



ADLİ DİŞ HEKİMLİĞİNE RADYOLOJİK YAKLAŞIM

EDİTÖR:
EZGİ KATI



BİDGE Yayınları

Adli Dış Hekimliğine Radyolojik Yaklaşım

Editör: Ezgi Katı

ISBN: 978-625-8821-54-3

1. Baskı

Sayfa Düzeni: Gözde YÜCEL

Yayınlama Tarihi: 2026-06-25

BİDGE Yayınları

Bu eserin bütün hakları saklıdır. Kaynak gösterilerek tanıtım için yapılacak kısa alıntılar dışında yayıncının ve editörün yazılı izni olmaksızın hiçbir yolla çoğaltılamaz.

Sertifika No: 71374

Yayın hakları © BİDGE Yayınları

www.bidgeyayinlari.com.tr - bidgeyayinlari@gmail.com

Krc Bilişim Ticaret ve Organizasyon Ltd. Şti.

Güzeltepe Mahallesi Abidin Daver Sokak Sefer Apartmanı No: 7/9 Çankaya /
Ankara



İÇİNDEKİLER

Adli Diş Hekimliğinde Radyolojik Yaklaşım ile Cinsiyet Tahmini	1
<i>MENDUH SERCAN KAYA</i>	
Adli Diş Hekimliğinde Yapay Zekâ: Radyolojik Yaklaşım	13
<i>MENDUH SERCAN KAYA</i>	
Adli Diş Hekimliğinde Radyolojik Yaklaşım ile Yaş Tahmini ..	25
<i>ESRA KAYA</i>	

BÖLÜM 1

ADLI DIŞ HEKİMLİĞİNDE RADYOLOJİK YAKLAŞIM İLE CİNSİYET TAHMİNİ

MENDUH SERCAN KAYA¹

Giriş

Cinsiyet tahmini adli dış hekimliğinin temel ilgi alanlarından biridir (Capitaneanu et al., 2017). Yaşanan felaketler sonucu kısa zaman içerisinde tüm felaket mağdurlarını tanımlamak gerekmektedir. Bu gibi toplu felaket durumlarında adli soruşturmanın ilk basamaklarından biri cinsiyetin belirlenmesidir (Saini et al., 2011). Dış hekimliğinde cinsiyet tahmini farklı yöntemlerle yapılabilmektedir. Bu yöntemler arasında radyografik yöntemler ile cinsiyet tahmini bu alanın oldukça önemli bir parçasıdır (Heng et al., 2022). Felaketler, kazalar ve toplu ölüm olayları sonucunda insan iskelet sisteminin tamamına ulaşılabildiğinde cinsiyet tahmini daha tutarlı şekilde yapılabilmektedir. Ancak her zaman iskelet sisteminin tamamına ulaşılamamaktadır. Çünkü bu felaket olayları sonucunda çeşitli iskeletler çeşitli fiziksel, kimyasal ve biyolojik süreçlere maruz kalarak yapılarını koruyamayabilir (Hu et al., 2006; Iscan & Steyn, 2013; Srivastava, 2010). Ağız bölgesindeki yapıların her birey için farklı olması ve dişlerin yapılarını fiziksel, mekanik ve kimyasal etkilere karşı koruyabilmeleri

¹ Uzman Dış Hekimi, Dicle Üniversitesi, Dış Hekimliği Fakültesi, Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi A.B.D, Orcid: 0009-0005-6090-5623

dental incelemeleri cinsiyet tespiti açısından oldukça avantajlı bir alan haline getirmektedir (Diac et al., 2020). Maksilla ve mandibula kemikleri cinsiyetler arasında dimorfizm göstermektedir. Bu da maksiller ve mandibular yapıların radyografik olarak değerlendirilmesi ile cinsiyet tahmininin yapılabilmesini sağlamaktadır (Milošević et al., 2019).

Metrik yöntemler

Dişler cinsiyet tahmini için metrik yöntemlerle değerlendirilebilmektedir. Bu yöntemler doğrudan ilgili yapılar üzerinde ölçüm yapılabilirdiği gibi radyograflar üzerinde de ölçüm yapılarak uygulanabilir. Genel olarak metrik yöntemlerin uygulanması kolay olsa da bu yöntemlerin cinsiyet tahminindeki tutarlılığı diğer yöntemler kadar yüksek değildir. Bu sebeple metrik yöntemler daha az tercih edilen cinsiyet tahmini yöntemleridir (Capitanianu et al., 2017; Heng et al., 2022). Yapılan çalışmalar genel olarak erkeklerde diş boyutlarının kadınlara nazaran daha yüksek olduğunu bildirmiştir. Bunun yanı sıra kanin dişler kadın ve erkekler arasında büyüklük olarak en yüksek istatistiksel farklılığa sahip diş olmuştur (Heng et al., 2022; Rajarathnam et al., 2016).

Odontometrik yöntemler

Odontometrik ölçümlerin radyografik olarak yapılabilmesi amacıyla iki boyutlu ya da üç boyutlu görüntüleme teknikleri üzerinde dijital kumpaslarla ölçüm yapılabilmektedir. Radyografik inceleme invaziv olmayan bir yöntem olarak hayatını kaybetmiş bireylerde rahatlıkla uygulanabilmektedir (Ajmal et al., 2023; Alam et al., 2019; Issrani et al., 2020; TS et al., 2021). İki boyutlu görüntüleme yöntemlerine ulaşımın daha kolay olması sebebi ile odontometrik ölçümlerde kullanılabilmektedir. Ancak bu yöntemlerin süperpozisyonlar ve magnifikasyonlar gibi dezavantajları vardır (Mahalingam et al., 2020). Teknolojinin gelişmesiyle konik ışınlı bilgisayarlı tomografi bu konuda güvenilir bir görüntüleme yöntemi olmuştur. Bunun sebebi diş yapılarını yüksek doğruluk derecesinde görselleştirmesidir. Görüntülerin analizlerinde gelişmiş

yazılımlardan faydalanılması ve görüntülerin depolanarak tekrarlı ölçümlere olanak tanınması konik ışınli bilgisayarlı tomografi aracılığıyla odontometrik ölçümler yapılmasını daha da kullanılabilir hale getirmiştir. Bu yöntem oral yapıların güvenli ve hassas şekilde ölçümlenmesine olanak sağlayarak alçı modellerin dijitalleşmiş haline eşdeğerdir. Üç boyutlu yöntemler ile magnifikasyonlar ve süperpozisyonlar engellenerek farklı kesitsel çizgilerde doğru bir değerlendirme yapılabilir. Ayrıca bu yöntem kullanılarak pulpa gibi diş yapıları ve diş çevre yapıları hakkında daha fazla bilgi edinilebilmektedir (Ajmal et al., 2023; Alam et al., 2019; Issrani et al., 2020; TS et al., 2021).

Odontometrik yöntemlerde genellikle cinsiyet tahmini yapılırken dişlerin mesiodistal kron çapı, bukkolingual kron çapı, mesiodistal servikal çap, bukkolingual servikal çap, dişlerin kök uzunlukları ölçülmektedir (Acharya & Mainali, 2008; Garn et al., 1979; Garn et al., 1967; Manchanda et al., 2015). Ölçümler elde edildikten sonra istatistiksel olarak cinsiyet tahmini yüzdelik olarak yapılabilir. Dişler özelinde konu dikkate alınırsa en yüksek boyutsal farklılık kanin dişlerde izlenmektedir. Büyük azı ve küçük azı dişleri arasında daha küçük boyutsal farklılıklar izlenmektedir. İstatistiksel olarak erkeklerin dişlerinin boyutu genel olarak kadınlardan daha yüksek bulunsa da bunun tersi yönde çalışmalarda bulunmaktadır. Bunun sebebinin çevresel ve genetik faktörlerle alakalı olabileceği düşünülmektedir (Angadi et al., 2013; Heng et al., 2022; Prabhu & Acharya, 2009; Soundarya et al., 2021; Zorba et al., 2012). Odontometrik çalışmalar sadece dişlerin diş eksenindeki ölçümlere dayanmamaktadır. Ayrıca dişlerin dentin ve mine kalınlıkları üzerinden de cinsiyet tahmininin yapılp yapılamayacağı araştırılmıştır. Yapılan araştırmalar sonucunda dişteki dentin kalınlığının erkeklerde kadınlara göre daha yüksek olduğu anlaşılmıştır. Dentin kalınlığının cinsiyetler arasındaki farklılığının aksine mine kalınlığı ise kadınlarda erkeklere göre daha yüksek oranda tespit edilmiştir. Bu durum X kromozomunun mine oluşumunda etkin olarak rol almasına bağlanmaktadır. Dentin miktarının artması sonucu diş hacminin belirgin oranlarda artması

beklenirken, mine miktarının artması ile diş hacminin artması arasındaki ilişki daha sınırlı olarak kabul edilmektedir (Alvesalo, 2009; García-Campos et al., 2018; Heng et al., 2022; Saunders et al., 2007; Sorenti et al., 2019). Kron morfolojisi ölçümüne dayalı cinsiyet tahmini yapılmasına benzer şekilde kök uzunlukları da incelenerek cinsiyet tahmini yapılabilmektedir. Yapılan araştırmalar sonucunda erkeklerdeki diş köklerinin uzunlukları kadınlarınkine oranla daha yüksek tespit edilmiştir. Yapılan bir çalışma sonucunda cinsiyetler arası en fazla diş kökü uzunluğu farkının üst köpek dişlerinde bulunduğu anlaşılmıştır (Govindaram et al., 2018; Zorba et al., 2014).

Dental morfolojik yöntemler

Birçok araştırmada diş morfolojileri incelenerek cinsiyet tahmini yapıp yapılamayacağı konusu araştırılmıştır. Diş anomalileri ve diş yapısındaki varyasyonlar şekil, boyut veya gelişim açısından genel popülasyonla aralarında uyumsuzluk oluşturabilir. Bu morfolojik farklılıklar kimliklendirme konusunda işe yarasa bile cinsiyet tahmini için faydalı olmayabilir. Öncelikle bu morfolojik farklılıkların oluşması açısından cinsiyetler arasında fark bulunamamıştır. Ayrıca bu morfolojik farklılıklar toplumda düşük insidanslarda izlenmektedir. Bu sebeple morfolojik değerlendirme ile cinsiyet tahmini genel olarak kabul görmemiş bir konudur. Ancak sadece köpek dişlerindeki distal aksesuar sırtın cinsiyetler arası dimorfizm gösterdiği tespit edilmiştir (Heng et al., 2022; Kirthiga et al., 2016; Puri et al., 2019; Scott et al., 2015).

Mandibular kemik üzerinden radyografik olarak cinsiyet tahmini

Mandibular kemik, iskelet sisteminde belirgin cinsel dimorfizm gösteren kemiklerden biridir. Mandibula yüzün en güçlü kemiği olup oldukça dayanıklıdır. Çeşitli felaket durumlarında bedenin tahrip edici dış faktörlere maruziyetine karşı yapısını koruyabilmektedir. Genel olarak erkeklerde kadınlara göre daha büyük mandibula izlenmektedir. Kemikte bulunan kas ataşmanları

erkeklerde daha belirgindir. Mandibulanın yapısal özelliklerine dayanarak cinsiyet tahminine yönelik birçok açıdan metrik değerlendirmeler yapılmıştır (de Oliveira Gamba et al., 2016; Heng et al., 2022; Tunis et al., 2017; Vinay et al., 2013). Diş hekimliği alanında radyografik olarak değerlendirilen mandibulaya ait metrik parametrelerden bazıları şunlardır: ramusun uzunluğu, ramusun genişliği, mandibular gövde uzunluğu, mandibular gövde yüksekliği (farklı bölgelerden ölçülerek), mandibular açı, mandibular angulus genişliği, koronoid uzunluğu, koronoid genişliği, kondil genişliği, çene ucu genişliği, bigonial genişlik, bikondiler genişlik, çene ucu yüksekliği ve çene ucu kalınlığıdır. Bilgisayarlı tomografi aracılığıyla yapılan bir çalışmaya göre mandibula üzerinde yapılan metrik analizler sonucunda sadece çene ucu genişliğinin cinsiyetler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık yaratmadığı tespit edilmiştir (Tunis et al., 2017).

Mandibula üzerinde metrik olmayan gözlemler aracılığıyla da cinsiyet tahmini yapılmasına yönelik çalışmalar bulunmaktadır ancak bu çalışmalar metrik ölçümler kadar güvenilir bulunmamaktadır. Özellikle koronoid çıkıntının şekli ve mandibula lingula bu alanda değerlendirilmiş ve bazı araştırmacılar tarafından cinsiyet tahmininde kullanımı önerilmiştir (Heng et al., 2022).

Maksiller sinüsüm radyografik değerlendirilmesi aracılığıyla cinsiyet tahmini

Farklı araştırmacılar tarafından maksiller sinüsün cinsiyetler arasında farklı morfolojik özellik gösterip göstermediği araştırılmıştır. Maksiller sinüs farklı açılardan ve farklı görüntüleme yöntemleri ile değerlendirilmiştir. Üç boyutlu görüntüleme yöntemleri ile yapılan çalışmalar panoramik radyograf aracılığı ile yapılan çalışmalara göre daha güvenilir sayılabilirler. Çünkü magnifikasyon ve distorsiyon nedeniyle artefaktlar daha az beklenmektedir. Değerlendirilen maksiller sinüse ait parametreler arasında anteroposterior boyut, sefalokaudal boyut, transvers boyut ve maksiller sinüs hacmi bulunmaktadır. Maksiller sinüse ait bu morfometrik ölçümlerin yapılmasının cinsiyet tahmininde kullanışlı

bir yöntem olduğu ileri sür÷lmektedir (Amin & Hassan, 2012; de Queiroz et al., 2016; Heng et al., 2022; Rocha et al., 2021; Wanzeler et al., 2019).

Yapay zeka aracılığıyla cinsiyet tahmininin yapılması

Teknolojinin gelişmesiyle birlikte yapay zekâ modellerinin kullanımı diş hekimliğinde hızla artmaya başlamıştır. Radyografik veriler üzerinden cinsiyet veya yaş tahmini alanında da yapay zekâ modelleri kullanılmaktadır. Yapay zekâ modelleri temel olarak insan zihnine benzer şekilde modellenmiş yapay sinir ağlarından oluşmaktadır. Bu yapay sinir ağları aracılığıyla karmaşık ilişkilerin tespiti sağlanabilmektedir. Bu modeller görüntülerdeki desenler vasıtasıyla tahminlerde bulunabilir. Yapay zekânın radyografilerdeki desenleri tanıyıp tahminlerde bulunması cinsiyet tahmininde oldukça faydalı olmasını sağlamıştır. Birçok yapay zekâ sistemi bu açıdan geliştirilmiştir. Bu sistemler sayesinde toplu ölüm olaylarında çok hızlı bir şekilde tanımlama işlemleri yapılabilmektedir. Aynı zamanda bu gibi stresli durumlarda objektif bir aracın olması kararların güvenilirliğini arttırmaktadır. Çene kemiklerinin ve dişlerin görüntülerinin yapay zekâ araçlarıyla değerlendirilip cinsiyet ve yaş tahmini yapılabilmesi gelişime açık bir alan olarak dikkat çekmektedir (Brickley et al., 1998; Heng et al., 2022; Litjens et al., 2017; Singh et al., 2024; Sitaras et al., 2025; Suganyadevi et al., 2022).

Sonuç

Cinsiyet tahmini toplu felaket gibi durumlarda kullanılabilecek ilk adli soruşturma basamaklarında yer almaktadır. Radyolojik görüntüler ile cinsiyet tahmini invaziv olmayan, güvenilir ve kullanışlı bir uygulamadır. Diş ve çevre yapılarının diş etkenlere karşı vücudun diğer yapılarına nazaran daha dayanıklı olduğu göz önüne alındığında dental radyografik yöntemler ile cinsiyet tahmininin önemi anlaşılacaktır. Bu amaçla farklı

radıyografık teknıkler ve cınsıyet tahmın yöntemlerı kulanılmıştır. Üç boyutlu görüntüleme yöntemlerı ıkı boyutlu görüntüleme yöntemlerıne göre dıstorsıyon ve magnıfıkasyonların olmaması açışından genel olarak cınsıyet tahmınınde daha güvenılır görüntüleme yöntemlerıdır. Dış hekımlığı açışından bu görüntüleme yöntemlerı aracılığı ile dışlerde, mandıbular kemıkte ve maksıller sınuşlerde metrık ölçümler ve morfolojik değerdendırmeler sonucu cınsıyet tahmını yapılabılmektedir. Son zamanlarda görüntü analizlerınde yapay zekâ tabanlı modeller kulanılarak cınsıyet tahmını yapılabılmektedir. Bu alan gelışıme açık bır alan olarak dıkkat çekmektedır.

Kaynakça

- Acharya, A. B., & Mainali, S. (2008). Sex discrimination potential of buccolingual and mesiodistal tooth dimensions. *Journal of forensic sciences*, 53(4), 790-792.
- Ajmal, M., Roberts, T. S., Beshtawi, K. R., Raj, A., & Sandeepa, N. (2023). Sexual dimorphism in odontometric parameters using cone beam CT: a systematic.
- Alam, M. K., Alzarea, B. K., Ganji, K. K., Kundi, I., & Patil, S. (2019). 3D CBCT human adult odontometrics: Comparative assessment in Saudi, Jordan and Egypt population. *The Saudi Dental Journal*, 31(3), 336-342.
- Alvesalo, L. (2009). Human sex chromosomes in oral and craniofacial growth. *Archives of oral biology*, 54, S18-S24.
- Amin, M. F., & Hassan, E. I. (2012). Sex identification in Egyptian population using Multidetector Computed Tomography of the maxillary sinus. *Journal of forensic and legal medicine*, 19(2), 65-69.
- Angadi, P. V., Hemani, S., Prabhu, S., & Acharya, A. B. (2013). Analyses of odontometric sexual dimorphism and sex assessment accuracy on a large sample. *Journal of forensic and legal medicine*, 20(6), 673-677.

- Brickley, M., Shepherd, J., & Armstrong, R. (1998). Neural networks: a new technique for development of decision support systems in dentistry. *Journal of Dentistry*, 26(4), 305-309.
- Capitaneanu, C., Willems, G., & Thevissen, P. (2017). A systematic review of odontological sex estimation methods. *The Journal of Forensic Odonto-stomatology*, 35(2), 1.
- de Oliveira Gamba, T., Alves, M. C., & Haiter-Neto, F. (2016). Mandibular sexual dimorphism analysis in CBCT scans. *Journal of forensic and legal medicine*, 38, 106-110.
- de Queiroz, C. L., Terada, A. S. S. D., Dezem, T. U., De Araujo, L. G., Galo, R., Oliveira-Santos, C., & Da Silva, R. H. A. (2016). Sex determination of adult human maxillary sinuses on panoramic radiographs. *Acta stomatologica Croatica*, 50(3), 215.
- Diac, M. M., Iov, T., Knieling, A., Damian, S. I., Tabian, D., & Bulgaru Iliescu, D. (2020). Dental Identification In Forensic Anthropology. A Literature Review. *International journal of medical dentistry*, 24(3).
- García-Campos, C., Martínón-Torres, M., Martínez de Pinillos, M., Modesto-Mata, M., Martín-Francés, L., Perea-Pérez, B.,...Bermúdez de Castro, J. M. (2018). Modern humans sex estimation through dental tissue patterns of maxillary canines. *American journal of physical anthropology*, 167(4), 914-923.
- Garn, S. M., Cole, P. E., & Van Alstine, W. L. (1979). Sex discriminatory effectiveness using combinations of root lengths and crown diameters. *American journal of physical anthropology*, 50(1), 115-117.
- Garn, S. M., Lewis, A. B., Swindler, D. R., & Kerewsky, R. S. (1967). Genetic control of sexual dimorphism in tooth size. *Journal of Dental Research*, 46(5), 963-972.
- Govindaram, D., Bharanidharan, R., Ramya, R., Rameshkumar, A., Priyadharsini, N., & Rajkumar, K. (2018). Root Length: As a determinant tool of sexual dimorphism in an ethnic Tamil population. *Journal of forensic dental sciences*, 10(2), 96-100.

- Heng, D., Manica, S., & Franco, A. (2022). Forensic dentistry as an analysis tool for sex estimation: a review of current techniques. *Research and Reports in Forensic Medical Science*, 25-39.
- Hu, K. S., Koh, K. S., Han, S. H., Shin, K. J., & Kim, H. J. (2006). Sex determination using nonmetric characteristics of the mandible in Koreans. *Journal of forensic sciences*, 51(6), 1376-1382.
- Iskan, M. Y., & Steyn, M. (2013). *The human skeleton in forensic medicine*. Charles C Thomas Publisher.
- Issrani, R., Iqbal, A., Alam, M. K., & Prabhu, N. (2020). 3D CBCT analysis of odontometric variables for gender dimorphism in Saudi Arabian subpopulation. *Indian J Forensic Med Toxicol*, 14(2), 1872-1880.
- Kirthiga, M., Manju, M., Praveen, R., & Umesh, W. (2016). Ethnic Association of Cusp of Carabelli trait and shoveling trait in an Indian population. *Journal of clinical and diagnostic research: JCDR*, 10(3), ZC78.
- Litjens, G., Kooi, T., Bejnordi, B. E., Setio, A. A. A., Ciompi, F., Ghafoorian, M.,... Sánchez, C. I. (2017). A survey on deep learning in medical image analysis. *Medical image analysis*, 42, 60-88.
- Mahalingam, R., Ramadoss, R., Lakshmi, S. R., Arunachalam, P., James, A., & Jeyan, L. (2020). Radiologic Evaluation of Odontometric and Osteologic Traits for Gender Determination in Adult Ethnic Tamil Population. *Journal of forensic dental sciences*, 12(1), 50-55.
- Manchanda, A. S., Narang, R. S., Kahlon, S. S., & Singh, B. (2015). Diagonal tooth measurements in sex assessment: A study on North Indian population. *Journal of forensic dental sciences*, 7(2), 126-131.
- Milošević, D., Vodanovic, M., Galic, I., & Subašić, M. (2019). Estimating biological gender from panoramic dental x-ray images. 2019 11th international symposium on image and signal processing and analysis (ISPA),
- Prabhu, S., & Acharya, A. B. (2009). Odontometric sex assessment in Indians. *Forensic science international*, 192(1-3), 129. e121-129. e125.

- Puri, P., Shukla, S., & Haque, I. (2019). Developmental dental anomalies and their potential role in establishing identity in post-mortem cases: a review. *Medico-Legal Journal*, 87(1), 13-18.
- Rajarithnam, B. N., David, M. P., & Indira, A. P. (2016). Mandibular canine dimensions as an aid in gender estimation. *Journal of forensic dental sciences*, 8(2), 83-89.
- Rocha, M. F. N., Pereira, J. G. D., & da Silva, R. H. A. (2021). Sex estimation by maxillary sinus using computed tomography: a systematic review. *The Journal of Forensic Odontostomatology*, 39(1), 35.
- Saini, V., Srivastava, R., Rai, R. K., Shamal, S. N., Singh, T. B., & Tripathi, S. K. (2011). Mandibular ramus: An indicator for sex in fragmentary mandible. *Journal of forensic sciences*, 56, S13-S16.
- Saunders, S. R., Chan, A. H., Kahlon, B., Kluge, H. F., & FitzGerald, C. M. (2007). Sexual dimorphism of the dental tissues in human permanent mandibular canines and third premolars. *American journal of physical anthropology*, 133(1), 735-740.
- Scott, G. R., Maier, C., & Heim, K. (2015). Identifying and recording key morphological (nonmetric) crown and root traits. *A companion to dental anthropology*, 245-264.
- Singh, S., Singha, B., & Kumar, S. (2024). Artificial intelligence in age and sex determination using maxillofacial radiographs: A systematic review. *The Journal of Forensic Odontostomatology*, 42(1), 30.
- Sitaras, S., Tsolakis, I. A., Gelsini, M., Tsolakis, A. I., Schwendicke, F., Wolf, T. G., & Perlea, P. (2025). Applications of artificial intelligence in dental medicine: a critical review. *International Dental Journal*, 75(2), 474-486.
- Sorenti, M., Martínón-Torres, M., Martín-Francés, L., & Perea-Pérez, B. (2019). Sexual dimorphism of dental tissues in modern human mandibular molars. *American journal of physical anthropology*, 169(2), 332-340.
- Soundarya, N., Jain, V. K., Shetty, S., & Akshatha, B. (2021). Sexual dimorphism using permanent maxillary and

- mandibular incisors, canines and molars: An odontometric analysis. *Journal of Oral and Maxillofacial Pathology*, 25(1), 183-188.
- Srivastava, P. (2010). Correlation of odontometric measures in sex determination. *Journal of Indian Academy of Forensic Medicine*, 32(1), 56-61.
- Suganyadevi, S., Seethalakshmi, V., & Balasamy, K. (2022). A review on deep learning in medical image analysis. *International Journal of Multimedia Information Retrieval*, 11(1), 19-38.
- TS, B., Natarajan, S., Thilak, N., & Binnal, A. (2021). The Coronal Pulp Cavity Index an aid in age determination-A Cone Beam Computed Tomography Study. *Indian Journal of Forensic Medicine & Toxicology*, 15(1).
- Tunis, T. S., Sarig, R., Cohen, H., Medlej, B., Peled, N., & May, H. (2017). Sex estimation using computed tomography of the mandible. *International Journal of Legal Medicine*, 131(6), 1691-1700.
- Vinay, G., Gowri Sr, M., & Anbalagan, J. (2013). Sex determination of human mandible using metrical parameters. *Journal of clinical and diagnostic research: JCDR*, 7(12), 2671.
- Wanzeler, A. M. V., Alves-Júnior, S. M., Ayres, L., da Costa Prestes, M. C., Gomes, J. T., & Tuji, F. M. (2019). Sex estimation using paranasal sinus discriminant analysis: a new approach via cone beam computerized tomography volume analysis. *International Journal of Legal Medicine*, 133(6), 1977-1984.
- Zorba, E., Moraitis, K., & Manolis, S. K. (2012). Sexual dimorphism in permanent teeth of modern greeks. *Indian Internet Journal of Forensic Medicine & Toxicology*, 10(1), 24-24.
- Zorba, E., Vanna, V., & Moraitis, K. (2014). Sexual dimorphism of root length on a Greek population sample. *Homo*, 65(2), 143-154.

BÖLÜM 2

ADLİ DİŞ HEKİMLİĞİNDE YAPAY ZEKÂ: RADYOLOJİK YAKLAŞIM

MENDUH SERCAN KAYA¹

Giriş

Yapay zekâ sistemleri son zamanlarda finans alanından geniş kapsamlı dil modellerinin geliştirilmesine kadar birçok alanda köklü değişimlere sebep olmuştur. Pek çok alanı etkilemesi beklenen bu teknoloji diş hekimliğinin farklı alanlarında kullanılmakta olup temel kullanım alanlarından biri de ağız, diş ve çene radyolojisi alanı olmaktadır. Çünkü pek çok yapay zekâ modeli görüntülerdeki desenleri yorumlayarak çeşitli çıkarımlarda bulunmaktadır. Ağız diş ve çene radyolojisi alanında çürük tespiti, patolojilerin değerlendirilmesi ve anatomik yapıların incelenmesi gibi kullanım alanlarının yanı sıra adli diş hekimliği alanında da görüntü analizi amacıyla kullanılmaktadır (Heo et al., 2021; Jaju et al., 2024; Khan & Kumar; Orhan & Ünsal, 2024; Parnian et al., 2026).

Adli diş hekimliği ağız çevresindeki yapıların her birey için eşsiz olması savından yola çıkarak bireylerin kimliklerinin belirlenmesini amaçlayan bir diş hekimliği alanıdır. Temel olarak

¹ Uzman Diş Hekimi, Dicle Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi A.B.D, Orcid: 0009-0005-6090-5623

felaket olayları, cinayetler ve kazalar sonucu insan kalıntılarını değerlendirerek bireylerin kimliklendirilmesi yapılır (Johnson et al., 2018; Patil et al., 2020). Bireylerin kimliklendirilmesi dişler ve çene kemikleri üzerinden yapılmaktadır. Bu yapılar incelenip kişilerin yaşları, cinsiyetleri ve sosyoekonomik durumları hakkında genel bilgiler elde edilebilmektedir. Ayrıca ölüm öncesi ve sonrası radyograflar karşılaştırılarak kişinin kimlik tespiti yapılabilmektedir. Yapay zekâ modelleri bu süreçleri otomatikleştirerek hızlanmasına yardımcı olabilmektedir (Heinrich et al., 2018; Khanagar et al., 2021).

Yapay zekânın temel modelleri

Yapay zekâ insandaki akıl yürütme, öğrenme, karar verme, problem çözme ve örüntü tanıma gibi temel işlevleri yerine getirebilen sistemlerdir. Günümüzde bu sistemler finans alanı, robotik, dil modelleri ve görüntü analizi gibi birçok alanda kullanılmaktadır. Bu kadar yaygın olan bu sistemler dış hekimliği alanında da yaygınlaşmaktadır. Özellikle dış hekimliğinde tıbbi görüntülerin analizinde insan gözünün görmesi mümkün olmayan radyomik özellikleri kullanarak tanısal doğruluğu arttırmaktadır (Farook & Dudley, 2023; Nilsson, 2014; Sharma & Garg, 2021).

Makine öğrenme modelleri yapay zekâ modellerinin en önemli alt dallarından biridir. Makine öğreniminde kuralların tek tek tanımlanmasına gerek kalmadan girdi verilerinden modellerin eğitilmesini amaçlamaktadır. Geleneksel programlamada kurallar baştan belliyken makine öğrenmesinde kurallar girdi verilerinin analiz edilmesi sonucunda otomatik olarak oluşur. Makine öğrenmede temel amaç geniş veri setlerinden örüntülerin tespit edilmesi ve bu veriler üzerinde tahmin süreçlerinin işletilmesidir. Makine öğrenme üç farklı yaklaşıma ayrılmaktadır. Denetimli öğrenmede etiketlenmiş veri kümeleri kullanılarak yapay zekâ eğitimi rastgele orman ve lojistik regresyon gibi çeşitli algoritmalarla gerçekleştirilmektedir. Denetimsiz öğrenmede

etiketlenmemiş veriler arasındaki benzerlikler ve örüntüler kullanılarak kümeleme ve boyut indirgeme yöntemleri aracılığıyla yapay zekâ modeli eğitilir. Pekiştirmeli öğrenmede ise yapay zekâ modeli ile ödül-ceza mekanizması kapsamında etkileşim kurularak model eğitilir (Alpaydin, 2021; Kaur et al., 2022; Morales & Escalante, 2022).

Yapay sinir ağları makine öğrenmesinde makine öğrenmenin bir dalı olarak kabul edilebilmektedir. Yapay sinir ağları insan beyninin yapısı ve çalışma prensiplerinden esinlenilerek oluşturulmuş olup katmanlardan oluşmaktadır. Bu katmanlar giriş katmanı, sayısı değişebilen gizli katmanlar ve çıkış katmanından oluşmaktadır. Bilgiler giriş katmanından sisteme dâhil olmaktadır. Sonrasında yapay nöronlar kendilerine ulaşan bilgileri ayıklayıp aktivasyon fonksiyonu vasıtasıyla bir sonraki katmana iletir. Böylece çıkış katmanında sonuçlar elde edilir. Sonuç verilerindeki hataları en aza indirmek amacıyla geri yayılım algoritması ve optimizasyon yöntemleri ile sistem sürekli kendini güncellemektedir. Bu sayede hatalar en aza indirilmeye çalışılır. Yapay sinir ağı modelleri büyük veri kümelerinde yüksek doğruluk sağlayabilmesi ve zaman içerisinde kendi performansını arttırabilmesi avantajlarına sahiptir. Ancak uzun eğitim süresi ve karar mekanizmasının tam olarak açıklanamaması dezavantajlarıdır (İbrahim et al., 2022; Qamar & Zardari, 2023; Schmidgall et al., 2024).

Derin öğrenme yapay sinir ağlarının gelişmiş hali olarak düşünülebilir. Çok katmanlı ağ yapıları vardır. Makine öğrenmede analiz öncesinde bazı özellikler dışarıdan kullanıcı tarafından belirlenirken derin öğrenme modelleri gerekli özellikleri doğrudan veri setinden otomatik olarak öğrenmektedir. Bu sebeple çok büyük veri setlerinde daha başarılıdır. Derin öğrenmede uzun süreli bellek ağları, konvolüsyonel sinir ağları ve transformer tabanlı modeller gibi birçok yazılımsal mimari kullanılmaktadır (Archana & Jeevaraj, 2024; Roberts et al., 2022; Talaei Khoei et al., 2023).

Gerek makine öğrenme modelleri gerekse derin öğrenme modelleri ve yapay sinir ağları adlı diş hekimliği alanında görüntü analizinde kullanılabilmektedir (Ataş et al., 2023; Chopra et al., 2025; Secgin et al., 2025).

Adli diş hekimliğinde periapikal radyograflar ile yapay zekâ kullanımı

Periapikal radyograflar aracılığı ile diş kökü, pulpa ve sekonder dentin birikimi gibi dişlere ait morfolojik özellikler değerlendirilebilir. Yapay zeka modelleriyle koronal pulpa indeksi, sekonder dentin birikimi ve apeksin kapanması incelenerek yaş ve cinsiyet tahmini yapılabilir. Periapikal radyograflar tek veya birkaç diş üzerinden tahmin yapılması konusunda faydalı olabilmesine karşın panoramik radyograflara göre daha sınırlı bilgi sunmaktadır (Gupta et al., 2014; Khruasarn et al., 2025; Mohamed et al., 2023; Molander, 1996; Upalananda et al., 2025).

Adli diş hekimliğinde panoramik radyograflar ile yapay zekâ kullanımı

Panoramik radyograflar tek görüntüde dişleri, alveolar kemigi, maksillayı, mandibulayı ve çevre dokuların değerlendirilmesinde kullanılan radyografik görüntüleme yöntemidir. Bu sebeple adli diş hekimliğindeki yapay zekâ uygulamalarında sık sık kullanılmaktadır. Klinik olarak yaygın kullanımı ve görüntüleme yönteminin nispeten kolay olması geniş veri setlerinin oluşturulmasını sağlayarak yapay zekâ modellerinin uygulanması için uygun bir ortam hazırlamıştır (Molander, 1996; Salehizeinabadi et al., 2025).

Adli diş hekimliğinde panoramik radyograflar üzerinde yapay zekâ modellerinin temel kullanım alanlarından birini yaş tahmini oluşturmaktadır. Bu amaçla geliştirilen algoritmalar diş sürme durumunu, apeksin kapanmasını, diş mineralizasyon

durumunu, sekonder dentin miktarını, pulpa hacmini ve üçüncü molar diş formasyonunu inceleyerek yaş tahminini daha önce geliştirilmiş Demirjian, Nolla ve Cameriere yöntemlerine göre otomatik olarak yapabilmektedir. Diğer bir temel kullanım alanı ise cinsiyet tahminidir. Gonial açı, kondil morfolojisi, çene şekli, ramusun genişliği ve korpus yüksekliği gibi çok sayıda özellik aynı anda değerlendirilip cinsiyet tahmininde bulunabilir. Ayrıca bireylerin kimliklendirilmesi amacıyla da panoramik radyografiler üzerinden yapay zekâ modelleri kullanılabilir. Kişilere ait ante-mortem ve post-mortem panoramik radyograflar karşılaştırılarak restorasyonlar, implantlar, eksik dişler, diş dizimi, kron ve kök morfolojileri gibi her bir birey için eşsiz olan özellikler değerlendirilebilir. Böylece toplu afet olaylarında binlerce insana ait kayıtların kısa bir zaman içerisinde analiz edilmesi mümkün olmaktadır (Balel et al., 2025; Chopra et al., 2025; Dashti et al., 2025; Heinrich et al., 2018; Khanagar et al., 2024; Park et al., 2024; Patil et al., 2020; Vodanović et al., 2023).

Adli diş hekimliğinde üç boyutlu görüntüleme yöntemleri ile yapay zekâ kullanımı

Üç boyutlu görüntüleme yöntemleri ile anatomik yapıların morfolojileri süperpozisyonlar, distorsiyonlar ve magnifikasyonlar olmaksızın elde edilir. Bu görüntüleme yöntemlerinde uzaysal çözünürlük iki boyutlu radyograflara göre daha yüksek olup hacimsel analizler yapabilme imkanı bulunmaktadır. Bu sebeple üç boyutlu görüntüleme yöntemleri adli diş hekimliğinde yapay zekâ kullanım alanlarının en önemli bileşenlerinden biri haline gelmiştir. Konik ışınlı bilgisayarlı tomografi, bilgisayarlı tomografi ve manyetik rezonans görüntüleme ile adli diş hekimliğinde yapay zekâ modelleri aracılığı ile cinsiyet tahmini, yaş tahmini ve kimliklendirme işlemleri yapılabilmektedir. Tüm üç boyutlu görüntüleme yöntemleri adli diş hekimliğinde kullanılsa da konik ışınlı bilgisayarlı tomografi yapay zekâ destekli modellerle en sık

kullanılan görüntüleme yöntemidir. Çeşitli yapay zekâ modelleri ile pulpal hacim/dış hacmi oranı, kortikal kemik kalınlığı, maksiller sinüs hacmi ve mandibular morfolojik değerlendirmeler yapılabilir. Çok sayıda parametre analiz edilerek yaş ve cinsiyet tahmini aynı anda gerçekleştirilebilir (da Silva et al., 2024; Guo et al., 2025; Han et al., 2024; Hassanaly et al., 2023; Paspuleti et al., 2025; Radu et al., 2025; Reddy et al., 2025; Vodađović et al., 2023; Yousefi et al., 2023; Yüksel & Altındağ, 2025). Ayrıca son yıllarda üç boyutlu görüntüleme yöntemleri ile yapay zekâ modelleri aracılığıyla dijital yüz rekonstrüksiyonları mümkün olmuştur. Böylece kimlik tespiti mümkün olabilmektedir (Bağ et al., 2026).

Sonuç

Görüntüleme sistemlerinin kullanımının yaygınlaşması ve yapay zekâ teknolojisinde son zamanlardaki gelişmeler adli diş hekimliği alanında radyolojik değerlendirme yöntemleriyle yapay zekânın birlikte kullanımına yol açmıştır. Hem panoramik ve periapikal radyografiler gibi iki boyutlu görüntüleme yöntemlerinden hem de konik ışınlı bilgisayarlı tomografi, bilgisayarlı tomografi ve manyetik rezonans görüntüleme gibi üç boyutlu görüntüleme yöntemlerinden elde edilen veriler, yapay zekâ algoritmaları aracılığıyla analiz edilerek adli diş hekimliğinde yaş tahmini, cinsiyet tahmini ve birey kimliklendirmesi amacıyla kullanılmaktadır. Ayrıca günümüzde üç boyutlu görüntüler kullanılarak yüz rekonstrüksiyonları yapılmasına olanak veren modeller geliştirilmiştir. Verilere ulaşımın gittikçe kolaylaşması yapay zekâ modellerinin bu alanda daha etkin kullanımına yol açmaktadır. Bu bağlamda yapay zekânın adli diş hekimliğinde gelecekte daha etkin kullanılması kaçınılmazdır. Gelecekte bu alanda veri setinin uygun bir şekilde sağlanması ve yapay zekâ modellerinin eğitimi konuları önem kazanacaktır.

Kaynakça

- Alpaydin, E. (2021). *Machine learning*. MIT press.
- Archana, R., & Jeevaraj, P. E. (2024). Deep learning models for digital image processing: a review. *Artificial intelligence review*, 57(1), 11.
- Ataş, İ., Özdemir, C., Ataş, M., & Doğan, Y. (2023). Forensic dental age estimation using modified deep learning neural network. *Balkan Journal of Electrical and Computer Engineering*, 11(4), 298-305.
- Bak, B., Bak, D., Osińska, A., Bednarz, M., Banaszek, J., Baj, J.,...Teresiński, G. (2026). Forensic Facial Reconstruction in the Age of Deep Learning: Accuracy, Bias, and Future Perspectives. *Applied Sciences*, 16(12), 5814.
- Balel, Y., Sağtaş, K., & Bülbül, H. N. (2025). Development and evaluation of a deep learning-based system for dental age estimation using the demirjian method on panoramic radiographs. *BMC Oral Health*, 25(1), 1172.
- Chopra, A., Gupta, A., & Aggarwal, N. (2025). Artificial intelligence in dental age estimation-applications, technological advances and legal aspects: A narrative review. *Journal of oral biology and craniofacial research*, 15(6), 1534-1538.
- da Silva, R. L. B., Yang, S., Kim, D., Kim, J. H., Lim, S.-H., Han, J.,...Lee, S.-S. (2024). Automatic segmentation and classification of frontal sinuses for sex determination from CBCT scans using a two-stage anatomy-guided attention network. *Scientific Reports*, 14(1), 11750.
- Dashti, M., Azimi, T., Khosraviani, F., Azimian, S., Bahanan, L., Zahmatkesh, H.,...Khurshid, Z. (2025). Systematic review and meta-analysis on the accuracy of artificial intelligence algorithms in individuals gender detection using orthopantomograms. *International Dental Journal*, 75(3), 2157-2168.
- Farook, T. H., & Dudley, J. (2023). Automation and deep (machine) learning in temporomandibular joint disorder

- radiomics: A systematic review. *Journal of oral rehabilitation*, 50(6), 501-521.
- Guo, Y.-X., Lan, J.-L., Bu, W.-Q., Tang, Y., Wu, D., Yang, H.,...Guo, Y.-C. (2025). Automatic maxillary sinus segmentation and age estimation model for the northwestern Chinese Han population. *BMC Oral Health*, 25(1), 310.
- Gupta, A., Devi, P., Srivastava, R., & Jyoti, B. (2014). Intra oral periapical radiography-basics yet intrigue: A review. *Bangladesh Journal of Dental Research & Education*, 4(2), 83-87.
- Han, J.-X., Shen, S.-H., Wu, Y.-W., Sun, X.-D., Chen, T.-N., & Tao, J. (2024). Adolescents and Children Age Estimation Using Machine Learning Based on Pulp and Tooth Volumes on CBCT Images. *Fa yi xue za zhi*, 40(2), 143-148.
- Hassanally, M., Caldas, I. M., Teixeira, A., & Pérez-Mongiovi, D. (2023). Application of CBCT technology in forensic odontology: a narrative review. *Current Forensic Science*, 1(1), e160523216953.
- Heinrich, A., Güttler, F., Wendt, S., Schenkl, S., Hubig, M., Wagner, R.,...Teichgräber, U. (2018). Forensic odontology: automatic identification of persons comparing antemortem and postmortem panoramic radiographs using computer vision. *RöFo-Fortschritte auf dem Gebiet der Röntgenstrahlen und der bildgebenden Verfahren*.
- Heo, M.-S., Kim, J.-E., Hwang, J.-J., Han, S.-S., Kim, J.-S., Yi, W.-J., & Park, I.-W. (2021). Artificial intelligence in oral and maxillofacial radiology: what is currently possible? *Dentomaxillofacial Radiology*, 50(3), 20200375.
- Ibrahim, R. A., Elsheikh, A. H., Abd Elaziz, M. E., & Al-qaness, M. A. (2022). Basics of artificial neural networks. In *Artificial Neural Networks for Renewable Energy Systems and Real-World Applications* (pp. 1-10). Elsevier.
- Jaju, P. P., Bayrakdar, I. S., Jaju, S., Shah, V., Orhan, K., & Jagtap, R. (2024). Applications of artificial intelligence in dentistry. In *Artificial Intelligence in Dentistry* (pp. 43-68). Springer.

- Johnson, A., Gandhi, B., & Joseph, S. E. (2018). A morphological study of tongue and its role in forensics odontology. *J Forensic Sci & Criminal Inves*, 7(5), 1-5.
- Kaur, G., Saini, S., & Sehgal, A. (2022). Machine learning—principles and algorithms. In *Artificial Intelligence* (pp. 21-54). Chapman and Hall/CRC.
- Khan, M. S., & Kumar, N. Revolutionizing Forensic Odontology: The Integration of 3D Scanning and AI for Enhanced Identification Processes.
- Khanagar, S. B., Albalawi, F., Alshehri, A., Awawdeh, M., Iyer, K., Alsomaie, B.,...Alfadley, A. (2024). Performance of artificial intelligence models designed for automated estimation of age using dento-maxillofacial radiographs—A systematic review. *Diagnostics*, 14(11), 1079.
- Khanagar, S. B., Vishwanathaiah, S., Naik, S., Al-Kheraif, A. A., Divakar, D. D., Sarode, S. C.,...Patil, S. (2021). Application and performance of artificial intelligence technology in forensic odontology—A systematic review. *Legal Medicine*, 48, 101826.
- Khruasarn, P., Teeyapan, K., Prapayasadok, S., & Nalampang, S. (2025). Deep learning-based method for estimating age from periapical radiographs of upper incisors in a Thai population. *Imaging science in dentistry*, 55(4), 343.
- Mohamed, E. G., Redondo, R. P. D., Koura, A., EL-Mofty, M. S., & Kayed, M. (2023). Dental age estimation using deep learning: A comparative survey. *Computation*, 11(2), 18.
- Molander, B. (1996). Panoramic radiography in dental diagnostics. *Swedish dental journal. Supplement*, 119, 1-26.
- Morales, E. F., & Escalante, H. J. (2022). A brief introduction to supervised, unsupervised, and reinforcement learning. In *Biosignal processing and classification using computational learning and intelligence* (pp. 111-129). Elsevier.
- Nilsson, N. J. (2014). *Principles of artificial intelligence*. Morgan Kaufmann.
- Orhan, K., & Ünsal, G. (2024). Artificial intelligence in dentistry. In *Digital Dentistry: An Overview and Future Prospects* (pp. 285-301). Springer.

- Park, S.-J., Yang, S., Kim, J.-M., Kang, J.-H., Kim, J.-E., Huh, K.-H.,...Heo, M.-S. (2024). Automatic and robust estimation of sex and chronological age from panoramic radiographs using a multi-task deep learning network: a study on a South Korean population. *International Journal of Legal Medicine*, 138(4), 1741-1757.
- Parnian, B., Borhani, S., & Panahi, O. (2026). The Digital Revolution: Applications of Artificial Intelligence in Modern Dentistry. *Oral and maxillofacial surgery*, 50, 51.
- Paspuleti, S., Ponukupati, Y., Ramesh, K., Manyam, R., Supriya, A. N., & Birajdar, S. S. (2025). Volumetric Analysis of Maxillary Sinus Employing CBCT, Enhanced with MIMICS and ITK-SNAP-A Comparative Study. *Oral & Maxillofacial Pathology Journal*, 16(1).
- Patil, V., Vineetha, R., Vatsa, S., Shetty, D. K., Raju, A., Naik, N., & Malarout, N. (2020). Artificial neural network for gender determination using mandibular morphometric parameters: A comparative retrospective study. *Cogent Engineering*, 7(1), 1723783.
- Qamar, R., & Zardari, B. A. (2023). Artificial neural networks: An overview. *Mesopotamian Journal of Computer Science*, 2023, 124-133.
- Radu, C. C., Hogeia, T., Carașca, C., & Radu, C.-M. (2025). Forensic odontology in the digital era: A narrative review of current methods and emerging trends. *Diagnostics*, 15(20), 2550.
- Reddy, P., Shivakumar, G. C., Reddy, V., Mehrotra, N., Kumar, P., Agrawal, A.,...Haque, M. (2025). Silent Witnesses: Exploring the Impact of Cone Beam Computed Tomography on Forensic Investigations. *Cureus*, 17(11).
- Roberts, D. A., Yaida, S., & Hanin, B. (2022). *The principles of deep learning theory* (Vol. 46). Cambridge University Press Cambridge, MA, USA.
- Salehizeinabadi, M., Ameli, N., Kouchehbaghi, K., Arastoo, S., Neghab, S., Kornerup, I. M., & Pacheco-Pereira, C. (2025). Dental age prediction from panoramic radiographs using machine learning techniques. *PLOS Digital Health*, 4(10), e0001077.

- Schmidgall, S., Ziaei, R., Achterberg, J., Kirsch, L., Hajiseyedrazi, S., & Eshraghian, J. (2024). Brain-inspired learning in artificial neural networks: A review. *APL Machine Learning*, 2(2).
- Secgin, Y., Kaya, S., Harmandaoğlu, O., Öztürk, O., Senol, D., Önbaşı, Ö., & Yılmaz, N. (2025). Sex estimation with parameters of the facial canal by computed tomography using machine learning algorithms and artificial neural networks. *BMC Medical Imaging*, 25(1), 291.
- Sharma, L., & Garg, P. K. (2021). Artificial intelligence: technologies, applications, and challenges.
- Talaei Khoei, T., Ould Slimane, H., & Kaabouch, N. (2023). Deep learning: systematic review, models, challenges, and research directions. *Neural Computing and Applications*, 35(31), 23103-23124.
- Upalananda, W., Phisutphithayakun, C., Assawasuksant, P., Tanwattana, P., & Prasatkaew, P. (2025). A fully automated deep learning framework for age estimation in adults using periapical radiographs of canine teeth. *International Journal of Legal Medicine*, 139(6), 2869-2881.
- Vodanović, M., Subašić, M., Milošević, D., Galić, I., & Brkić, H. (2023). Artificial intelligence in forensic medicine and forensic dentistry. *The Journal of Forensic Odontostomatology*, 41(2), 30.
- Yousefi, F., Mohammadi, Y., Ahmadvand, M., & Razaghi, P. (2023). Dental age estimation using cone-beam computed tomography: A systematic review and meta-analysis. *Imaging science in dentistry*, 53(2), 91.
- Yüksel, İ. B., & Altındağ, A. (2025). Age estimation based on pulp/tooth volume ratio using CBCT: a study on mandibular canines. *BMC Oral Health*, 25(1), 1248.

BÖLÜM 3

ADLİ DİŞ HEKİMLİĞİNDE RADYOLOJİK YAKLAŞIM İLE YAŞ TAHMİNİ

ESRA KAYA¹

Giriş

Kronolojik yaşı belirlenmesi adli ve antropolojik çalışmalarda oldukça önemli bir yer kaplamaktadır. Kronolojik yaşı belirlenmesi ayrıca sahte belge şüphelerinde ve doğum belgesi olmayan kişilerin doğum tarihini tespit etmek için kullanılmaktadır. Sternal kaburgalar ve pubik simfiz gibi birçok insan iskeletine ait yapı, kemik gelişim durumunu gözeterek kronolojik yaşı belirlenmesi için kullanılmıştır. İnsan iskelet yapısı incelenerek farklı iskelet bölümleri için farklı kemik gelişimi inceleme yöntemleri geliştirilmiştir. Birçok yöntem olmasına rağmen her birinin diğerlerine nazaran güçlü yönleri bulunmaktadır. Çünkü kemiklerin gelişimini etkileyen sayısız faktör bulunmaktadır. Bu sebeple bu yöntemlerin bazıları yetişkinlerde daha iyi sonuçlar verirken bazıları ise daha genç insanlarda daha iyi sonuçlar vermektedir (Doyle et al., 2019; Franklin, 2010; Garvin & Passalacqua, 2012; Stull et al., 2025).

¹ Uzman Diş Hekimi, Dicle Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi A.B.D, Orcid: 0009-0005-6090-5623

Vücutta yaş tahmini için en sık kullanılan yapılardan biri de dişlerdir. Bunun sebebi dişlerin mekanik, fiziksel ve kimyasal etkilere karşı daha dirençli bir yapı sergileyip beslenme ve yaşam kalitesi gibi çevresel faktörlerden diğer vücut yapılarına göre daha az etkilenmesidir. Bu sebeple dişlerin radyografik görüntüleri değerlendirilerek yaş tahmini yapılabilir. Dişlerin görüntüleri incelenerek yaş tahmini yapılmasında diş kronunun oluşumu, apikal daralım miktarı, süt dişlerinin rezorpsiyon derecesi, diş tomurcuklarının görünümü, diş sürme paterni, dişlerin spontan eksfoliasyon paterni, fizyolojik dentin miktarı, pulpa odası hacmi, kök kanal hacmi, diş sert dokuları ile pulpa hacimleri oranı ve üçüncü azı dişlerin gelişim paterni değerlendirilebilir. Dişlerin incelenmesi yoluyla yaş tahmini 12 ile 14 yaşları arasında birkaç dişin gelişim aşamasında olduğundan dolayı daha kolay yapılabilir. Bunun sebebi kişinin yaşının ilerlemesiyle birlikte fizyolojik yaş göstergelerinin yüksek değişkenliğe sahip olmasıdır. Bu sebeple yaş ilerledikçe diş görüntüleme orijini yaş tahmini başarısı düşmektedir. Üçüncü azı dişler doğası gereği 16 yaşından sonra da gelişimlerine devam edebilmektedir. Bu nedenle genç kişilerde yaş tahmini amacıyla sık sık kullanılmaktadır. Ancak bu dişlerin oluşum ve gelişim zamanı kişiden kişiye farklılıklar gösterebilmektedir (Björk & Kvaal, 2018; Liversidge, 2015; Panchbhai, 2011). Dişlerin radyografik görüntülerine dayalı birçok yöntem geliştirilmiştir.

Diş hekimliğinde radyolojik yaklaşımla yaş tahmini yöntemleri

Diş hekimliğinde radyolojik yaklaşımla yaş tahmini yöntemlerinin uygulama alanları genellikle kazalar, cinayetler ve yangınlar gibi adli olayların yanı sıra ortodonti, pediatrik endokrinoloji ve ortopedi gibi tıbbi alanlardır. Dişler üzerinde radyografik teknikler ile yaş tahmini hem ölü hem de yaşayan insanlara uygulanabilen tekrarlanabilir ve basit bir yöntemdir. Bu sebeple insan yaşının tespiti konusunda bu teknikler temel

değerlendirme yöntemleri arasında yer almaktadır. Yaş tahmini amacıyla kullanılan konik ışınli bilgisayarlı tomografi, panoramik radyograflar ve manyetik rezonans görüntüleme gibi birçok görüntüleme yöntemi bulunmaktadır. Klinik uygulamalarda genellikle periapikal radyograflar, panoramik görüntüleme yöntemleri kullanılmaktadır ancak özellikle ortodontistler açısından lateral sefalometrik görüntüleme yöntemi ile servikal vertebra maturasyonu ve el bilek radyografları vasıtasıyla yaş belirleme sıklıkla başvurulanan yöntemlerdendir (Björk & Kvaal, 2018; De Tobel et al., 2017; Priyadarshini et al., 2015; Uysal et al., 2006; Willems, 2001).

Nolla yöntemi

Nolla diş gelişimini on aşamaya bölen kategorik bir yöntem kurgulanmıştır. Nolla' nın diş gelişim aşamaları şu şekildedir; 10: Apikal daralim sağlanmıştır. 9: Diş kökünün gelişimi tamamlanmış olmasına rağmen apeks açıktır. 8: Kökün üçte ikisi oluşmuştur. 7: Kökün üçte biri oluşmuştur. 6: Kron oluşumu tamamlanmıştır. 5: Kron neredeyse oluşmuştur. 4: Kronun üçte ikisi oluşmuştur. 3: Kronun üçte biri oluşmuştur. 2: İlk kalsifikasyonlar izlenmektedir. 1: Kript oluşmuştur. 0. Kript oluşmamıştır. (Mohamed et al., 2023). Dişlerin oluşum aşamasına göre yaş tahmini yapılmaya çalışılır.

Moorees Yöntemi

Moorees metodunda dişler kök ve kron mineralizasyonuna göre 14 aşamada incelenmektedir. Bu aşamalar; diş kasplarının oluşmaya başlaması, diş kasplarının birleşmesi, diş kasplarının dış sınırının tamamen izlenmesi, diş kronunun yarısının oluşması, diş kronunun dörtte üçünün oluşması, diş kronunun tamamen oluşması, kök formasyonunun oluşmaya başlaması, başlangıç kök yarığının oluşması, kök formasyonunun dörtte birinin oluşması, kök formasyonunun yarısının oluşması, kök formasyonunun dörtte üçünün oluşması, kök formasyonunun tamamlanması, apeksin yarısının

kaplanması ve apeksin tamamen kapalı olmasıdır. Bu aşamalara göre dişler puanlanarak ortalama yaş tespit edilmeye çalışılır (Arumugam, 2020; Guti  rrez & Ortega-Pertuz, 2017).

Demirijian yöntemi

Kadınlar ve erkekler için sekiz aşamalı bir ya   tahmini geliştirilmiştir. Standardizasyonu ve basitliği nedeniyle en çok kullanılan ya   tahmini yöntemlerinden biri haline gelmiştir. Di   gelişim aşamaları   u şekildedir; A: kaspların üst taraflarında mineralizasyon başlangıcı olup ter koni şeklinde izlenmektedir. B: kasplardaki mineralizasyonlar okluzal yüzeyi oluşturacak şekilde birleşmektedir. C: Mine oluşumu okluzalde tamamlanarak mine dokusu servikale doğru yönelmekte ve dentin birikimi izlenip pulpa odası okluzal sınırdaki kıvrımlı izlenmektedir. D: Kron oluşumu servikal seviyeye kadar inmiştir. Kök oluşumu başlamıştır. E: Kök oluşumu kron boyundan azdır. Molar dişlerde furkasyon bölgeleri oluşmaktadır. F: Kök uzunluğu kron boyuna eşit ya da daha fazladır. Kökler belirginleşmiştir. G: Kök kanal duvarları birbirlerine paraleldir. Apikal u   henüz açıktır. H: Kök ucu tamamen kapalıdır. Bu yöntemde aşamalardan her birine puan verilip puanların toplamıyla yaş tahmini yapılmaya çalışılır (Arumugam, 2020; Demirjian et al., 1973; Mohamed et al., 2023).

Cameriere yöntemi

Bu yöntemde açık apeksli dişlerin apeks açıklıkları di   uzunluğuna oranlanarak değerlendirilir. Yaş tahmini için genellikle sol mandibuladaki yedi daimi di   esas alınmaktadır (Apaydin & Yasar, 2018; Priyadarshini et al., 2015).

Pulpa – Dentin oranı ile ya   tahmini

Genellikle yetişkin bireylerde kullanılan bu yöntem yaşla birlikte sekonder dentin oluşumuna paralel olarak pulpa odasındaki

daralmanın dişe oranının hesaplanmasıyla yapılır (Arumugam, 2020).

Koronal pulpa kavite indeksi

Koronal pulpa boşluğundaki azalma ile yaş arasındaki ilişki ele alınarak hesaplanır. Genellikle alt çene premolar ve molar dişler kullanılmaktadır (Marroquin et al., 2017).

Harris ve Nortje yöntemi

Bu yöntemde üçüncü azı dişlerinin gelişimi değerlendirilerek yaş tahmini yapılmaktadır. Toplamda beş aşamaya ayrılmaktadır. Birinci aşamada kökün üçte biri oluşmuştur. İkinci aşamada kökün yarısı oluşmuştur. Üçüncü aşamada kökün üçte ikisi oluşmuştur. Dördüncü aşamada kök kanalı duvarları birbirinden ayrılarak ilerler ve apeks açıktır. Son aşamada ise kök kanalı duvarları birbirine yaklaşmaya başlayıp apeks oluşmaya başlamaktadır (Apaydin & Yasar, 2018; Demirjian et al., 1973; Panchbhai, 2011).

Kraus ve Jordan yöntemi

Prenatal ve neonatal dönemlerdeki süt dişlerinin mineralizasyonu ile yaş tahmini yapmayı amaçlayan bir yöntemdir (Priyadarshini et al., 2015).

Tüm bu yöntemler dışında diş hekimliği alanında özellikle ortodontistler tarafından el bilek radyografları incelenerek ve lateral sefalometrik radyograflar incelenerek yaş tahmini yapılabilmektedir (Román et al., 2002).

Ayrıca üç boyutlu görüntüleme yöntemlerinden manyetik rezonans görüntüleme yöntemi, bilgisayarlı tomografi, konik ışınlı bilgisayarlı tomografi ve mikro bilgisayarlı tomografi ile yaş tahmini çalışmaları bulunmaktadır. Bu üç boyutlu görüntüleme yöntemlerinde yaş tahmini genellikle pulpa - diş hacmi oranı hesaplanarak yapılmaktadır (Björk & Kvaal, 2018). Ayrıca

günümüzde teknolojinin gelişimiyle birlikte yapay zekâ modelleri de yaş tespiti konusunda kullanılmaya başlanıp tatmin edici sonuçlar alınmıştır (Eninanç & Büyükbayraktar, 2023; Kahm et al., 2023).

Sonuç

Yaş tahmini amacıyla kullanılan birçok yöntem bulunmaktadır. Ancak dişlerin dış etkilerden nispeten daha az etkilenmesi yaş tahmini için önemli bir avantaj sağlamaktadır. Diş hekimliğinde radyografik yöntemlere dayalı yaş tahmini adli bilimler başta olmak üzere ortodonti, pediatrik diş hekimliği ve antropoloji gibi birçok alanda kullanılan bir araçtır. Kullanılan çok sayıda yöntemin kendine has avantaj dezavantajları bulunmaktadır. Bazı yöntemler çocuk ve genç bireylerin yaş tespiti amacıyla kullanılmaktayken bazıları yetişkinlerde kullanılmaktadır. Özellikle kron, kök ve pulpa formasyonuna dayalı yaş tahmini metotları genç hastalarda kullanışlıyken pulpa ve diş hacmine yönelik yaklaşımlar yetişkinler için daha uygun yöntemlerdir. Son yıllarda teknolojik gelişmelere bağlı olarak klasik yöntemlerin yanı sıra üç boyutlu görüntüleme yöntemleriyle hacim hesaplarına dayalı yaş tahmini metotları geliştirilmiştir. Bunun yanı sıra yapay zekâ sistemleriyle bu radyograflara dayalı yaş tahmini metotları otomatikleşme ve standardizasyonunu yükseltme eğilimindedir.

Kaynakça

- Apaydin, B., & Yasar, F. (2018). Accuracy of the demirjian, willems and cameriere methods of estimating dental age on turkish children. *Nigerian Journal of Clinical Practice*, 21(3), 257-263.
- Arumugam, D. V. (2020). Different Dental aging charts or atlas methods used for age estimation—A review. *Asian Journal of Basic Science & Research*, 2(3), 64-74.

- Björk, M. B., & Kvaal, S. I. (2018). CT and MR imaging used in age estimation: a systematic review. *The Journal of Forensic Odonto-stomatology*, 36(1), 14.
- De Tobel, J., Hillewig, E., & Verstraete, K. (2017). Forensic age estimation based on magnetic resonance imaging of third molars: converting 2D staging into 3D staging. *Annals of Human Biology*, 44(2), 121-129.
- Demirjian, A., Goldstein, H., & Tanner, J. M. (1973). A new system of dental age assessment. *Human biology*, 211-227.
- Doyle, E., Márquez-Grant, N., Field, L., Holmes, T., Arthurs, O. J., van Rijn, R. R.,...Loomis, P. (2019). Guidelines for best practice: imaging for age estimation in the living. *Journal of forensic radiology and imaging*, 16, 38-49.
- Eninanç, İ., & Büyükbayraktar, Z. Ç. (2023). Assessment of correlation between hand-wrist maturation and cervical vertebral maturation: a fractal analysis study. *BMC Oral Health*, 23(1), 798.
- Franklin, D. (2010). Forensic age estimation in human skeletal remains: current concepts and future directions. *Legal Medicine*, 12(1), 1-7.
- Garvin, H. M., & Passalacqua, N. V. (2012). Current practices by forensic anthropologists in adult skeletal age estimation. *Journal of forensic sciences*, 57(2), 427-433.
- Gutiérrez, V. M. M., & Ortega-Pertuz, A. I. (2017). Comparison of Nolla, Demirjian and Moorrees methods for dental age calculation for forensic purposes. *Revista Odontológica Mexicana Órgano Oficial de la Facultad de Odontología UNAM*, 21(3), 155-164.
- Kahm, S. H., Kim, J.-Y., Yoo, S., Bae, S.-M., Kang, J.-E., & Lee, S. H. (2023). Application of entire dental panorama image data in artificial intelligence model for age estimation. *BMC Oral Health*, 23(1), 1007.
- Liversidge, H. M. (2015). Controversies in age estimation from developing teeth. *Annals of Human Biology*, 42(4), 397-406.
- Marroquin, T., Karkhanis, S., Kvaal, S., Vasudavan, S., Kruger, E., & Tennant, M. (2017). Age estimation in adults by dental

- imaging assessment systematic review. *Forensic science international*, 275, 203-211.
- Mohamed, E. G., Redondo, R. P. D., Koura, A., EL-Mofty, M. S., & Kayed, M. (2023). Dental age estimation using deep learning: A comparative survey. *Computation*, 11(2), 18.
- Panchbhai, A. (2011). Dental radiographic indicators, a key to age estimation. *Dentomaxillofacial Radiology*, 40(4), 199-212.
- Priyadarshini, C., Puranik, M. P., & Uma, S. R. (2015). *Dental Age Estimation Methods-A Review*. LAP Lambert Academic Publ.
- Román, P. S., Palma, J. C., Oteo, M. D., & Nevado, E. (2002). Skeletal maturation determined by cervical vertebrae development. *The European Journal of Orthodontics*, 24(3), 303-311.
- Stull, K. E., Wolfe, C. A., New, B. T., Corron, L. K., & Spradley, K. (2025). Growth and Development of the Cranial Complex and Its Implications for Sex Estimation. *Forensic Sciences*, 5(3), 43.
- Uysal, T., Ramoglu, S. I., Basciftci, F. A., & Sari, Z. (2006). Chronologic age and skeletal maturation of the cervical vertebrae and hand-wrist: is there a relationship? *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*, 130(5), 622-628.
- Willems, G. (2001). A review of the most commonly used dental age estimation techniques. *The Journal of Forensic Odonto-Stomatology-JFOS*, 19(1), 9: 17-19: 17.

