Bölüm 9

PERİODONTOLOJİ VE YAPAY ZEKA

Gurbet Alev ÖZTAŞ ŞAHİNER[1]
Güler BAŞYİĞİT[2]

GİRİŞ

1.PERİODONTOLOJİ VE KAPSAMLARI

Periodontoloji, periodontal hastalıkların önlenmesi, teşhisi ve tedavisi ile birlikte dişsizlik durumlarında dental implantların yerleştirilmesini hedefleyen bir diş hekimliği dalıdır. Periodontal hastalık dişetini, dişleri ve dişleri destekleyen bağ dokusunu ve alveol kemiğini etkileyen spesifik hastalıkları tanımlamak için kullanılan genel bir terimdir. Periodontal hastalıklar toplumlarda çokça görülen hastalıklardandır. Periodontitis yetişkinlerde yaygın olarak görülmekte olup çocuklarda ve ergenlerde de ortaya çıkabilmektedir.(1)

Periodontal hastalıkların başlıca etiyolojik faktörü mikrobiyal dental biyofilmdir.(2) Genellikle dişler ve çevresindeki sert ve yumuşak dokuları etkisi altına alan histolojik olarak ise dişeti ekstrasellüler bağ dokusunda enflamatuar hücre birikimine sebep olur. Klinik olarak dişeti kanaması bulgusu ile başlayan periodontal hastalıklar ilerlemesi durumunda alveolar kemik kaybının da izlenebildiği kronik enflamatuar hastalıklardır.(3)

2. PERİODONTOLOJİNİN TOPLUM SAĞLIĞINDAKİ ÖNEMİ

Bilinçli bir toplum ve motive hastalar periodontal sağlığın korunmasında en önemli etkenlerdir. Periodontal hastalık belirtileri çoğunlukla hastalar tarafından görmezden gelinir.(4) Periodontal problemlerin toplum tarafından bilinmesi ve bunların diş hekimleri tarafından değerlendirilmesi periodontal sağlık düzeylerini etkilemektedir. Ancak literatürde toplumdaki bireylerin periodontal farkındalığını

[1] Dr. Öğr. Üyesi, Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Periodontoloji AD, alev.oztas@atauni.edu.tr. ORCID iD: 0000-0002-0565-6194

[2] Arş. Gör., Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Periodontoloji AD, gulerbasigit@gmail.com. ORCID iD: 0009-0009-4335-1859

değerlendiren az sayıda çalışma bulunmakla birlikte bu çalışmalarda da bireylerin mevcut periodontal hastalıklarının farkında olmadığı bildirilmiştir.(5)

Her ne kadar primer etiyolojik faktör olarak dental biyofilm sebep gösterilse de periodontal hastalığın başlamasını, ilerlemesini ve şiddetini etkileyen çeşitli faktörler ifade edilmiştir.(6) Ağızdaki mikrofloranın kompozisyonu ve dental plak miktarı en önemli faktördür. Periodontal yıkımın boyutu konağın immün yanıtıyla birlikte bireyin hastalığa karşı duyarlılığını etkileyen genetik yatkınlığına da bağlıdır. Buna ek olarak hem sistemik hastalıklar hem de çevresel faktörler periodontal hastalıkların gelişimine ve ilerlemesinde rol oynar. Bu risk faktörlerini kabaca gruplandırmamız gerekirse; mikrobiyal, sistemik, lokal, immünolojik, genetik, çevresel ve davranışsaldır. Bu faktörler periodontal olarak problemli hastalarda faktörlerden bir ya da birkaçı mevcut olabileceği gibi hepsi aynı anda da ortaya çıkabilir.(1)

3.YAPAY ZEKA

Yapay zeka terimi ilk olarak 1956 yılında John McCarthy tarafından tanımı yapılan uygulamalı bilgisayar biliminin bir dalıdır.(7) 'Dördüncü sanayi devrimi' olarak da adlandırılan yapay zeka, eleştirel düşünmeyi, akıllı davranmayı ve insanlara benzer şekilde karar vermeyi simüle etmek için bilgisayar teknolojisini kullanmıştır.(8,9) Belirli bir görevi yerine getirmek için tasarlanmış bir sürü işlem olarak da tanımlanmıştır. Eski zamanlarda akıllı sistemlere, çözmeleri gereken belirli görevler konunun uzmanları tarafından manuel olarak girildiği bilinmektedir.(10) Günümüzde yapay zeka problem çözme gibi insanın bilişsel yeteneklerini taklit edebilme gücüne sahip olan herhangi bir makine veya teknolojiyi ifade etmektedir.(11,12)

Yapay zeka tıpkı insanlar gibi davranış sergileme, mantıklı düşünme, hareket etme, ses algılama ve konuşma vb. görevleri yerine getirebilme yeteneğine sahip olan bir bilgisayarı veya bilgisayar kontrollü bir sistemi ifade eder.(13)

Dijital dönüşümün de bir parçası olan yapay zeka uygulamaları sağlık alanına çok hızlı bir şekilde adapte olmuştur. Yapay zekanın sağlık sektöründe kullanımı sağlıkta hizmet süreçlerini yeniden düzenleyerek hem yönetim açısından hem de klinik maaliyeti düşürerek fayda sağlamaktadır. Klinik akışta teşhis, tanı, tedavi gibi süreçleri kolaylaştırmakla kalmayıp aynı zamanda oluşabilecek insani hataları da azaltarak hizmet kalitesinin arttırılmasını amaçlamaktadır.(14) Yapay zekanın büyük veri bilgileri sayesinde sürekli eğitilebilir olması ve güncel kalabilmesi en önemli avantajlarından biridir. Bu avantaj sayesinde insana kıyasla daha

hassas, hızlı ve güvenilir sonuçlar ortaya koyabilmektedir. Yapay zekadan tanı ve tedavi süreçleri dışında başka alanlarda da yarar sağlanmakta. Bunlar; hasta randevularını organize etme, sigorta ve evrak işlerini yürütme, tıbbi anamnez kaydı tutma gibi.(15,16)

4. YAPAY ZEKA VE DİŞ HEKİMLİĞİ

Zeki bilgisayar programları yapma bilimi ve mühendisliğine yapay zeka denir. 'Tıbbi yapay zeka'nın en önemli gayesi mevcut durum tespitini yapmak, teşhis hakkında bilgi vermek ve uygulanabilecek tedavi prosedürlerini belirlemektir. Yapay zekanın bir diğer yeteneği ise karmaşık tıbbi bilgileri analiz edebilmesidir. Yapay zeka yöntemlerinin bir veri havuzundaki anlamlı ilişkileri ortaya çıkarabilme yetenekleri pek çok klinik senaryoda tanı, tedavi ve sonucu tahmin etmek için kullanılabilmektedir. Uzman sistemler, bulanık mantık, genetik algoritma ve yapay sinir ağları güncelde kullanılan yapay zeka modellerinin yaygın olanlarıdır. Tıbbi uzman sistemler alanlarında uzman olan tıp hekimlerinin tutum, bilgi ve önerilerine göre geliştirilmiştir. Hasta bilgilerine dayanarak hekime uygun tavsiye ve önerilerde bulunur. Bulanık mantık ise grinin çeşitli derecelerini bilimsel olarak oluşturmakta ve yaklaşık sonuçlar çıkarabilmektedir. Tıbbın çoğu kavramı bulanık kavram olarak kabullenilmektedir. Bulanık mantık yöntemi ile bu kavramlar ve kavramlar arası ilişkiler belirtilir. Yapay sinir ağlarının taklit ettiği öge biyolojik sinir sisteminin çalışmasında rol oynayan nöronlardır. Bu nöronların farklı biçimlerde birbirine bağlanması ile bir ağ oluşturulur. Yapay sinir ağlarının aktif olarak kullanıldığı durumlar arasında tıbbi araştırma verileri içinden daha önce fark edilmemiş desenleri tespit etme, sınıflandırma, tıbbi aygıtları kontrol etme, tıbbi görüntülerin karakteristiklerinin tespit edilmesi gibi birçok uygulama bulunmaktadır. Yapay zeka yöntemlerinin yeterliliği tıbbın neredeyse her alanında araştırılmış olup uygulama potansiyeline de sahiptir. Günümüzde hala gelişme sürecinde olan bu yöntemlerin gerçek klinik ortamlarda uygulanmasından önce daha ileri klinik denemelerin yapılması gerekmektedir.(17)

Yapay zeka hastalıkların teşhisi, prognozu ve hastaya özgü tedavi stratejilerinin geliştirilmesinde faydalıdır. Özellikle de diş hekimlerinin kritik kararları hızlı bir şekilde almaları gerektiğinde yapay zekadan yardım alabilirler. Karar verme aşamasındaki insan hatalarını ortadan kaldırarak üstün ve tutarlı bir tıbbi tedavi sağlayan yapay zeka aynı zamanda diş hekimlerinin iş yükünü de hafifletebilir. (18)

Yapay zeka uygulamaları sürekli bir gelişim halinde olsa da diş hekimliği uzmanlığında değer sağladığı yadsınamaz. Teknolojinin günden güne gelişmesi günlük yaşamda uygulanmasını ümit ettirmektedir ancak diş hekimliğiyle ilgili yapay zeka çalışmaları yeterince büyük bir veriye sahip değildir. Bu sebeple yöntemlerin genelleme yeteneği daha fazla değerlendirilmelidir.(19) Klinikte yapay zeka uygulamalarının yapılması için diş hekimliğinde tam bir dijital iş akışı dönüşümü olmalıdır. Günümüzde dijital iş akışlarına dayanan farklı farklı gelişmiş diş teknolojisi örnekleri bulunmakta ve bunların amacı sunulan hizmetlerin verimliliği ve kalitesini arttırmaktır. (20)

4.1 Ortodonti ve Yapay Zeka

Ortodontide yapay zeka geleneksel hasta bakım yöntemleriyle birlikte teşhis, tedavi ve planlamayı temelden yeniden oluşturmaktadır. Ortodontistler artık karmaşık olan kraniyofasiyal yapıları değerlendirebilmekte, maloklüzyonları doğru bir şekilde tespit edebilmekte ve manuel hesaplamaları çokça aşan bir hız, hassasiyet ve objektiflikle en uygun tedavi planlarını tavsiye edebilmektedir.(21) Yapay zeka fotoğraf ve radyografi analizleri, dijital olarak yapılan ölçümler, diş hareketlerinin olası sonuçları gibi birçok hesaplamayı yapabilmektedir.(22)

Makine öğrenme algoritmaları geçmiş ortodontik vakaların büyük veri kümesini kullanarak çeşitli değişkenleri analiz edebilir; bunlar maloklüzyon tipleri, kullanılan tedavi yöntemleri, hastaların tedavi protokolüne uyumu, tedaviye başlama yaşları ve daha birçok şeyi içerebilir. Elde edilen verilerdeki ilişki ve desenleri tespit ederek bu algoritmalar tedavi zamanını, istenen sonuçlara ulaşma olasılığını ve oluşabilecek komplikasyonları ve nüks ihtimalini tahmin edebilir.(23)

4.2 Ağız Diş ve Çene Cerrahisi ve Yapay Zeka

Robotik uygulamalar cerrahi alanındaki yapay zeka uygulamalarının en büyük yeniliklerinden birisidir. Yapay zeka yazılımları cerrahi operasyon öncesinde en küçük anatomik yapıların bile zarar görmeyeceği tedavi planlamalarını tespit edilerek işlem daha kısa sürede tamamlanmasına yardımcı olmaktadır.(24,25) Yapay zeka aynı zamanda diş çekimi işlemleri sonrasında gerçekleşen postoperatif dönemdeki ödemi öngörmede de kullanılmıştır.(26)

Yapay zekanın önem taşıdığı bir diğer konu baş ve boyun kanseri lezyonlarının erken teşhisidir. Tanıyı kolaylaştırmaya yarayan yapay zeka radyografilerden veya doku örneklerinden tümör dokusunun erken tespit edilmesinde büyük bir potansiyel sunmaktadır.(27,28)

İmplantoloji yapay zekanın kullanıldığı alanlardan bir diğeridir. Panoramik radyograflarda yapılmış olan dental implantların markası ve tedavinin hangi aşamasında olduğumuzu belirlemede de faydalanılabilir.(29) Osteointegrasyonun kalitesinin değerlendirilmesinde ve implant etrafı krestal kemik kaybını ölçmek için de kullanılabilir.(30,31)

Robotik sistemlerin gelişmesi ile beraber çene cerrahisi dalında kemik yüzeylerinin düzeltilmesi , osteotomi hatlarının hazırlanması, osteosentez plaklarının uygun olarak seçilmesi ve ortognatik cerrahi planlamasında kullanılmaya başlanmıştır. Ek olarak robotik teknolojinin kullanılmasının yarık damak onarımında sinir hasarı riskinin aza indirdiği ve olası ikinci cerrahi operasyon ihtiyacını azalttığı bildirilmiştir.(32)

4.3 Ağız Diş ve Çene Radyolojisi ve Yapay Zeka

Dental radyoloji alanında kullanılan yapay zeka uygulamaları başlıca şunlardır; teşhis, görüntü işleme/rekonstrüksiyonu, hasta ve öğrenci eğitimi, kalite kontrolü, adli tıp, otomatik raporlama gibi hedeflere yönelik olarak kullanımları bulunmaktadır.(33)

Diş hekimliğinde gerçekleşen bu teknolojik gelişmeler 2 veya 3 boyutlu radyolojik görüntülerin yanı sıra ağız dışı, ağız içi ve yüz taramasından yararlanılarak dişlerin sınıflandırılması, çürük, diş taşı , çeşitli hastalıkların tanısı ve dentomaksillofasiyal deformite teşhisine yönelik yeni ve ulaşılabilir bilgiler sunması hedeflenmektedir.(34)

Ağız, diş ve çene bölgesinde yapay zeka insan gözüne kıyasla daha detaylı bir değerlendirmeye olanak tanır.(35) Diş hekimliği radyolojisinde yapay zeka ; sefalometrik radyografilerde anatomik landmarkların belirlenmesi, iki veya üç boyutlu radyografilerde diş tespiti ve numaralandırılması, dişlerde çürük ve periapikal bölgede patoloji tespitinin yapılması, periodontal bölgedeki alveolar kemik kaybının belirlenmesi, dişlerin kök morfolojisinin değerlendirilmesi gibi birçok alanda kullanılmaktadır.(36–41) Aynı zamanda maksiller sinüs patolojilerini tespit etmede de kullanılmaktadır.(42)

4.4 Restoratif Diş Hekimliği ve Yapay Zeka

Son zamanlarda hastaların estetik olarak beklentilerin artması ile beraber restoratif diş tedavisinde tanı ve tedavi gibi aşamalara yapay zeka uygulamaları katkıda bulunmaya başlamıştır. Yapay zekanın restoratif diş hekimliğinde kullanım alanları; kırık ve çürük tespitinde, dental plak tespitinde, gelişimsel lezyonların ayırt edilmesinde, diş preperasyon sınırlarını belirlemede, restorasyonun

başarısızlığını tahmin etme, robotik preperasyon ve renk eşleştirmede kullanımı bulunmaktadır.(43)

4.5 Endodonti ve Yapay Zeka

Endodonti alanında geliştirilen ve kullanılan yapay zeka tekniklerinin; tanı, periapikal lezyonlar ve kök kırıklarının tespiti, kök ve kanal anatomisinin değerlendirilmesi, dental pulpa kök hücrelerinin canlılığının tahmin edilmesi, kanal içi doğru çalışma boyunun belirlenmesi ve re-treatment tedavi prosedürlerinin başarısının tahmin edilmesi, endodontik tedavi sonrası gelişen ağrı değerlendirmesi, endodontik tedavi gören dişlerin restoratif tedavileri, dolgu ve çürük varlığı tespiti gibi alanlarda hem klinik hem de radyolojik olarak işlem öncesi ve sonrasında kullanımının yarar sağladığı bildirilmiştir.(44–48)

4.6 Protetik Diş Tedavisi ve Yapay Zeka

Protetik diş tedavisi bölümü hastaların estetik olarak beklentilerinin fazla olduğu bir daldır. Yapay zeka sayesinde yüz bölgesinde çeşitli ölçümler ve antropolojik hesaplamalar yapılarak estetik beklentileri başarıyla yerine getirilebilecektir.(49)

Yapay zeka modelleri, protetik diş tedavisinde diş preperasyonlarının marginin planlanması veya bilgisayar destekli tasarım (CAD) yöntemleri kullanılarak diş restorasyonlarının otomatik olarak tasarımı için diş anatomisi ve renginin seçiminde karar vermeye yardımcı olmak, renk eşleştirme için uygun porselen seçimini sağlamak ve metal alt yapının başarılı bir şekilde dökümü için optimal koşulları tahmin etmek gibi farklı amaçlarla kullanılmıştır.(50–55)

Güncelde yaygın kullanılmaya başlanan dijital gülüş tasarımı tekniğinde de yapay zekadan faydalanılarak ağız içi ve yüz görüntülerini otomatik olarak entegre eden bir sistemi ve bu sistemin görüntü entegrasyon sürecini kolaylaştırdığı ifade edilmiştir.(56)

Yapay zekanın protetik tedavideki kullanım alanlarını kısaca özetlersek; protez planlaması ve tasarımı, CAD/CAM uygulamaları, sabit protezler, hareketli protezler, dijital gülüş tasarımı, renk seçimi, oklüzyon ve temporomandibuler eklem hastalıkları olarak sayılabilir.(57–62)

4.7 Adli Diş Hekimliği ve Yapay Zeka

Adli diş hekimliğinde yapay zekanın temel kullanım amacı insan gözü ve zihninin neden olduğu yanılsamaları ortadan kaldırarak, büyük veri analizlerinden elde edilen oral radyografiler, diş kayıtları ve yapılan dental uygulamalar ile bireyin tanınmasını sağlamaktır. Ağız içi tarayıcılarla dental arkların dolaylı

veya doğrudan taranması, ısırık izi kayıtlarının doğruluğunu önemli derecede arttırmıştır. Yapay zeka uygulamaları yaş ve cinsiyet belirleme, objektif bir yaklaşım, zamandan tasarruf ve tekrarlanabilirlik gibi avantajlara sahiptir. Adli diş hekimliğinde iş akışının hızlanmasına da sebep olan yapay zeka sistemleri bunu geleneksel adli soruşturmalardaki delillerin elde edilmesi, analizi ve raporlanması gibi işlerin dijitalleşmesi ile yapmaktadır. Yapay zeka ilerleyen teknoloji ile hastanın kimliklendirilmesinde kolaylık sağlamaktadır. Hastaya ait kayıtların elektronik olarak yapılması, rutin konsültasyon veya kimlik tespiti için diş kayıtlarının gerektiği adli vakalarda bilgilerin aktarılması, gerekli durumlarda ölüm öncesi ve ölüm sonrası dental kayıtların karşılaştırılmasıyla kimliklendirme yapılabilmektedir.(63)

Adli diş hekimliğinde radyografik görüntüleri kullanılarak yapay zeka ile; bir kişinin yaşının tahmini, cinsiyetinin belirlenmesi ve diş profilinin oluşturulması yapılabilmektedir. (64,65)

4.8 Periodontoloji ve Yapay Zeka

Kronik inflamatuar bir hastalık olan periodontitis oral mikrobiyota ve konak immün yanıtı arasındaki karşılıklı etkileşim sonucu ortaya çıkan bir hastalıktır. (66) Periodontitis, dünyada en sık görülen 6. hastalık olup tedavi edilmediği bir senaryoda periodontal destekleyici dokuların yıkımına ve buna bağlı olarak diş kayıplarına sebep olmaktadır. Hastanın çiğneme fonksiyonunda yaşadığı kayıplar ve estetik görüntüsünün bozulması sebebiyle kişinin hayat kalitesi de olumsuz etkilenmektedir.(67) Periodontal hastalıkları önlenme ve tedavisi amacıyla doğru tanıya, etkenlerin ortadan kaldırılmasına, risk yönetimine ve hastalığın neden olduğu yıkımların tedavi edilmesine ihtiyaç vardır. Doğru teşhis için anamnez, gerekli ise istenen tıbbi konsültasyon, radyografik, klinik muayene ve gereken zamanlarda istenen birtakım biyokimyasal ve mikrobiyolojik testlerden elde edilen verilerle gereklilik arz etmektedir. Klinik tanıda radyografiler kemik yıkımı derecesi, kalan destek kemik miktarı ve kemik defektlerinin tespitinde yardımcı olurken; dişetinin şekli, rengi ve kıvamı, mikrobiyal plak ve diştaşı olup olmadığı, yapışık dişeti miktarı, sondlamada kanama, sondlamada cep derinlikleri, dişlerde mobilite, furkasyon problemleri, klinik ataçman seviyeleri değerlendirilerek tespit edilmesinde önemlidir.(68)

Geniş kitleleri etkileyen periodontal hastalıklar diş kayıplarıyla da karşı karşıya kalabildiğimiz sık karşılaşılan hastalık grubudur.(69) Yapay zeka uygulamaları ile radyografiler üzerindeki kemik değişikliklerinin ve alveolar kemik kayıplarının tespiti, kemik yoğunluklarındaki değişimlerin erkenden ayırdına varılabilmektedir.

Aynı zamanda periimplantitisin erkenden tespitine yardımcı olarak implantoloji alanında gerekebilecek erken müdahaleleri gerçekleştirmeye olanak tanıyabilir. (70,71)

Yapay zeka uygulamaları sayesinde radyografide kemik kaybının hesaplanması, periodontal hastalıkların, peri-implantitisin ve halitozisin tanısının koyulması, periodontal açıdan sağlıklı olmayan dişlerin prognozunun değerlendirilmesi için elde edilen sonuçlar klinik önem taşımaktadır.(72)

Revilla-Leon ve ark. dişeti iltihabı ve periodontal hastalık teşhisi de dahil olmak üzere periodontal uygulamalar için yapay zeka modelleri geliştirmişler. Yaptıkları sistematik derlemede diş plağı, dişeti iltihabı ve periodontal hastalığı teşhis etmek için yapay zeka modellerinin performansını değerlendirmişler. Periodontoloji uygulamaları için yapay zeka modelleri hala geliştirilme aşamasında olduğunu ancak güçlü bir tanı aracı sağlayabilir sonucuna ulaşılmıştır.(73)

Ahmed ve ark. yaptıkları sistematik derlemede diş hekimliğinde yapay zeka teknikleri, analizi ve etkisi ile ilgili çalışmaların kalitesini ve sonucunu incelemiştir. Yapay zekanın doğru hasta yönetimi, diş teşhisi, tahmin ve karar verme sağladığı belirlenmiştir. Yapay zeka, tanısal diş hekimliği, hasta yönetimi, baş ve boyun kanseri, restoratif diş hekimliği, protetik diş bilimleri, ortodonti, radyoloji ve periodontoloji gibi diş hekimliğinin çeşitli alanlarında gelecekteki etkileri geliştirmek için güvenilir bir yöntem olarak ortaya çıkmıştır.(74)

Li ve ark. yaptıkları çalışmada klinik uygulama kılavuzuna uygun tedaviye ek olarak yapay zeka destekli multimodal algılamalı diş fırçaları (AI-MST) kullanımının etkisini değerlendirmişlerdir. Test deneklerinin daha iyi ağız hijyeni seviyelerine sahip olduğu tespit edilmiştir ($p < .001$).(75)

Shen ve ark. periodontitisli hastalarda evde yapay zeka (AI) destekli diş izleme uygulamasının tedavi sonuçları üzerindeki etkilerini değerlendirme amaçlı çalışma yapmışlardır. Yapay zeka destekli diş izleme uygulamasını kullanan bireylerde kontrol grubu bireylerine oranla, sondalama cebi derinliğinde (PPD), klinik bağlanma seviyesinde ve plak indeksinde 3 aylık takipte daha fazla iyileşme olduğu gösterilmiştir.(76)

Polizzi ve ark. periodontitisi öngörmede çeşitli yapay zeka modellerinin doğruluğuna ilişkin gerçek kanıtları incelemek için sistematik bir derleme yapmıştır. Modellerin farklı değerlendirme metriklerine sahip olduğu ancak sonuç olarak başarı sağladıkları belirtilmiştir.(77)

Revilla- Leon ve ark. implant tipi tanıma, hasta risk faktörleri ve ontoloji kriterlerini kullanarak implant başarı tahmini ve sonlu elemanlar analizi

(FEA) hesaplamaları ile yapay zeka modellerini birleştiren implant tasarımı optimizasyonu için implant diş hekimliğinde yapay zeka modellerinin performansını değerlendirmiştir. Periapikal ve panoramik görüntüler kullanılarak implant tipini tanımak için geliştirilen yapay zeka modelleri, %93,8 ile %98 arasında değişen bir genel doğruluk sonucu elde etmiştir. Farklı girdi verilerini kullanarak osteointegrasyon başarısını veya implant başarısını tahmin etmek için kullanılan modeller, %62.4 ile %80.5 arasında değişen başarı göstermiştir. Son olarak, implant tasarımlarını optimize etmek için yapay zeka modelleri geliştiren çalışmalar, dental implantların tasarımını iyileştirmek için yapay zeka modellerinin uygulanabilirliği konusunda hemfikir görünmektedir. Bu iyileştirme, sonlu elemanlar modeline kıyasla implant-kemik arayüzündeki stresin %36,6 oranında en aza indirilmesini; sonlu eleman hesaplamalarını iyileştirmek için implant tasarım gözenekliliğini, uzunluğunu ve çapını optimize etmek; veya implant-kemik arayüzünün elastik modülünün doğru bir şekilde belirlenmesi olarak neticelendirilmiştir.(78)

Kurt Bayrakdar ve ark. üç boyutlu konik ışınlı bilgisayarlı tomografi (CBCT) görüntüleri kullanılarak yapay zeka sisteminin implant planlamasındaki başarısını değerlendirmiştir. Kemik yüksekliği ölçümlerinde, mandibula premolar bölgesinde ve maksillanın premolar ve molar bölgelerinde AI ve manuel ölçümler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmemiştir ($p>0.05$). Kemik kalınlığı ölçümlerinde ise maksilla ve mandibulanın tüm bölgelerinde AI ve manuel ölçümler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar belirlenmiştir ($p< 0.001$). Ayrıca doğru tespit yüzdesi mandibular kanal için %72.2, sinüsler/fossalar için %66.4 ve eksik diş bölgeleri için %95.3 olarak belirtilmiştir.(79)

Diş hekimliğinde Yapay Zekanın Avantajları

Yapay zeka hasta kaydı ve görüntüleme gibi diş verilerini değerlendirerek, daha hızlı ve doğru şekilde şartları saptayıp, tanıya yardımcı olarak, doğruluk ve verimliliğe katkıda bulunmaktadır.(78) Yapay zeka hastaya uygun kişiselleştirilmiş tedavi planı oluşturulmasına yardımcı olmak amacıyla diş radyografilerini ve hasta verilerini kullanmaktadır.(80) Bununla beraber hastanın verilerinden yola çıkarak hastalıkların ve belirli diş sorunlarının meydana gelme olasılığını tahmin etmeye yardımcı olup bunların önlenmesine ve tedavi edilmesine katkıda bulunmaktadır.(81) Ayrıca hasta verilerinin analizi ve dental görüntüleme gibi belirli görevleri kolaylaştırmak için yapay zekanın hayatımıza girmesi insan gücü ihtiyacını azaltarak maliyetin düşmesini sağlamaktadır.(82)

Diş hekimliğinde Yapay Zekanın Dezavantajları

Yapay zekanın kullanımının diş hekimliğindeki dezavantajlarını sayacak olursak; önyargı ve ayrımcılık, şeffaflık ve hesap verebilme eksikliği, gizlilik ve güvenlik endişeleri, özellikle elektronik ortamdaki diş hekimi kayıtlarının ortaya çıkması olarak sayılabilir. Aynı zamanda yapay zeka sistemleri tüm insanlar için erişilebilir ve uygun fiyatlı olmayabilir. Bu gibi durumlar da sağlık hizmetlerine erişimde eşitsizliklere sebep olabilir. Elektronik diş kayıtlarının kullanımı ile birlikte gizlilik ve güvenlik endişeleri artmıştır. Yapay zeka sistemleri hastaya ait verileri kendi içinde muhafaza etmelidir yoksa kullanımı hastaların mahremiyeti, veri güvenliği ve etik konular açısından bazı problemleri de beraberinde getirebilir. Hasta verilerinin doğru, güvenli bir şekilde işlenmesi ve saklanması büyük önem taşımaktadır.(83)

Yapay zekanın bir diğer dezavantajı ise insanlar gibi hastalarla iletişim kurma, insan dokunuşu ve empati kapasitesine sahip olmamasıdır. Algoritma geliştiricilerinin oral radyoloji alanında tıbbi uzmanlığının yetersiz olması ve aynı zamanda yapay zekayı kullanacak olan radyologların konuya yeteri kadar hakim olmaması gibi sebeplerle yanlış kullanım ve yorumlamalardan kaynaklanacak olabilecek hataları en aza indirmek için disiplinler arası bir çalışmaya ihtiyaç vardır. Doğru görüntü analizi için daha kapsamlı ve fazla sayıda veriye gereksinimimiz var. Bununla birlikte algoritmanın uygulanması etik ve ahlaki kaygıları arttırırken doğası gereği belirsiz olması da bir diğer dezavantajlarıdır.(84)

SONUÇ

Yapay zeka, diş hekimliği ve özellikle periodontoloji alanında devrim niteliğinde değişikliklere yol açabilecek büyük bir potansiyele sahiptir. Klinik karar destek sistemlerinden görüntüleme analizine, tedavi planlamasından hasta takibine kadar birçok farklı alanda yapay zeka teknolojilerinin kullanımı, diş hekimlerinin daha hızlı, doğru ve etkili hizmet sunmalarını sağlamaktadır. Periodontoloji özelinde, yapay zeka, diş eti hastalıklarının erken teşhisi, ilerlemesinin izlenmesi ve tedavi sürecinin optimizasyonu konusunda büyük bir avantaj sunmaktadır. Yapay zeka algoritmaları, periodontal hastalıkların tespiti ve sınıflandırılmasında önemli bir rol oynayarak, daha hassas tedavi planlarının oluşturulmasına katkıda bulunmaktadır. Bununla birlikte, bu teknolojilerin etkin bir şekilde entegrasyonu için eğitim, etik ve veri güvenliği gibi konularda önemli adımlar atılması gerekmektedir. Gelecekte, yapay zekanın daha da gelişmesiyle birlikte, diş hekimliğinde ve periodontolojide kişiselleştirilmiş tedavi yaklaşımlarının daha da

yaygınlaşması ve tedavi süreçlerinin daha verimli hale gelmesi beklenmektedir. Sonuç olarak, yapay zeka, diş hekimliğini sadece bir tedavi süreci değil, aynı zamanda hasta memnuniyetini ve klinik başarıyı artırmaya yönelik bir fırsat olarak yeniden şekillendirmektedir.

KAYNAKÇA

1. Slots J. Periodontology: past, present, perspectives. Periodontol 2000. 2013;62(1):7–19.
2. Tonetti MS, Van Dyke TE, working group 1 of the joint EFPAAPw. Periodontitis and atherosclerotic cardiovascular disease: consensus report of the Joint EFP/AAP Workshop on Periodontitis and Systemic Diseases. Journal of periodontology 2013; 84:24-9.
3. Kinane DF, Peterson M, Stathopoulou PG. Environmental and Other Modifying Factors of The Periodontal Disease Periodontol 2000 2006;40:107-119 .
4. Başer Ü, Doğru H, Özerol B, Et Al. Evaluatıon Of Perıodontal Dısease Awareness By Comparıng Self Reports And Clınıcal Measurements Of Patıents At Istanbul Unıversıty Faculty Of Dentıstry J Istanb Üniv Fac Dent. 2014;48:35-41.
5. ÖZKAN ŞEN D, UCAN YARKAC F, ÖNCÜ E. Necmettin Erbakan Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Periodontoloji Kliniğine Başvuran Hastalarda Periodontal Hastalık Farkındalığı. Selcuk Dental Journal. 2021;8(2):280–7.
6. Genco RJ, Borgnakke WS. Risk factors for periodontal disease. Periodontology 2000 2013; 62:59-94.
7. Moor J. Artificial Intelligence Conference : The Next Fifty Years. AI Mag. 2006;27(4):87–91.
8. Shan T., Tay FR., Gu L. Application of Artificial Intelligence in Dentistry. J Dent Res. 2021;100(3):232– 44.
9. Aminoshariae A., Kulild J., Nagendrababu V. Artificial Intelligence in Endodontics: Current Applications and Future Directions. J Endod. 2021;47(9):1352–7.
10. Nguyen TT., Larrivée N., Lee A., Bilaniuk O., Durand R. Use of Artificial Intelligence in Dentistry: Current Clinical Trends and Research Advances. J Can Dent Assoc. 2021;87(17):1488-2159.
11. Khanagar SB., Al-ehaideb A., Maganur PC., Vishwanathaiah S., Patil S., Baeshen HA., et al. Developments, application, and performance of artificial intelligence in dentistry – A systematic review. J Dent Sci. 2021;16(1):508–22.
12. Rajaraman V. JohnMcCarthy—Father of artificial intelligence. *Resonance*, 2014, 19: 198-207.
13. AGGARWAL R, et al. Diagnostic accuracy of deep learning in medical imaging: a systematic review and meta-analysis. *NPJ digital medicine*, 2021, 4.1: 65.
14. Akalın B, Veranyurt Ü. Sağlıkta Dijitalleşme Ve Yapay Zekâ. SDÜ Sağlık Yönetimi Dergisi. 2020;2:128–137.
15. Khanna SS, Dhaimade PA. Artificial intelligence: transforming dentistry today. Indian J Basic Appl Med Res. 2017;6(3):161-7.
16. Feeney L, Reynolds P, Eaton K, Harper J. A description of the new technologies used in transforming dental education. British Dental Journal. 2008;204(1):19-28.

17. Şahin AR, Doğan K, & Sivri S. (2020). *Sağlık bilimlerinde yapay zeka*. Akademisyen Kitabevi.
18. Tiwari A, Gupta N, Singla D, Ranjan Swain J, Gupta R, Mehta D, et al. Artificial Intelligence's Use in the Diagnosis of Mouth Ulcers: A Systematic Review. Cureus. 2023;15(9).
19. Revilla-León M, Gómez-Polo M, Barmak AB, Inam W, Kan JYK, Kois JC, et al. Artificial intelligence models for diagnosing gingivitis and periodontal disease: A systematic review. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, *130*(6), 816-824
20. Thurzo A, Urbanová W, Novák B, Czako L, Siebert T, Stano P, et al. Where Is the Artificial Intelligence Applied in Dentistry? Systematic Review and Literature Analysis. Vol. 10, Healthcare (Switzerland). MDPI; 2022.
21. Strunga M, Urban R, Surovková J, Thurzo A. Artificial intelligence systems assisting in the assessment of the course and retention of orthodontic treatment. Healthcare (Basel). 2023;11(5):683.
22. Genç C. Yapay Zekâ: Ortodontik Tanı ve Tedavi Planlamasında Güçlü Bir Yardımcı. *Turkiye Klinikleri Prosthodontics-Special Topics*, 2021, 7.3: 33-39.
23. Bianchi J, Mendonca G, Gillot M, Oh H, Park J, Turkestani NA, et al. Three-dimensional digital applications for implant space planning in orthodontics: A narrative review. J World Fed Orthod. 2022;11(6):207-15.
24. Ruppin J, Popovic A, Strauss M, Spüntrup E, Steiner A, Stoll C. Evaluation of the accuracy of three different computer-aided surgery systems in dental implantology: optical tracking vs. stereolithographic splint systems. Clin Oral Implants Res. 2008 Jul;19(7):709-16.
25. Widmann G. Image-guided surgery and medical robotics in the cranial area. Biomed Imaging Interv J. 2007 Jan;3(1):e11.
26. Zhang W, Li J, Li ZB, Li Z. Predicting postoperative facial swelling following impacted mandibular third molars extraction by using artificial neural networks evaluation. Sci Rep. 2018 Aug 16;8(1):12281.
27. Halicek, M., Lu, G., Little, J. V., Wang, X., Patel, M., Griffith, C. C., El-Deiry, M. W., Chen, A. Y., & Fei, B. (2017). Deep convolutional neural networks for classifying head and neck cancer using hyperspectral imaging. Journal of Biomedical Optics, 22(6), 060503– 060503.
28. Poedjiastoeti, W., & Suebnukarn, S. (2018). Application of Convolutional Neural Network in the Diagnosis of Jaw Tumors. Healthcare Informatics Research, 24(3), 236–241.
29. Sukegawa S., Yoshii K., Hara T., Matsuyama T., Yamashita K., Nakano K., et al. Multi-task deep learning model for classification of dental implant brand and treatment stage using dental panoramic radiograph images. Biomolecules. 2021;11(6), 815.
30. Kwak Y., Hieu Nguyen V., Hériveaux Y., Belanger P., Park j. Ultrasonic assessment of osseointegration phenomena at the bone-implant interface using convolutional neural network. J Acoust Soc Am. 2021;149(6):4337.
31. Teh Lee C., Kabir T., Nelson J., Sheng S., Wan Meng H., Van Dyke T., et al. Use of the deep learning approach to measure alveolar bone level. J Clin Periodontol. 2022;49(3):260–9.
32. Adel S., Zaher A., El Harouni N., Venugopal A., Premjani P., Vaid N. Robotic Applications in Orthodontics: Changing the Face of Contemporary Clinical Care. Biomed Res Int. 2021;2021:9954615.

33. Pauwels R. A brief introduction to concepts and applications of artificial in- telligence in dental imaging. Oral Radiol 2021;37:153-60.
34. Hung K, Yeung AWK, Tanaka R, Bornstein MM. Current Applications, Opportu- nities, and Limitations of AI for 3D Imaging in Dental Research and Practice. Int J Environ Res Public Health. 2020;17(12):4424.
35. Katne T, Kanaparthi A, Srikanth Gotoor S, Muppirala S, Devaraju R, Gantala R. Artificial intelligence: demystifying dentistrythe future and beyond. Int J Contemp Med Surg Radiol. 2019;4(4): D6-D9.
36. Krois J, Ekert T, Meinhold L, Golla T, Kharbot B, Wittemeier A, Dörfer C, Schwendicke F. Periodontal kemik kaybının radyografik tespiti için derin öğrenme. Bilim Temsilcisi 2019; 9(1):8495.
37. Davies A, Mannocci F, Mitchell P, Andiappan M, Patel S. Kök dolgulu dişlerde periapikal patozların tek ve paralaks periapikal radyografiler kullanılarak saptanması ve konik ışınlı bilgisayarlı tomografi ile klinik bir çalışmadır. Int Endod J. 2015; 48(6):582-92.
38. Chen H, Zhang K, Lyu P, Li H, Zhang L, Wu J, Lee CH. A deep learning approach to automatic teeth detection and numbering based on object detection in dental periapical films. Sci Rep. 2019 Mar 7;9(1):3840.
39. Tuzoff DV, Tuzova LN, Bornstein MM, Krasnov AS, Kharchenko MA, Nikolenko SI, Sveshnikov MM, Bednenko GB. Tooth detection and numbering in panoramic radiographs using convolutional neural networks. Dentomaxillofac Radiol. 2019 May;48(4):20180051.
40. Orhan K, Bayrakdar IS, Ezhov M, Kravtsov A, Özyürek T. Evaluation of artificial intelligence for detecting periapical pathosis on cone-beam computed tomography scans. Int Endod J. 2020 May;53(5):680-689.
41. Kılıc MC, Bayrakdar IS, Çelik Ö, Bilgir E, Orhan K, Aydın OB, Kaplan FA, Sağlam H, Odabaş A, Aslan AF, Yılmaz AB. Artificial intelligence system for automatic deciduous tooth detection and numbering in panoramic radiographs. Dentomaxillofac Radiol. 2021 Sep 1;50(6):20200172.
42. Kim Y., Lee KJ., Sunwoo L., Choi D., Nam CM., Cho J., et al. Deep Learning in Diagnosis of Maxillary Sinusitis Using Conventional Radiography. Invest Radiol. 2019;54(1):7–15.
43. TIP VE SAĞLIK BİLİMLERİNDE MULTİDİSİPLİNER BAKIŞ I EDİTÖR Doç. Dr. Ş. Cem YÜCETAŞ [Internet]. 2023. Available from: www.iksadyayinevi.com
44. Saghiri Ma, Asgar K, Boukani Kk, Lotfi M, Aghili H, Delvarani A, et al. a new approach for locating the minor apical foramen using an artificial neural net- work. ınt endod j. 2012;45:257-65.
45. Saghiri Ma, Garcia-Godoy F, Gutmann Jl, Lotfi M, Asgar K. The reliability of artificial neural network in locating minor apical foramen: a cadaver study. j endod. 2012;38:1130-4.
46. Johari M, Esmaeili F, Andalib A, Garjani S, Saberkari H. Detection of vertical root fractures in intact and endodontically treated premolar teeth by design- ing a probabilistic neural network: an ex vivo study. Dentomaxillofacial radiol. 2017;46:20160107. d
47. Fukuda M, Inamoto K, Shibata N, Ariji Y, Yanashita Y, Kutsuna S, et al. evaluation of an artificial intelligence system for detecting vertical root fracture on panoramic radiography. Oral Radiol. 2020;36:337-43.

48. Hiraiwa T, Ariji Y, Fukuda M, Kise Y, Nakata K, Katsumata A, et al. A deep- learning artificial intelligence system for assessment of root morphology of the mandibular first molar on panoramic radiography. Dentomaxillofacial ra- diol. 2019;48:20180218
49. Vera V., Corchado E., Redondo R., Sedano J., García ÁE. Applying soft computing techniques to optimise a dental milling process. Neurocomputing. 2013;109:94– 104.
50. Revilla-León M., Gómez-Polo M., Vyas S., Barmak BA., Gallucci GO., Att W., et al. Artificial intelligence models for tooth-supported fixed and removable prosthodontics: A systematic review. T*he Journal of prosthetic dentistry*, 2023, 129.2: 276-292.
51. Paulus D., Wolf M., Meller S., Niemann H. Three- dimensional computer vision for tooth restoration. Med Image Anal. 1999;3(1):1–19.
52. Matin I., Hadzistevic M., Vukelic D., Potran M., Brajlih T. Development of an expert system for the simulation model for casting metal substructure of a metal-ceramic crown design. Comput Methods Programs Biomed.2017;146:27–35.
53. Wei J., Peng M., Li Q., Wang Y. Evaluation of a Novel Computer Color Matching System Based on the Improved Back-Propagation Neural Network Model. J Prosthodont. 2018;27(8):775–83.
54. Zhang B., Dai N., Tian S., Yuan F., Yu Q. The extraction method of tooth preparation margin line based on S-Octree CNN. Int j Numer Method Biomed Eng. 2019;35(10):1–13.
55. Li H., Lai L., Chen L., Lu C., Cai Q. The prediction in computer color matching of dentistry based on GA+BP neural network. *Computational and mathematical methods in medicine*, 2015, 2015.1: 816719
56. Li M., Xu X., Punithakumar K., Le LH., Kaipatur N., Shi B. Automated integration of facial and intra- oral images of anterior teeth. Comput Biol Med. 2020;122:103794.
57. Humairo CN, Hapsari A, Bramanti ı. The Role of Artificial ıntelligence in Many Dental Specialties. Paper presented at: Bıo Web of Conferences. 2021;41:03005.
58. Ishikawa-Nagai S, ıshibashi K, Tsuruta o, Weber H-P. Reproducibility of tooth color gradation using a computer color-matching technique applied to ce- ramic restorations. J Prosthet Dent. 2005;93(2):129-37.
59. Wu Q, Zhao Y-M, Bai S-Z, Li X. Application of robotics in stomatology. ınt J Comput Dent. 2019;22(3):251-60.
60. Cheng C, Cheng X, Dai N, Jiang X, Sun Y, Li W. Prediction of facial defor- mation after complete denture prosthesis using BP neural network. Comput Biol Med. 2015;66:103-12.
61. Lerner H, Mouhyi J, Admakin o, Mangano F. Artificial intelligence in fixed im- plant prosthodontics: a retrospective study of 106 implant-supported mono- lithic zirconia crowns inserted in the posterior jaws of 90 patients. BMC oral Health. 2020;20(1):1-16.
62. Takahashi T, Nozaki K, Gonda T, ıkebe K. A system for designing removable partial dentures using artificial intelligence. Part 1. Classification of partially edentulous arches using a convolutional neural network. J Prosthodont Res. 2021;24;65(1):115-8.
63. Aydoğdu M. (2022). Adli Odontoloji ve Yapay Zeka. SAĞLIK & BİLİM 2022: Odontoloji-II, 9.
64. Thurzo A, Kosnáčová HS, Kurilová V, Kosmeľ S, Beňuš R, Moravanský N, Kováč P, Kuracinová KM, Palkovič M, Varga I. Use of Advanced Artificial Intelligence in Forensic Medicine, Forensic Anthropology and Clinical Anatomy. Healthcare (Basel). 2021 Nov 12;9(11):1545.

65. Mohammad N, Ahmad R, Kurniawan A, Mohd Yusof MYP. Applications of contemporary artificial intelligence technology in forensic odontology as primary forensic identifier: A scoping review. Front Artif Intell. 2022 Dec 6;5:1049584.
66. Kornman KS. Mapping the pathogenesis of periodontitis: A new look. J Peri odontol. 2008;79:1560-8. .
67. Hajishengallis G. Interconnection of periodontal disease and comorbidities: Evidence, mechanisms, and implications. Periodontol 2000. 2022;89:9-18. .
68. Pihlstrom BL. Periodontal risk assessment, diagnosis and treatment plan ning. Periodontol 2000. 2001;25:37-58. .
69. Lee JH, Lee JS, Choi JK, Kweon HI, Kim YT, Choi SH. National dental policies and socio-demographic factors affecting changes in the incidence of periodontal treatments in Korean: A nationwide population-based retrospective cohort study from 2002-2013. BMC Oral Health. 2016 Nov 5;16(1):118.
70. Furman E, Jasinevicius TR, Bissada NF, Victoroff KZ, Skillicorn R, Buchner M. Virtual reality distraction for pain control during periodontal scaling and root planing procedures. J Am Dent Assoc. 2009 Dec;140(12):1508-16.
71. Sohmura T, Kusumoto N, Otani T, Yamada S, Wakabayashi K, Yatani H. CAD/CAM fabrication and clinical application of surgical template and bone model in oral implant surgery. Clin Oral Implants Res. 2009 Jan;20(1):87-93.
72. Atalay C; Balcı N; Toygar H. Periodontal hastalık değerlendirmesi ve prognozunda yapay zekâ katkıları. Diş Hekimliğinde Yapay Zekâ Uygulamaları, Hasan Fehmi Ateş, Kader Cesur Aydın, Türkiye Klinikleri Yayınevi, İstanbul, ss.31-37, 20232023.
73. Revilla-León M, Gómez-Polo M, Barmak AB, Inam W, Kan JYK, Kois JC, Akal O. Dişeti iltihabı ve periodontal hastalık teşhisi için yapay zeka modelleri: Sistematik bir derleme. J Protez Dent. 2023 Aralık; 130(6):816-824.
74. Ahmed N, Abbasi MS, Zuberi F, Qamar W, Halim MSB, Maqsood A, Alam MK. Yapay Zeka Teknikleri: Diş Hekimliğinde Analiz, Uygulama ve Sonuç-Sistematik Bir İnceleme. Biomed Res Int. 2021 Haziran 22;2021:9751564.
75. Li Y, Wu X, Liu M, Deng K, Tullini A, Zhang X, Shi J, Lai H, Tonetti MS. Enhanced control of periodontitis by an artificial intelligence-enabled multimodal-sensing toothbrush and targeted mHealth micromessages: A randomized trial. J Clin Periodontol. 2024 Dec;51(12):1632-1643.
76. Shen KL, Huang CL, Lin YC, Du JK, Chen FL, Kabasawa Y, Chen CC, Huang HL. Periodontitisli hastalarda yapay zeka destekli dental izleme müdahalesinin etkileri: Randomize kontrollü bir çalışma. J Klinik Periodontol. 2022 Ekim; 49(10):988-998.
77. Polizzi A, Quinzi V, Lo Giudice A, Marzo G, Leonardi R, Isola G. Periodontitis tahmininde yapay zeka modellerinin doğruluğu: sistematik bir derleme. JDR Klinik Trans Res. 2024 Ekim; 9(4):312-324.
78. Revilla-León M, Gómez-Polo M, Vyas S, Barmak BA, Galluci GO, Att W, Krishnamurthy VR. İmplant diş hekimliğinde yapay zeka uygulamaları: Sistematik bir derleme. J Protez Dent. 2023 Şubat; 129(2):293-300.
79. Kurt Bayrakdar S, Orhan K, Bayrakdar İş, Bilgir E, Yevzhov M, Gusarev M, Shumilov E. Konik ışınlı bilgisayarlı tomografi görüntülerinde dental implant planlaması için derin öğrenme yaklaşımı. BMC Med Görüntüleme. 2021 Mayıs 19; 21(1):86.
80. Hung, K. F., Yeung, A. W. K., Bornstein, M. M., & Schwendicke, F. (2023). Personalized dental medicine, artificial intelligence, and their relevance for dentomaxillofacial imaging. Dento-Maxillo-Facial Radiology, 52(1), 20220335.

81. Schwendicke, F., & Krois, J. (2022). Data dentistry: How data are changing clinical care and research. Journal of Dental Research, 101(1), 21–29.
82. Ossowska, A., Kusiak, A., & Świetlik, D. (2022). Artificial ıntelligence in dentistry-narrative review. International Journal of Environmental Research and Public Health, 19(6), 3449.
83. Vodanović, M., Subašić, M., Milošević, D., & Savić Pavičin, I. (2023). Artificial Intelligence in Medicine and Dentistry. Acta Stomatologica Croatica, 57(1), 70–84.
84. Ahmed, N., Abbasi, M. S., Zuberi, F., Qamar, W., Halim, M. S. B., Maqsood, A., & Alam, M. K. (2021). Artificial Intelligence Techniques: Analysis, Application, and Outcome in Dentistry-A Systematic Review. BioMed Research International, 2021, 2021.1: 9751564.