayı amaçlayan araştırmalarda. (Becker, 2019).

3. Yapay Zekâ ve Kadın Sağlığı

Kadınlar; ergenlikten menopoza ve yaşlılığa kadar, adet kanaması, doğurganlık, gebelik, doğum, kronik hastalıklar ve ruh sağlığı gibi konuları kapsayan farklı sağlık sorunlarıyla karşı karşıyadır. Ancak, geleneksel sağlık kurumları sıklıkla kadınların özel ihtiyaçlarını uygun şekilde karşılayamamakta ve sonunda bunları görmezden gelmektedir. İşte tam bu noktada yapay zekâ devreye girerek, muazzam bilgileri değerlendirme, trendleri tespit etme ve bulguları kişiselleştirme kapasitesiyle güçlü bir yöntem sunmaktadır. Kadınlar, yapay zekâ destekli çözümler kullanarak vücutları hakkında daha bilinçli kararlar alabilir, sağlıklarını daha iyi anlayabilir ve yaşamları boyunca özel tedaviler alabilirler (Korytnikova, 2023). Kardiyovasküler sistem, meme kanseri, kemik erimesi, serviks ve endometriyum, kadın sağlığı alanındaki yapay zekâ araştırmalarının ilgi alanları olmuştur. Yapay sinir ağları

yardımla, menopoz sonrası kadınlarda endometrijal kanserin tahmini için sınıflandırma ve regresyon ağaçları incelenmiştir. Benzer şekilde, yapay zekâ, insan papilloma virüsü tiplerinin servikal displazinin tekrarlama riskini etkilemedeki etkisini tahmin etmiştir ve mamografi, sonografi ve manyetik rezonans görüntüleme görüntülerinin çalışma için toplandığı meme görüntülemeye yaygın olarak kullanılmıştır. Meme kanseri taramasının okuma iş yükünü azaltmak için normal dijital mamografi muayenelerinin yapay zekâ ile otomatik olarak belirlenmesinin uygulanabilirliği incelenmiş ve ultrason görüntü analizine yapay zekâ tabanlı bir karar destek sisteminin dahil edilmesinin tanı performansını iyileştirdiği bulunmuştur (Yoldemir, 2020). Makine öğrenimi algoritmaları, mamografileri ve diğer görüntüleme verilerini inceleyerek kötü huylu olabilecek endişe verici lezyonları veya doku bölgelerini tanıyabilir. Meme kanseri olan kadınlar için bu, daha erken teşhis ve daha kesin tanı sağlayarak tedavi sonuçlarını iyileştirebilir.

Kadın sağlığı, hastalık sonuçlarını iyileştirmek ve sağlık hizmetlerindeki boşlukları azaltmak için yeni yaklaşımlar sunan yapay zekâ sayesinde bir evrim geçiriyor. Üreme sağlığı ve meme kanseri gibi kadınları etkileyen benzersiz sağlık sorunları ve özellikle marjinal bölgelerden gelen kadınlar için sağlık hizmetlerindeki eşitsizlikler göz önüne alındığında, makine öğrenimi ve yapay zekânın kadın sağlığında uygulanması önemlidir. Gebelik zorluklarını tahmin etmek, makine öğreniminin kadın sağlığındaki uygulamalarından biridir. Makine öğrenimi algoritmaları, bir kadının tıbbi geçmişi, sağlık durumu ve yaşam tarzı faktörleri de dahil olmak üzere çeşitli değişkenlere bakarak erken doğum veya preeklampsi gibi sorunlara yakalanma riski en yüksek olan kadınları belirleyebilir. Sonuç olarak, tıp uzmanları erken müdahale edebilir ve hem anne hem de çocuk için sonuçları iyileştirebilir. Sanal sağlık asistanlarının oluşturulması, makine öğreniminin kadınların sağlığını iyileştirmek için kullanıldığı bir diğer alandır. Bu asistanlar, kadınlara doğum kontrolünü açıklayarak veya tıbbi geçmişine bağlı olarak tarama muayeneleri önererek kişiselleştirilmiş sağlık tavsiyeleri ve desteği sunabilir. Bu, kadınların kendi sağlıklarının sorumluluğunu almalarını sağlayacak ve sağlık hizmetlerine erişimi artıracaktır (Negi, Thakur, Pandey, & Singh, 2023)

Ayrıca yapay sinir ağları da kardiyolojide, ST yükselmesiz miyokard enfarktüsünü kardiyojenik olmayan göğüs ağrısından ayırmak, akut koroner sendrom sonrası hasta riskini tahmin etmek ve makine öğreniminin öngörü performansını daha da iyileştirip iyileştiremeyeceğini belirlemek için kullanılmaktadır. Destek vektör makineleri ve lojistik regresyon da inme, kalp yetmezliği ve böbrek yetmezliği için risk tahmin modelleri olarak kullanılmıştır. Yapay sinir ağları, gebe kadınlarda doğuştan kalp hastalığı

riskini tahmin etmek için kullanılmaktadır. Modelin, gebeliğin erken dönemlerinde doğuştan kalp hastalığı geliştirme riski yüksek olan hastaları belirlediği bulunmuştur. Makine öğrenimi, koruyucu tıpta, hangi hastaların kardiyovasküler hastalık, kolorektal kanser ve retinopati, nöropati ve nefropati gibi tip II diyabet komplikasyonları açısından yüksek risk altında olduğunu tahmin etmek için kullanılmıştır. Yapay zekânın, canlı doğum tahmini, embriyo implantasyon potansiyelleri, endometriozisin yardımcı üreme teknolojilerinin sonuçları üzerindeki etkisi vb. ile kısırlık tedavilerinin kişiselleştirilmesinde de önemli bir rol oynayabileceği öne sürülmüştür (Vogiatzi, Pouliakis, & Siristatidis, 2019).

4. Kadın Sağlığında Yapay Zekâ Destekli Uygulamalar

Fertility AI (Tüp Bebek Tedavisinde Yapay Zekâ): Embriyo değerlendirmesi ve seçimi, tüm tüp bebek sürecinin toplu tezahürünü temsil eder. Döllenmiş oositlerin büyük kohortundan iyi embriyoları seçmeyi amaçlar; bunların çoğunun anormal gelişim veya kromozomal dengesizlikler nedeniyle yaşama şansı olmadığı belirlenir. Nitekim morfolojiye, zaman aralıklı mikroskopik fotoğraflamaya veya implantasyon öncesi genetik testle embriyo biyopsisine dayalı embriyo seçiminden sonra bile, insanlarda implantasyon oranlarının tahmin edilmesinin zor olduğu genel olarak kabul edilmektedir. Embriyo değerlendirme ve seçimini geliştirme ve canlı doğum oranlarını artırma çabaları, yeni teknolojilerin benimsenmesini gerektirecektir. Son zamanlarda, insan embriyolarını değerlendirmek için nesnel, standartlaştırılmış ve etkili araçlar olarak yapay zekâ tabanlı çeşitli yöntemler ortaya çıkmıştır. Dahası, yapay zekâ tabanlı yöntemler, hastanın üreme potansiyelinin değerlendirilmesi ve gonadotropin stimülasyon protokollerinin kişiselleştirilmesi gibi tüp bebek tedavisinin diğer klinik yönleri için de uygulanabilir (Zaninovic & Rosenwaks, 2020).

Yapay Zekâ Ağları ile Gebelik Sonucu Takibi: İlk defa 1997 yılında canlı doğum oranını tespit etmede yararlanılmıştır. Gebelik sonuçları yapay sinir ağları kullanılarak tahmin edilmiştir. Araştırmada “Artifisiyel Neural Network” yapay zekâ ağı kullanılmıştır. Bu ağın intrasitoplazmik sperm mikroyenjeksiyon uygulamasıyla sonuçlandırılmış gebeliklerin yokluğunu ya da varlığını kestirmede başarılı olduğu tespit edilmiştir (Esenler & Yaralı , 2006).

Yapay Sinir Ağları İle Kromozomal Anomalileri Saptamak: Yapay zekâ desteği ile fetal kalp hızı hareketi kullanılarak fetüsün diğer faaliyetleriyle korelasyonuna bakılmıştır. Bu sayede patolojik olguların %50’sinin tespit edilebildiği görülmüştür (Warrick, Hamilton, Precup, & Kearney, 2010).

Kheiron Medical-Mia: Mamografi akıllı değerlendirmesi anlamına gelen Mia, Kheiron Medical tarafından geliştirilen bir algoritmadır. Hatırlatma önerileri sunar, bağımsız bir ikinci okuyucu gibi davranır ve atipik meme dokusu bölgelerini vurgular. Mia, radyologların meme kanseri taramasında geri çağırma kararını vermelerine yardımcı olur. Bağımsız ikinci okuyucu, eş zamanlı okuyucu veya çift okuyucu triyajı gibi çeşitli konfigürasyonlarda kullanılabilir (Annie, ve diğerleri, 2023).

Google AI Ultrasound: Yapay zekâ ile ultrasona erişimin genişletilmesini sağlayan bu uygulama, çok yönlü ve giderek daha erişilebilir bir erken hastalık tespit aracıdır. Ultrason görüntülerinden önemli sağlık bilgilerinin yorumlanmasını kolaylaştırmak için yapay zekâ modelleri geliştirir. Amaç, eğitilmiş ultrasonografılara erişimin sınırlı olduğu bölgelerde bakıma erişimi genişletmektir (Google for Health, 2025).

Gestasyonel Diabetes Mellitusta Yapay Zekâ: Gebelerin glisemi verilerini bulundukları yerde doğrudan glikoz ölçüm aletlerinden yüklemelerine, ketonüri veya diyetle uygunluk gibi değişkenleri bildirmelerine olanak sağlayan, gebelerin uzaktan değerlendirilmesi için tasarlanmış web tabanlı bir uygulamadır. Glisemik ve ketonüri durumları otomatik olarak belirlenebilir (Caballero-Ruiz, ve diğerleri, 2017).

iSono Health- ATUSA: Dünyanın ilk yapay zekâ destekli taşınabilir ve otomatik üç boyutlu meme ultrason tarayıcısıdır. Tüm meme hacmini otomatik olarak yakalayarak, eğitilmiş bir ultrason operatörüne ihtiyaç duymadan, hasta başında tekrarlanabilir meme ultrasonu görüntülenmesine olanak tanır. ATUSA'nın tescilli tarama yöntemi sayesinde, doktorlar, hastalarının tanı ve takibinde güven kazanmak için gelişmiş üç boyutlu görselleştirmeye sahip olurlar (iSono Health – Say Hello to ATUSA, 2025)

Gebelik Yaşı Tahmini: Yapay zekâ teknolojisi ile son adet dönemine göre hesaplama yapılarak gebelik yaşı tahmin edilebilir (Ramakrishnan, Rao, & He, 2021).

GE Healthcare: Kontrastlı manyetik rezonans görüntüleme yoluyla meme lezyonlarının otomatik tespiti ve sınıflandırılması için yapay zekâ tabanlı uygulamadır (GE Healthcare Mamografi, 2025).

SAAGA: Ergenlikten perimenopoza kadar kadınların hormonal yolculuklarının tüm aşamalarında destek sağlayan yapay zekâ destekli kişisel sağlık asistanı uygulamasıdır (SAAGA, 2025).

EMA(AI for womens health): Kadınlara ve ailelerine özel olarak tasarlanmış ilk yapay zekâ asistanıdır ve adet döneminden menopoza kadar kadınlara güvenilir, kanıta dayalı destek sağlar. Herhangi bir teknoloji

platformuna sorunsuz bir şekilde entegre olacak şekilde tasarlanan Ema, sağlık markalarının, sağlıklı yaşam şirketlerinin ve sağlayıcıların kullanıcılarına kişiselleştirilmiş sağlık eğitimi ve rehberliği sunmalarına yardımcı olur (Ema, 2025).

ProMom: Hamile kalmaya çalışan, hamile olan veya yeni doğmuş bir bebekle hayatını sürdürüyor olan kadınlar için, bu yolculuğun her aşamasını basitleştirmek için tasarlanmış, yapay zekâ destekli bir annelik asistanıdır. Kişiselleştirilmiş takvimler, gerçek zamanlı soru-cevap ve özenle seçilmiş ürün önerileri gibi araçlarla ProMom anne ve anne adaylarına zaman kazandırır (ProMom, 2025).

Bloom cycles: Kadınların adet dönemlerini takip eden ve doğurganlık tahmini yapan yapay zekâ destekli bir uygulamadır (Bloom Cycles, 2018).

Belo:AI Pregnancy Tracker: Hamilelik süresince yapay zekâ desteği ile bebeğin büyümesini ve iç görülerini takip eden uygulamadır (Evolife, 2025).

Pregnancy Plate: Hamilelik süresi boyunca kadınların gıda güvenliğini ve beslenme düzenini kontrol eden yapay zekâ destekli diyet uygulamasıdır (PregnancyPlate, 2025).

Docus AI-Endometriozis Symptom Kontrolü: Endometriozis, rahim iç zarına benzeyen dokunun rahim dışında büyüdüğü, sıklıkla ağrıya neden olduğu ve bazı durumlarda doğurganlığı etkilediği karmaşık bir durumdur. Bu anormal büyüme, öncelikle pelvik bölgede olmak üzere vücudun diğer bölgelerinde de lezyon, kist ve yapışıklık oluşumuna yol açabilir. Docus AI symptom kontrolü, semptomlara ve tıbbi geçmişe dayanarak, bu olası tedaviler hakkında ilk rehberliği sunarak, sağlık durumunu yönetmeye yönelik bilinçli adımlar atmaya yardımcı olur (Docus, 2025).

Her Health AI: Endometriozisin erken teşhisini sağlayan, invaziv cerrahi ihtiyacını azaltan ve hasta sonuçlarını iyileştiren kadınlara yönelik yenilikçi yapay zekâ destekli uygulamadır (Her Health AI, 2025).

Lasa Health: Makine öğrenimi algoritmalarını kullanarak; kadınların teşhis konulmamış kronik pelvik ağrı hastalıklarını tespit etmek için elektronik sağlık kayıtları ile entegre olur. Lasa AI adlı chatbot, kronik pelvik ağrısı olan kadınlara anında destek ve rehberlik sağlayarak 7/24 kişisel sağlık asistanı görevi görmektedir. Lasa Health platformunu kullanan hastalara ücretsiz olarak sunulan bu hizmet, soruları yanıtlamakta, başa çıkma stratejileri öneriyor ve terapötik egzersizler ve rahatlama teknikleriyle ağrı yönetimine yardımcı olmaktadır. Bu sürekli etkileşim, hastaların bakım planlarına sadık kalmasını sağlayarak daha iyi ağrı yönetimi ve daha iyi bir yaşam kalitesi sağlamaktadır. (Lasa Health, 2025).

Genius Cervical AI: Genius servikal yapay zekâ, genius dijital görüntüleyicide görüntülenen hasta örneklerinden kanser öncesi lezyonları ve serviks kanseri hücrelerini, enfeksiyöz organizmaları ve glandüler bileşeni objektif olarak tanımlamaya yardımcı olan serviks kanseri taraması için yeni bir yapay zekâ destekli uygulamadır (Hologic, 2025).

CAIADS(Colposcopic AI asisted): (Xue, ve diğerleri, 2020), 19.435 hastadan alınan çok sayıda kolposkopik görüntü ve klinik bilgi kullanılarak eğitilen, ayarlanan ve doğrulanan bir kolposkopik yapay zekâ yardımcı tanı sistemi (CAIADS) geliştirmiş ve bu sistemin serviks kanseri/öncül kanserin tespitinde kolposkopi ve biyopsinin tanı kalitesini iyileştirme potansiyelini ortaya koymuştur.

AI-4CC: Rahim ağzı kanseri ölüm oranını azaltmak amacıyla sağlık uygulamalarına entegre edilen yapay zekâ desteğidir (La Fondation, 2023).

Sonio Detect: Doğum kusurları, Avrupa ve ABD’de doğan her 33 bebekten 1’ini etkilemektedir. Bu vakaların %50’sinde kusurlar ultrason sırasında tespit edilememiş ve bu da fetal tıbbın ne kadar karmaşık olabileceğini göstermektedir. Sonio; anne ve çocuk sağlığını iyileştirmeyi misyon edinmiştir. Teknolojik inovasyon, tıbbi uzmanlık ve yapay zekâ aracılığıyla bakıma erişimi ve bakım kalitesini destekler (Sonio Samsung Company, 2023).

Sindicolpo: Yapay zekâ destekli rahim ağzı kanseri akıllı telefon uygulamasıdır. Doktorların her yerden, her zaman ve uzaktan rahim ağzı kanseri taraması yapmasını sağlamaktadır (CareNx, 2025).

Yukarıdakadın sağlığında kullanılan yaygın yapay zekâ uygulamalarından bahsedilmiştir. Yapay zekânın önümüzdeki yıllarda yenilikçi ve gelişen sağlık sektöründe birçok uygulamaya entegre edileceği öngörülmektedir.

5. Kadın Sağlığında Yapay Zekânın Sağladığı Faydalar ve Zorluklar

Makine öğreniminin temel faydalarından biri, sağlık kayıtlarından, görüntüleme testlerinden ve laboratuvar test değerlerinden gelen büyük miktarda klinik bilgiyi veya büyük veriyi işleyip analiz ederek; uzmanların gözden kaçırabileceği örüntüleri ve risk faktörlerini belirleme yeteneğidir. Bazı araştırmacılar, yapay zekânın hastalıkları teşhis etmede insanlar kadar veya onlardan daha iyi performans gösterebileceğini öne sürmektedir (Mirbabaie, Stieglitz , & Frick , 2021). Bu teknoloji, özellikle kadın sağlığı için önemli olan hastalıkların erken teşhisini ve tanısını destekleyebilir. Örneğin, derin öğrenme veya sinir ağlarını içeren karmaşık bir makine öğrenimi biçimi, meme kanseri taramasında umut verici sonuçlar

göstermektedir. Araştırmacılar, bu teknolojinin radyologların mamogramları analiz ederek ve şüpheli alanları daha ileri inceleme için işaretleyerek meme kanserini daha erken ve daha doğru bir şekilde tespit etmelerine yardımcı olabileceğini bulmuşlardır (Leibig, ve diğerleri, 2022). Bu, daha erken müdahaleye ve daha iyi sonuçlara yol açabilse de, bu sistemlerin daha yaygın olarak benimsenebilmesi için ek klinik çalışmalara ihtiyaç vardır. Daha da önemlisi, teknoloji her yaştan, etnik kökenden ve vücut tipinden kadında doğru sonuçlar üretebilmeli ve daha karmaşık meme kanseri türlerini tespit edebilmelidir. Yapay zekânın kadın sağlığını iyileştirmesinin bir diğer yolu da sağlık hizmetlerini daha kişiselleştirilmiş hale getirmektir. Kadınların sağlık ihtiyaçları yaş, kilo, üreme durumu ve tıbbi geçmiş gibi faktörlere bağlı olarak büyük ölçüde değişir ve yapay zekâ, kişiselleştirilmiş içgörüler ve öneriler sunmak için bu tür verilerin büyük hacimlerini analiz etmeyi mümkün kılar. Bu uygulama, belki de hızla büyüyen femtech veya kadın teknolojisi endüstrisinde en belirgin şekilde kendini göstermektedir. Örneğin, tele-tıp şirketi Nurx, akıllı anket özelliği aracılığıyla bireysel kadınlar için en etkili doğum kontrol seçeneklerini belirlemek için yapay zekâ algoritmalarını kullanmaktadır. Bir kullanıcı reçete talebinde bulunmak için çevrimiçi anketi doldurduğunda, platform yapay zekâ algoritmalarını kullanarak kullanıcının tıbbi geçmişini, davranışlarını ve tercihlerini analiz eder ve en etkili doğum kontrol seçenekleri için kişiselleştirilmiş öneriler sunar (Hawkins, 2021). Başka bir örnek olarak; doğurganlık izleme şirketi Ava Science, cilt sıcaklığı ve kalp atış hızı değişkenliği gibi fizyolojik parametreleri izlemek için sensörler ve makine öğrenimi algoritmalarının bir kombinasyonunu kullanan giyilebilir bir cihaz geliştirmiştir (Goodale, ve diğerleri, 2019). Yapay zekâ algoritmaları, bir kadının adet döngüsünün uzunluğu, yumurtlaması ve doğurganlığı hakkında kişiselleştirilmiş bilgiler sağlamak için verileri analiz eder (Edmonds, 2023).

Makine öğrenimi ve derin öğrenme modellerinin çeşitli görevleri uygun şekilde kategorize etmesi veya tahmin etmesi için büyük veri kümeleri zorunludur. Bununla birlikte sağlık sektörü; hasta kayıtlarının gizli olması ve sağlık kuruluşlarının sağlık verilerini paylaşma konusunda genellikle tereddüt etmesi nedeniyle veri erişilebilirliği konusunda karmaşık bir sorunla karşı karşıyadır. Ayrıca, bir algoritma bunları kullanarak ilk çalıştırıldığında verilere kolayca erişilemez. Özellikle, makine öğrenimi tabanlı sistemler, eğitim kümelerine ek veriler sağlandıkça sürekli olarak ilerleyebilir; ancak şirket içi direnç nedeniyle bu senaryoya ulaşmak zordur (Baowaly, Lin, Liu, & Chen, 2019). Dahası, yapay zekâ tabanlı uygulamalar veri güvenliği ve gizlilikle ilgili sorunlar ortaya çıkarır. Bilgisayar korsanları, veri ihlalleri sırasında genellikle sağlık kayıtlarına odaklanır. Çünkü bu kayıtlar önemli ve savunmasızdır. Bu

nedenle, sağlık kayıtlarının gizliliğini korumak hayati önem taşır. Ayrıca; algoritma, hasta özellikleri ile sonuçlar arasındaki bağlantıları emdiğinde, aşırı uyum sorunu ortaya çıkar. Bu sorun, sonuçları etkileyen çok sayıda değişken nedeniyle ortaya çıkar ve algoritmanın yanlış tahminler yapmasına neden olur. Veri sızıntısı, algoritma daha yüksek tahmin doğruluğuna ulaştığında, yapay zekânın azalan eğitim veri kümesinin ötesindeki olayları tahmin etme yeteneğini tanımlayan bir diğer endişe kaynağıdır. Ayrıca, derin öğrenme algoritmaları tahminleri için daha az anlamlı açıklamalar sunabilir. Bir algoritma, öneriler yanlış gittiğinde kendini yasal olarak korumakta zorluk çeker. Bu durum, uzmanların verilerin tahminleriyle nasıl ilişkilendirildiğini anlamasını zorlaştırır. Yapay zekâ sistemlerindeki kara kutu sorunu, halkın sağlık sistemlerine olan güvenini kaybetmesine yol açabilir. Sağlık personeli; iş yükü azalabileceğinden ve görev değişikliğine sebep olabileceğinden dolayı; sağlık hizmetlerinde yapay zekâdan korkabilir. Yapay zekâ ile ilgili bir diğer sorun ise, sağlık çalışanlarının yapay zekâyı başarıyla kullanmaları için eğitilmesine harcanan zaman ve kaynakların maliyetidir. Sağlık hizmetlerinde, planlanan klinik çalışmalarda yapay zekâ tabanlı ilaçların etkinliğini doğrulayan yetersiz deneysel veriler, yapay zekânın olumlu bir şekilde kullanılmasının önündeki kritik bir engeldir. Yapay zekâ araştırmaları çoğunlukla klinik olmayan ortamlarda gerçekleştirilmiştir. Bu nedenle, bulguların genelleştirilmesi zor olabilir. Benzer şekilde, kurumlar belirsizdir ve deneysel veri eksikliği ve araştırma kalitesinin düşük olması nedeniyle yapay zekâ tabanlı çözümleri uygulama konusunda isteksizdir (Alami, ve diğerleri, 2021). Yapay zekânın diğer dezavantajları arasında genel olarak yapay zekâ tabanlı uygulamalar oluşturma yüksek maliyetleri, insanları tembelleştirmesi, tekrarlayan görevleri yapay zekâ ile değiştirmesi nedeniyle işsizlik yaratması ve makinelerde duygu ve yaratıcılık eksikliği yer alır (Kuwaiti, ve diğerleri, 2023).

6. Sonuç

Kadın sağlığına yönelik yapay zekâ destekli uygulamalar; erken tanı oranlarını yükseltmekte ve tıbbi hizmetlerin kalitesini arttırmakta önemli bir potansiyel taşımaktadır. Günümüzde bu uygulamaların klinik olarak kullanımı da yaygın hale gelmeye başlamıştır. Bu durumda dikkat edilmesi gereken en önemli konular etik ilkeler ve veri güvenliğidir. Güvenli ve etkin kullanım, sadece bireylerin değil; toplumların da sağlık düzeyini yükseltmekle birlikte metodolojik bir adımdır.

Kaynakça

1. Alami, H., Lehoux, P., Denis, J.-L., Motulsky, A., Petitgand, C., Savol-delli, M., . . . Fortin, J.-P. (2021). Organizational readiness for artificial intelligence in health care: insights for decision-making and practice. *Journal of Health Organization and Management*, 35(1), 106-114. doi:10.1108/JHOM-03-2020-0074
2. Annie, Oberije, C. J., Ambrózay, É., Szabó, E., Serfözö, O., Karpati, E., . . . Kecskemethy, P. D. (2023). Prospective implementation of AI-assisted screen reading to improve early detection of breast cancer. *Nature Medicine*(29), 3044–3049. doi:10.1038/s41591-023-02625-9
3. Baowaly, M. K., Lin, C.-C., Liu, C.-L., & Chen, K.-T. (2019). Synthesizing electronic health records using improved generative adversarial networks. *Journal of the American Medical Informatics Association*, 26(3), 228-241. doi:10.1093/jamia/ocyl42
4. Becker, A. (2019). Artificial Intelligence in Medicine: What is It Doing for Us Today? *Health Policy and Technology*, 8(2), 198-205. doi:10.1016/j.hlpt.2019.03.004
5. Bini, S. A. (2018). Artificial Intelligence, Machine Learning, Deep Learning, and Cognitive Computing: What Do These Terms Mean and How Will They Impact Health Care? *The Journal of Arthroplasty*, 2358-2361. doi:10.1016/j.arth.2018.02.067
6. *Bloom Cycles*. (2018, 08 06). Women's Health FemTech Application: <https://bloomcycles.com/> adresinden alındı
7. Buch, V. H., Ahmed, I., & Maruthappu, M. (2018). Artificial intelligence in medicine: current trends and future possibilities. *British Journal of General Practice*, 68(668), 143. doi:10.3399/bjgp18X695213
8. Caballero-Ruiz, E., García-Sáez, G., Rigla , M., Villaplana, M., Pons, B., & Hernando, M. (2017). A web-based clinical decision support system for gestational diabetes: Automatic diet prescription and detection of insulin needs. *International Journal of Medical Informatics*(102), 35-49. doi:10.1016/j.ijmedinf.2017.02.014
9. *CareNx*. (2025, 02 24). SindiColpo: <https://carenx.com/offering/sindi-colpo> adresinden alındı
10. *Docus*. (2025, 08 10). Endometriosis Symptom Checker: <https://docus.ai/symptom-checker/symptom-checker-for-women/endometriosis> adresinden alındı
11. Edmonds, J. K. (2023). The Association of Women's Health, Obstetric and Neonatal Nurses. *Use of Artificial Intelligence to Improve Women's Health and Enhance Nursing Care*, 52(3), 169. doi: 10.1016/j.jogn.2023.03.004
12. *Ema*. (2025, 06 16). The first AI for women's health and wellness: <https://www.emaapp.co/> adresinden alındı

13. Esenler, İ., & Yaralı, H. (2006). Artifişiyel neural network (yapay zekâ) ile ICSI uygulamalarında gebeliklerin tahmin edilmesi. *Uzmanlık Sonrası Eğitim ve Güncel Gelişmeler Dergisi*, 3(3), 176-180.
14. *Evolife*. (2025, 09 18). Belo — All-in-One pregnancy tracker & support app: <https://pregnancy.evolife.app/> adresinden alındı
15. Fathalla, M. (1994). Women's health: An overview. *International Journal of Gynecology & Obstetrics*(46), 105-118. doi:10.1016/0020-7292(94)90225-9
16. *GE Healthcare Mamografi*. (2025, 08 15). GE Healthcare: <https://www.gehealthcare.com.tr/products/mammography> adresinden alındı
17. Goodale, B. M., Shilaih, M., Falco, L., Dammeier, E., Hamvas, G., & Leeners, B. (2019). Wearable Sensors Reveal Menses-Driven Changes in Physiology and Enable Prediction of the Fertile Window: Observational Study. *Journal of Medical Internet Research*, 21(4), 1-13. doi:10.2196/13404
18. *Google for Health*. (2025, 09 13). AI in Ultrasound: <https://health.google/ultrasound/> adresinden alındı
19. Haeberle, H. S., Helm, J., Navarro, S., Karnuta, J., Schaffer, J., Callaghan, J., . . . Ramkumar, P. (2019). Artificial Intelligence and Machine Learning in Lower Extremity Arthroplasty: A Review. *The Journal of Arthroplasty*, 2201-2203. doi:10.1016/j.arth.2019.05.055
20. Hawkins, L. (2021, 04 20). *Nurx: breaking down barriers to women's healthcare*. Digital Halthcare: <https://healthcare-digital.com/digital-healthcare/nurx-breaking-down-barriers-womens-healthcare> adresinden alındı
21. *Her Health AI*. (2025, 08 12). Early detection, better outcomes: <https://herhealthai.com/> adresinden alındı
22. *Hologic*. (2025, 05 26). Genius Cervical AI: <https://www.hologic.com/hologic-products/cytology/genius-cervical-ai> adresinden alındı
23. *iSono Health – Say Hello to ATUSA*. (2025, 08 14). iSono Health – Say Hello to ATUSA: <https://isonohealth.com/> adresinden alındı
24. Korytnikova, E. (2023). Artificial Intelligence and Women's Health: Innovations, Challenges, and Ethical Considerations. *Advances in Clinical and Medical Research*, 4(3), 2-6. doi:10.52793/ACMR.2023.4(3)-59
25. Kuwaiti, A. A., Nazer, K., Al-Reedy, A., Al-Shehri, S., Al-Muhanna, A., Subbarayalu, A., . . . Al-Muhanna, F. (2023). A Review of the Role of Artificial Intelligence in Healthcare. *Journal of Personalized Medicine*, 13(6), 14-22. doi:10.3390/jpm13060951
26. *La Fondation*. (2023, 02 04). AI4CC Diagnostic Tool: <https://fondation.msf.fr/en/projects/ai4cc> adresinden alındı
27. *Lasa Health*. (2025, 05 12). Lasa AI: <https://www.lasahealth.com/> adresinden alındı

28. Leibig, C., Brehmer, M., Bunk, S., Byng, D., Pinker, K., & Umutlu, L. (2022). Combining the strengths of radiologists and AI for breast cancer screening: a retrospective analysis. *The Lancet Digital Health*, 4(7), 507-519. doi:10.1016/S2589-7500(22)00070-X
29. Milinovich, A., & Kattan, M. (2018). Extracting and utilizing electronic health data from Epic for research. *Annals of Translational Medicine*, 6(3), 42. doi:10.21037/atm.2018.01.13
30. Mirbabaie, M., Stieglitz, S., & Frick, N. (2021). Artificial intelligence in disease diagnostics: A critical review and classification on the current state of research guiding future direction. *Health and Technology*(11), 693-731. doi:10.1007/s12553-021-00555-5
31. Naylor, C. D. (2018). On the Prospects for a (Deep) Learning Health Care System. *JAMA*, 1099-1100. doi:10.1001/jama.2018.11103
32. Negi, S., Thakur, S., Pandey, P., & Singh, U. (2023). Impact of Machine Learning in Women's Health. *International Journal for Research in Applied Science & Engineering Technology*, 11(11), 1576-1586. doi:10.22214/ijraset.2023.56828
33. Preetha, R. A., & Jeevaraj, E. (2024). Deep learning models for digital image processing: a review. *Artificial Intelligence Review*, 57(11), 2-3. doi:10.1007/s10462-023-10631-z
34. *PregnancyPlate*. (2025, 08 11). Your AI pregnancy nutrition companion: <https://www.pregnancyplate.com/> adresinden alındı
35. *ProMom*. (2025, 08 10). Your Motherhood Copilot: <https://www.promom.ai/#features> adresinden alındı
36. Ramakrishnan, R., Rao, S., & He, J.-R. (2021). Perinatal health predictors using artificial intelligence: A review. *Women's Health*(17), 5-8. doi:10.1177/17455065211046132
37. *SAAGA*. (2025, 03 19). SMARTER SUPPORT FOR FEMALE HEALTH: <https://www.saagahealth.com/> adresinden alındı
38. *Sonio Samsung Company*. (2023, 12 08). The Future of Prenatal Ultrasound is Being Built with Sonio's Artificial Intelligence: <https://sonio.ai/en/artificial-intelligence/> adresinden alındı
39. Topol, E. J. (2019). High-performance medicine: the convergence of human and artificial intelligence. *Nature Medicine*, 44-56. doi:10.1038/s41591-018-0300-7
40. Vogiatzi, P., Pouliakis, A., & Siristatidis, C. (2019). An artificial neural network for the prediction of assisted reproduction outcome. *Journal of Assisted Reproduction and Genetics*, 36(7), 1441-1448. doi:10.1007/s10815-019-01498-7
41. Warrick, P. A., Hamilton, E., Precup, D., & Kearney, R. (2010). Classification of normal and hypoxic fetuses from systems modeling of intrapartum

- cardiotocography. *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, 57(4), 771-779. doi:10.1109/TBME.2009.2035818
42. Xue, P., Tang, C., Li, Q., Li, Y., Shen, Y., Zhao, Y., . . . Zhao, F. (2020). Development and validation of an artificial intelligence system for grading colposcopic impressions and guiding biopsies. *BMC Medicine*, 18(406), 2-10. doi:10.1186/s12916-020-01860-y
 43. Yoldemir, T. (2020). Artificial intelligence and women's health. *CLIMAC-TERIC*, 23(1), 1. doi:10.1080/13697137.2019.1682804
 44. Zaninovic, N., & Rosenwaks, Z. (2020). Artificial intelligence in human in vitro fertilization and embryology. *Fertility and Sterility*, 114(5), 914. doi:10.1016/j.fertnstert.2020.09.157
 45. Zemmar, A., Lozano, A., & Nelson, B. (2020). The rise of robots in surgical environments during COVID-19. *Nature Machine Intelligence*, 2(10), 566-567. doi:10.1038/s42256-020-00238-2