

**DERLEME****Ortodontide Yapay Zeka Etkileri**Sabahattin BOR<sup>1</sup>, Seda KOTAN<sup>2</sup>*J Dent Fac Usak Univ, 2023; 2(1): 14-19*Başvuru Tarihi:17.04.2023  
Yayına Kabul Tarihi:19.04.2023**ÖZ****Ortodontide Yapay Zeka Etkileri**

Yapay Zeka (AI), ortodonti dahil olmak üzere çeşitli alanlarda güçlü bir araç olarak ortaya çıkmıştır. Bu derleme, hasta takibi, sefalometrik analiz, yaş belirleme, konik ışınli bilgisayarlı tomografi (CBCT) ve 3D taramaların segmentasyonu, tedavi planlaması ve 3D baskı dilimleyici teknolojisine odaklanarak ortodontideki AI'nın çok yönlü uygulamalarını keşfetmeyi amaçlamaktadır. Yapay zeka destekli hasta takip sistemleri, sürekli gözetim sağlar ve erken müdahaleyi kolaylaştırarak hasta uyumunu ve tedavi sonuçlarını önemli ölçüde iyileştirir. Sefalometrik analiz, kesin yer işareti tanımlamasına olanak tanıyan, tanıyı hızlandıran ve tedavi öngörülebilirliğini artıran yapay zeka algoritmalarıyla devrim yarattı. Ortodontik değerlendirme'nin önemli bir yönü olan yaş belirleme, AI tabanlı yöntemler kullanılarak doğru bir şekilde elde edilebilir, bu da daha doğru büyüme tahminleri ve özel tedavi stratejileri ile sonuçlanır. CBCT ve 3D taramaların segmentasyonu, yapay zeka tarafından kolaylaştırılarak ortodontik teşhis ve tedavi planlaması için değerli veriler sağlanır. Yapay zeka güdümlü tedavi planlaması, daha doğru ve verimli ortodontik çözümlerin tasarlanmasını sağlayarak sonuçta hasta memnuniyetinin artmasına yol açar. Son olarak, AI entegreli 3D baskı dilimleyici teknolojisi, daha hassas ve uygun maliyetli ortodontik cihazların yolunu açıyor. Genel olarak, AI'nın ortodontiye dahil edilmesi, kişiselleştirilmiş ortodontik bakımda yeni bir çağın önünü açarak teşhis doğruluğunu, tedavi verimliliğini ve hasta deneyimini geliştirmede büyük umut vaat ediyor.

**ANAHTAR KELİMELE**

Yapay Zeka, Ortodonti, Hasta takibi

**GİRİŞ**

Yapay zeka dalgası, çeşitli alanlarda etkisini göstermekte ve ortodontide de bu alanlar arasında yer almaktadır. Son yıllarda yapay zeka kullanımı giderek artmakta ve yapay zekanın ortodontik tedavilerin hassasiyet ve verimliliğini

**ABSTRACT****The Influence of Artificial Intelligence in Orthodontics**

Artificial Intelligence (AI) has emerged as a powerful tool in various fields, including orthodontics. This review aims to explore the multifaceted applications of AI in orthodontics, focusing on patient monitoring, cephalometric analysis, determination of age, segmentation of cone-beam computed tomography (CBCT) and 3D scans, treatment planning, and 3D printing slicer technology. AI-driven patient monitoring systems provide continuous oversight and facilitate early intervention, significantly improving patient compliance and treatment outcomes. Cephalometric analysis is revolutionized by AI algorithms that enable precise landmark identification, expediting diagnosis and enhancing treatment predictability. Age determination, an essential aspect of orthodontic assessment, can be accurately achieved using AI-based methods, resulting in more accurate growth predictions and tailored treatment strategies. The segmentation of CBCT and 3D scans is streamlined by AI, providing valuable data for orthodontic diagnosis and treatment planning. AI-driven treatment planning enables the design of more accurate and efficient orthodontic solutions, ultimately leading to improved patient satisfaction. Lastly, AI-integrated 3D printing slicer technology paves the way for more precise and cost-effective orthodontic appliances. Overall, the incorporation of AI in orthodontics holds great promise in enhancing diagnostic accuracy, treatment efficiency, and patient experience, paving the way for a new era of personalized orthodontic care.

**KEYWORDS**

Artificial intelligence, Orthodontics, Patient monitoring

önemli ölçüde artırma potansiyeline sahip olduğu belirtilmektedir.<sup>1</sup>

Yapay zekanın ortodontideki temel uygulama alanlarından biri tedavi planlamasıdır. Yapay zeka algoritmaları, hastaların dişlerinin 3D modellerini inceleyerek hastanın özgün ihtiyaçlarına dayalı en uygun tedavi planını belirleyebilmektedir.<sup>2-6</sup> Bu, ortodontik

<sup>1</sup> Department of Orthodontics, Faculty of Dentistry, Bingöl University, Bingöl, Turkey.  
ORCID: 0000-0001-5463-0057

<sup>2</sup> Department of Orthodontics, Faculty of Dentistry, Van Yüzüncü Yıl University, Van, Turkey.  
ORCID: 0000-0003-3405-4851

tedavi planlaması için gerekli olan zaman ve çabanın önemli ölçüde azalmasına ve tedavi sonuçlarının kalitesinin artmasına katkı sağlamaktadır.

Yapay zekanın ortodontide kullanılabilir başka bir alanı da tedavi sürecini takip etmektir. Yapay zeka algoritmaları, hastanın dişlerinin görüntülerini analiz ederek tedavi planıyla karşılaştırabilir, ilerlemeyi izlemek ve gerekli düzenlemeleri yapmak için kullanılabilir.<sup>7,8</sup> Bu durum, tedavinin planlandığı gibi gerçekleştiğini doğrular ve beklenen sonuçlardan sapmalar olduğunda ortodontiste uyarıda bulunur.

Ortodonti, diş ve fasiyal düzensizliklerini teşhis etme, önleme ve tedavi etme alanında uzmanlaşmış bir diş hekimliği dalıdır. Son yıllarda, ortodontik tedavide ve tedavi sonuçlarını iletirmeye dönük yapay zeka kullanımına yönelik artan bir ilgi gözlenmektedir.<sup>9-12</sup>

Yapay zeka destekli teşhis için makine öğrenimi algoritmaları kullanarak, tıbbi görüntüler, hasta verileri ve diğer klinik bilgilerin analiz edilmesiyle çeşitli diş durumlarının teşhisine yardımcı olabilir. Bu, konik ışınlı bilgisayarlı tomografi (CBCT) taramaları ve geleneksel 2D radyografların kullanılmasıyla ortodontik teşhis sürecini kapsar.<sup>13</sup>

Yapay zekanın başarılı olduğu alanlardan biri, CBCT görüntülerinden otomatik tekil diş segmentasyonudur.<sup>14,15</sup> Gerçek ve otomatik tekil diş segmentasyonu, klinik karar verme sürecine yönelik bilgisayar destekli analizler için büyük öneme sahiptir. Bu teknoloji, diş hizalamasıyla ilgili potansiyel sorunları tespit etmek, çürüklerin veya diş hastalıklarının erken belirtilerini bulmak amacıyla kullanılabilir. Ek olarak, segmentasyon sonrası tekil dişlerin üç boyutlu yeniden yapılandırılması, dijital ortodontide simülasyonların oluşturulmasında kritik bir rol oynamaktadır.<sup>14</sup>

Bu derlemede, yapay zekanın ortodontik uygulamalardaki mevcut durumunu ele alacağız. Bu bağlamda, CBCT görüntülerinden otomatik diş segmentasyonu, kemik yaş tayini, sefalometrik analizler ve tedavi planlaması gibi kullanım alanları üzerinde duracağız. Bu teknolojinin avantajları, sınırlılıkları ve bu heyecan verici alan için gelecekteki araştırma ve geliştirme yönelimlerini tartışacağız.

Yapay zeka, hastaların özgün diş anatomisi ve tedavi ihtiyaçlarına dayalı olarak kişiselleştirilmiş tedavi önerileri sunarak, hastaların sonuçlarını iyileştirmeye katkı sağlayabilir. Büyük miktarda hasta verisini analiz ederek, yapay zeka algoritmaları, belirli bir hasta için hangi tedavi yaklaşımlarının en etkili olacağı konusunda öngörülerde bulunabilir ve hasta profillerindeki örüntüleri belirleyebilir.<sup>16</sup>

Ortodontik tedavi planlamasında yapay zekanın potansiyel olarak büyük bir gelişme sağlamasına rağmen, ele alınması gereken endişeler ve sınırlılıklar da bulunmaktadır. Bu endişelerden biri, nöral ağların

eğitiminde kullanılan verilerdeki önyargı potansiyelidir.<sup>17</sup> Eğer ağır eğitimi için kullanılan veriler önyargılıysa, ağır hatalı tedavi planları önerme olasılığı artar.

Ayrıca, yapay zekanın klinisyenleri tamamen ortadan kaldırma riski de mevcuttur ve bu durum, hasta bakımında kişisel dokunuşun ve empatinin kaybına yol açabilir.<sup>18</sup> Bu nedenle, yapay zekanın ortodontik tedavi sürecinde etkin bir şekilde kullanılabilmesi için, veri setlerinin çeşitliliği ve kalitesi sağlanmalı ve klinisyenlerle yapay zeka arasındaki iş birliği dikkatle yönetilmelidir.

Bir diğer endişe, yapay zeka algoritmalarını eğitmek için yüksek kaliteli verilere duyulan büyük ihtiyaçtır.<sup>19</sup> Yeterli veriye ulaşamayan yapay zeka algoritmaları, tedavi sonuçlarını doğru bir şekilde tahmin edemeyebilir veya kişiselleştirilmiş tedavi önerileri sunamayabilir.

### Yapay Zeka

Yapay zeka, insan zekasının, makinelerde insan gibi düşünme ve öğrenme yeteneğini simüle etmeyi amaçlar. Bu kavram, belirgin talimatlar olmaksızın görevleri gerçekleştirebilen akıllı sistemler oluşturmak için kullanılan çeşitli teknik ve yöntemleri kapsar.<sup>20</sup>

Makine Öğrenimi, yapay zekanın bir alt dalı olarak verilerden öğrenen ve bu öğrenmeye dayalı olarak bir görevde performansını geliştiren makinelerin eğitilmesini içerir. Makine Öğrenimi, verileri analiz etmek, öğrenmek ve bu öğrendikleri bilgilere dayalı olarak bilinçli kararlar veya tahminlerde bulunmak için algoritmalar kullanır. Esasen, Makine Öğrenimi, makinelerin örneklerden genelleme yaparak ve deneyime dayalı olarak davranışlarını adapte etmelerini sağlar.

Derin Öğrenme, çok katmanlı yapay sinir ağlarına odaklanan makine öğreniminin özel bir alt dalıdır. Bu derin sinir ağları, insan beyninin bilgiyi işlemek ve analiz etmek şeklindeki yöntemlerini modellemek ve taklit etmek amacıyla tasarlanmıştır. Büyük miktarda veri ve güçlü hesaplama kaynakları kullanarak, derin öğrenme algoritmaları, ham verilerden, örneğin görüntüler, ses veya metinlerden karmaşık desenler ve temsiller öğrenebilir. Derin Öğrenme, Yapay Zeka alanındaki birçok yakın tarihteki gelişmeye katkıda bulunmuştur. Bu gelişmeler arasında görüntü ve konuşma tanıma, doğal dil işleme ve güçlendirilmiş öğrenme alanlarındaki ilerlemeler bulunmaktadır.<sup>17</sup>

### Ortodontide Yapay Zeka Uygulamaları

#### 1. Ortodontide Yapay Zeka Destekli Hasta İzleme Uygulamaları

Ortodontide, yapay zeka destekli hasta izleme uygulamaları, maloklüzyon tedavisinin uzaktan denetimini sağlar. Bu uygulamalar, diş hareketi, ağız hijyeni ve ortodontik apareylerin değerlendirilmesinde

ileri teknolojileri kullanır.<sup>21</sup> Bu teknoloji, gerçek zamanlı tedavi ilerleme verileri sunarak tedavi stratejilerini ve sonuçları iyileştirmeye yardımcı olur.

Hasta izleme uygulamaları, muayenehane ziyaretlerinin sıklığını azaltır ve ortodontistlerinden uzakta yaşayan veya yoğun programları olan hastalar için avantaj sağlar. Hastalar, dişlerini tarayarak ve görüntüleri akıllı telefon uygulaması aracılığıyla ortodontistine gönderebilir.<sup>22</sup> Ortodontist, Dental Monitoring gibi yapay zeka destekli uygulamaları kullanarak uzaktan geri bildirimde bulunabilir ve tedavi planında ayarlamalar yapabilir. Bu yenilikçi araçlar, sürekli hasta takibine imkan tanır ve gerçek zamanlı geri bildirim sağlar, böylece hastaların daha iyi bakımına katkıda bulunur.<sup>8</sup>

Yapay zeka destekli izleme sistemleri, tedavi sürecinde ortaya çıkan zorlukların erken tespitini mümkün kılar. Bir hastanın dişlerinin beklenen şekilde ilerlememesi durumunda, yapay zeka destekli uygulama ortodontisti zamanında bilgilendirerek tedavi planında gerekli değişikliklerin yapılmasını sağlar. Bu proaktif yaklaşım, gelecekte daha büyük sorunların gelişimini önleyerek erken müdahale imkanı sunar. Yapay zeka destekli hasta takibi, hastaların muayenehaneye gitmeye gerek kalmadan daha sık izlenmesine olanak tanır. Bu, özellikle ortodontistlerinden uzakta yaşayan veya yoğun programlara sahip hastalar için yararlıdır.<sup>8</sup>

Hasta takip uygulamaları, hastaların tedaviye uyumunu da artırır. İzleniyor olduklarını ve hesap verebilir olduklarını bilen hastalar, tedavi planlarına daha bağlı kalmaya meyillidirler. Ortodontistler, bu uygulamaları kullanarak hastaları uzaktan gözlemleyebilir ve geri bildirim sağlayabilir.<sup>23</sup>

## 2. Sefalometrik Analiz

Yapay zeka ve Makine Öğrenimi, sefalometri alanında önemli bir etkiye sahip olup, diş ve kraniofasial durumların analizinde ve tedavisinde klinisyenlerin yaklaşım şeklini dönüştürmektedir. Bu teknoloji, röntgenlerdeki referans noktalarını otomatik olarak belirleyerek sefalometrik analizi kolaylaştırır, insan hatasını azaltır ve zaman kazandırır. Bu sayede, daha doğru ve hızlı değerlendirmeler yapılarak, hastalar için daha etkili tedavi planları oluşturulabilir.<sup>24-26</sup> Ayrıca, Yapay zeka algoritmaları, referans noktaları arasındaki açılar ve doğrusal mesafeleri hassas bir şekilde hesaplayarak doğru bir sefalometrik analiz sağlar.<sup>27</sup>

Klinisyenler, yapay zeka modellerini hastalara veya belirli klinik koşullara uyarlayarak daha gelişmiş tedavi planlamaları yapabilir. Sefalometrik verileri kullanarak, yapay zeka algoritmaları tedavi sonuçlarını tahmin edebilir, ideal tedavi planlarını önerebilir ve relaps riskini değerlendirebilir. Bu sayede klinisyenlere daha kişiselleştirilmiş tedavi planları ve etkili tedavi hizmeti sunma imkanı sağlanır.

Ayrıca, yapay zeka modelleri zaman içinde sefalometrik değerlendirmeleri analiz ederek, klinisyenlere hastanın ilerlemesini yakından izlemeye ve en iyi sonuçları elde etmek için gerektiğinde tedavi planlarını revize etmeye olanak tanır. Genel olarak, yapay zeka ve makine öğreniminin sefalometri alanına entegrasyonu, diş ve kraniofasial tedavi planlaması ve yönetiminin verimliliğini, doğruluğunu ve kişiselleştirilmesini önemli ölçüde artırmaktadır.

## 3. Kemik Yaşının Belirlenmesi

Kemik yaşının belirlenmesi, özellikle çocuklar ve ergenlerde ortodontik tanı ve tedavi planlaması için önemli bir faktördür.<sup>28</sup> Bu yaş grubunda maloklüzyonun düzeltilmesi için büyüme potansiyelini değerlendirmek ve pubertal büyüme atılımının zamanlamasını tahmin etmek önemlidir.<sup>28-30</sup>

Kronolojik yaş, kalan büyüme potansiyelini tahmin etmek için yetersizdir, çünkü ergenlikte büyüme dinamikleri bireysel olarak büyük farklılıklar gösterebilir. Kemik yaşı ise, kronolojik yaşa göre daha iyi bir bireysel gelişim göstergesidir.<sup>29,31</sup> Ortodontide, el-bilek ve servikal vertebra analizleri kemik olgunluğunu değerlendirmek için yaygın kullanılan yöntemlerdir. Bu yöntemler, bir kişinin büyüdükçe ve olgunlaştıkça değişen belirli anatomik özelliklerin değerlendirilmesini içerir.

El-bilek yöntemi, el ve bilekteki belirli kemiklerin görünümü ve füzyonuna dayalı olarak kemik yaşını değerlendirmekte olup, invaziv olmayan ve basit uygulanabilen bir yöntemdir.<sup>32</sup> Güvenilir bir kemik olgunluğu tahmini sağlar ve bu nedenle yaygın olarak kullanılır. Servikal vertebra analiz yöntemi, büyüyen ve olgunlaşan bireyin belirli servikal vertebral özelliklerinin değerlendirilmesini içerir.<sup>33</sup> İnvaziv olmayan bu yöntem, kemik olgunluğuna güvenilir bir tahmin sağlar. Hem el-bilek hem de servikal vertebra analiz yöntemleri, kemik olgunluğunu değerlendirmede kullanılan diğer geleneksel yöntemlerle birlikte, birbiriyle yüksek düzeyde korelasyon göstermiştir.<sup>28</sup> Ancak Bu yöntemlerin uygulanabilmesi bilgi ve deneyim gerektirmektedir. Bu nedenle, Yapay zeka tarafından hızlı ve doğru bir şekilde yapılan kemik yaşının tahmini, klinisyenlerin işini önemli ölçüde kolaylaştırır. Son yapılan çalışmalar, Yapay zeka tabanlı sistemlerin bu yöntemlere dayalı olarak kemik olgunluğunu doğru bir şekilde tahmin edebileceğini göstermiştir.<sup>9,29,30</sup>

## 4. Ortodontide CBCT ve 3D Taramaların Segmentasyonu

Konik Işımlı Bilgisayarlı Tomografi (CBCT), ortodonti başta olmak üzere diş hekimliği alanlarında kullanılan ileri düzey bir 3D görüntüleme tekniğidir. CBCT teknolojisi, dişler, çeneler ve çevreleyen yapıların üç boyutlu görüntülerini oluşturarak, panoramik ve sefalometrik röntgenler gibi geleneksel iki boyutlu

görüntüleme yöntemlerine göre daha ayrıntılı bilgiler sunmaktadır.<sup>13,14,34-36</sup>

Ortodontide, doğru tanı, tedavi planlaması ve sonuçların değerlendirilmesi için konik ışınli bilgisayarlı tomografi (CBCT) görüntülerinden yapıların, dişlerin ve üst ve alt çenelerin doğru ve etkin bir şekilde segmentasyonu önemlidir. Yapay zeka destekli segmentasyon teknikleri sayesinde bu süreç daha hassas ve verimli hale gelmekte, 3D CBCT taramasındaki belirli anatomik yapıların, özellikle dişler, maksilla, mandibula, alveoler kemik, temporomandibular eklem, yumuşak dokular ve hava yollarının ayrılmasına olanak sağlamaktadır.<sup>35,36</sup> Bu gelişmiş yaklaşım, diş pozisyonu, çene boyutu, şekli ve ilişkisi, kemik kalitesi ve ortodontik sorunların uyku apnesi veya diğer solunumla ilgili bozukluklar üzerindeki olası etkileri hakkında değerli bilgiler sunarak, hasta tedavi kalitesini artırmaktadır.

3D intraoral ve laboratuvar tarayıcılar, hastaların dişlerini ve çevreleyen oral yapıları doğru ve ayrıntılı dijital ölçüler oluşturma yeteneği sayesinde ortodonti alanında vazgeçilmez araçlar haline gelmiştir.

Yapay zeka destekli diş segmentasyon programları, ortodonti alanında önemli bir gelişme olarak karşımıza çıkmakta olup, özel olarak üretilen şeffaf plakların tasarımını ve üretimini önemli ölçüde iyileştirmektedir. Geleneksel manuel diş segmentasyonu, zaman alıcı bir süreç olup, muayenehane içi şeffaf plak üretimini zorlaştırmaktadır. Ancak, gelişmiş algoritmalar ve makine öğrenimi teknikleri kullanarak, yapay zeka tabanlı diş segmentasyon yazılımları, dental taramalardan bireysel dişleri hızlı ve otomatik olarak ayırır. Bu yenilikçi teknoloji, süreci akıcı hale getirerek, manuel iş gücüne olan bağımlılığı azaltır ve şeffaf plak üretiminde verimliliği artırır. Bu sayede, ortodonti alanında sunulan tedavi hizmetlerinin üretim aşamaları kolaylaşmakta ve ideal segmentasyonlar ile hekime bağlı hatalar azalacağından tedavi kalitesi artacaktır.

### 5. Tedavi Planlaması

Yapay Zeka, ortodontistlere etkili tedavi planlamaları yapma konusunda yardımcı olarak ortodonti alanında önemli değişiklikler yaratma potansiyeline sahiptir.<sup>6,20</sup> Tedavi öncesi ve sonrası 3D taramalarından elde edilen büyük miktarda veriyi analiz ederek, yapay zeka uygun tedavi seçeneklerini belirleyebilmektedir. Yapay zeka, hasta yaşı ve maloklüzyonun şiddetine dayalı olarak, çekimli veya çekimsiz tedavi seçeneklerine karar vermede ortodontistlere yardımcı olabilir.<sup>2,37</sup> Ayrıca, yapay zeka verileri analiz ederek ve klinisyenlere hemen açık olmayan örüntüleri belirleyerek diş hareketi planlamasında yardımcı olabilir. Bu, ortodontistlerin tedavi sırasında dişlerin nasıl hareket edeceğine dair daha doğru tahminler yapmasına olanak tanır ve böylece hastaların tedavi sonuçları daha iyi hale gelir. AI destekli diş hareketi planlamasının sınırlamaları olsa da, tedavi sürelerini kısaltmak ve revizyonlara olan ihtiyacı

azaltarak hastaların konforunu artırmak için yararlı olabilir. Unutulmamalıdır ki, uzmanlık eğitimi almış ve yıllarca deneyime sahip sağlık profesyonelleri, her hastaya özgü teşhis ve en uygun tedavi planını belirlemeden sorumludurlar. Gelecekte, Yapay Zeka'daki ilerlemeler, genel zekaya dayalı sinir ağları ile ortodontik teşhis ve tedavi planlamasını "öğrenmeyi" yönlendirebilir ve güçlü bilgisayarlar ve karmaşık algoritmalar kullanarak tedavileri ve sonuçları daha da optimize edebilir.

### 6. AI-Destekli 3D Dilimleme Yazılımı ile Baskı

Yapay zeka, 3D baskı işlemi için dilimleme yazılımındaki rolü ile verimliliği, doğruluğu ve genel kaliteyi artırma potansiyeline sahiptir. Yapay zeka, baskı sırasındaki stabiliteyi sağlarken, malzeme kullanımını ve baskı sonrası işlemleri en aza indiren destek yerleşimi ve tasarımı optimize edebilir.

Yapay zeka ile gerçekleştirilen adaptif dilimleme, model geometrisine bağlı olarak en uygun katman yüksekliklerini belirleyebilir. Bu sayede daha az malzeme kullanımı ve kısa baskı süreleriyle daha yüksek kaliteli baskılar elde edilir. Yapay zeka ayrıca, malzeme, yazıcı ve model özelliklerini inceleyerek, ışığa maruz kalma süreleri, sertleştirme ayarları ve reçine sıcaklığı gibi baskı parametrelerini optimize eder. Bu, daha iyi baskı kalitesi sağlarken, deneme-yanılma süreçlerini en aza indirir.

Yapay zeka destekli algoritmalar, 3D modellerdeki hataları, örneğin çoklu geometri, kesişen kafes yapıları ve ters yönlü normalleri otomatik olarak tespit edebilir ve düzeltebilir. Bu da modelin dilimleme ve yazdırma işlemine hazır hale gelmesini sağlar. Yapay zeka, olası baskı hatalarını tahmin ederek ve faktörleri analiz ederek, kullanıcıların modeli veya ayarları baskı hatalarını önlemek için değiştirmelerine yardımcı olabilir. Böylece zaman ve malzeme maliyetinden tasarruf sağlanır.

Son olarak, yapay zeka, model geometrisini inceleyerek ve yapı tablasındaki ideal pozisyonu önererek, baskı kalitesini korurken baskı süresini, malzeme kullanımını ve destek yapılarını en aza indirmek için en iyi model yönlendirmesini belirleyebilir.

## SONUÇ

Sonuç olarak, yapay zeka ve ortodonti alanındaki entegrasyon, bu alanı devrim niteliğinde değiştirebilme ve ortodontik tedavi süreçlerini ve sonuçlarını önemli ölçüde iyileştirme potansiyeline sahiptir. CBCT görüntülerinden hassas otomatik diş segmentasyonu sağlama yeteneği sayesinde, AI destekli algoritmalar, diş hekimliği profesyonellerine daha doğru teşhis ve tedavi kararları alma konusunda yardımcı olmaya hazır durumdadır.

Bunun yanında, AI'nin yetenekleri sefalometrik analizlerde de kendini göstermektedir. Bu bağlamda, kraniofasial röntgen görüntülerinde otomatik olarak referans noktalarını belirleyebilir, ölçümlerin doğruluğunu artırır ve maloklüzyon gibi durumların teşhisine yardımcı olur. Ayrıca, AI destekli hasta izleme, tedavi sürecine değerli içgörüler sunarak, gerçek zamanlı ayarlamalar yapılmasını sağlar ve böylece en iyi sonuçların elde edilmesini mümkün kılar.

## REFERANSLAR

- Hung K, Yeung AWK, Tanaka R, Bornstein MM. Current applications, opportunities, and limitations of AI for 3D imaging in dental research and practice. *Int J Environ Res Public Health*. 2020;17:1-18.
- Del Real A, Del Real O, Sardina S, Oyonarte, R. Use of automated artificial intelligence to predict the need for orthodontic extractions. *Korean J Orthod*. 2022;52:102-111.
- Jihed M, Dallel I, Tobji S, Amor ABen. The impact of artificial intelligence on contemporary orthodontic treatment planning - a systematic review and meta-analysis. *Sch J Den Sci*.2022;9:70-87.
- Choi YJ, Lee KJ. Possibilities of artificial intelligence use in orthodontic diagnosis and treatment planning: Image recognition and three-dimensional VTO. *Semin Orthod*. 2021;27:121-129.
- Albalawi F, Alamoud KA. Trends and application of artificial intelligence technology in orthodontic diagnosis and treatment planning-a review. *Applied Sciences*. 2022;12:11864.
- Li P et al. Orthodontic treatment planning based on artificial neural networks. *Sci Rep* 2019;9:2037.
- Thurzo A, Kurilová V, Varga I. Artificial intelligence in orthodontic smart application for treatment coaching and its impact on clinical performance of patients monitored with AI-telehealth system. *Healthcare*. 2021;9:1695.
- Agung Sosiawan et al. Artificial intelligence driven dental monitoring and surveillance of malocclusion treatment in orthodontic patients. *J Adv Res Rev*. 2022;16:49-53.
- Lee BD, Lee, MS. Automated bone age assessment using artificial intelligence: The future of bone age assessment. *Korean J Radiol*. 2021;22:792-800.
- Hwang HW. et al. Automated identification of cephalometric landmarks: Part 2-Might it be better than human. *Angle Orthod*.2020;90:69-76.
- Makaremi M, Lacaule C, Mohammad-Djafari A. Deep learning and artificial intelligence for the determination of the cervical vertebra maturation degree from lateral radiography. *Entropy*. 2019;21:1222.
- Duran GS, Gökmen Ş, Topsakal KG, Görgülü S. Evaluation of the accuracy of fully automatic cephalometric analysis software with artificial intelligence algorithm. *Orthod Craniofac Res*. 2023.
- Ezhov M. et al. Clinically applicable artificial intelligence system for dental diagnosis with CBCT. *Sci Rep*.2021;11:15006.
- Chen Y. et al. Automatic segmentation of individual tooth in dental CBCT images from tooth surface map by a multi-task FCN. *IEEE*. 2020;8:97296-97309.
- Wei G et al. Dense representative tooth landmark/axis detection network on 3D model. *Comput Aided Geom Des*. 2022;94:102077.
- Albalawi F, Alamoud KA. Trends and application of artificial intelligence technology in orthodontic diagnosis and treatment planning-a review. *Applied Sciences*. 2022;12:11864.
- Asiri SN, Tadlock LP, Schneiderman E, Buschang PH. Applications of artificial intelligence and machine learning in orthodontics. *APOS Trends in Orthod*. 2020;10:17-24.
- Retrouvey, J.-M. The role of AI and machine learning in contemporary orthodontics. *APOS Trends in Orthod*. 2021;11:74-80.
- Jiang F. et al. Artificial intelligence in healthcare: Past, present and future. *Stroke and Vascular Neurology*. 2017;2:230-243.
- Faber J, Faber C, Faber, P. Artificial intelligence in orthodontics. *APOS Trends in Orthod*. 2019;9:201-205.
- Moylan HB, Carrico CK., Lindauer SJ, Tüfekçi E. Accuracy of a smartphone-based orthodontic treatment-monitoring application: A pilot study. *Angle Orthod*. 2019;89:727-733.
- Caruso, S. et al. A knowledge-based algorithm for automatic monitoring of orthodontic treatment: The dental monitoring system. two cases. *Sensors*. 2021;21:1-14.
- Impellizzeri A. et al. Dental Monitoring Application: It is a valid innovation in the Orthodontics Practice? *Clinica Terapeutica*. 2020;171:260-267.
- Kunz F, Stellzig-Eisenhauer A, Zeman F, Boldt J. Artificial intelligence in orthodontics: Evaluation of a fully automated cephalometric analysis using a customized convolutional neural network. *J Orofac Orthop*.2020;81:52-68.
- Hwang HW, Moon JH, Kim MG, Donatelli RE, Lee SJ. Evaluation of automated cephalometric analysis based on the latest deep learning method. *Angle Orthod*.2021;91:329-335.
- Park JH. et al. Automated identification of cephalometric landmarks: Part 1—Comparisons between the latest deep-learning methods YOLOV3 and SSD. *Angle Orthod*.2019;89:903-909.
- Alessandri-Bonetti A, Sangalli L, Salerno M, Gallenzi, P. Reliability of artificial Intelligence-Assisted cephalometric analysis. A Pilot Study. *Bio Med Informatics*.2023;3:44-53.

28. Kim DW. et al. Prediction of hand-wrist maturation stages based on cervical vertebrae images using artificial intelligence. *Orthod Craniofac Res.*2021; 24: 68-75.
29. Kim H. et al. Prediction of Fishman's skeletal maturity indicators using artificial intelligence. *Sci Rep.* 2023;13;5870.
30. Mathew R. et al. Neural networks for classification of cervical vertebrae maturation: a systematic review. *Angle Orthod.* 2022;92:796-804.
31. Fishman LS. Chronological versus skeletal age, an evaluation of craniofacial growth. *Angle Orthod.* 1979;49(3):181-189.
32. Fishman LS. Radiographic evaluation of skeletal maturation. A clinically oriented method based on hand-wrist films. *Angle Orthod.* 1982;52(2):88-112.
33. Baccetti T, Franchi L, McNamara JA. The cervical vertebral maturation (CVM) method for the assessment of optimal treatment timing in dentofacial orthopedics. *Semin Orthod.* 2005;11;119-129.
34. Kapila, S, Conley, RS & Harrell, WE. The current status of cone beam computed tomography imaging in orthodontics. *Dentomaxillofacial Radiology.* 2011;40:24-34.
35. Lahoud P. et al. Artificial intelligence for fast and accurate 3-dimensional tooth segmentation on cone-beam computed tomography. *J Endod.* 2021;47:827-835.
36. Chen, S. et al. Machine learning in orthodontics: Introducing a 3D auto-segmentation and auto-landmark finder of CBCT images to assess maxillary constriction in unilateral impacted canine patients. *Angle Orthod.* 2020;90: 77-84.
37. Noureen A, Anusre A, Premila D, Karthikeyan MK, Rajkumar P. Artificial intelligence in orthodontic diagnosis and treatment planning-an overview. *IJCRT.* 2022;10.

**Yazışma Adresi:**

Seda Kotan

**Adres:** Van Yüzüncü Yıl University, Diş Hekimliği Fakültesi

Ortodonti Anabilim Dalı. Van, TÜRKİYE.  
65080

**Fax:** + 90 432 225 17 47

**İş:** + 90 506 115 13 81

**Mobil:** + 90 506 115 13 81

**E-posta:** dtsedakotan@gmail.com