

ENDODONTİ ALANINDAKİ ARAŞTIRMALARDA GÜNCEL METODOLOJİK YAKLAŞIMLAR

EDİTÖR
DR. ÖĞR. ÜYESİ SÜMEYYE KOYUNCU

Endodonti Alanındaki Araştırmalarda Güncel Metodolojik Yaklaşımlar

Editör

Dr. Öğr. Üyesi Sümeyye Koyuncu

İmtiyaz Sahibi
Platanus Publishing®

Editör
Dr. Öğr. Üyesi Sümeyye Koyuncu

Kapak & Mizanpaj & Sosyal Medya
Platanus Yayın Grubu

Birinci Basım
Mart, 2026

Yayımcı Sertifika No
45813

ISBN
978-625-8513-58-5

©copyright
Bu kitabın yayım hakkı Platanus Publishing'e aittir. Kaynak gösterilmeden alıntı yapılamaz, izin alınmadan hiçbir yolla çoğaltılamaz.

Adres: Natoyolu Cad. Fahri Korutürk Mah. 157/B, 06480, Mamak,
Ankara, Türkiye.

Telefon: +90 312 390 1 118
web: www.platanuspublishing.com
e-mail: platanuskita@gmail.com



Platanus Publishing®

İÇİNDEKİLER

BÖLÜM 1.....	5
Endodontide Yapay Zekâ Destekli Radyografik Analiz Hilal Ekmen	
BÖLÜM 2.....	23
Sistemik Hastalıklar ve Endodontik Tedavi Sevda Dürüst Barış	
BÖLÜM 3.....	39
KİBT Rehberliğinde Dens İnvajinatusun Cerrahi Olmayan Yönetimi: Uzun Dönem Takipli Bir Vaka Takdimi Adem Özdemir	
BÖLÜM 4.....	51
Endodontide Güncel Giriş Kavitesi Tasarımları Oğuzhan Ünal & İlke Menteş	
BÖLÜM 5.....	65
Endodontik Tedavili Dişlerde Restorasyon Seçimi: Biyomekanik İlkeler ve Klinik Kanıtlar Melike Yavuz & İrem Ekici & Duygu Değirmencioğlu	



BÖLÜM 1

Endodontide Yapay Zekâ Destekli Radyografik Analiz

Hilal Ekmen¹

1. Giriş

John McCarthy tarafından ortaya atılan yapay zekâ (YZ) fikri, ilk olarak "akıllı makineler yapma bilimi ve mühendisliği" olarak tanımlanmıştır. 1955 yılında McCarthy ve arkadaşları, "öğrenmenin her yönü ya da zekânın herhangi bir özelliği hassas bir şekilde tanımlanabilir, bir makine bunu simüle edebilir" varsayımına dayalı 2 aylık, 10 kişilik bir çalışma önerdiler(McCarthy, Minsky, Rochester, & Shannon, 2006). Bu başlangıç noktasındaki proje hızlı bir şekilde ilerledi ve bugün yaşamın birçok alanını etkilemeye devam etmektedir. YZ günümüzde karmaşık sorunları çözmek için kullanılan oldukça güçlü bir araçtır.

Yapay zekanın bir alt kümesi olan makine öğrenimi(ML), verileri bulup analiz etmek, öğrenmek ve ardından bilinçli kararlar almak için açık programlama yerine algoritmalar kullanır(Choi, Coyner, Kalpathy-Cramer, Chiang, & Campbell, 2020). ML genellikle manuel kullanımı içerir ve radyolojik veri kümelerindeki kalıpların belirlenmesi yoluyla hasta verisi analizi ve tedavi planlaması gibi çeşitli alanlarda kullanım alanı bulmaktadır(Heo et al., 2021; Leite, Vasconcelos, Willems, & Jacobs, 2020; Pauwels, 2021). Makine öğreniminin bir alt kümesi olan derin öğrenme (DL) ise, veri kümelerinden öğrenmek ve tahminlerde bulunmak için çok tabakalı sinir ağları oluşturmayı kapsar(Choi et al., 2020). Bu yapay sinir ağları, insan beynine benzer şekilde katmanlar halinde birbiri ile bağlantılı ve organize olmuş halde binlerce ya da milyonlarca işlem düğümü içerebilir. Derin öğrenme, özellikle biyomedikal görüntüler gibi karmaşık görüntülerin analizi için son derece önemli noktaya gelmiştir. Yapay zekâ; radyoloji, kardiyovasküler cerrahi, nöroloji alanı dahil olmak üzere çok çeşitli tıp alanlarında ileri düzeyde gelişmelere sebep olmuştur(Zhu, Gilbert, Chetty, & Siddiqui, 2022). Derin öğrenme özellikle diş hekimliğinde yaygın olarak kullanılan 2 boyutlu ve 3 boyutlu radyografiler gibi karmaşık veri kümelerinin işlenmesinde etkili olmaktadır. Derin öğrenme, radyografide diş ve kemik yapılarının otomatik segmentasyonu da dahil olmak üzere gelişmiş görevleri yerine getirebilmektedir(Heo et al., 2021; Leite et al., 2020; Pauwels, 2021).

Diş hekimliğinde endodonti alanında yapay zekâ, pulpa ve periapikal hastalıkların teşhisini, tedavisini ve hastalık oluşumunun engellenmesini,

¹ Uzm. Dt., Batman Ağız ve Diş Sağlığı Hastanesi, Orcid: 0000-0003-1141-5984

iyileştirme potansiyeline sahiptir. Endodontide yapay zekâ esas olarak radyolojik teşhis üzerinde odaklanırken, klinik olarak endodontik tedavi ve sonuçların tahminine yönelik yapay zekâ tabanlı uygulamalar da geliştirilmektedir(Aminoshariae, Kulild, & Nagendrababu, 2021; Boreak, 2020; Karobari et al., 2023). Klinik uygulamalar olarak endodontik yapay zeka araştırmalarındaki gelişmeler arasında periapikal lezyonların (PL'ler), dikey kök kırıklarının, rezorpsiyonların ya da kök kanal anatomisinin teşhisi ile klinik tedavi sonuçlarının tahmin edilmesi yer almaktadır(Ekert et al., 2019; Setzer et al., 2020; Shah, 2018).

Endodontide, periapikal lezyon teşhisi alanında yapay zeka uygulamaları ile yapılan önemli çalışmalar, periapikal ve panoramik radyografiler gibi 2 boyutlu (2D) radyografilere dayanmaktadır. Konik ışınlı bilgisayarlı tomografi (CBCT) şeklinde 3 boyutlu (3D) radyografinin kullanıma girmesi, 2D radyografiye kıyasla periapikal lezyonların tespitine büyük oranda katkı sağlamıştır. Bununla birlikte, hekimler tarafından yapılan CBCT değerlendirmesinde gözlemciler arası ve gözlemci içi uyum düşüktür ve endodontik olarak tedavi edilmiş dişlerde periapikal lezyon tespiti için duyarlılık ve özgüllük düşüktür(Parker, Mol, Rivera, & Tawil, 2017). Bu nedenle, yapay zekâ tabanlı CBCT uygulamaları, gözlemci yanlılığını ortadan kaldırmak için oldukça önemlidir. 12 adet çalışmadan elde edilen bulgulara göre yapılan derin öğrenme algoritmalarının tanısal test doğruluğuna ilişkin sistematik bir inceleme ve meta-analiz, radyografik PL tespiti için duyarlılık aralığının 0,65 ila 0,96 arasında olduğunu bildirmiştir(Sadr et al., 2023), elde edilen bu oranlar da CBCT tercih eden klinisyenler tarafından lezyon tespit doğruluğuyla karşılaştırılabilir düzeydedir. Setzer ve arkadaşları(Setzer et al., 2020), CBCT'lerden 5 kategori (periapikal lezyon, dişin yapısı, kemik yapısı, restoratif materyaller ve arka plan) için otomatik PL tespiti ve eş zamanlı çok kısmı segmentasyon için derin öğrenme algoritmaları kullanmıştır.

2. Endodontide Yapay Zeka ve Dental Radyografik Analiz

Apikal periodontitis (AP), diş pulpasının travma veya çürük ile yaralanması sonucu mikroorgaizmaların kök kanalı yoluyla apikal bölgeye ulaşarak bölgede rezorbsiyon oluşturmaları durumudur. Kök kanal tedavisine karar vermede en önemli endikasyondur. AP'li hastaların çoğunluğu asemptomatik seyreder. Bunun dışında semptomatik olanlarda, ağrı, palpasyon, perküsyon veya şişlik AP'nin önemli klinik belirtileridir. Klinik muayene ile birlikte radyografik analiz periapikal bölgedeki durumun değerlendirilmesi için önemlidir çünkü tedavi ihtiyaçlarını belirlemeye ve tedavi sonuçlarını endodontik müdahalenin çeşitli teknik ve klinik faktörleriyle ilişkilendirmeye yardımcı olmaktadır(Ørstavik, Kerekes, & Eriksen, 1986). Kök kanal tedavisinin temel amacı, tedavi edilen dişin normal fonksiyonda olmasını sağlamak ve apikal periodontitisin önlenmesi ya da iyileştirilmesidir(L. M. Lin, Skribner, & Gaengler, 1992; Ng, Mann, &

Gulabivala, 2008). Endodontide bu sayılan hedeflere eksiksiz bir şekilde ulaşmayı sağlayan en önemli unsur radyolojik muayenedir. Periapikal radyografi apikal bölgedeki durumlar hakkında ayrıntılı bilgi aktarımı yapan 2 boyutlu değerlendirme yöntemidir(Nair, Sjögren, Figdor, & Sundqvist, 1999). Periapikal radyografide apikal periodontitis, radyolüsent alan olarak gösterilen mineral yoğunluğunda azalma şeklinde belli olmaktadır. Süngerimsi kemik içinde sınırlı lezyonlar tespit edilemezken, bukkal ve lingual kortikal tutulumu olan lezyonlar, belirgin radyolüsent alanlar oluşturur. Bir lezyonun radyografide tespit edilebilmesi için, kemikteki mineral kaybının yaklaşık %30-50'sine ulaşması gerekir(Nakata et al., 2006). Panoramik radyografi, X-ışını kaynağı ve görüntü alıcısının sabit hasta etrafında senkronize bir şekilde döndürülmesiyle görüntü elde eden, kavisli düzlem tomografik bir radyografi tekniğidir. Maksilla, mandibula ve maksiller sinüsteki anatomik bölgelerin ve patolojilerin teşhisinde oldukça büyük öneme sahip yine iki boyutlu bir görüntüleme tekniğidir(Demiralp et al., 2012). Konik ışınlı bilgisayarlı tomografi (CBCT) ise, maksillofasiyal iskeletin 3 boyutlu görüntülerini üretmek için özel olarak tasarlanmıştır. CBCT, endodontik ve endodontik olmayan patolojilerin teşhisinde, kök kanal morfolojisinin değerlendirilmesinde, kök ve alveol kırıklarının değerlendirilmesinde, dış ve iç kök rezorpsiyonunun teşhisinde ve kök ucu cerrahilerinde ameliyat öncesi planlamada, cerrahi sonrası ilgili bölgelerin değerlendirilmesinde endikedir(White, Atchison, Hewlett, & Flack, 1995).

Sağlık alanında YZ, derin öğrenme (DL) algoritmalarını kullanan YZ odaklı araçların geliştirilmesi yoluyla tıp ve diş hekimliğini geliştirmede çok önemli bir rol oynamıştır. Birçok alanda çeşitli görüntü işleme görevleri için yaygın olarak kullanılan bir DL modeli türü olan Evrişimsel Sinir Ağları (CNN'ler), özellikle sağlık alanında radyolojide etkili olduğunu kanıtlamıştır(Fontenele et al., 2023; Heo et al., 2021). Görsel veri işleme için özel yapay zeka modelleri olan evrişimsel sinir ağları görüntülerden şekiller ve dokular gibi önemli özellikleri otomatik olarak tanımlayan ve öğrenen katmanlar kullanırlar, bu da onları diş röntgeni analizi gibi görevler için uygun hale getirir(Mohammad-Rahimi et al., 2024)Evrişimsel sinir ağları (CNN'ler), insan beyninin sinirsel yapısını simüle ederek, çok katmanlı yapay sinir ağları oluşturup; tıbbi verilerin gelişmiş analizini ve yorumlanmasını sağlayabilmektedir. Derin öğrenme modelleri arasında, evrişimsel sinir ağları (CNN'ler) görsel veri işleme için tasarlanmış özel yapay zeka modelleridir. CNN'ler, şekiller, dokular ve desenler gibi görüntülerden önemli özellikleri otomatik olarak belirlemek ve öğrenmek için birlikte çalışan çeşitli katmanlardan oluşur(Mohammad-Rahimi et al., 2024; Ourang et al., 2024) Evrişimsel sinir ağlarında (CNN), evrişim katmanları giriş görüntüsüne filtreler uygulayarak detay seviyelerinde bazı özellikler çıkarır. Daha sonra havuzlama katmanları, elde edilen bulgunun boyutunu azaltırken temel bilgileri korur ve modeli daha verimli hale getirir. Son olarak, tam

bağlantılı katmanlar tüm bu özellikleri bir araya getirerek tahminler ya da sınıflandırmalar yapar. Bu mimari, diş hekimliği radyoloji analizinde üstün performans göstermesini sağlar. Etiketlenmiş görüntülerden oluşan büyük veri kümelerinden öğrenerek, CNN'ler diş yapılarını etkili bir şekilde tanıyabilir ve analiz edebilir. Bu yetenek, onları dijital diş hekimliğinde değerli bir araç haline getirir(Pauwels, 2021)Endodonti alanı dahil olmak üzere diş hekimliğinde genel olarak, yapay zeka destekli araçlar, hem iki boyutlu (2D) hem de üç boyutlu (3D) radyolojik yöntemleri kapsayan gelişmiş görüntü yorumlamasını kolaylaştırmıştır(Heo et al., 2021). Bununla birlikte, yapay zeka araçlarının entegrasyonu, kök kanalı boşlukları ve çene ile diş yapılarının 3 boyutlu sanal modellerinin elde edilmesini kolaylaştırarak dijital iş akışında önemli adımlar atmıştır(Mureşanu et al., 2023; Shujaat, Bornstein, Price, & Jacobs, 2021). Bu ileri evre teknoloji sayesinde, karmaşık klinik durumlarda endodontik erişimi yönlendirmek için özel tasarlanmış dijital kılavuzların oluşturulmasını da desteklemektedir. Böylece endodonti yapan hekimlere teşhis, tedavi planlama ve hastalarla daha net iletişim kurma konusunda yardımcı olarak diş hekimliği pratiğinde ileri düzeyde doğruluk, zaman kazanımı ve tutarlılık sağlamaktadır(Mureşanu et al., 2023; Shujaat et al., 2021). Son zamanlarda, özellikle tıbbi radyolojide yapay zekâ tabanlı araştırmalarda dikkat çekici bir artış vardır. Dijital iş akışlarına entegrasyonu ve düşük doz oluşturulmasıyla konik ışınli bilgisayarlı tomografi (CBCT), özellikle diş hekimliğinde teşhis, sınıflandırma ve segmentasyon gibi görevlerde sağlık hizmetlerine yönelik yapay zekâ teknolojilerinin geliştirilmesi için değerli bir veri kaynağı sağlamıştır. Bu eğilim, yapay zekâ araçlarının geliştirilmesi ve doğrulanmasına yönelik çalışmaların giderek arttığı dental radyoloji ve endodonti alanlarını belirgin bir şekilde kapsamaktadır(Ekert et al., 2019; Orhan, Bayrakdar, Ezhov, Kravtsov, & Özyürek, 2020). Endodontide radyografide yapay zekanın kullanılması; periapikal radyolüsent lezyonun teşhisini, dikey kök kırıklarının tespitini, kök kanal anatomisinin gözlenmesini, pulpa boşluğunun değerlendirilmesini, üst çene büyük azı dişlerinde ikinci meziobukkal kanal ile alt çene büyük azı dişlerinde C şekilli kanal anatomisinin tespitini, kalsifiye kök kanallarının teşhis edilmesini amaçlamaktadır(Ba-Hattab et al., 2023; Duman et al., 2024; Hiraiwa et al., 2019; Pauwels et al., 2021).

Kısaca özetlemek gerekirse yapay zeka algoritmaları, periapikal radyografileri, panoramik radyografiler ve CBCT görüntüleri gibi çeşitli görüntüleme türlerinde radyolüsent lezyonların teşhisinde başarıyla kullanılmıştır(Sadr et al., 2023). Apikal patolojinin tespiti için değişik yöntemler kullanılmıştır. Sınıflandırma görevleri apikal bölgede lezyonun varlığını ya da yokluğunu belirlemeye yardımcı olur(Ekert et al., 2019; Ver Berne, Saadi, Politis, & Jacobs, 2023). Apikal lezyonun çevresine sınırlayıcı bir kutu çizmeyi içeren nesne tespiti görevleri, modelin yalnızca lezyonu tanımlamakla kalmayıp aynı

zamanda lezyonun teşhis edildiği yeri de belirlediği bir diğer popüler yöntemdir(Chen, Li, Zhao, Zhao, & Wang, 2021; Çelik, Savaştaer, Kaya, & Çelik, 2023). Segmentasyon görevi ise lezyonu radyografilerdeki görüntünün geri kalan kısmından ayırır(Bayrakdar et al., 2022; Fatima et al., 2023). Kullanılan derin öğrenme modelleri arasında, evrimsel sinir ağları (CNN'ler) en çok tercih edilen algoritma olmuştur. Kullanılan yapay zeka tipi ya da eğitim yaklaşımından bağımsız olarak, bu yapay zeka modellerin klinik durumlarda kullanılmasındaki önemli bir sınırlama, genelleme yeteneklerinin olmamasıdır(Fontenele et al., 2023). Buradaki genelleme kavramı, modelin öğrenilen kalıpları eğitim setinin parçası olmayan daha önce görülmemiş verilere uygulama yeteneğini ifade etmektedir(Yang, Zhang, Gichoya, Katabi, & Ghassemi, 2024). Bir yapay zeka modeli genelleme konusunda zorluk çektiğinde, eğitilmiş olduğu verilerde başarılı olurken hasta özellikleri ve görüntü kalitesinin büyük ölçüde değişebildiği eğitildiği durumun dışına çıktığı klinik senaryolarda doğru sonuçlar vermekte başarısız olabilir. Örnek vermek gerekirse bir yapay zeka modeli periapikal röntgenlerde apikal bölgedeki patolojiyi teşhis etmek üzere eğitildiyse, farklı kemik rezorbsiyonlarını teşhis etmek için etkili bir şekilde genelleme yapamayabilir(Fontenele & Jacobs, 2025).

2.1. Endodontide İki Boyutlu Röntgenlerde Yapay Zeka

Endodontide 2 boyutlu görüntüleme yöntemlerini kullanan yapay zeka modelleri, teşhisin güvenilirliğini artırmada, iş akışı verimliliğini standardize etmede ve tedavi sonuçlarını iyileştirmede başarılı bir potansiyel göstermiştir. Yapay zekanın etkin olduğu önemli bir alan, periapikal ve panoramik radyografilerde apikal bölgedeki patolojinin belirlenmesidir. Radyolüsent alt ve üst çene lezyonlarının yaklaşık %75'ini oluşturan apikal patolojilerin, yaygınlığını ve klinik önemini vurgulamaktır(Becconsall-Ryan, Tong, & Love, 2010). Yapay zekâ modelleri, apikal patolojiyi gösteren kemik dansitesi ve morfolojisindeki ince farkları ayırt etmek üzere eğitilebilir; bu da erken teşhisi kolaylaştırıp, tedavi planlamasına yardımcı olur(Fontenele & Jacobs, 2025). Apikal patolojinin değerlendirilmesinde genellikle periapikal radyografiler tercih edilir(Patel, Brown, Semper, Abella, & Mannocci, 2019). Yapılan bir çalışmaya göre yirmi dört ağız, diş ve çene cerrahisi ile karşılaştırıldığında, yapay zeka algoritması ortalama %59 doğruluk payına sahip olup; 14 uzmandan daha iyi performans gösterdi. Periapikal radyografilere kıyasla, panoramik değerlendirme daha düşük başarı gösterdi. Panoramik radyografilerin periapikal radyografilere göre bu düşük performansı, anatomik olarak süperpozisyonların yüksek olması, görüntü kalitesinin daha düşük olması ve görüntü kalitesinin hasta pozisyonu ve çene hizalamasındaki küçük farklılıklara duyarlılığı gibi panoramik radyografilerin dezavantajlarına bağlanabilir(Jacobs, Fontenele, Lahoud, Shujaat, & Bornstein, 2024). Yapay zekâ modelleri, periapikal patolojileri

sınıflandırılabilmesinin yanı sıra radyolüsent olanları da belirleyerek radiküler kistler ve periapikal granülomlar gibi tipler arasında ayırım yapabilir. Bu yetenek, konulan teşhisin güvenilirliğini artırır ve uygun tedavi planlamasının belirlenmesine yardımcı olur(Ver Berne et al., 2023). Hem periapikal hem panoramik röntgenlerde dikey kök kırıklarını tespit eden yapay zeka algoritmaları da bulunmaktadır(Fukuda et al., 2020; Johari, Esmaili, Andalib, Garjani, & Saberhari, 2017; Kositbowornchai, Plermkamon, & Tangkosol, 2013). İki adet çalışmada, dikey kök kırığı teşhisi için evrimsel sinir ağları değerlendirilmiş ve %70 ile %96 arasında doğruluk oranları elde edilmiştir(Johari et al., 2017; Kositbowornchai et al., 2013). Endodontide yapay zeka modellerinden faydalanabilecek bir diğer alanda kök ve kök kanal anatomisinin değerlendirilmesidir. Bu bilgi, uygun endodontik aletlerin tercihi ve cerrahi olmayan kök kanal tedavisinin başarısını etkilediği için oldukça önemlidir(Martins, Marques, Mata, & Caramês, 2017). Yapılan bir çalışmaya göre; panoramik radyografiler (760 diş – 400 hasta) kullanılarak, CBCT altın standart kabul edilerek, alt çene birinci büyük azı dişlerinin distal köklerinin kök anatomisinin tek veya çoklu kök olarak sınıflandırılmasında iki CNN modelinin performansı araştırılmıştır. Her iki model içinde yüksek performans bildirilmiş olup radyologlardan daha başarılı bulunmuştur(Hiraiwa et al., 2019).

2.2. Endodontide Üç Boyutlu Röntgenlerde Yapay Zeka

Yapay zeka algoritmaları yalnızca periapikal patolojiyi tespit etmekle kalmaz, aynı zamanda periapikal radyografilerde veya CBCT'de görülebilen radyolüsent/hipodens patolojileri temsil eden pikselleri/vokselleri belirleyerek segmentasyon da gerçekleştirir. Yapılan bir çalışmaya göre diş ve kemik yapılarını teşhis edip ayırt edebilmek için bir derin öğrenme modeli geliştirilmiş, ve bu model %93 doğruluk oranıyla önemli bir seviyeye yükselmiştir(Setzer et al., 2020). Benzer bir çalışmada, CBCT de dişleri tespit etme, numaralandırma ve apikal patolojiyi belirleme ve hacmini tespit etme amacıyla CNN tabanlı bir modelin tanınabilir performansını test edilmiştir. Sonuçlar, CNN tabanlı modelin tüm görevlerde yüksek performans gösterdiğini, periapikal lezyonlar için %93'lük doğruluk oranına ve insan değerlendirmesine yaklaşan bir lezyon hacmi değerlendirmesi elde ettiğini göstermiştir(Orhan et al., 2020). Buna karşılık yapılan bir başka çalışmaya göre; tıkanmamış ikinci meziobukkal kök kanalının belirlenmesi sırasında segmentasyonda düşük başarı gözlemlenmiştir(Albitar, Zhao, Huang, & Mahdian, 2022). Bu çalışmaların genelindeki önemli sınırlama örneklem boyutunun genel itibarıyla küçük olması ve CBCT taramalarındaki çeşitliliğin az olmasıdır(Duan, Chen, Zhang, Lin, & Yang, 2021; X. Lin et al., 2021).

3. Endodontide Yapay Zeka Uygulamalarının Avantaj ve Sınırlılıkları

2D ve 3D dental radyografilerde öncelikle teşhis, sınıflandırma ya da segmentasyon için yapay zeka modellerinin eğitimi, hekimlerin dişler, pulpa anatomisi, kök kanalları ya da apikal patolojiler gibi yapıları işaretlemek için görüntüleri etiketlediği sistemli öğrenmeye dayanmaktadır(Pauwels, 2021). CNN'ler, görüntülerdeki özellikleri algılayan ve öğrenen çoklu katmanlar aracılığıyla elde edilen görsel verileri işlemek ve analiz etmek için özel olarak tasarlanmıştır. Yapay zeka modellerinde sistemli öğrenme çok önemlidir(Leite et al., 2020; Pauwels, 2021). Radyologlar ve endodontistler tarafından verilen sistemli eğitim kavramlarının modellere entegre edilmesi, klinisyenlerin yapay zeka verileri üzerinde denetimli olmalarını sağlayarak, hastaya özgü tanı ve tedavi planlaması için klinik olarak güvenilir, verimli ve doğru algoritmaların geliştirilmesini garanti eder(Shan, Tay, & Gu, 2021). Doğruluk, hassasiyet gibi geleneksel ölçütler, bir yapay zeka modelinin performansının genel durumunu sağlar, ancak klinik ortamdaki etkisini tam olarak temsil etmezler. Bunun yerine, odak noktası, tanısal doğruluk, duyarlılık, özgüllük ve hasta sonuçları gibi klinik olarak anlamlı ölçütleri de içeren, yapay zeka modellerinin hasta bakımını etkileme yeteneklerine göre değerlendirilmesine kaydırılmalıdır. Bu yaklaşım, yapay zeka teknolojilerinin yalnızca teknik olarak yetenekli olmakla kalmayıp, aynı zamanda klinik karar verme ve hasta bakımını da iyileştirmesini sağlayacaktır. Endodontik radyografilerde yapay zeka algoritmaları geliştirilirken, çalışmaların eğitim için in vitro ya da ex vivo veri kümelerine dayanması durumunda kritik bir sınırlama ortaya çıkar(Pauwels et al., 2021). Laboratuvar ortamlarından veya örneklerden elde edilen bu bulgular, klinik durumlarda gerçekleşen karmaşıklık ve değişkenliği tam anlamıyla yansıtamaz. Doku yoğunluğundaki farklılıklar ve gerçek hasta senaryolarında bulunan bir takım zorluklardan yoksun, ideal ve kontrollü ortamlar sağlar. Sonuç olarak, bu bulgular üzerinde eğitilen yapay zeka modelleri laboratuvar koşullarında iyi performans gösterebilir, ancak görüntü kalitesinin ve tanı koşullarının daha az tahmin edilebilir olduğu klinik ortamlara uygulandığında zorlanabilir. Bu tutarsızlık, endodontide yapay zeka destekli algoritmaların klinik güvenilirliğini zayıflatır ve bazı durumlarda yanlış teşhislere ve yetersiz tedavi planlanmasına sebep olabilir. Bu nedenle, yapay zeka algoritmalarının klinik uygulamada gerçekten güvenilir ve faydalı olabilmesi için, klinik ortamı doğru bir şekilde temsil eden veri setleri üzerinde eğitilmeleri gerekmektedir(Ourang et al., 2024). Verilerin ilk işlenmesinde, CBCT ya da periapikal radyografilerde apikal patolojilerin teşhisi gibi farklı klinik durumlarda yüksek başarı sağlamak için görüntülerin normalleştirilmesi ve iyileştirilmesi gerekmektedir(Albahra et al., 2023). Yapay zekâ modellerini eğitmek için görüntüleri etiketlemeyle ilgili zorluklarla birlikte, sonuçların klinik durumlara uygulanabilme yeteneği de bir diğer önemli sınırlamayı temsil etmektedir(Yang et al., 2024).

Hastaların demografik verilerine göre, anatomik yapılarıdaki veya patolojik durumlardaki farklılıklar, yapay zeka modellerinin başarısını büyük ölçüde etkileyebilmektedir(Alfadley et al., 2024; Fontenele et al., 2022). Farklı diş gruplarında diş anatomisi farklılıkları da, endodontide önemli bir sınırlama daha oluşturmaktadır(Ahmed et al., 2021). Bunların dışında; hasta verilerinin gizli tutulmasına ilişkin etik durumlar, yapay zeka uygulamalarında önemli zorluklar ortaya koymaktadır. Genel Veri Koruma Yönetmeliği (GDPR) ya da Sağlık Sigortası Taşınabilirliği ve Hesap Verebilirlik Yasası (HIPAA) gibi düzenlemelere uyumun sağlanması, yapay zeka eğitimi için hasta verilerinin toplanması, saklanması ve kullanılması esnasında oldukça önemlidir(Drabiak, Kyzer, Nemov, & El Naqa, 2023; Mörch et al., 2021).

Bu limitasyonlara rağmen, yapay zekânın endodontide görüntü tabanlı tanı ve tedavi planlamasını iyileştirmede umut vadeden bir rolü vardır. Bununla birlikte, yapay zekâ modelleri tarafından otomatik olarak üretilen sonuçların, yanlış korelasyonlarla ilişkili potansiyel riskler nedeniyle uzmanlar tarafından dikkatlice incelenmesi gerekir. Bu durum, genellikle büyük veri kümeleri üzerinde eğitilen yapay zekâ modellerinin, tipik olarak eğitim verilerindeki hatalar, önyargılar ya da dengesizlikler nedeniyle gerçek klinik önemi olmayan kalıpları tespit etmesiyle ortaya çıkar(Kristiansen, Kristensen, Uffelman, & Brandslund, 2022). Bu tür durumlar yanlış değerlendirmelere sebep olarak teşhiste hataya ya da doğru olmayan tedavi sonuçlarına sebep olabilir. Örneğin, bir yapay zeka algoritması, belirli radyografik özellikleri endodontik durumlarla yanlış bir şekilde eşleştirerek hastalık şiddetinin olduğundan daha yüksek gösterilmesine ya da gereksiz tedavilerin önerilmesine yol açabilir. Bu hatalı durumları minimum seviyeye indirmek için, yapay zeka algoritmaları, titiz bir doğrulama gerektirir. Bununla birlikte, yapay zeka tanılmal yetenekleri geliştirme potansiyeline sahip olsa da, klinisyenler verilen kararların yapay zeka tarafından üretilen sonuçlarını eleştirel bir şekilde mutlaka değerlendirmelidir(Fontenele & Jacobs, 2025).

4. Yapay Zeka Uygulamalarında Etik Endişeler

Endodontide yapay zekâ algoritmalarının benimsenmesi, teknoloji ilerledikçe çok hassas davranılması gereken önemli etik soruları gündeme getiriyor. En büyük kaygılardan bir; teşhis, tedavi planlaması ve klinik basamakları desteklemek için yapay zekâ modelleri kullanılırken hasta güvenliğinin nasıl sağlanacağı ve oluşabilecek hasarın nasıl en düşük seviyeye getirilebileceğidir. Yapay zekâ, endodontik sonuçları iyileştirme yönünden oldukça başarılı olsa da, yanlış teknikle doğrulanması ya da eğitim verilerinin sınırları dışında uygulanması durumunda riskler de taşır. Bu durumda, diş hekimliği için çeşitlilik, şeffaflık, sağlık, gizliliğin korunması, dayanışma, eşitlik, hukuk, sürdürülebilir

kalkınma, hesap verebilirlik ve sorumluluk, özerkliğe saygı ve karar verme gibi etik hususlar belirlenmiştir(Rokhshad et al., 2023).

Yapay zekâ algoritmaları, öğrenmek ve doğru tahminler sunmak için önemli miktarda veriye ihtiyaç duyar. Endodonti alanında bu veriler, hasta radyografik görüntülerini, klinik muayene ve anamnezi, kişinin kendisine özel kayıtları içerir. Etik boyut, veri toplama, depolama ve kullanım yöntemleri etrafında döner. Yapay zekâ modeli eğitmek için veri toplayan tüm çalışmalar, Kurumsal Etik Kurul (IRB) onayından geçmelidir; bu durum da etik veri toplama ve kullanımına verilen önemi göstermektedir(Larson, Magnus, Lungren, Shah, & Langlotz, 2020).

Endodontide yapay zekanın karar verme süreci, özellikle yapay zeka kaynaklı hatalar söz konusu olduğunda, hesap verebilirlik ve sorumlulukla ilgili kritik soruları gündeme getirmektedir. Bu belirsizlik, sorumluluğun hekimde mi, yapay zeka geliştiricisinde mi yoksa başka bir tarafta mı olduğu sorusunu içermektedir. Şu anda, düzenleyici paradigmlar, yapay zeka destekli sağlık hizmetlerinde sorumlulukla ilgili kapsamlı yönergelerden yoksun olup, yapay zekanın özerk bir varlık olmaktan ziyade yalnızca yardımcı bir araç olarak hizmet etmesi nedeniyle kesin sorumluluğu hekime bırakmaktadır(Rokhshad et al., 2023).

Yapay zeka modellerinin klinikte kullanılmadan önce hassas ve dikkatli bir şekilde test edilmesi ve doğrulanması şarttır(Food & Administration, 2019). Bu durum, çeşitli hasta gruplarında teşhisin doğru değerlendirilmesini ve teknolojik yeteneklerin ve sınırlamaların incelenmesini içermektedir. Yapay zekâ ve insan performansını karşılaştırmak için yeni ve güvenli randomize klinik çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır. Ek olarak, Avrupa Birliği'nin önerdiği Yapay Zekâ Yasası, şeffaflık, hesap verebilirlik ve güvenlik ilkelerini öne çıkararak yapay zekâ modelleri için uygun bir çerçeve oluşturmayı amaç edinmektedir(Union, 2021). Son olarak, yapay zeka modelleri ve verileri etik ilkelere uygun bir şekilde yönetilmelidir. Hasta mahremiyeti ile diş ve sağlık kayıtlarının gizliliği en önemli kuraldır. Bilinçli etik gözetim ve rehberlik ile yapay zeka teknolojileri, iyi sonuçlar verme, zarar vermeme, özerklik ve adalet ilkelerini destekleyecek şekilde endodontide kullanılabilir.

5. Gelecek Perspektifleri

Son zamanlarda, yapay zeka tabanlı bulut platformu (Relu, Leuven, Belçika; <https://creator.relu.eu/>) özellikle pulpa anatomisi sistemi segmentasyonu için hazırlanmış bir yapay zeka modelinin beta versiyonunu piyasaya sürmüştür. Bu yeni sürümde, çeşitli dentomaksillofasiyal yapıların segmentasyonu doğrulama çalışmaları devam etmektedir. İlk yapılan denemeler umut verici sonuçlar göstermekte olup, tek köklü, iki köklü premolar ve molar dişler gibi farklı diş gruplarında bu görevi gerçekleştirmek birkaç saniye sürerek etkileyici bir zaman

verimliliğiyle oldukça yüksek kaliteli otomatik segmentasyon sergilemektedir. Özellikle endodonti alanında başarılı sonuçlar gösteren bu platform; kalsifiye kök kanallarının hızlı ve hassas şekilde bulunabilmesini sağlayarak kök perforasyonu riskini azaltabilir ve dentinin yapısını koruyabilir(Chaves et al., 2023). Bu tip teknolojik ilerlemeler, endodontik teşhiste ve tedavi planlamasında güvenilirliği artırır. Dahası, platformun özellikle kök kanal erişim tekniklerinin öğrenilmesinde, lisans ve yüksek lisans öğrencileri için klinik öncesi eğitimde önemli bir eğitim avantajı sunmaktadır. Klinisyenler ayrıca, hasta iletişimini geliştirmek ve böylece tedavi kabul oranlarını artırmak için dişin kök anatomisinin 3 boyutlu modellerini kullanabilirler(Fontenele & Jacobs, 2025).

3D modelleme için yapay zeka tabanlı modeller geliştirmeye yönelik olan bir diğer yaklaşım, özellikle GAN'lar ve transformatör tabanlı ağlar olmak üzere, üretken yapay zekanın kullanılmasıdır. GAN'lar, iki sinir ağının etkileşimi yoluyla gerçekçi sentetik veriler üreterek yapay veri oluşturan bir üretici olup; bu üretilen verinin gerçekliğini değerlendiren bir ayrıştırıcıdır. Transformatör tabanlı ağlar, veriler içindeki karmaşık ilişkileri tespit edip çeşitli sentetik radyografik görüntüler üreterek bu süreci daha da geliştirebilir. Bu kombine yaklaşım, endodontide görüntü tabanlı teşhis için kullanılabilir. Bu strateji, hastaları iyonlaştırıcı radyasyona aşırı maruz bırakmayla ilgili etik endişelerden kaçınırken, düşük çözünürlüklü veri setlerinin görüntü kalitesini de iyileştirir(Moran, Faria, Giraldi, Bastos, & Conci, 2021).

Endodonti alanının, görüntüleme kısmında ortaya çıkan radyomik yaklaşımından önemli ölçüde fayda sağlayacağı görülmektedir. Radyomik, özellikle 3 boyutlu görüntünün her bir vokselinde bilgi tespit eden CBCT taramalarından elde edilen 2 boyutlu ve 3 boyutlu görüntüleme bulgularından ayrıntılı nicel özelliklerin çıkarılıp analiz edildiği çok önemli bir metoddur. Bu özellikler, pulpa boşluğu ve çevresindeki dokulardaki; şekil ve yoğunluk desenlerini dahil ederek, geleneksel görsel muayenenin ortaya koyabileceğinin çok daha ötesinde oldukça ayrıntılı bilgiler sağlar(Leite et al., 2020). Radyomik, radyografik görüntüden elde edilen biyo belirteçleri tedavi sonuçlarıyla karşılaştırarak tahmine dayalı analitiği destekler, tedavinin gidişatını iyileştirir ve kişiye özel tedavi planlarına imkan tanır(Santos et al., 2023).

6. Sonuç

Yapay zekâ, çok detaylı değerlendirme imkanı sağlayarak, teşhisin doğruluğunu arttırarak ve tedavi planlamasını optimize ederek endodonti uzmanlarının yapabileceklerine büyük katkı sağlar. Endodontide yapay zekâ modelleri dikey kök kırıklarının tespitinde, kök kanal sistemlerinin karmaşık olduğu durumlarda, apikal patolojilerin titiz bir şekilde değerlendirilmesinde başarı gösterir. Buna ilave olarak, yapay zekâ, 3 boyutlu modelleme analizine dayalı kişiye özel planlanmış endodontik tedavi imkanı sunarak, her hastanın

birbirinden çok farklı olan diş anatomisine uygun tedavi yaklaşımları sağlar. Yapay zekânın endodontik uygulamaya eksiksiz bir şekilde entegre edilmesi, mevcut limitasyonların değerlendirilmesini, etik standartların sağlanmasını ve yapay zekâ geliştiricileri ile diş hekimleri arasında iş birliğinin sağlanmasını gerektirir.

Referanslar

- Ahmed, H., Ibrahim, N., Mohamad, N., Nambiar, P., Muhammad, R., Yusoff, M., & Dummer, P. (2021). Application of a new system for classifying root and canal anatomy in studies involving micro-computed tomography and cone beam computed tomography: explanation and elaboration. *International endodontic journal*, 54(7), 1056-1082.
- Albahra, S., Gorbett, T., Robertson, S., D'Aleo, G., Kumar, S. V. S., Ockunzzi, S., Rashidi, H. H. (2023). *Artificial intelligence and machine learning overview in pathology & laboratory medicine: A general review of data preprocessing and basic supervised concepts*. Paper presented at the Seminars in Diagnostic Pathology.
- Albitar, L., Zhao, T., Huang, C., & Mahdian, M. (2022). Artificial intelligence (AI) for detection and localization of unobturated second mesial buccal (MB2) canals in cone-beam computed tomography (CBCT). *Diagnostics*, 12(12), 3214.
- Alfadley, A., Shujaat, S., Jamleh, A., Riaz, M., Aboalela, A. A., Ma, H., & Orhan, K. (2024). Progress of artificial intelligence-driven solutions for automated segmentation of dental pulp space on cone-beam computed tomography images. A systematic review. *Journal of endodontics*, 50(9), 1221-1232.
- Aminoshariae, A., Kulild, J., & Nagendrababu, V. (2021). Artificial intelligence in endodontics: current applications and future directions. *Journal of endodontics*, 47(9), 1352-1357.
- Ba-Hattab, R., Helvacioğlu-Yigit, D., Anweigi, L., Alhadeethi, T., Raja, M., Atique, S., Orhan, K. (2023). Impact of virtual reality simulation in endodontics on the learning experiences of undergraduate dental students. *Applied Sciences*, 13(2), 981.
- Bayrakdar, I. S., Orhan, K., Çelik, Ö., Bilgir, E., Sağlam, H., Kaplan, F. A., Różyło-Kalinowska, I. (2022). AU-net approach to apical lesion segmentation on panoramic radiographs. *BioMed Research International*, 2022(1), 7035367.
- Becconsall-Ryan, K., Tong, D., & Love, R. (2010). Radiolucent inflammatory jaw lesions: a twenty-year analysis. *International endodontic journal*, 43(10), 859-865.
- Boreak, N. M. (2020). Effectiveness of artificial intelligence applications designed for endodontic diagnosis, decision-making, and prediction of prognosis: a systematic review. *The journal of contemporary dental practice*, 21, 926-934.

- Chaves, G. S., Silva, J. A., Capeletti, L. R., Silva, E. J., Estrela, C., & Decurcio, D. A. (2023). Guided access cavity preparation using a new simplified digital workflow. *Journal of endodontics*, 49(1), 89-95.
- Chen, H., Li, H., Zhao, Y., Zhao, J., & Wang, Y. (2021). Dental disease detection on periapical radiographs based on deep convolutional neural networks. *International Journal of Computer Assisted Radiology and Surgery*, 16(4), 649-661.
- Choi, R. Y., Coyner, A. S., Kalpathy-Cramer, J., Chiang, M. F., & Campbell, J. P. (2020). Introduction to machine learning, neural networks, and deep learning. *Translational vision science & technology*, 9(2), 14-14.
- Çelik, B., Savaştaer, E. F., Kaya, H. I., & Çelik, M. E. (2023). The role of deep learning for periapical lesion detection on panoramic radiographs. *Dentomaxillofacial Radiology*, 52(8), 20230118.
- Demiralp, K. Ö., Kamburoğlu, K., Güngör, K., Yüksel, S., Demiralp, G., & Üçok, Ö. (2012). Assessment of endodontically treated teeth by using different radiographic methods: an ex vivo comparison between CBCT and other radiographic techniques. *Imaging science in dentistry*, 42(3), 129.
- Drabiak, K., Kyzer, S., Nemov, V., & El Naqa, I. (2023). AI and machine learning ethics, law, diversity, and global impact. *The British journal of radiology*, 96(1150), 20220934.
- Duan, W., Chen, Y., Zhang, Q., Lin, X., & Yang, X. (2021). Refined tooth and pulp segmentation using U-Net in CBCT image. *Dentomaxillofacial Radiology*, 50(6), 20200251.
- Duman, Ş. B., Çelik Özen, D., Bayrakdar, I. Ş., Baydar, O., Alhaija, E. S. A., Helvacioğlu Yiğit, D., . . . Orhan, K. (2024). Second mesiobuccal canal segmentation with YOLOv5 architecture using cone beam computed tomography images. *Odontology*, 112(2), 552-561.
- Ekert, T., Krois, J., Meinhold, L., Elhennawy, K., Emara, R., Golla, T., & Schwendicke, F. (2019). Deep learning for the radiographic detection of apical lesions. *Journal of endodontics*, 45(7), 917-922. e915.
- Fatima, A., Shafi, I., Afzal, H., Mahmood, K., Díez, I. d. l. T., Lipari, V., . Ashraf, I. (2023). *Deep learning-based multiclass instance segmentation for dental lesion detection*. Paper presented at the Healthcare.
- Fontenele, R. C., do Nascimento Gerhardt, M., Pinto, J. C., Van Gerven, A., Willems, H., Jacobs, R., & Freitas, D. Q. (2022). Influence of dental fillings and tooth type on the performance of a novel artificial intelligence-driven tool for automatic tooth segmentation on CBCT images—A validation study. *Journal of dentistry*, 119, 104069.

- Fontenele, R. C., Gerhardt, M. d. N., Picoli, F. F., Van Gerven, A., Nomidis, S., Willems, H., . Jacobs, R. (2023). Convolutional neural network-based automated maxillary alveolar bone segmentation on cone-beam computed tomography images. *Clinical oral implants research*, 34(6), 565-574.
- Fontenele, R. C., & Jacobs, R. (2025). Unveiling the power of artificial intelligence for image-based diagnosis and treatment in endodontics: An ally or adversary? *International endodontic journal*, 58(2), 155-170.
- Food, & Administration, D. (2019). Proposed regulatory framework for modifications to artificial intelligence/machine learning (AI/ML)-based software as a medical device (SaMD).
- Fukuda, M., Inamoto, K., Shibata, N., Arijji, Y., Yanashita, Y., Kutsuna, S., .Arijji, E. (2020). Evaluation of an artificial intelligence system for detecting vertical root fracture on panoramic radiography. *Oral radiology*, 36(4), 337-343.
- 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.
- Hiraiwa, T., Arijji, Y., Fukuda, M., Kise, Y., Nakata, K., Katsumata, A., . Arijji, E. (2019). A deep-learning artificial intelligence system for assessment of root morphology of the mandibular first molar on panoramic radiography. *Dentomaxillofacial Radiology*, 48(3), 20180218.
- Jacobs, R., Fontenele, R. C., Lahoud, P., Shujaat, S., & Bornstein, M. M. (2024). Radiographic diagnosis of periodontal diseases—Current evidence versus innovations. *Periodontology 2000*, 95(1), 51-69.
- Johari, M., Esmacili, F., Andalib, A., Garjani, S., & Saberkari, H. (2017). Detection of vertical root fractures in intact and endodontically treated premolar teeth by designing a probabilistic neural network: an ex vivo study. *Dentomaxillofacial Radiology*, 46(2), 20160107.
- Karobari, M. I., Adil, A. H., Basheer, S. N., Murugesan, S., Savadamoorthi, K. S., Mustafa, M., . . Almokhatieb, A. A. (2023). Evaluation of the diagnostic and prognostic accuracy of artificial intelligence in endodontic dentistry: a comprehensive review of literature. *Computational and Mathematical Methods in Medicine*, 2023(1), 7049360.
- Kositbowornchai, S., Plermkamon, S., & Tangkosol, T. (2013). Performance of an artificial neural network for vertical root fracture detection: an ex vivo study. *Dental Traumatology*, 29(2), 151-155.
- Kristiansen, T. B., Kristensen, K., Uffelmann, J., & Brandslund, I. (2022). Erroneous data: the Achilles' heel of AI and personalized medicine. *Frontiers in Digital Health*, 4, 862095.

- Larson, D. B., Magnus, D. C., Lungren, M. P., Shah, N. H., & Langlotz, C. P. (2020). Ethics of using and sharing clinical imaging data for artificial intelligence: a proposed framework. *Radiology*, 295(3), 675-682.
- Leite, A. F., Vasconcelos, K. d. F., Willems, H., & Jacobs, R. (2020). Radiomics and machine learning in oral healthcare. *PROTEOMICS–Clinical Applications*, 14(3), 1900040.
- Lin, L. M., Skribner, J. E., & Gaengler, P. (1992). Factors associated with endodontic treatment failures. *Journal of endodontics*, 18(12), 625-627.
- Lin, X., Fu, Y., Ren, G., Yang, X., Duan, W., Chen, Y., & Zhang, Q. (2021). Micro-computed tomography-guided artificial intelligence for pulp cavity and tooth segmentation on cone-beam computed tomography. *Journal of endodontics*, 47(12), 1933-1941.
- Martins, J. N., Marques, D., Mata, A., & Caramês, J. (2017). Root and root canal morphology of the permanent dentition in a Caucasian population: a cone-beam computed tomography study. *International endodontic journal*, 50(11), 1013-1026.
- McCarthy, J., Minsky, M. L., Rochester, N., & Shannon, C. E. (2006). A proposal for the dartmouth summer research project on artificial intelligence, august 31, 1955. *AI magazine*, 27(4), 12-12.
- Mohammad-Rahimi, H., Sohrabniya, F., Ourang, S. A., Dianat, O., Aminoshariae, A., Nagendrababu, V., . Nosrat, A. (2024). Artificial intelligence in endodontics: Data preparation, clinical applications, ethical considerations, limitations, and future directions. *International endodontic journal*, 57(11), 1566-1595.
- Moran, M. B., Faria, M. D., Giralaldi, G. A., Bastos, L. F., & Conci, A. (2021). Using super-resolution generative adversarial network models and transfer learning to obtain high resolution digital periapical radiographs. *Computers in biology and medicine*, 129, 104139.
- Mörch, C., Atsu, S., Cai, W., Li, X., Madathil, S., Liu, X., .Ducret, M. (2021). Artificial intelligence and ethics in dentistry: a scoping review. *Journal of dental research*, 100(13), 1452-1460.
- Mureșanu, S., Almășan, O., Hedeșiu, M., Dioșan, L., Dinu, C., & Jacobs, R. (2023). Artificial intelligence models for clinical usage in dentistry with a focus on dentomaxillofacial CBCT: a systematic review. *Oral radiology*, 39(1), 18-40.
- Nair, P. R., Sjögren, U., Figdor, D., & Sundqvist, G. (1999). Persistent periapical radiolucencies of root-filled human teeth, failed endodontic treatments, and periapical scars. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 87(5), 617-627.

- Nakata, K., Naitoh, M., Izumi, M., Inamoto, K., Ariji, E., & Nakamura, H. (2006). Effectiveness of dental computed tomography in diagnostic imaging of periradicular lesion of each root of a multirooted tooth: a case report. *Journal of endodontics*, 32(6), 583-587.
- Ng, Y. L., Mann, V., & Gulabivala, K. (2008). Outcome of secondary root canal treatment: a systematic review of the literature. *International endodontic journal*, 41(12), 1026-1046.
- Orhan, K., Bayrakdar, I., Ezhov, M., Kravtsov, A., & Özyürek, T. (2020). Evaluation of artificial intelligence for detecting periapical pathosis on cone-beam computed tomography scans. *International endodontic journal*, 53(5), 680-689.
- Ørstavik, D., Kerekes, K., & Eriksen, H. M. (1986). The periapical index: a scoring system for radiographic assessment of apical periodontitis. *Dental Traumatology*, 2(1), 20-34.
- Ourang, S. A., Sohrabniya, F., Mohammad-Rahimi, H., Dianat, O., Aminoshariae, A., Nagendrababu, V., . Nosrat, A. (2024). Artificial intelligence in endodontics: Fundamental principles, workflow, and tasks. *International endodontic journal*, 57(11), 1546-1565.
- Parker, J. M., Mol, A., Rivera, E. M., & Tawil, P. Z. (2017). Cone-beam computed tomography uses in clinical endodontics: observer variability in detecting periapical lesions. *Journal of endodontics*, 43(2), 184-187.
- Patel, S., Brown, J., Semper, M., Abella, F., & Mannocci, F. (2019). European Society of Endodontology position statement: Use of cone beam computed tomography in Endodontics: European Society of Endodontology (ESE) developed by. *International endodontic journal*, 52(12), 1675-1678.
- Pauwels, R. (2021). A brief introduction to concepts and applications of artificial intelligence in dental imaging. *Oral radiology*, 37(1), 153-160.
- Pauwels, R., Brasil, D. M., Yamasaki, M. C., Jacobs, R., Bosmans, H., Freitas, D. Q., & Haiter-Neto, F. (2021). Artificial intelligence for detection of periapical lesions on intraoral radiographs: Comparison between convolutional neural networks and human observers. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology and Oral Radiology*, 131(5), 610-616.
- Rokhshad, R., Ducret, M., Chaurasia, A., Karteva, T., Radenkovic, M., Roganovic, J., . . . Lahoud, P. (2023). Ethical considerations on artificial intelligence in dentistry: a framework and checklist. *Journal of dentistry*, 135, 104593.
- Sadr, S., Mohammad-Rahimi, H., Motamedian, S. R., Zahedrozegar, S., Motie, P., Vinayahalingam, S., . Nosrat, A. (2023). Deep learning for detection of

- periapical radiolucent lesions: a systematic review and meta-analysis of diagnostic test accuracy. *Journal of endodontics*, 49(3), 248-261. e243.
- Santos, G. N. M., da Silva, H. E. C., Ossege, F. E. L., Figueiredo, P. T. d. S., Melo, N. d. S., Stefani, C. M., & Leite, A. F. (2023). Radiomics in bone pathology of the jaws. *Dentomaxillofacial Radiology*, 52(1), 20220225.
- Setzer, F. C., Shi, K. J., Zheng, Z., Yan, H., Yoon, H., Mupparapu, M., & Li, J. (2020). Artificial intelligence for the computer-aided detection of periapical lesions in cone-beam computed tomographic images. *Journal of endodontics*, 46(7), 987-993.
- Shah, H. (2018). Algorithmic accountability. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 376(2128), 20170362.
- Shan, T., Tay, F., & Gu, L. (2021). Application of artificial intelligence in dentistry. *Journal of dental research*, 100(3), 232-244.
- Shujaat, S., Bornstein, M. M., Price, J. B., & Jacobs, R. (2021). Integration of imaging modalities in digital dental workflows-possibilities, limitations, and potential future developments. *Dentomaxillofacial Radiology*, 50(7), 20210268.
- Union, E. (2021). Proposal for a regulation of the european parliament and of the council laying down harmonised rules on artificial intelligence (artificial intelligence act) and amending certain union legislative acts. *COM/2021/206final*, 1-107.
- Ver Berne, J., Saadi, S. B., Politis, C., & Jacobs, R. (2023). A deep learning approach for radiological detection and classification of radicular cysts and periapical granulomas. *Journal of dentistry*, 135, 104581.
- White, S. C., Atchison, K. A., Hewlett, E. R., & Flack, V. F. (1995). Efficacy of FDA guidelines for prescribing radiographs to detect dental and intraosseous conditions. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 80(1), 108-114.
- Yang, Y., Zhang, H., Gichoya, J. W., Katabi, D., & Ghassemi, M. (2024). The limits of fair medical imaging AI in real-world generalization. *Nature Medicine*, 30(10), 2838-2848.
- Zhu, S., Gilbert, M., Chetty, I., & Siddiqui, F. (2022). The 2021 landscape of FDA-approved artificial intelligence/machine learning-enabled medical devices: an analysis of the characteristics and intended use. *International journal of medical informatics*, 165, 104828.



BÖLÜM 2

Sistemik Hastalıklar ve Endodontik Tedavi

Sevda Dürüst Barış¹

1. Sistemik Hastalığa Sahip Olan Hastalarda Endodontik Tedavi Yaklaşımı

Sistemik hastalıklar, endodontik tedavi planlamasını ve kök kanal tedavisine karar verme sürecini etkilemektedir. Günümüzde yaşam süresinin uzamış olması ve kronik ve otoimmün hastalıkların görülme sıklığının artması, endodonti pratiğinde birçok farklı sistemik hastalığı olan bireyin tedavi yönetimini doğru ve etkin şekilde sağlamayı gerektirmektedir. Çeşitli kronik ve otoimmün hastalıklar; hastaların iyileşme kapasitesini, ağrı eşliğini, kanama eğilimini ve enfeksiyona yatkınlığını etkileyebilmektedir. Bu sebeple sistemik hastalıkları olan bireylerde endodontik tedavinin doğru yönetimi; güvenli ve öngörülebilir tedavinin yapılması ve iyi bir tedavi prognozu sağlanması açısından büyük önem taşımaktadır (Yatani et al., 2014).

Endodontik tedavi öncesinde ayrıntılı bir intraoral muayene yapılmadan önce, hastanın sistemik durumunun değerlendirilmesi ve hastadan detaylı anamnez alınması zorunludur. Güvenli bir endodontik tedavinin temelini detaylı bir medikal anamnez oluşturmaktadır. Bu konu tedavinin güvenliğini ve uygulanabilirliğini değerlendirmenin yanı sıra uygun tedavi yaklaşımını tespit etmek için de oldukça önemlidir (Xu et al., 2024a).

Endodontik tedavinin birincil amacı kök kanal sistemindeki mikroorganizmaların ve yan ürünlerinin uzaklaştırılması ve yeniden enfeksiyonun önlenmesidir (Sakko et al., 2016). Sistemik hastalıklar endodontik tedavi için kontrendikasyon değildir, fakat hastanın medikal şartlarına göre kişiselleştirilmiş tedavi planlaması yapılmasını gerektirmektedir. Önceki çalışmalar kardiyovasküler hastalıklar (KVH), kanama bozuklukları, diyabet gibi metabolik hastalıklar, pulmoner hastalıklar, maling tümörler, hepatit ve AIDS gibi bulaşıcı hastalıklar gibi çeşitli sistemik hastalıkların endodontik tedavinin planını etkileyebileceğini bildirmiştir (Kreiner et al., 2010a; Kuzekanani, 2023; Xu et al., 2024a; Zdrojewska-Derwich et al., 2016a). Var olan sistemik hastalıklar hakkında; konservatif tedavi yapılması veya dışın çekim kararının verilmesi, kök kanal tedavisi veya apikal rezeksiyon seçeneklerinin değerlendirilmesi, anestezi

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Kırıkkale Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti ABD
0000-0003-3779-1849

ve ilaç seçimi, profilaktik antibiyotik kullanılması veya kullanılan ilaçların geçici olarak tedavi öncesinde kesilmesi gibi önemli kararların verilmesi için konsültasyon gerekebilir.

Endodontistler sistemik hastalıkları olan bireylerin endodontik tedavisinde dikkat edilmesi gereken noktalar ve alınması gereken önlemler konusunda bilgili olmalı ve güncel literatürü takip etmelidirler. Bu derlemede, sistemik hastalığı olan bireylerde endodontik tedavi sırasında uygulanması gereken klinik yaklaşımlar ve gerekli modifikasyonlar ile dikkat edilmesi gereken başlıca konular kanıta dayalı veriler doğrultusunda ele alınmaktadır.

1.1 Kardiyovasküler Hastalıklar

Nüfusun gittikçe yaşlanması ve yaşam tarzındaki olumsuz değişiklikler nedeniyle her geçen gün kardiyovasküler hastalık vakalarının sayısı artış göstermiştir ve KVVH'lar Dünya çapında görülen ölümlerin en sık nedenlerinden bir haline gelmiştir (North & Sinclair, 2012; Zhao et al., 2019). Bu sebeple endodontik tedavi için tanı ve tedavi süreçlerinde hastanın sahip olduğu KVVH'lar dikkatle sorgulanmalı ve gerekirse kardiyoloji hekiminden gerekli konsültasyonlar istenmelidir.

Endodontik değerlendirme aşamasında, diş kaynaklı ağrı ile kardiyak kökenli olan ve dişlere yansıyan ağrının ayırt edilmesi büyük önem taşımaktadır. Kardiyak kaynaklı diş ağrısının, özellikle koroner arter kalp hastalığının erken bir belirtisi olabileceği unutulmamalı ve ayırıcı bulgular dikkatle değerlendirilmelidir. Kardiyak kaynaklı diş ağrısı genellikle alt çene bölgesinde, belirgin bir dental patoloji olmadan, ani ve şiddetli şekilde ortaya çıkar ve zonklayıcı karakterden ziyade basınç, sıkışma veya yanma hissi şeklinde tanımlanır (Yatani et al., 2014). Göğüs ağrısı, omuz veya sırt ağrısı gibi semptomların eşlik etmesi, ağrının diş çekimiyle hafiflememesi, ağrının fiziksel efor veya emosyonel stres ile artması ve istirahat ya da dil altı nitrogliserin tablet ile azalması, ağrının kardiyak kökenli olabileceğini düşündürür (Kreiner et al., 2007, 2010b; Zdrojewska-Derwich et al., 2016b). Bu tarz bir diş ağrısı gizli koroner kalp hastalığının erken belirtisi olabilir (Kreiner et al., 2007). Özellikle ileri yaşta ve kardiyovasküler risk faktörlerine sahip bireylerde açıklanamayan diş ağrısı varlığında kardiyolojik konsültasyon önerilmektedir.

Kontrolsüz veya şiddetli kardiyovasküler hastalığı olan hastalarda; acil olmayan, planlı endodontik işlemler ertelenmelidir. Son altı ay içinde miyokard enfarktüsü geçiren, stabil olmayan anjina, ciddi aritmi, konjestif kalp yetmezliği, kontrolsüz hipertansiyon veya son altı ay içinde kardiyak cerrahi öyküsü bulunan hastalar yüksek risk grubunda değerlendirilir ve bu durumlarda dikkatli

davranılmalıdır. Acil tedaviler için ise konsültasyon istenmelidir (Skaar et al., 2012). KVH'a sahip hastalarda, tedavi öncesinde ayrıntılı medikal değerlendirme yapılmalı ve işlem günü hastanın göğüs ağrısı, baş dönmesi veya ağrısı olmamalı ve hasta duygusal olarak stressiz ve sakin olmalıdır. Kan basıncı ölçümü rutin olarak yapılmalı, değerlerin tercihen 140/90 mmHg'nin altında olması hedeflenmeli. Sistolik kan basıncı ≥ 180 mmHg veya diyastolik kan basıncı ≥ 110 mmHg olan durumlarda acil olmayan endodontik tedaviler ertelenmelidir.

Geleneksel endodontik tedavi öncesinde hastaların antikoagülan tedavisinin kesilmesine çoğu zaman gerek yoktur (Brennan et al., 2008; Jeske & Suchko, 2003). Ancak cerrahi endodontik girişim planlanan hastalarda kanama riski açısından kardiyoloji hekimi ile konsültasyon yapılması uygun olacaktır.

Kardiyovasküler hastalığı olan bireylerde ağrı ve anksiyete, endojen katekolamin salınımını artırarak kardiyak komplikasyon riskini yükseltebilir (Lahti et al., 2020). Bu nedenle etkili ağrı kontrolü ve stres yönetimi büyük önem taşımaktadır. Vazokonstriktör içeren lokal anestezikler uygun dozlarda genellikle güvenlidir ve anestezi etkinliğini artırır. Düşük konsantrasyonda epinefrin (1:100.000) kullanımının kardiyovasküler riskleri artırmadığı bildirilmiş olmakla birlikte, intravasküler enjeksiyondan kaçınılmalı ve toplam doz minimal tutulmalıdır (Guimaraes et al., 2021).

Aseptik çalışıldığında ve genişletme işlemleri kök kanalının içinde sınırlı kaldığında endodontik tedavi, bakteriyemiye sebep olmamaktadır. Genişletme sırasında apikal foramenin dışına taşılması, bakteriyemiye sebep olarak enfektif endokardite yol açabilir. Bununla birlikte yapay kalp kapakçığı olan, daha önce enfektif endokardit geçirmiş veya kalp transplantasyonu yapılmış hastalar, invaziv endodontik işlemler sırasında enfektif endokardit açısından yüksek risk taşımaktadır (Wilson et al., 2021). Bu nedenle bu tarz hastalarda işlem öncesinde uygun antibiyotik profilaksisi uygulanması önerilmektedir. Rutin profilaksi prosedürü olarak; işlemden 1 saat önce oral yolla amoksisilin (2 gr) alınması önerilir (Wilson et al., 2021). Amoksisiklin alerjisi olan hastalarda ise makrolid grubu antibiyotikler tercih edilebilir. Özetle;

- Açıklanamayan, özellikle alt çenede ortaya çıkan ve göğüs, omuz veya sırt ağrısı ile birlikte görülen diş ağrılarında kardiyak kaynaklı yansıyan ağrı olasılığı mutlaka değerlendirilmelidir.
- İleri yaşta ve kardiyovasküler risk faktörleri bulunan hastalarda şüpheli durumlarda kardiyolojik konsültasyon istenmesi önerilir.

- Son 6 ay içinde miyokard enfarktüsü geçirmiş, stabil olmayan anjina, ciddi aritmi, konjestif kalp yetmezliği veya kontrolsüz hipertansiyonu olan hastalarda endodontik tedaviler ertelenmelidir.
- Tedavi öncesinde kan basıncı ölçülmeli; sistolik kan basıncı ≥ 180 mmHg veya diyastolik kan basıncı ≥ 110 mmHg ise işlem ertelenmelidir.
- Konvansiyonel endodontik tedavilerde antikoagülan tedavinin kesilmesi genellikle gerekli değildir; endodontik cerrahi işlemler için ilgili hekimle konsültasyon yapılmalıdır.
- Endodontik tedavi esnasında ağrı ve anksiyete kardiyovasküler komplikasyon riskini artırabileceğinden etkili stres ve ağrı kontrolü sağlanmalıdır.
- Düşük doz epinefrin (1:100.000) içeren lokal anestetikler genellikle güvenlidir; bununla birlikte intravasküler enjeksiyondan kaçınılmalı ve toplam anestezi dozu olabildiğince minimal tutulmalıdır.
- Yapay kalp kapakçığı bulunan, enfektif endokardit öyküsü olan veya kalp transplantasyonu yapılmış hastalarda invaziv endodontik işlemler öncesinde antibiyotik profilaksisi uygulanmalıdır.

1.2 Diyabet

Diyabet hastalığı, ağız içi enfeksiyonların oluşumu, ilerlemesi ve iyileşme süreci üzerinde etkili olabilen önemli bir sistemik hastalıktır (Xu et al., 2024b). Bu nedenle endodontik tedavi planlamasında, hastanın kan şekeri seviyesi dikkate alınmalı ve metabolik kontrolü yetersiz olan veya diyabete bağlı ciddi sistemik komplikasyonları bulunan bireylerde gerekli durumlarda endokrinoloji konsültasyonu düşünülmelidir (Miley & Terezhalmay, 2005).

İnsülin kullanan hastalarda, şiddetli ağrı nedeniyle besin alımının azalması, hipoglisemi riskini artırabilir. Tedavi öncesinde hastanın kan şekeri düzeyi değerlendirilmeli ve düşük glukoz seviyelerinde (37 mg/dl'den düşükse) işlem öncesi hızlı ve etkili karbonhidrat alımı sağlanmalıdır. Diyabetli hastalarda randevuların sabah saatlerine planlanması tavsiye edilir. Hastalar ilaçlarını alarak ve tok olarak randevuya gelmesi konusunda hekimi tarafından uyarılmalıdır (Glick, 2014; Nazir et al., 2018).

Diyabetik hastalarda cerrahi olmayan endodontik tedavilerde rutin antibiyotik profilaksisi genellikle gerekli değildir ve önerilmez. Bununla birlikte, açlık kan şekeri seviyesi ≥ 200 mg/dL olan hastalarda, endodontik cerrahi gibi invaziv işlemler gerektiğinde, profilaktik antibiyotik kullanımı değerlendirilebilir (McKenna, 2006). Uzun süreli ve travmatik işlemlerin de bu hastalarda enfeksiyon riskini artabileceği de göz önünde bulundurulmalıdır.

Tip II diyabetli hastalarda düşük konsantrasyonda epinefrin (1:100.000) içeren lokal anestezikler genellikle güvenle kullanılabilir (Santos-Paul et al., 2015). Ancak yüksek doz insülin kullanan Tip I diyabetli hastalarda vazokonstriktörlerin hipoglisemi riskini artırdığı unutulmamalı ve olabildiğince minimal dozda kullanılmalıdır.

Diyabet hastalığı, periapikal dokuların iyileşmesini geciktirebilir ve sıklıkla ciddi periodontal hastalıklarla birlikte görülür (Llambés et al., 2015). Periodontal sağlığın bozulmuş olması, endodontik tedavi prognozunu da olumsuz etkileyebileceğinden, bu hastalarda periodontal değerlendirme ve düzenli takip önem taşımaktadır (Setzer et al., 2011).

1.3 Kan Yoluyla Bulaşan Enfeksiyöz Hastalıklar

Hepatit B, Hepatit C ve HIV/AIDS gibi kan yoluyla bulaşan enfeksiyonların toplumdaki yaygınlığı nedeniyle, endodontik tedavi sırasında enfeksiyon kontrolüne titizlikle uyulması zorunludur. Hastalar enfeksiyon durumlarının farkında olmayabilirler veya bunu hekimlerine bildirmeyebilirler. Bu nedenle tüm hastalar, potansiyel olarak bulaşıcı hastalık taşıyormuş gibi değerlendirilerek standart enfeksiyon kontrol yöntemleri uygulanmalıdır (Molinari, 2003). Kişisel koruyucu ekipman kullanımı, uygun izolasyon, yüzey dezenfeksiyonu ve aletlerin etkin sterilizasyonu; çapraz enfeksiyon riskinin önlenmesinde temel uygulamalar arasında yer almaktadır.

İleri düzeyde hepatit veya HIV enfeksiyonu bulunan hastalarda tedavi planlaması yapılırken pıhtılaşma durumu, immün yetmezlik düzeyi, mevcut ilaç kullanımı ve fırsatçı enfeksiyonlara yatkınlık dikkate alınmalıdır. HIV pozitif bireylerde CD4+ hücre sayısının $350/\text{mm}^3$ üzerinde olması durumunda rutin dental işlemler genellikle güvenle uygulanabilir (Lewden et al., 2007). Ancak CD4+ sayısının $200/\text{mm}^3$ 'ün altında olması veya nötrofil sayısı $<500/\mu\text{L}$ ise yani; ciddi nötropeni varlığında enfeksiyon riski arttığından; gerekli durumlarda profilaktik antibiyotik kullanımı değerlendirilebilir. Güncel antiretroviral tedaviler sayesinde HIV pozitif hastalarda endodontik tedavi sonuçlarının sağlıklı bireylerle benzer olduğu bildirilmektedir (Quesnell et al., 2005; Suchina et al., 2007).

Karaciğer hastalığı bulunan bireylerde özellikle cerrahi endodontik işlemler öncesinde koagülasyon parametrelerinin değerlendirilmesi önerilmektedir. Ayrıca hepatotoksik etkisi bilinen ilaçların kullanımından kaçınılmalı veya doz ayarlaması yapılmalıdır. Özellikle yüksek doz parasetamol, tetrasiklinler, sülfonamidler, bazı florokinolonlar ve eritromisin dikkatle kullanılmalıdır. Penisilin, sefotaksim, seftazidim ve vankomisin öncelikle böbrek yoluyla atıldığı

için bu hastalarda daha güvenlidir ve genellikle doz ayarlaması gerektirmez (Leitner et al., 2010).

1.4 Kronik Böbrek Hastalığı

Kronik böbrek hastalığı (KBH) erken evrelerde genellikle asemptomatik seyretmekle birlikte, hastalığın ilerlemesiyle birlikte üremi, hipertansiyon, anemi ve pıhtılaşma bozuklukları gibi çoklu sistemik problemler ortaya çıkabilir (Yuan et al., 2017). İleri evre KBH’nda ağız dokularında kserostomi, diş eti kanaması, periodontal hastalık ve alveoler kemik değişiklikleri görülebilir (Krishnan, 2002). Bu durumlar oral enfeksiyon riskini artırarak endodontik tedavi prognozunu olumsuz etkileyebilir.

Cerrahi endodontik girişimler öncesinde ileri evre KBH hastalarında kanama eğilimi açısından pıhtılaşma fonksiyonunun değerlendirilmesi önerilir (Krishnan, 2002). Böbrek yetmezliğine bağlı trombosit disfonksiyonu ve eşlik eden hipertansiyon nedeniyle işlem öncesi kan basıncı ölçümü de rutin olarak yapılmalıdır (Klassen & Krasko, 2002).

Böbrek nakli yapılan hastalar genellikle yüksek doz immünosupresif tedavi (örneğin siklosporin, takrolimus, mukofenolat mofetil ve kortikosteroidler) almakta olup enfeksiyonlara karşı daha duyarlıdırlar. Bu hastalarda, acil durumlar dışında, nakil sonrası ilk 6 ay içinde acil olmayan endodontik tedavilerin ertelenmesi önerilmektedir (Saif et al., 2011).

Son dönem böbrek hastalığı bulunan bireylerde enfeksiyon yönetimi ve antibiyotik seçimi için nefroloji konsültasyonu yararlı olabilir. Genellikle amoksisilin, ampisilin veya uygun doz ayarlaması ile sefalosporinler güvenle kullanılabilir. Buna karşılık nefrotoksik potansiyelleri nedeniyle tetrasiklin, streptomisin ve aminoglikozid grubu antibiyotiklerden kaçınılmalıdır (Sulejmanagić et al., 2005). Böbrek fonksiyonunun ileri derecede bozulduğu durumlarda ilaç dozlarının ayarlanması gerekebilir.

Lokal anestezi açısından, büyük oranda karaciğerden metabolize olan lidokain ve artikain gibi amid grubu anestezikler tercih edilebilir (Baker & Perazella, 2020). Analjezik seçiminde ise nefrotoksisite riski nedeniyle ibuprofen, naproksen ve diğer nonsteroid antiinflatuar ilaçların (NSAİİ) uzun süreli kullanımından kaçınılmalı; gerektiğinde kontrollü dozda parasetamol tercih edilmelidir (Baker & Perazella, 2020).

1.5 Kanslerle İlişkili Sistemik Rahatsızlıklar

Multipl miyelom, meme kanseri ve bazı maligniteler nedeniyle intravenöz bifosfonat kullanan hastalarda, cerrahi girişimler sonrası çene osteonekrozu riski

artmaktadır (Wutzi et al., 2006). Bu nedenle, diş çekimi veya apikal cerrahi yerine mümkün olduğunca cerrahi olmayan endodontik tedavi tercih edilmelidir (Moinzadeh et al., 2013). Cerrahi olmayan endodontik tedavi genellikle güvenli kabul edilmekle birlikte, yumuşak doku travması ve apikalden debris ekstrüzyonu da osteonekroz riskini artırabilir (Tempesta et al., 2023). Bu nedenle işlem sırasında dikkatli çalışılmalıdır. Rubberdam yerleştirilirken travmadan kaçınılmalı ve tedavi öncesinde bakteri yükünü azaltmak amacıyla %0,12–0,2 klorheksidin ile ağız gargarası kullanılmalıdır (Kyrgidis, 2009).

Antibiyotiklerin profilaktik kullanımı tartışmalı olmaya devam etmektedir. Bununla birlikte, intravenöz bifosfonat almış veya 3 yıldan uzun süre oral bifosfonat kullanmış hastalar, genel sağlık durumu kötü olan (böbrek yetmezliği, diyabet veya immün yetmezlik gibi hastalıkların eşlik ettiği) ve eş zamanlı olarak kemoterapi ilaçları veya steroid kullanan hastalar ve birden fazla diş için kök kanal tedavisi planlanan hastalar için profilaktik antibiyotikler düşünülebilir (Moinzadeh et al., 2013).

Baş-boyun bölgesi kanserleri nedeniyle uygulanan radyoterapi, vaskülariteyi ve tükürük akışını azaltarak çürük riskini artırabilir ve pulpal yanıtları etkileyebilir (Ship & Hu, 2004). Semptomatik ve nekrotik dişlerde, mümkünse radyoterapiden en az bir hafta önce endodontik tedavinin tamamlanması önerilmektedir. Semptomsuz nekrotik dişlerde ise tedavi hastanın genel durumuna göre planlanabilir.

Kemoterapi gören hastalarda immünsüpresyon ve trombositopeni gelişebileceğinden, endodontik tedavi öncesinde nötrofil sayısı, trombosit düzeyi ve koagülasyon parametreleri değerlendirilmelidir (McGuire et al., 2013). Enfeksiyon ve kanama riskini azaltmak için işlemler sırasında sıkı aseptik protokoller uygulanmalı ve hastalara ağız hijyeninin önemi vurgulanmalıdır (Chambers et al., 1995).

1.6 Otoimmün Hastalıklar

Henoch–Schönlein purpurası (HSP), romatizmal hastalıklar ve otoimmün hepatit veya nefrit gibi otoimmün hastalıklara sahip bireylerde, bağışıklık sistemindeki düzensizlik ve eşlik eden sistemik komplikasyonlar nedeniyle oral enfeksiyonlara ve endodontik hastalıklara yatkınlık artabilir (CN, 2008; Malmström & Jokinen, 1975). Bu hastalarda, dental enfeksiyonların sistemik inflamatuvar yanıtı tetikleme potansiyeli bulunduğundan, ağız içi enfeksiyonların önlenmesi ve erken dönemde tedavi edilmesi büyük önem taşımaktadır.

Özellikle HSP'li çocuklarda, ağız boşluğunun potansiyel bir enfeksiyon odağı haline gelmesini önlemek amacıyla koruyucu yaklaşımlar ön planda tutulmalıdır. Düzenli ağız hijyeninin sağlanması, uygun beslenme alışkanlıklarının kazandırılması, topikal florür uygulamaları ve fissür örtücüler gibi koruyucu yöntemler, çürük ve endodontik hastalık riskinin azaltılmasına katkı sağlar (Nakaseko et al., 2011). Endodontik enfeksiyon gelişmiş hastalarda ise aktif enfeksiyon odaklarının ortadan kaldırılması, özellikle böbrek tutulumu olan bireylerde sistemik komplikasyon riskini azaltmak açısından kritik öneme sahiptir. Endodontik tedavi öncesinde, bakteriyemiye bağlı sistemik alevlenme olasılığı nedeniyle, riskli hastalarda profilaktik antibiyotik kullanımı değerlendirilebilir (Tahmassebi & Paterson, 2007).

İmmünsüpresif tedavi alan hastalarda kullanılan ilaçların türü, dozu ve tedavi süresi değişken olduğundan, bu ajanların endodontik tedavi sonuçları üzerindeki etkisi konusunda ise literatürde kesin bir görüş birliği bulunmamaktadır (Nakamura et al., 2002).

1.7 Nörolojik/Psikiyatrik Bozukluklar

Nörolojik ve psikiyatrik bozukluğu olan bireylerde endodontik hastalıkların tanısı ve tedavi yönetimi güçleşebilir. Otizm spektrum bozukluğu veya Alzheimer hastalığı gibi durumlarda iletişim ve iş birliği kısıtlı olabileceğinden, anamnez yalnızca hastadan değil; aile bireyleri veya yasal vasiden de alınmalıdır. Bu hasta grubunda klinik muayene ve radyografik bulgular gibi objektif veriler, tanı sürecinde daha belirleyici rol oynar (Bahmani et al., 2016).

Epilepsili hastalarda endodontik tedavi öncesi nöbet öyküsü ayrıntılı sorgulanmalıdır: nöbet tipi, tetikleyiciler (stres, parlak ışık) ve prodromal belirtiler değerlendirilmelidir (Robbins, 2009). Tedavi sırasında aşırı ışık uyarımı ve emosyonel stres azaltılmalı, randevular kısa tutulmalı ve olası acil durumlara yönelik önlemler hazır olmalıdır (Goswami et al., 2023). Nöbet gelişirse aletler uzaklaştırılmalı, hasta güvenli pozisyona alınmalı ve havayolu açıklığı korunmalıdır (Malamed, 2000). Nöbetin uzaması, özellikle 5 dakikayı aşması halinde, acil tıbbi yardım gereklidir. Bu tarz hastalarda epilepsiye bağlı bruksizm, aşınma veya diş kırıkları görülebilir ve bu durum tedavi prognozunu olumsuz etkileyebilir.

Parkinson hastalarında tremor ve hareket kısıtlılığı nedeniyle uzun işlemler zorlaşır (Bloem et al., 2021). Bu nedenle tedaviler, ilaçların en etkili olduğu sabah saatlerine planlanmalı ve seans süresi mümkün olduğunca kısa tutulmalıdır. Levodopa kullanan hastalarda, vazokonstriktör içeren lokal anestezikler kan basıncı ve kalp hızı değişikliklerine duyarlılığı artırabileceğinden dikkatle

kullanılmalı ve doz minimal tutulmalıdır (Berthold, 2003). İşlem sonrası ortostatik hipotansiyon ve senkop riskini azaltmak için hasta koltuktan kademeli olarak kaldırılmalıdır (Alexander & Gage, 2000).

Belirgin dental kaygı durumunda iletişim, kontrol hissini artıran “tell–show–do” yaklaşımı, sakin bir ortam veya hastalara rahatlatıcı bir müzik dinletmek gibi; dikkat dağıtıcı yöntemler yararlı olabilir (Xu et al., 2024c). İş birliğinin sağlanamadığı ve medikal olarak uygun bulunan hastalarda, sedasyon veya genel anestezi altında endodontik tedavi seçeneği değerlendirilebilir.

Kaynakça

- Alexander, R. E., & Gage, T. W. (2000). Parkinson's disease: an update for dentists. *General Dentistry*, 48(5), 572–580.
- Bahmani, M., Sarrafchi, A., Shirzad, H., & Rafieian-Kopaei, M. (2016). Autism: Pathophysiology and promising herbal remedies. *Current Pharmaceutical Design*, 22(3), 277–285.
- Baker, M., & Perazella, M. A. (2020). NSAIDs in CKD: are they safe? *American Journal of Kidney Diseases*, 76(4), 546–557.
- Berthold, M. (2003). Third dental therapeutics guide debuts at ADA session. *Journal of the American Dental Association* (1939), 134(11), 1444.
- Bloem, B. R., Okun, M. S., & Klein, C. (2021). Parkinson's disease. *The Lancet*, 397(10291), 2284–2303.
- Brennan, M. T., Valerin, M. A., Noll, J. L., Napeñas, J. J., Kent, M. L., Fox, P. C., Sasser, H. C., & Lockhart, P. B. (2008). Aspirin use and post-operative bleeding from dental extractions. *Journal of Dental Research*, 87(8), 740–744.
- Chambers, M. S., Toth, B. B., Martin, J. W., Fleming, T. J., & Lemon, J. C. (1995). Oral and dental management of the cancer patient: prevention and treatment of complications. *Supportive Care in Cancer*, 3(3), 168–175.
- CN, I. (2008). Efficacy of early dental and ENT therapy in preventing nephropathy in pediatric Henoch-Schonlein purpura. *Clin Rheumatol*, 27, 1489–1496.
- Glick, M. (2014). *The oral-systemic health connection: a guide to patient care*. Quintessence Publishing Company, Incorporated.
- Goswami, M., Johar, S., & Khokhar, A. (2023). Oral health considerations and dental management for epileptic children in pediatric dental care. *International Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, 16(1), 170.
- Guimaraes, C. C., Lopes, L. C., de Cássia Bergamaschi, C., Ramacciato, J. C., Silva, M. T., de Oliveira Araújo, J., de Andrade, N. K., & Motta, R. H. L. (2021). Local anaesthetics combined with vasoconstrictors in patients with cardiovascular disease undergoing dental procedures: systematic review and meta-analysis. *BMJ Open*, 11(7), e044357.
- Jeske, A. H., & Suchko, G. D. (2003). Lack of a scientific basis for routine discontinuation of oral anticoagulation therapy before dental treatment. *The Journal of the American Dental Association*, 134(11), 1492–1497.
- Klassen, J. T., & Krasko, B. M. (2002). The dental health status of dialysis patients. *Journal-Canadian Dental Association*, 68(1), 34–38.

- Kreiner, M., Falace, D., Michelis, V., Okeson, J. P., & Isberg, A. (2010a). Quality difference in craniofacial pain of cardiac vs. dental origin. *Journal of Dental Research*, 89(9), 965–969.
- Kreiner, M., Falace, D., Michelis, V., Okeson, J. P., & Isberg, A. (2010b). Quality difference in craniofacial pain of cardiac vs. dental origin. *Journal of Dental Research*, 89(9), 965–969.
- Kreiner, M., Okeson, J. P., Michelis, V., Lujambio, M., & Isberg, A. (2007). Craniofacial pain as the sole symptom of cardiac ischemia: a prospective multicenter study. *The Journal of the American Dental Association*, 138(1), 74–79.
- Krishnan, M. (2002). Preoperative care of patients with kidney disease. *American Family Physician*, 66(8), 1471–1477.
- Kuzekanani, M. (2023). Latest concepts in endodontic management of pregnant patients. *International Journal of Dentistry*, 2023(1), 9714515.
- Kyrgidis, A. (2009). Novel hypotheses in the etiopathogenesis of bisphosphonate-related osteonecrosis of the jaws. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 67(11), 2554.
- Lahti, S. M., Tolvanen, M. M., Humphris, G., Freeman, R., Rantavuori, K., Karlsson, L., & Karlsson, H. (2020). Association of depression and anxiety with different aspects of dental anxiety in pregnant mothers and their partners. *Community Dentistry and Oral Epidemiology*, 48(2), 137–142.
- Leitner, J. M., Graninger, W., & Thalhammer, F. (2010). Hepatotoxicity of antibacterials: pathomechanisms and clinical data. *Infection*, 38(1), 3–11.
- Lewden, C., Chêne, G., Morlat, P., Raffi, F., Dupon, M., Dellamonica, P., Pellegrin, J.-L., Katlama, C., Dabis, F., & Leport, C. (2007). HIV-infected adults with a CD4 cell count greater than 500 cells/mm³ on long-term combination antiretroviral therapy reach same mortality rates as the general population. *JAIDS Journal of Acquired Immune Deficiency Syndromes*, 46(1), 72–77.
- Llambés, F., Arias-Herrera, S., & Caffesse, R. (2015). Relationship between diabetes and periodontal infection. *World Journal of Diabetes*, 6(7), 927.
- Malamed, S. F. (2000). Medical emergencies in the dental office. (*No Title*).
- Malmström, M., & Jokinen, E. J. (1975). Free rheumatoid factor in dental periapical lesions and gingivae of patients with rheumatoid disease. *Scandinavian Journal of Rheumatology*, 4(3), 121–124.
- McGuire, D. B., Fulton, J. S., Park, J., Brown, C. G., Correa, M. E. P., Eilers, J., Elad, S., Gibson, F., Oberle-Edwards, L. K., & Bowen, J. (2013). Systematic

- review of basic oral care for the management of oral mucositis in cancer patients. *Supportive Care in Cancer*, 21(11), 3165–3177.
- McKenna, S. J. (2006). Dental management of patients with diabetes. *Dental Clinics*, 50(4), 591–606.
- Miley, D. D., & Terezhalmay, G. T. (2005). The patient with diabetes mellitus: etiology, epidemiology, principles of medical management, oral disease burden, and principles of dental management. *Quintessence International*, 36(10).
- Moinzadeh, A., Shemesh, H., Neiryneck, N. A. M., Aubert, C., & Wesselink, P. R. (2013). Bisphosphonates and their clinical implications in endodontic therapy. *International Endodontic Journal*, 46(5), 391–398.
- Molinari, J. A. (2003). Infection control: its evolution to the current standard precautions. *The Journal of the American Dental Association*, 134(5), 569–574.
- Nakamura, K., Yamasaki, M., Nishigaki, N., Iwama, A., Imaizumi, I., Nakamura, H., & Kameyama, Y. (2002). Effect of methotrexate-induced neutropenia on pulpal inflammation in rats. *Journal of Endodontics*, 28(4), 287–290.
- Nakaseko, H., Uemura, O., Nagai, T., Yamakawa, S., Hibi, Y., Yamasaki, Y., & Yamamoto, M. (2011). High Prevalence of Sinusitis in Children with Henoch-Schönlein Purpura. *International Journal of Pediatrics*, 2011(1), 562638.
- Nazir, M. A., AlGhamdi, L., AlKadi, M., AlBejan, N., AlRashoudi, L., & AlHussan, M. (2018). The burden of diabetes, its oral complications and their prevention and management. *Open Access Macedonian Journal of Medical Sciences*, 6(8), 1545.
- North, B. J., & Sinclair, D. A. (2012). The intersection between aging and cardiovascular disease. *Circulation Research*, 110(8), 1097–1108.
- Quesnell, B. T., Alves, M., Hawkinson Jr, R. W., Johnson, B. R., Wenckus, C. S., & BeGole, E. A. (2005). The effect of human immunodeficiency virus on endodontic treatment outcome. *Journal of Endodontics*, 31(9), 633–636.
- Robbins, M. R. (2009). Dental management of special needs patients who have epilepsy. *Dental Clinics of North America*, 53(2), 295–309.
- Saif, I., Adkins, A., Kewley, V., Woywodt, A., & Brookes, V. (2011). Routine and emergency management guidelines for the dental patient with renal disease and kidney transplant Part 1. *Dental Update*, 38(3), 179–186.
- Sakko, M., TjÄDerhane, L., & Rautemaa-Richardson, R. (2016). Microbiology of root canal infections. *Primary Dental Journal*, 5(2), 84–89.

- Santos-Paul, M. A. dos, Neves, I. L. I., Neves, R. S., & Ramires, J. A. F. (2015). Local anesthesia with epinephrine is safe and effective for oral surgery in patients with type 2 diabetes mellitus and coronary disease: a prospective randomized study. *Clinics*, 70(3), 185–189.
- Setzer, F. C., Boyer, K. R., Jeppson, J. R., Karabucak, B., & Kim, S. (2011). Long-term prognosis of endodontically treated teeth: a retrospective analysis of preoperative factors in molars. *Journal of Endodontics*, 37(1), 21–25.
- Ship, J. A., & Hu, K. (2004). Radiotherapy-induced salivary dysfunction. *Seminars in Oncology*, 31, 29–36.
- Skaar, D., O'connor, H., Lunos, S., Luepker, R., & Michalowicz, B. S. (2012). Dental procedures and risk of experiencing a second vascular event in a Medicare population. *The Journal of the American Dental Association*, 143(11), 1190–1198.
- Suchina, J. A., Levine, D., Flaitz, C. M., Nichols, C. M., & Hicks, M. J. (2007). Retrospective clinical and radiologic evaluation of nonsurgical endodontic treatment in human immunodeficiency virus (HIV) infection. *The Journal of Contemporary Dental Practice*, 7(1), 1–8.
- Sulejmanagić, H., Sulejmanagić, N., Prohić, S., Šečić, S., & Mišeljić, S. (2005). Dental treatment of patients with kidney diseases-review. *Bosnian Journal of Basic Medical Sciences*, 5(1), 52.
- Tahmassebi, J. F., & Paterson, S. A. (2007). Development of acute Henoch–Schönlein purpura subsequent to endodontic treatment. *International Journal of Paediatric Dentistry*, 17(3), 217–222.
- Tempesta, A., Capodiferro, S., Di Nanna, S., D'Agostino, S., Dolci, M., Scarano, A., Gambarini, G., Maiorano, E., Favia, G., & Limongelli, L. (2023). Medication-related osteonecrosis of the jaw triggered by endodontic failure in oncologic patients. *Oral Diseases*, 29(7), 2799–2805.
- Wilson, W. R., Gewitz, M., Lockhart, P. B., Bolger, A. F., DeSimone, D. C., Kazi, D. S., Couper, D. J., Beaton, A., Kilmartin, C., & Miro, J. M. (2021). Prevention of viridans group streptococcal infective endocarditis: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation*, 143(20), e963–e978.
- Wutzl, A., Eisenmenger, G., Hoffmann, M., Czerny, C., Moser, D., Pietschmann, P., Ewers, R., & Baumann, A. (2006). Osteonecrosis of the jaws and bisphosphonate treatment in cancer patients. *Wiener Klinische Wochenschrift*, 118(15), 473–478.
- Xu, X., Zheng, X., Lin, F., Yu, Q., Hou, B., Chen, Z., Wei, X., Qiu, L., Wenxia, C., & Li, J. (2024a). Expert consensus on endodontic therapy for patients with systemic conditions. *International Journal of Oral Science*, 16(1), 45.

- Xu, X., Zheng, X., Lin, F., Yu, Q., Hou, B., Chen, Z., Wei, X., Qiu, L., Wenxia, C., & Li, J. (2024b). Expert consensus on endodontic therapy for patients with systemic conditions. *International Journal of Oral Science*, 16(1), 45.
- Xu, X., Zheng, X., Lin, F., Yu, Q., Hou, B., Chen, Z., Wei, X., Qiu, L., Wenxia, C., & Li, J. (2024c). Expert consensus on endodontic therapy for patients with systemic conditions. *International Journal of Oral Science*, 16(1), 45.
- Yatani, H., Komiyama, O., Matsuka, Y., Wajima, K., Muraoka, W., Ikawa, M., Sakamoto, E., De Laat, A., & Heir, G. M. (2014). Systematic review and recommendations for nonodontogenic toothache. *Journal of Oral Rehabilitation*, 41(11), 843–852.
- Yuan, Q., Xiong, Q.-C., Gupta, M., López-Pintor, R. M., Chen, X.-L., Seriwatanachai, D., Densmore, M., Man, Y., & Gong, P. (2017). Dental implant treatment for renal failure patients on dialysis: a clinical guideline. *International Journal of Oral Science*, 9(3), 125–132.
- Zdrojewska-Derwich, M., Derwich, M., Mituś-Kenig, M., Łoboda, M., & Durka-Zajac, M. (2016a). Coronary artery disease as cause of non-odontogenic toothache. A review of literature. *Przegląd Lekarski*, 73(2), 103–107.
- Zdrojewska-Derwich, M., Derwich, M., Mituś-Kenig, M., Łoboda, M., & Durka-Zajac, M. (2016b). Coronary artery disease as cause of non-odontogenic toothache. A review of literature. *Przegląd Lekarski*, 73(2), 103–107.
- Zhao, D., Liu, J., Wang, M., Zhang, X., & Zhou, M. (2019). Epidemiology of cardiovascular disease in China: current features and implications. *Nature Reviews Cardiology*, 16(4), 203–212.



BÖLÜM 3

KIBT Rehberliğinde Dens İnvajinatusun Cerrahi Olmayan Yönetimi: Uzun Dönem Takipli Bir Vaka Takdimi

Adem Özdemir¹

1. GİRİŞ

Endodontistler, çeşitli gelişimsel diş anomalilerini tedavi ederken sıklıkla önemli zorluklarla karşılaşır. Klinik olarak zorlayıcı bu tür anomalilerden biri de Dens invajinatus (DI)'dur. DI, odontogenez sırasında diş minesi organının dental papillaya invaginasyonu ile karakterize edilen bir gelişimsel malformasyondur ve radyografik olarak kron içinde radyolusent bir alan veya pulpa ile ilişkili karmaşık kök kanal sistemi içinde bulunan bir fissür olarak görülür (Hernández & ark., 2022). Bu durum nispeten yaygındır, bildirilen prevalansı %0,3 ile %10 arasında değişmektedir, sıklıkla bilateral olarak görülür ve en sık maksiller lateral kesici dişleri etkiler (Hülsmann, 1997).

İnvaginasyon koronal olarak başlar ve kök boyunca apikal olarak uzayabilir. Diş minesinin dentine doğru içe doğru kıvrılması, ağız boşluğundan gelen organik kalıntılar ve bakterilerin birikmesine ve çoğalmasına izin veren bir niş oluşturur, bu da dişi çürüğe veya pulpa tutulumuna yatkın hale getirir ve sonunda pulpa nekrozu ve periapikal patolojiye yol açar (Gallacher & ark., 2016). Kesin etiyoloji hala belirsiz olmakla birlikte, travma, enfeksiyon ve odontogenez sırasında anormal büyüme basıncı gibi çeşitli faktörlerin potansiyel katkıda bulunan faktörler olduğu öne sürülmüştür (Plascencia & ark., 2017).

İnvaginasyonun yaygınlığına göre, DI üç tipte sınıflandırılır: Invaginasyonun taç ile sınırlı olduğu Tip I; periodontal dokularla iletişim kurmadan kök içine uzanan ve kör bir kese ile sonlanan Tip II; ve invaginasyonun lateral veya apikal olarak periodontal ligament içine delindiği Tip III (Oehlers, 1957a, 1957b).

DI ile ilişkili anatomik karmaşıklık, gerçek kök kanalının etkili bir şekilde dezenfekte edilmesini son derece zor ve bazı durumlarda imkansız hale getirebilir (Hernández & ark., 2022; Siqueira & ark., 2022). İki boyutlu radyografi, tercih edilen ilk görüntüleme yöntemi olmaya devam etse de, karmaşık iç morfolojiyi tam olarak yakalamadaki sınırlamaları iyi bilinmektedir. Buna karşın, konik ışınlı bilgisayarlı tomografi (KIBT) üç boyutlu görselleştirme sağlayarak kök kanal

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Fırat Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı
ORCID: 0000-0001-8332-1894

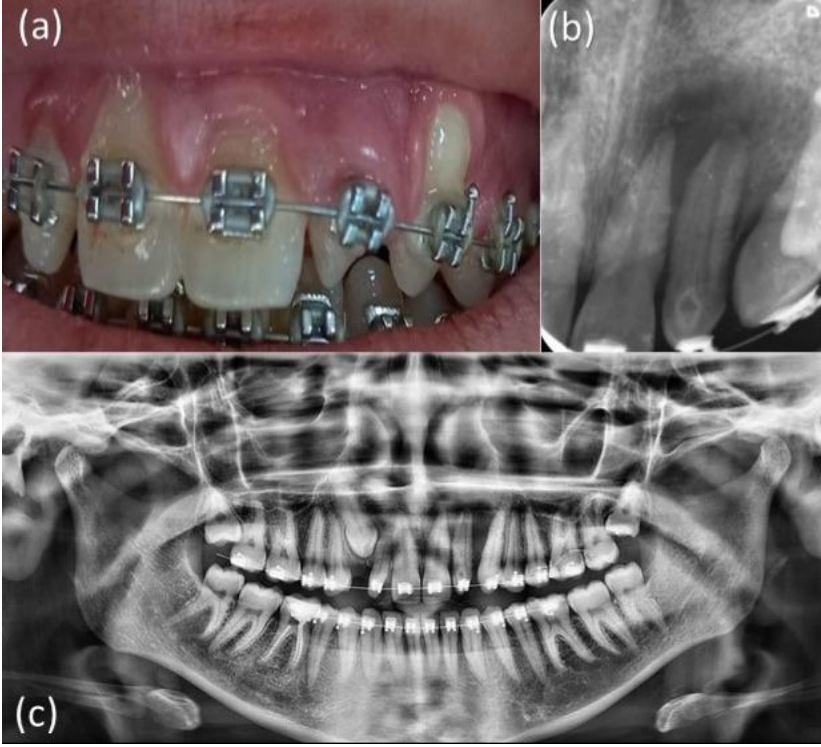
anatomisinin ve periapikal lezyon boyutunun daha doğru değerlendirilmesini mümkün kılar (Yalcin & ark., 2022). Güncel endodontik uygulamada KIBT ve dental operasyon mikroskobu (DOM)'nun birlikte kullanılması, klinisyenlerin karmaşık anatomik varyasyonları teşhis ve yönetme yeteneklerini önemli ölçüde geliştirmiştir.

Literatürde, olgunlaşmamış dişlerde apikal periodontitis ile ilişkili çeşitli DI klinik vakaları bildirilmiştir: bir vakada apikal cerrahi uygulanan apeksifikasyon ile tedavi edilen tip I vaka (Schmitz & ark., 2010); aynı hastada apeksifikasyon ve rejeneratif prosedürlerle tedavi edilen iki tip II vaka (Kumar & ark., 2014); invajinasyonun cerrahi olmayan bir yöntemle giderildiği başka bir tip II vaka (Pradhan & ark., 2019); ve yönlendirilmiş doku rejenerasyonu ve ardından geleneksel cerrahi olmayan kök kanal tedavisi ile tedavi edilen bir tip III vaka (Ahmad & ark., 2023).

Bu raporda, açık apeks ve yaygın periradiküler lezyon ile tip II DI gösteren bir maksiller lateral kesici dişte invajinasyonun cerrahi olmayan bir şekilde giderilmesi, KIBT rehberliği, mikroskopik büyütme ve güncel biyoseramik malzeme kullanılarak tedavi edilmesi anlatılmaktadır.

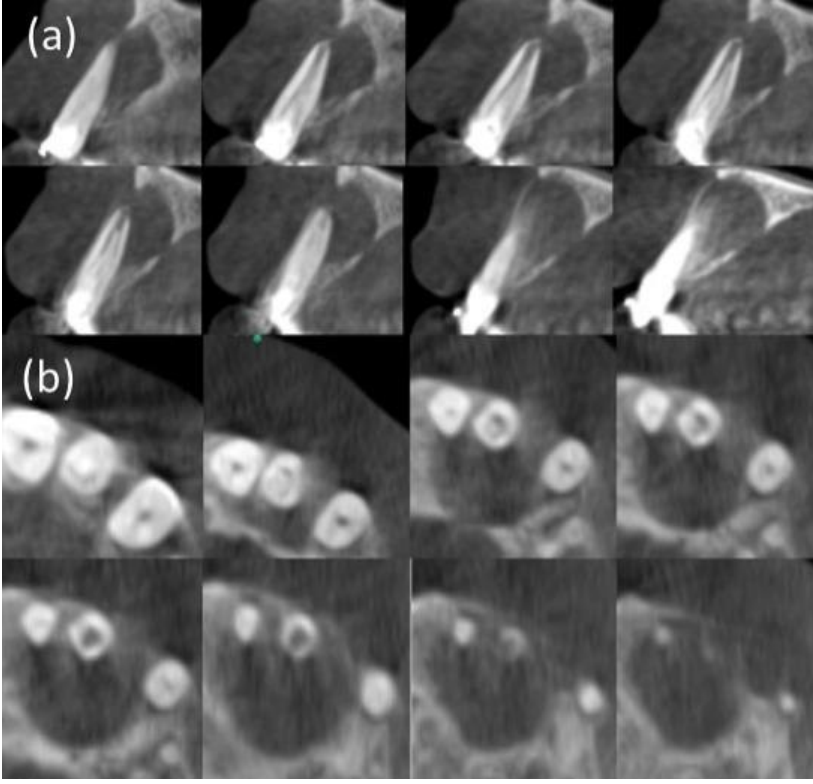
2. VAKA TAKDİMİ

Ortodontik tedavi gören 23 yaşındaki bir kadın hasta, ortodontisti tarafından kliniğimize sevk edildi. Tıbbi öyküde sistemik hastalık saptanmadı ve hasta travma öyküsü bildirmedi. Klinik olarak, maksiller sol lateral kesici diş (#22) çürük içermiyordu, perküsyona duyarlı değildi, mobilite normaldi, renk değişikliği yoktu ve labioinsizal yüzeyinde tüberkül bulunan kama şeklinde bir kuron morfolojisi sergiliyordu. Periodontal cep derinliği normal sınırlar içindeydi ve sinüs kanalı saptanmadı (Şekil 1a). Endo-İce sprej ve elektronik pulpa test cihazı kullanılarak yapılan pulpa duyarlılık testleri, #21 ve #23 numaralı dişlerden pozitif yanıt alırken, #22 numaralı diştten yanıt alınmadı. Kontralateral lateral kesici diş normal canlılık ve benzer kama şeklinde bir görünüm sergiledi.



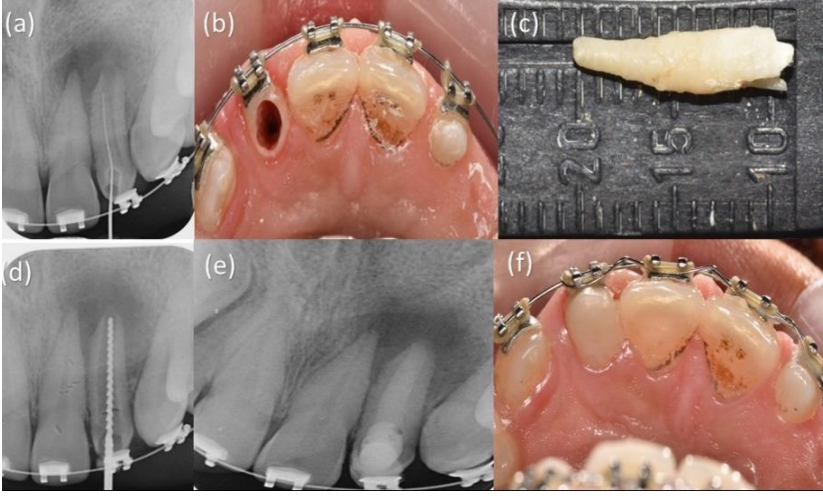
Şekil 1. (a) 22 numaralı dişin operasyon öncesi ağız içi görüntüsü. (b) Operasyon öncesi periapikal radyografi. (c) Operasyon öncesi panoramik radyografi.

Radyografik incelemede, apikal üçte birine uzanan ancak apekse ulaşmayan ve periodontal ligament ile iletişim halinde olmayan, kök benzeri bir yapıya benzeyen radyopak bir konturla sınırlanan radyolusent bir girinti görüldü (Şekil 1b ve 1c). Periapikal radyografide gözlenen karmaşık kron-kök morfolojisi nedeniyle, daha ayrıntılı değerlendirme için KIBT önerildi. KIBT değerlendirmesi (Planmeca, Finlandiya) 22 numaralı dişin kanal boşluğu içinde 11 mm'lik kök benzeri invajine bir kitle ortaya çıkardı. Apeks açıktı ve 12,8 mm (labiopalatall), 15,4 mm (superoinferior) ve 15,1 mm (mesiodistal) ölçülerinde periapikal osteolitik lezyon tespit edildi. Hem palatal hem de labial yüzlerde kortikal plakada dehisens gözlemlendi, palatinalde daha fazla yıkım vardı. Klinik ve radyografik bulgulara dayanarak, dişte Oehlers tip II DI ile ilişkili pulpa nekrozu ve kronik apikal periodontitis tanısı konuldu (Şekil 2a ve 2b).



Şekil 2. (a) Operasyon öncesi KIBT sagital kesit görüntüsü. (b) KIBT aksiyal kesit görüntüsü

Tedavi planı açıklandıktan sonra hastadan bilgilendirilmiş onam alındı. İlk muayenede, 40 mg artikain ve 0,01 mg epinefrin (Maxicaine, Vem, Türkiye) kullanılarak lokal anestezi uygulandı. BR-40 yuvarlak elmas frez (Güven Dental, Türkiye) kullanılarak dişin palatinal yüzeyinden invajinasyona erişim sağlandı. DOM (ZEISS, Almanya) altında, invajinasyonun sınırlarını belirlemek için başlangıçta 15 K-eğre ile incelendi (Şekil 3a).

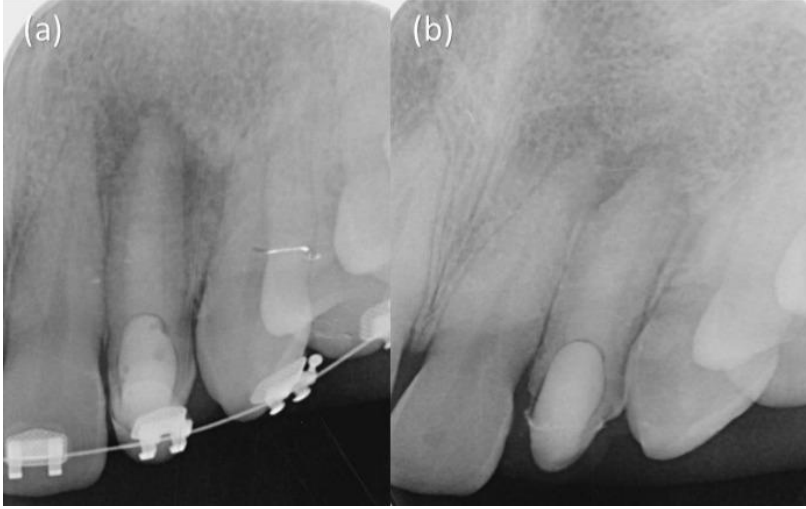


Şekil 3. (a) 22 numaralı dişteki invajinasyonun 15-K eğeli periapikal radyografisi. (b) İnvajinasyon çıkarıldıktan sonraki ağız içi görüntüsü. (c) Çıkarılan invajinasyonun görüntüsü. (d) 45 H-eğeli ile periapikal radyografisi. (e) Tedavi bitim periapikal radyografisi. (f) Tedavi bitim ağız içi görüntüsü.

Kanal kuruydu ve pürülan akıntı yoktu. İnvajinasyonlu kitle, ultrasonik üniteye (Woodpecker, Çin) takılan elmas kaplı ED3D ultrasonik uç (Woodpecker, Çin) çevresel olarak kullanılarak dikkatlice çıkarıldı (Şekil 3b ve 3c). Çalışma uzunluğu, 45 numaralı H-eğeli (VDW, Münih, Almanya) kullanılarak belirlendi (Şekil 3d). XP-endo Finisher (FGK Dentaire, La Chaux-de-Fonds, İsviçre) kullanılarak iç kanal duvarlarında minimal enstrümantasyon uygulandı. 27 gauge yan delikli iğne ile 20 mL %5,25 sodyum hipoklorit (Microvem, Türkiye) kullanılarak irrigasyon yapıldı. Kanal kağıt konlarla (DiaDent, Kanada) kurutuldu, kalsiyum hidroksit (Calsin, Dilman, Türkiye) ile ilk seans tedavisi yapıldı ve geçici dolgu materyali ile kavite kapatıldı. Hastaya iki hafta sonrası için randevu verildi.

İkinci ziyarette, kalsiyum hidroksit salin çözeltisi ve 45 numaralı H-eğesi (VDW, Münih, Almanya) kullanılarak çıkarıldı. %5,25 sodyum hipoklorit ile irrigasyon tekrar yapıldı ve sonik aktivasyon cihazı (Woodpecker, Çin) kullanılarak her biri 30 saniye olmak üzere iki kez aktive edildi. Kanal kurutuldu ve diş asemptomatik ve nem içermediğinden, Biodentine (Septodont, Saint Maur des Fossés, Fransa) kullanılarak son obtürasyon tamamlandı. Malzeme, üreticinin talimatlarına göre karıştırıldı ve mine-sement seviyesine kadar tüm kanalı doldurmak üzere yerleştirildi (Şekil 3e). Giriş kavitesi kompozit rezin (Tokuyama Dental, Tokyo, Japonya) ile restore edildi (Şekil 3f).

Hem 12 hem de 24 aylık takip değerlendirmelerinde diş asemptomatikti. Klinik olarak, diş ve çevresindeki dokular normal görünüyordu ve periapikal radyografiler önemli ölçüde kemik iyileşmesi gösterdi (Şekil 4a ve 4b).



Şekil 4. (a) 22 numaralı dişin 12 aylık takip periapikal radyografisi. (b) 24 aylık takip periapikal radyografisi.

3. TARTIŞMA

DI, kök kanal sistemi içindeki morfolojik varyasyon ve anatomik karmaşıklığın en çarpıcı örneklerinden biridir. Klinik yönetimi, hem tanı doğruluğu hem de tedavi planlaması açısından önemli zorluklar ortaya koymaktadır (Gallacher & ark., 2016). Bu vakada, açık apeks ve büyük periradiküler lezyonla ilişkili Oehlers tip II DI, çağdaş endodontik ilkelere uygun olarak konservatif, cerrahi olmayan bir yaklaşımla başarıyla tedavi edildi. Diş, iki yıllık takip süresi boyunca asemptomatik kaldı ve radyografik değerlendirme, ilerleyici periapikal iyileşmeyi gösterdi, bu da doğru tanı ve modern biyomalzemelerin uygun kullanımının önemini vurguladı.

Doğru tanı, bu tür vakaların tedavisinde kritik öneme sahip ilk adımdır. Geleneksel iki boyutlu radyografiler genellikle anatomik karmaşıklığın tam boyutunu yeterince gösteremediğinden, KIBT üç boyutlu analiz için vazgeçilmez hale gelmiştir (Yalcin & ark., 2022). Bu vakada, KIBT invajinasyonun ve periapikal lezyonun boyutlarının kesin olarak görüntülenmesini sağlayarak minimal invaziv erişim stratejisini kolaylaştırmıştır. Benzer şekilde, Pradhan ve ark. (Pradhan & ark., 2019) KIBT'ın invajinasyonun konumunun belirlenmesinde ve cerrahi olmayan çıkarmanın planlanmasında çok önemli olduğunu bildirmiştir. Mevcut literatür, KIBT'ı sadece morfolojik değerlendirme için bir araç olarak

değil, aynı zamanda uygun tedavi stratejilerinin belirlenmesinde de önemli bir unsur olarak vurgulamaktadır (Gallacher & ark., 2016; Yalcin & ark., 2022).

Bu vakada cerrahi olmayan bir yaklaşım tercih edilmiştir. Invajinasyonlu yapının çıkarılması, özellikle invajinasyon periodontal dokularla bağlantı halinde olmadığında, tip II DI'da sıklıkla mümkündür (Agarwal & ark., 2024; Castelo-Baz & ark., 2023). Ultrasonik çıkarma sırasında DOM kullanımı, operasyonel hassasiyeti ve diş yapısının korunmasını artırmıştır. Minimal invaziv endodonti tedavisinde DOM'un faydaları (görüntüleme kalitesinin iyileştirilmesi, güvenliğin artırılması ve başarı oranlarının yükselmesi gibi) literatürde yaygın olarak bildirilmiştir (Pradhan & ark., 2019). Ayrıca, XP-endo Finisher gibi esnek bir enstrüman sisteminin kullanılması, ulaşılması zor alanların debridmanını iyileştirirken kanal genişlemesini minimumda tutarak, zaten zayıflamış kök yapısının daha da zayıflaması riskini azaltmıştır.

Kanal dezenfeksiyonu ile ilgili olarak, sodyum hipoklorit irrigasyonu, invajinasyonla ilişkili kalıntı mikrobiyal yükü ortadan kaldırmak için etkili bir antimikrobiyal protokol sağlamıştır. Bu yaklaşım, karmaşık kanal anatomilerinin yönetiminde bu tür protokollerin etkinliğini vurgulayan Siqueira ve ark. (Siqueira & ark., 2022)'nin bulguları ile uyumludur. İkinci ziyaret sırasında sonik aktivasyon, irrigant penetrasyonunu artırmış ve kanal duvarları ile daha homojen bir etkileşim sağlamıştır. XP-endo Finisher ve sonik aktivasyonun birlikte kullanılması, mekanik biyofilm bozulmasına katkıda bulunarak endodontik tedavinin genel etkinliğini artırmıştır.

Açık apeksli dişlerin tedavisinde uygun biyomateryal seçimi özellikle önemlidir. Bu vakada, güvenilir bir apikal sızdırmazlık sağlamak ve yapısal olarak zayıflamış kökü güçlendirmek için kanalın tamamı Biodentine ile doldurulmuştur. İki yıllık takipte, periapikal iyileşmenin radyografik kanıtları açıkça gözlemlenmiştir. Biodentine, yüksek biyouyumluluk, dentin benzeri mekanik özellikler, nispeten kısa sertleşme süresi ve kullanım kolaylığı gibi birçok klinik avantaj sunar. Çok sayıda çalışma, özellikle açık apeksli olgunlaşmamış dişlerde Biodentine ile başarılı apikal bariyer oluşumu olduğunu göstermiştir (Chauhan & ark., 2025; Khetarpal & ark., 2014; Nadgouda & ark., 2024).

Cerrahi müdahaleye gerek kalmadan elde edilen bu vakanın olumlu klinik sonucu, DI tedavisinde konservatif tedavi stratejilerinin potansiyelini daha da vurgulamaktadır. Benzer uzun takipli başarılar, Schmitz ve ark. (Schmitz & ark., 2010) tarafından tip I vakalarda ve Kumar ve ark. (Kumar & ark., 2014) tarafından apeksifikasyon veya rejeneratif prosedürlerle tedavi edilen tip II vakalarda bildirilmiştir. Bununla birlikte, bu vakada rejeneratif teknikler kullanılmadan sadece konservatif, cerrahi olmayan tedavi ile elde edilen tam iyileşme, minimal invaziv yaklaşımların klinik değerini göstermektedir. İki yıllık

KIBT takipte periapikal iyileşmenin açık radyografik kanıtı, dezenfeksiyon protokollerinin yeterliliğini ve kullanılan biyomateryalin etkinliğini desteklemektedir.

4. SONUÇ

Uygun tanı araçları ve gelişmiş enstrümantasyon teknikleriyle desteklenen DI'nın cerrahi işlem olmadan çıkarılması, konservatif ve öngörülebilir bir tedavi seçeneği sunmaktadır. KIBT'nin tedavi planlamasına entegrasyonu, DOM ile gelişmiş operatif kontrol ve biyouyumlu malzemelerin kullanımı, karmaşık anatomik anomalilerde uzun vadeli başarı elde etmek için gerekli bileşenlerdir. Bu vaka, güncel endodontide minimal invaziv yaklaşımların önemini pekiştirmekte ve mevcut literatüre değerli bir klinik katkı sunacağı öngörülmektedir.

REFERANSLAR

- Agarwal, N. S., Singh, S., Chandrasekhar, P., Kulkarni, G., & Podar, R. (2024). Conservative Nonsurgical Approach for Management of a Case of Type II Dens in Dente. *Case Rep Dent*, 2024, 8843758. Doi: 10.1155/2024/8843758
- Ahmad, S., Alam, S., Andrabi, S. M., & Kumar, A. (2023). Combined surgical and conservative endodontic management of Oehler's type 3b dens invaginatus aided by guided tissue regeneration. *BMJ Case Rep*, 16(9). Doi: 10.1136/bcr-2023-255546
- Castelo-Baz, P., Gancedo-Gancedo, T., Pereira-Lores, P., Mosquera-Barreiro, C., Martín-Biedma, B., Faus-Matoses, V., & Ruíz-Piñón, M. (2023). Conservative management of dens in dente. *Aust Endod J*, 49 Suppl 1, 481-487. Doi: 10.1111/aej.12763
- Chauhan, S., Chauhan, R., Bhasin, P., & Sharaf, B. G. (2025). Present status and future directions: Apexification. *World J Methodol*, 15(1), 96923. Doi: 10.5662/wjm.v15.i1.96923
- Gallacher, A., Ali, R., & Bhakta, S. (2016). Dens invaginatus: diagnosis and management strategies. *Br Dent J*, 221(7), 383-387. Doi: 10.1038/sj.bdj.2016.724
- Hernández, S. R., Pérez, A. R., Baasch, A. C., Brisson-Suárez, K., Sellera, D. P., Ferrari, P. H. P., Alberdi, J. C., Carreira, C. M., Gomes-Azevedo, S., Alves, F. R. F., Rôças, I. N., & Siqueira, J. F., Jr. (2022). Management of teeth with dens invaginatus and apical periodontitis: A case series. *J Am Dent Assoc*, 153(5), 470-478. Doi: 10.1016/j.adaj.2021.10.009
- Hülsmann, M. (1997). Dens invaginatus: aetiology, classification, prevalence, diagnosis, and treatment considerations. *Int Endod J*, 30(2), 79-90. Doi: 10.1046/j.1365-2591.1997.00065.x
- Khetarpal, A., Chaudhary, S., Talwar, S., & Verma, M. (2014). Endodontic management of open apex using Biodentine as a novel apical matrix. *Indian J Dent Res*, 25(4), 513-516. Doi: 10.4103/0970-9290.142555
- Kumar, H., Al-Ali, M., Parashos, P., & Manton, D. J. (2014). Management of 2 teeth diagnosed with dens invaginatus with regenerative endodontics and apexification in the same patient: a case report and review. *J Endod*, 40(5), 725-731. Doi: 10.1016/j.joen.2013.10.030
- Nadgouda, M., Patel, A., Chandak, M., Sedani, S., & Sarangi, S. (2024). The Management of Open Apex Using a Bioactive Material: A Case Report. *Cureus*, 16(5), e61296. Doi: 10.7759/cureus.61296
- Oehlers, F. A. (1957a). Dens invaginatus (dilated composite odontome). I. Variations of the invagination process and associated anterior crown forms. *Oral Surg*

Oral Med Oral Pathol, 10(11), 1204-1218 contd. Doi: 10.1016/0030-4220(57)90077-4

- Oehlers, F. A. (1957b). Dens invaginatus (dilated composite odontome). II. Associated posterior crown forms and pathogenesis. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 10(12), 1302-1316. Doi: 10.1016/s0030-4220(57)80030-9
- Plascencia, H., Díaz, M., Moldauer, B. I., Uribe, M., & Skidmore, E. (2017). Non-Surgical Endodontic Management of Type II Dens Invaginatus with Closed and Open Apex. *Iran Endod J*, 12(4), 534-539. Doi: 10.22037/iej.v12i3.10861
- Pradhan, B., Gao, Y., He, L., & Li, J. (2019). Non-surgical Removal of Dens Invaginatus in Maxillary Lateral Incisor Using KIBT: Two-year Follow-up Case Report. *Open Med (Wars)*, 14, 767-771. Doi: 10.1515/med-2019-0089
- Schmitz, M. S., Montagner, F., Flores, C. B., Morari, V. H., Quesada, G. A., & Gomes, B. P. (2010). Management of dens invaginatus type I and open apex: report of three cases. *J Endod*, 36(6), 1079-1085. Doi: 10.1016/j.joen.2010.02.002
- Siqueira, J. F., Jr., Rôças, I. N., Hernández, S. R., Brisson-Suárez, K., Baasch, A. C., Pérez, A. R., & Alves, F. R. F. (2022). Dens Invaginatus: Clinical Implications and Antimicrobial Endodontic Treatment Considerations. *J Endod*, 48(2), 161-170. Doi: 10.1016/j.joen.2021.11.014
- Yalcin, T. Y., Bektaş Kayhan, K., Yilmaz, A., Göksel, S., Ozcan, İ., & Helvacioğlu Yigit, D. (2022). Prevalence, classification and dental treatment requirements of dens invaginatus by cone-beam computed tomography. *PeerJ*, 10, e14450. Doi: 10.7717/peerj.14450



BÖLÜM 4

Endodontide Güncel Giriş Kavitesi Tasarımları

Oğuzhan Ünal¹ & İlke Mentеш²

Kök Kanal Tedavisinin Amaçları

Kök kanal tedavisinin uzun dönemli klinik başarısı; doğru vaka seçimi ve tanı, etkin kemomekanik preparasyon, yeterli dezenfeksiyon, üç boyutlu sızdırmaz bir obturasyon ve biyolojik prensiplere uygun koronal restorasyonun bütüncül olarak uygulanmasına bağlıdır. Başarıyı etkileyen çok sayıda parametre bulunmakla birlikte, pulpal ve periradiküler patolojilerin temel etiyolojik faktörünün mikrobiyal enfeksiyon olduğu konusunda görüş birliği mevcuttur. Bu nedenle endodontik tedavinin temel amacı, kök kanal sistemi içerisindeki mikrobiyal yükün elimine edilmesi ya da konak savunma mekanizmalarının tolere edebileceği düzeye indirgenmesi ve ardından kanal boşluğunun yeniden enfeksiyona izin vermeyecek şekilde hermetik olarak doldurulmasıdır (BYSTRÖM & SUNDQVIST, 1981).

Uzun vadeli klinik başarı açısından hedef, kök kanal sisteminin enfeksiyöz ajanlardan arındırılmış ya da rezidüel mikrobiyal yükün periapikal dokularda patoloji oluşturmayacak seviyeye düşürülmüş olduğu bir ortamda obturasyonun gerçekleştirilmesidir. Bu bağlamda yeterli dezenfeksiyon, endodontik tedavinin vazgeçilmez biyolojik hedeflerinden biri olmaya devam etmektedir. Ancak etkin bir dezenfeksiyonun sağlanabilmesi, yalnızca irrigasyon ve enstrümantasyon tekniklerine değil; aynı zamanda uygun tasarlanmış bir endodontik giriş kavitesine de bağlıdır. Giriş kavitesinin morfolojik doğruluğu, tedavinin tüm aşamalarını doğrudan etkileyen belirleyici bir faktördür (Byström, Claesson, & Sundqvist, 1985).

Endodontik Giriş Kavitesi Tasarımı

Kök kanal tedavisinin kritik basamaklarından biri, tüm kanal ağzlarının tespitine ve güvenli şekilde instrumentasyonuna olanak tanıyacak yeterli boyut ve konfigürasyonda bir koronal giriş kavitesi hazırlanmasıdır. Yetersiz ya da hatalı tasarlanmış bir giriş kavitesi; kanal ağzlarının gözden kaçırılmasına, prosedürel hatalara ve tedavi başarısının azalmasına zemin hazırlayabilir.

Kanal sistemine doğrudan ve engelsiz erişim sağlayan bir giriş kavitesi, kök kanal sisteminin daha etkin debridmanını mümkün kılar ve aynı zamanda

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Karabük Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti ABD
ORCID: 0000-0001-6709-7837

² Uzm. Dt., ORCID: 0009-0004-6638-9626

enstrümanlara binen stresin azalmasına bağlı olarak alet kırılma riskini minimize eder. Bu doğrultuda, optimal enstrümantasyon ve irrigasyonun sağlanabilmesi için doğru hazırlanmış bir giriş kavitesi temel ön koşuldur ve tedavinin prognozunu doğrudan olumlu yönde etkiler.

Düz bir giriş yolu (straight-line access) oluşturulması; irrigasyon solüsyonlarının apikal bölgeye daha etkin ulaşmasını sağlarken, döner aletlerin preparasyon sırasında kanal duvarlarıyla gereksiz temasını azaltır. Böylece hem mekanik preparasyon daha kontrollü şekilde gerçekleştirilebilir hem de işlemin biyomekanik etkinliği artırılmış olur.

Endodontik Giriş Kaviteleri

Endodontik giriş kavitesi preparasyonu, kök kanal tedavisinin biyolojik ve mekanik başarısını doğrudan etkileyen temel aşamalardan biridir. Bu basamak yalnızca kök kanal sistemine erişim sağlamakla sınırlı olmayıp, aynı zamanda etkin dezenfeksiyon, güvenli enstrümantasyon ve uzun dönem prognoz açısından belirleyici rol oynar. Giriş kavitesi hazırlığının başlıca hedefleri aşağıdaki şekilde özetlenebilir:

1. Tüm çürük dokuların uzaklaştırılması
2. Restoratif ve yapısal açıdan sağlam diş dokusunun mümkün olduğunca korunması
3. Pulpa odası çatısının tamamen kaldırılması
4. Koronal pulpa dokusunun eksiksiz eliminasyonu
5. Tüm kök kanal ağzlarının doğru biçimde lokalize edilmesi
6. Apikal foramene veya kanalın ilk kurvaturuna kadar kesintisiz ve kontrollü erişimin sağlanması

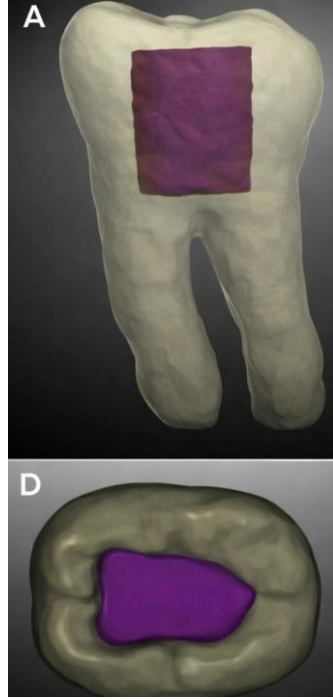
Bu hedeflerin gerçekleştirilmesi, hem enfekte dokuların eliminasyonu hem de işlem sırasında oluşabilecek prosedürel komplikasyonların önlenmesi açısından kritik öneme sahiptir. Geleneksel endodontik kavite tasarımı, uzun yıllar boyunca diş tipine özgü morfolojik şablonlar temel alınarak standardize edilmiştir. Ancak teknolojik gelişmeler, özellikle dental operasyon mikroskobunun ve yüksek büyütme ile gelişmiş aydınlatma sağlayan optik sistemlerin klinik pratiğe entegrasyonu, giriş kavitesi tasarımında paradigmatik bir değişime yol açmıştır. Artık kavite boyutu ve sınırları yalnızca klasik anatomik normlara göre değil, ilgili dişin mevcut pulpa odası morfolojisi, yaşa bağlı sekonder dentin birikimi ve bireysel varyasyonlar dikkate alınarak belirlenmektedir. Bu yaklaşım, hem minimal invaziv prensiplerin uygulanmasına olanak tanımakta hem de kök kanal sistemine daha kontrollü ve hedeflenmiş bir erişim sağlayarak biyomekanik preparasyonun etkinliğini artırmaktadır (Vieira et al., 2020).

Geleneksel Endodontik Kavite (GEK)

Geleneksel endodontik kavite (GEK) tasarımı, kök kanal sisteminin koronal bölümünde etkin debridman ve yeterli irrigasyonun sağlanmasını amaçlayan klasik erişim yaklaşımını ifade eder. Bu tasarım anlayışında, tüm pulpa boynuzlarının açığa çıkarılması ve pulpa odası çatısının tamamen uzaklaştırılması temel prensipler arasında yer alır. Böylece kök kanal sistemine engelsiz ve doğrudan bir erişim sağlanarak biyomekanik preparasyonun daha kontrollü biçimde gerçekleştirilmesi hedeflenir.

GEK tasarımında kavite duvarları genellikle hafif oklüzal diverjans gösterecek şekilde şekillendirilir ve kök kanallarına “düz hat erişimi” (straight-line access) oluşturulmaya çalışılır. Bu yaklaşım, kanal ağzlarının görüş alanı değiştirilmeden ve herhangi bir dentin engeliyle karşılaşmadan doğrudan görüntülenmesine olanak tanır. Sonuç olarak, enstrümantasyon sırasında aletler üzerindeki stres azalır, çalışma uzunluğuna ulaşım kolaylaşır ve prosedürel komplikasyon riski düşürülebilir.

Bununla birlikte, GEK tasarımı daha geniş bir kavite preparasyonunu gerektirdiğinden, özellikle periservikal dentin bölgesinde olmak üzere daha fazla miktarda sağlıklı diş dokusunun uzaklaştırılması söz konusu olabilir. Bu durum, dişin biyomekanik dayanıklılığını azaltarak uzun dönem kırılma direnci ve prognoz üzerinde olumsuz etkilere yol açabilecek potansiyel bir dezavantaj oluşturur. Buna karşın, klinik uygulamada sunduğu görüş kolaylığı, ergonomik avantaj ve işlem güvenliği nedeniyle GEK uzun yıllar boyunca endodontik tedavinin standart erişim yaklaşımı olarak kabul edilmiştir (Vorster, van der Vyver, & Markou, 2023).



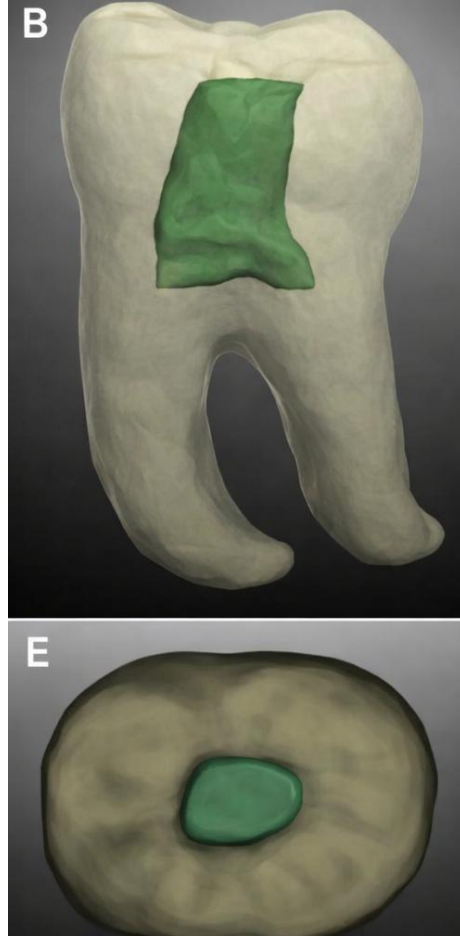
Şekil 1- A ve D Geleneksel giriş kavitesi (Hegde, Gaikwad, Jadhav, Patil, & Bhatia, 2018)

Konservatif Endodontik Kavite (KEK)

Konservatif endodontik kavite (KEK) tasarımı, minimal invaziv endodonti yaklaşımının bir uzantısı olarak geliştirilmiş olup, kök kanal sistemine erişim sağlarken maksimum düzeyde sağlıklı diş dokusunun korunmasını hedefler. Bu tasarım anlayışında pulpa odası çatısının tamamı uzaklaştırılmak yerine bir kısmı korunur ve kavite preparasyonu daha sınırlı sınırlar içerisinde gerçekleştirilir. KEK preparasyonunda giriş kavitesi genellikle oklüzal yönde hafif konverjan duvarlara sahiptir. Bu morfoloji, pulpa odası tabanının belirli bir bölümünün korunmasına olanak tanırken, çoğu zaman kök kanal ağzlarından yalnızca birinin doğrudan görüntülenebilmesine izin verir. Diğer kanal ağzlarının tespiti ise farklı bir görsel açı, büyütme sistemleri ve dikkatli eksplorasyon gerektirebilir. Bu durum, operatör deneyimi ve optik yardımcılarının kullanımını daha kritik hale getirmektedir (Saber, Hayaty, Nawar, & Kim, 2020).

KEK için evrensel ve kesin sınırlarla tanımlanmış bir preparasyon protokolü bulunmamaktadır. Bununla birlikte temel prensip, periservikal dentin başta olmak üzere stratejik öneme sahip diş dokularını koruyarak kanal ağzlarının doğru lokalizasyonunu sağlamaktır. Posterior dişlerde preparasyon çoğunlukla oklüzal yüzeyin merkezi fossasından başlatılır ve kanal ağzlarının

belirlenmesine yetecek ölçüde, düzgün ve kontrollü konverjan aksiyel duvarlarla genişletilir. Bu süreçte pulpa odası çatısının belirli bir bölümü bilinçli olarak korunur. Ancak literatürde KEK tasarımına ilişkin standartların net olmaması, klinik uygulamada hazırlık basamaklarının zaman zaman geleneksel endodontik kavite (GEK) prensiplerine yaklaşmasına neden olabilmektedir. Bu nedenle KEK uygulamaları; operatör deneyimi, diş morfolojisi, kalsifikasyon derecesi ve kullanılan büyütme sistemleri gibi faktörlere bağlı olarak değişkenlik gösterebilmektedir (Shabbir et al., 2021).

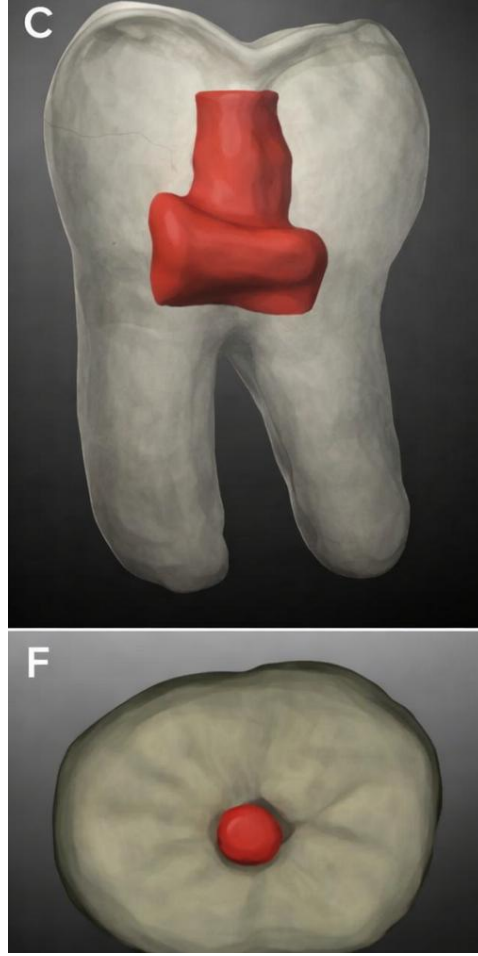


Şekil 2- B ve E konservatif giriş kavitesi (Hegde et al., 2018)

Ultra Konservatif Endodontik Kavite

Ultra konservatif endodontik kavite (UKEK) tasarımı, minimal invaziv yaklaşımın daha ileri bir varyasyonu olarak tanımlanmakta olup, kök kanal sistemine erişimi yalnızca kanal ağzlarının lokalizasyonu ve başlangıç genişletilmesi için gerekli olan en dar sınırlar içerisinde sağlamayı amaçlar. Bu tasarımda kavite duvarları belirgin şekilde birbirine yaklaşmakta (yüksek derecede konverjans göstermekte) ve oklüzal mine dokusunun mümkün olan en üst düzeyde korunması hedeflenmektedir. UKEK'in temel felsefesi, pulpa odası çatısının ve özellikle pulpa boynuzlarının mümkün olduğunca korunmasıdır. Böylece koronal diş dokusunda meydana gelen madde kaybı minimize edilmekte ve dişin biyomekanik bütünlüğünün sürdürülmesi amaçlanmaktadır. Özellikle periservikal dentinin korunması, dişin kırılma direncinin devamlılığı açısından stratejik önem taşımaktadır. Bununla birlikte, bu derece sınırlı bir erişim yaklaşımı; kanal ağzlarının tespiti, yeterli irrigasyon hacminin sağlanması ve etkin kemomekanik preparasyonun gerçekleştirilmesi açısından teknik zorluklar doğurabilmektedir. Bu nedenle UKEK uygulamaları, yüksek büyütme ve aydınlatma sistemleri ile birlikte ileri operatör deneyimi gerektiren bir yaklaşım olarak değerlendirilmektedir.

Sonuç olarak, ultra konservatif kavite tasarımı sağlıklı diş dokusunun maksimum düzeyde korunmasını hedeflerken, biyomekanik preparasyon ve dezenfeksiyon etkinliği arasındaki dengeyi dikkatle gözetmeyi gerektiren bir klinik strateji olarak öne çıkmaktadır (Krishan et al., 2014).



Şekil 3- C ve F ultra konservatif giriş kavitesi (Hegde et al., 2018)

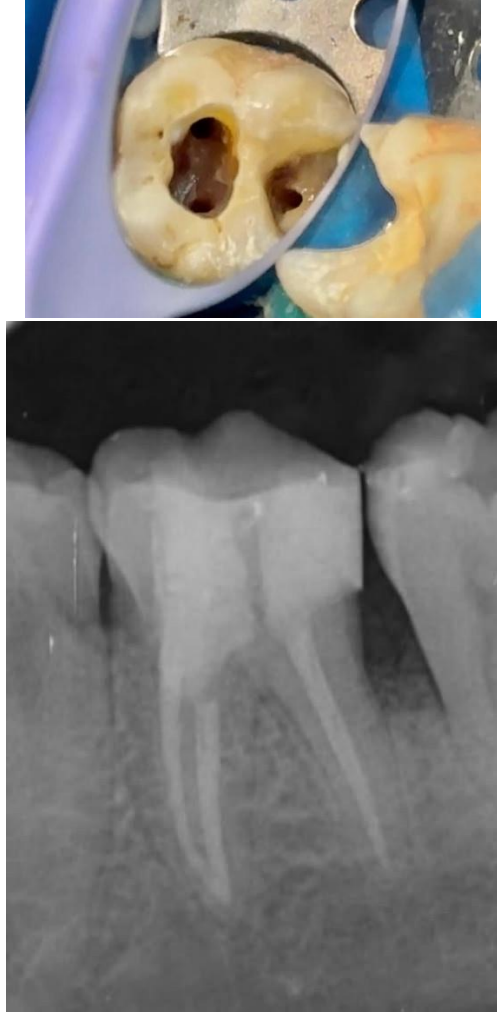
Truss Endodontik Kavite (TREK)

Truss endodontik kavite (TREK) tasarımı, minimal invaziv endodonti anlayışı çerçevesinde geliştirilmiş olup, temel amacı koronal ve periservikal dentin dokusunu mümkün olan en üst düzeyde koruyarak dişin biyomekanik bütünlüğünü sürdürmektir. Bu yaklaşım, geleneksel tek ve geniş bir giriş kavitesi yerine, her kök için ayrı ve sınırlı erişim alanları oluşturulmasına dayanır. Mandibular molarlarda genellikle mezial ve distal kökler için iki ayrı giriş kavitesi hazırlanırken; maksiller molarlarda mesiobukkal, distobukkal ve palatinal kökler için üç bağımsız kavite tasarımı söz konusudur. Bu kavite birlerinden anatomik olarak ayrılmış olup, her biri ilgili kökün kanal sistemine özgü morfolojik özellikler dikkate alınarak şekillendirilir. Böylece kavite sınırları

yalnızca ilgili kanalın lokalizasyonu ve başlangıç genişletilmesi için gerekli minimum alanla sınırlı tutulur.

TREK preparasyonu sırasında sağlam dentin dokusunun korunması önceliklidir; özellikle pulpa odasının orta kısmına ait tavan dokusunun bütünlüğü büyük ölçüde muhafaza edilir. Bu durum, dişin kırılma direncinin korunmasına katkı sağlayabilecek potansiyel bir avantaj olarak değerlendirilmektedir. Buna karşın, geleneksel endodontik kavite (GEK) düz hatlı (straight-line) erişim sağlayan bir tasarıma sahiptir ve bu özellik enstrümantasyon ile irrigasyon işlemlerini kolaylaştırmaktadır. Literatürde, GEK'in TREK ile karşılaştırıldığında daha fazla koronal dentin kaybına yol açtığı bildirilmiştir. Bununla birlikte, TREK tasarımının sınırlı erişim sağlaması; pulpa odasındaki vital ya da nekrotik dokuların tam olarak uzaklaştırılmasını, yeterli irrigasyon hacminin sağlanmasını ve kavite dezenfeksiyonunun etkinliğini zorlaştırabilmektedir. Bu durum, biyomekanik preparasyon ve enfeksiyon kontrolü açısından potansiyel kısıtlılıklar doğurabilmektedir.

Sonuç olarak, TREK yaklaşımı diş dokusunun korunmasına yönelik önemli avantajlar sunmakla birlikte, dezenfeksiyon etkinliği ve teknik uygulanabilirlik açısından dikkatli vaka seçimi ve ileri düzey operatör deneyimi gerektiren bir kavite tasarımıdır (Patil et al., 2022).



Şekil 4- Truss kavite ağız içi görüntüsü ve röntgen görüntüsü

Ninja Endodontik Kavite (NEK)

Ninja endodontik kavite (NEK) tasarımı, pulpa odası çatısının ve özellikle periservikal dentinin maksimum düzeyde korunmasını hedefleyen, ultra konservatif bir erişim yaklaşımıdır. Minimal invaziv endodonti prensipleri doğrultusunda geliştirilen bu teknik, kök kanal sistemine ulaşmak için yalnızca gerekli olan en küçük koronal açıklığın oluşturulmasını esas alır.

NEK preparasyonunda genellikle küçük çaplı frezler kullanılarak oklüzal yüzeyde son derece sınırlı bir giriş alanı oluşturulur. Bu kavite, konservatif endodontik kavite (KEK) tasarımına kıyasla dahi daha dar ve daha lokalize bir açıklık sunar. Amaç, pulpa odası çatısının büyük bölümünü koruyarak koronal

diş yapısındaki madde kaybını minimumda tutmaktır (Veselinović-Hofman et al., n.d.).

Bu tasarım teorik olarak, klinisyenin kanal ağzlarını tespit etmesine ve ilgili alanlara erişim sağlamasına imkân tanıyacak kadar yeterli bir açıklık oluşturmayı hedefler. Bununla birlikte, sınırlı görüş alanı ve dar çalışma sahası; kanal ağzlarının lokalizasyonu, yeterli irrigasyon hacminin sağlanması ve etkin kemomekanik preparasyon açısından teknik zorluklar doğurabilmektedir. Bu nedenle NEK uygulamaları, ileri düzey büyütme sistemleri ve yüksek operatör deneyimi gerektiren prosedürler arasında değerlendirilmektedir. Literatürde NEK tasarımına ilişkin mevcut veriler sınırlıdır ve özellikle uzun dönem klinik başarı, dezenfeksiyon etkinliği ve kırılma direnci üzerindeki etkilerine dair yüksek kanıt düzeyine sahip çalışmalar henüz yeterli değildir. Bu durum, NEK'in biyomekanik avantajları ile biyolojik etkinliği arasındaki dengenin daha kapsamlı araştırmalarla ortaya konulması gerektiğini göstermektedir (Maqbool, Noorani, Asif, Makandar, & Jamayet, 2020).

Rehberli Endodontik Kavite (REK)

Rehberli endodontik kavite (REK) yaklaşımı, özellikle ileri derecede kalsifiye kök kanallarına sahip dişlerde karşılaşılan erişim güçlüklerini minimize etmek ve giriş kavitesi preparasyonu sırasında oluşabilecek iatrojenik komplikasyonları önlemek amacıyla geliştirilmiştir. Kalsifikasyon varlığında geleneksel serbest el teknikleriyle kanalın lokalizasyonu; aşırı dentin uzaklaştırılması, kök perforasyonu ve dişin yapısal zayıflaması gibi ciddi riskler taşıyabilmektedir (Connert et al., 2019).

REK konsepti, konik ışınlı bilgisayarlı tomografi (CBCT) verileri ile elde edilen üç boyutlu görüntülerin dijital planlama yazılımları aracılığıyla analiz edilmesine ve bu plan doğrultusunda hazırlanan statik bir cerrahi rehberin kullanılmasına dayanır. Üç boyutlu olarak tasarlanan bu rehber sayesinde klinisyen, önceden belirlenmiş bir giriş yolu üzerinden kalsifiye kanala doğrudan ve kontrollü bir şekilde ulaşabilmektedir. Bu yöntem, özellikle pulp kanal obliterasyonu görülen anterior dişlerde yüksek doğruluk oranları ile rapor edilmiştir. Bununla birlikte, statik rehberlerin kullanımı bazı klinik sınırlılıklar içerebilir. Özellikle posterior bölgede interoklüzal mesafenin yetersiz olması, rehber yerleşimini ve frez manipülasyonunu zorlaştırabilmektedir. Ayrıca ağız açıklığının kısıtlı olduğu hastalarda uygulama güçleşebilir. Dinamik navigasyon sistemleri ise rehberli endodontide alternatif bir yaklaşım olarak öne çıkmaktadır. İlk olarak implantolojide yaygınlaşan bu teknoloji, optik izleme sistemleri ve özel bir bilgisayar arayüzü aracılığıyla frezin uzaysal konumunu gerçek zamanlı olarak takip eder ve bu verileri CBCT görüntüleriyle entegre eder. Böylece klinisyen, işlem öncesi dijital ortamda planlanan giriş yoluna intraoperatif olarak rehberlik eşliğinde ulaşabilir. Dinamik navigasyonun en önemli avantajı, statik

rehber gerektirmemesi ve işlem sırasında anlık düzeltmelere olanak tanınmasıdır (Pujol, Vidal, Mercadé, Muñoz, & Ortolani-Seltenerich, 2021).

Sonuç olarak, rehberli endodontik kavite yaklaşımları; özellikle kalsifiye kanallarda daha öngörülebilir, minimal invaziv ve güvenli bir erişim sağlamayı amaçlayan ileri teknolojik uygulamalardır. Bununla birlikte maliyet, ekipman gereksinimi, öğrenme eğrisi ve posterior bölgelerdeki uygulama zorlukları gibi faktörler klinik karar sürecinde dikkate alınmalıdır (Dianat, Gupta, Price, & Mostoufi, 2021)

KAYNAKLAR

- Byström, A., Claesson, R., & Sundqvist, G. (1985). The antibacterial effect of camphorated paramonochlorophenol, camphorated phenol and calcium hydroxide in the treatment of infected root canals. *Endodontics & Dental Traumatology*, 1(5), 170–175. <https://doi.org/10.1111/J.1600-9657.1985.TB00652.X>
- BYSTRÖM, A., & SUNDQVIST, G. (1981). Bacteriologic evaluation of the efficacy of mechanical root canal instrumentation in endodontic therapy. *European Journal of Oral Sciences*, 89(4), 321–328.
- Connert, T., Krug, R., Eggmann, F., Emsermann, I., ElAyouti, A., Weiger, R., ... Krastl, G. (2019). Guided endodontics versus conventional access cavity preparation: a comparative study on substance loss using 3-dimensional-printed teeth. *Journal of Endodontics*, 45(3), 327–331.
- Dianat, O., Gupta, S., Price, J. B., & Mostoufi, B. (2021). Guided endodontic access in a maxillary molar using a dynamic navigation system. *Journal of Endodontics*, 47(4), 658–662.
- Hegde, K., Gaikwad, A., Jadhav, S., Patil, R., & Bhatia, S. (2018). Unusual ways usual destination. *Int J Curr Med Pharm Res*, 4, 2969–2971.
- Krishan, R., Paqué, F., Ossareh, A., Kishen, A., Dao, T., & Friedman, S. (2014). Impacts of conservative endodontic cavity on root canal instrumentation efficacy and resistance to fracture assessed in incisors, premolars, and molars. *Journal of Endodontics*, 40(8), 1160–1166.
- Maqbool, M., Noorani, T. Y., Asif, J. A., Makandar, S. D., & Jamayet, N. Bin. (2020). Controversies in endodontic access cavity design: A literature review. *Dental Update*, 47(9), 747–754.
- Patil, P., Newase, P., Pawar, S., Gosai, H., Shah, D., & Parhad, S. M. (2022). Comparison of fracture resistance of endodontically treated teeth with traditional endodontic access cavity, conservative endodontic access cavity, truss endodontic access cavity, and ninja endodontic access cavity designs: an in vitro study. *Cureus*, 14(8).
- Pujol, M. L., Vidal, C., Mercadé, M., Muñoz, M., & Ortolani-Seltenerich, S. (2021). Guided endodontics for managing severely calcified canals. *Journal of Endodontics*, 47(2), 315–321.
- Saber, S. M., Hayaty, D. M., Nawar, N. N., & Kim, H.-C. (2020). The effect of access cavity designs and sizes of root canal preparations on the biomechanical behavior of an endodontically treated mandibular first molar: a finite element analysis. *Journal of Endodontics*, 46(11), 1675–1681.

- Shabbir, J., Zehra, T., Najmi, N., Hasan, A., Naz, M., Piasecki, L., & Azim, A. A. (2021). Access cavity preparations: classification and literature review of traditional and minimally invasive endodontic access cavity designs. *Journal of Endodontics*, 47(8), 1229–1244.
- Veselinović-Hofman, M., Mikić, V., Despić, D., Dević, D., Marinković, S., Ostojić, N., ... Walton, C. (n.d.). *Belgrade, II/2014*.
- Vieira, G. C. S., Pérez, A. R., Alves, F. R. F., Provenzano, J. C., Mdala, I., Siqueira Jr, J. F., & Rôças, I. N. (2020). Impact of contracted endodontic cavities on root canal disinfection and shaping. *Journal of Endodontics*, 46(5), 655–661.
- Vorster, M., van der Vyver, P. J., & Markou, G. (2023). The effect of different access cavity designs in combination with WaveOne Gold and TruNatomy instrumentation on remaining dentin thickness and volume. *Journal of Endodontics*, 49(1), 83–88.



BÖLÜM 5

Endodontik Tedavili Dişlerde Restorasyon Seçimi: Biyomekanik İlkeler ve Klinik Kanıtlar

Melike Yavuz¹ & İrem Ekici² & Duygu Değirmencioğlu³

1) Giriş

Endodontik tedavinin temel amacı, enfekte pulpa dokusunun uzaklaştırılması ve dişin ağızda fonksiyonel olarak varlığını sürdürebilmesinin sağlanmasıdır (European Society of Endodontology, 2006). Ancak günümüzde tedavi başarısının değerlendirilmesi yalnızca radyografik periapikal iyileşme ile sınırlı değildir (Helena Fransson ve diğerleri, 2016; Ng, Mann ve Gulabivala, 2011). Dişin uzun dönem ağızda kalabilmesi, çiğneme fonksiyonuna katılabilmesi, sekonder enfeksiyonların önlenmesi ve estetiğin sağlanabilmesi de klinik başarının önemli bileşenleri arasında kabul edilmektedir (Helena Fransson ve Dawson, 2023; Gillen ve diğerleri, 2011).

Epidemiyolojik ve popülasyon temelli çalışmalar, kök kanal tedavisi görmüş dişlerin 5–10 yıllık sağkalım oranlarının yüksek olduğunu; ancak zaman içerisinde belirli bir oranda diş kaybı görülebildiğini ortaya koymaktadır (Helena Fransson ve Dawson, 2023). Uzun dönem veriler, dişin ağızda kalmasının yalnızca endodontik işlemin teknik kalitesine bağlı olmadığını; restoratif ve yapısal faktörlerin de belirleyici rol oynadığını göstermektedir (Al-Nuaimi, Patel, Austin ve Mannocci, 2017; Aquilino ve Caplan, 2002).

Nitekim geniş kohort analizlerinde; endodontik tedavi sonrasında uygulanan restorasyonun varlığı ve tipi, kalan diş dokusu miktarı, restorasyonun zamanlaması ve dişin ark içindeki konumu gibi değişkenlerin dişin uzun dönem prognozu ile doğrudan ilişkili olduğu bildirilmiştir (H. Fransson ve diğerleri, 2021; Pratt ve diğerleri, 2016). Bu bulgular, restoratif aşamanın endodontik tedaviden ayrı bir basamak değil; tedavinin biyolojik ve mekanik başarısı için

¹ Diş Hekimi, İstanbul Medipol Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Endodonti Anabilim Dalı, 0009-0004-5358-1627

² Diş Hekimi, İstanbul Medipol Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Endodonti Anabilim Dalı, 0009-0006-7290-5193

³ Uzman Diş Hekimi, Araştırma Görevlisi, İstanbul Medipol Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Endodonti Anabilim Dalı, 0000-0001-9452-5200

ayrılmaz bir parçası olarak değerlendirilmesi gerektiğini vurgulamaktadır (Mannocci ve ark., 2021)

Avrupa Endodontoloji Derneği'nin (ESE) restorasyona ilişkin bildirgesinde, kök kanal tedavisi görmüş dişlerin restoratif planlamasında bireysel risk değerlendirmesinin esas alınması ve mevcut diş dokusunun korunmasının öncelikli hedef olması gerektiği vurgulanmaktadır (Mannocci ve ark., 2021). Bu yaklaşım, restorasyon seçiminin yalnızca materyal tercihi üzerinden değil, dişin yapısal kapasitesi ve fonksiyonel yüklenme koşulları dikkate alınarak yapılmasını önermektedir (Rocca ve Krejci, 2013).

Bu bölümde, endodontik tedavi görmüş dişlerin restorasyonuna ilişkin güncel klinik kanıtlar sistematik bir çerçevede ele alınacaktır. Öncelikle dişin uzun dönem prognozunu belirleyen yapısal ve fonksiyonel faktörler incelenecek, ardından restorasyon seçimine ilişkin karar süreci ve mevcut restoratif seçenekler kanıta dayalı olarak değerlendirilecektir. Amaç, tek tip bir restoratif yaklaşım önermekten ziyade, klinik karar verme sürecini destekleyen bütüncül bir bakış açısı sunmaktır.

2) Prognozu Belirleyen Faktörler

Rezidüel Diş Dokusu ve Kavite Duvar Sayısı

Endodontik tedavi görmüş dişlerin uzun dönem sağkalımını belirleyen en temel faktör, kalan sağlam diş dokusunun miktarıdır. Güncel klinik kanıtlar, restorasyon tipinden veya post yerleştirilmesinden bağımsız olarak, rezidüel dentin hacminin prognoz üzerinde belirleyici rol oynadığını göstermektedir (Mannocci et al., 2021). Bu nedenle restoratif planlama sürecinde ilk değerlendirilmesi gereken parametre, uygulanacak restorasyonun türünden önce, sağlıklı kalan diş dokusunun mevcut yapısal bütünlüğüdür.

Kalan diş dokusu yalnızca kural duvar sayısı ile sınırlı bir kavram değildir; dentin kalınlığı, periservikal bölgedeki yapısal süreklilik ve kavite konfigürasyonu birlikte değerlendirilmelidir (Dietschi, Duc, Krejci ve Sadan, 2008). Özellikle periservikal dentin (PCD) dokusunun korunmuş olması, oklüzal yüklerin kök boyunca daha dengeli iletilmesini sağlayarak dişin biyomekanik direncini artırmakta ve dikey kök kırığı riskini azaltmaktadır (Juloski, Radovic, Goracci, Vulicevic ve Ferrari, 2012). Bu bağlamda, rezidüel diş hacmi arttıkça hem restorasyonun tutuculuğu için gerekli yüzey alanı hem de dişin yapısal bütünlüğü korunduğu için klinik başarının arttığı gösterilmiştir (Bhuva, Giovarruscio, Rahim, Bitter ve Mannocci, 2021).

Ferrari ve arkadaşlarının (2012) randomize kontrollü çalışmasında, kalan dentin duvar sayısının artmasının restorasyon sağkalımını anlamlı düzeyde iyileştirdiği bildirilmiştir (Ferrari ve diğerleri, 2012). Benzer şekilde Creugers ve

ark. (2005) ile Fokkinga ve ark. (2007) tarafından yürütülen uzun dönemli klinik çalışmalarda, yeterli koronal dentin varlığının hem restoratif hem de diş sağkalımı açısından olumlu bir prognostik faktör olduğu gösterilmiştir (Creugers, Mentink, Fokkinga ve Kreulen, 2005). Bu çalışmalar, rezidüel yapısal desteğin restorasyon tipinden daha baskın bir belirleyici olabileceğini ortaya koymaktadır.

Güncel prospektif veriler, yapısal bütünlüğün hem biyolojik hem de mekanik başarı üzerindeki kritik rolünü desteklemeye devam etmektedir. Al-Nuaimi ve ark. (2017), kök kanal tedavisi yenilenen dişlerde koronal doku kaybının periapikal iyileşme başarısını doğrudan etkilediğini ortaya koymuştur (Al-Nuaimi ve diğerleri, 2017). Aynı hasta grubunun takip edildiği dört yıllık analizlerde ise rezidüel diş hacmindeki artışın, dişin fonksiyonel sağkalımını anlamlı şekilde yükselttiği ve çekim olasılığını azalttığı bildirilmiştir (Al-Nuaimi, Ciapryna, Chia, Patel ve Mannocci, 2020). Bu bulgular; restoratif planlamanın yalnızca biyomekanik kırık riskini yönetmekle kalmadığını, aynı zamanda uzun dönemli biyolojik prognoz ve dişin ağızda kalma süresi üzerinde belirleyici bir faktör olduğunu kanıtlamaktadır.

Bu veriler ışığında, restoratif planlamada temel yaklaşımın, kaybedilen dokuyu agresif preparasyonlarla telafi etmeye çalışmak yerine mevcut dentin rezervini azami ölçüde korumaya odaklanması gerektiği açıktır. Güncel kanıtlar, dişin yapısal bütünlüğünün korunmasının, seçilecek restoratif sistemden bağımsız olarak prognoz üzerinde daha belirleyici olduğunu ortaya koymaktadır (Bhuva ve diğerleri, 2021). Bu çerçevede, endodontik tedavi sonrası restoratif karar sürecinde öncelikli değerlendirme, uygulanacak restorasyon tipinden ziyade mevcut sağlam diş dokusunun miktarı ve dağılımı olmalıdır. Dişin özellikle servikal bölgedeki yapısal bütünlüğü, oklüzal yüklerin kök boyunca iletim biçimini belirleyen kritik bir unsurdur. Servikal dentin sürekliliğinin korunması, restorasyon-diş kompleksinin biyomekanik stabilitesini doğrudan etkileyen bir faktör olup, literatürde 'ferul etkisi' (ferrule effect) olarak tanımlanan kavramın da temel dayanağını oluşturmaktadır.

Ferrul Etkisi

Ferrul etkisi, endodontik tedavi görmüş dişlerin restoratif prognozunda belirleyici bir biyomekanik faktör olarak kabul edilmektedir. ESE ferrülü, indirekt restorasyonun çevresinde yer alan ve servikal bölgede sirkumferansiyel olarak devam eden supramarjinal dentin bandı şeklinde tanımlanmaktadır (Mannocci ve ark., 2021). Bu yapısal süreklilik, oklüzal yüklerin kök boyunca daha homojen iletilmesini sağlayarak katastrofik kök kırığı riskini azaltmaktadır (Juloski ve diğerleri, 2012).

Güncel klinik veriler ferrul varlığının sağkalım üzerindeki etkisini açık biçimde ortaya koymaktadır. Ferrari ve ark. (2012) tarafından yürütülen

randomize kontrollü çalışmada, rezidüel dentin duvarı bulunan premolarlarda restorasyon sağkalımının anlamlı derecede daha yüksek olduğu bildirilmiştir (Ferrari ve diğerleri, 2012). Daha güncel sistematik değerlendirmelerde ise ferrul varlığının, post yerleştirilmesinden bağımsız olarak, diş sağkalımı üzerinde baskın bir prognostik faktör olduğu vurgulanmıştır (Naumann, Schmitter, Frankenberger ve Krastl, 2018).

Literatürde ferrulün yalnızca yüksekliği değil, üç boyutlu yapısal bütünlüğünün önemli olduğu gösterilmiştir. Guldener ve ark. (2017), fiber postlu ve postsuz restorasyonların uzun dönem klinik sonuçlarını karşılaştırdıkları çalışmada, kalan duvar sayısının ve servikal dentin sürekliliğinin, kullanılan post materyalinden daha belirleyici olduğunu ortaya koymuştur (Guldener ve diğerleri, 2017). Benzer şekilde Sterzenbach ve ark. (2012; 7–11 yıllık takip) ve Naumann ve ark. (2017) tarafından bildirilen uzun dönem veriler, ferrul varlığının restoratif başarının ana belirleyicisi olduğunu göstermektedir (Naumann ve diğerleri, 2017; Sterzenbach, Franke ve Naumann, 2012).

Ferrul yüksekliği konusunda literatürde 1.5–2.0 mm aralığı sıklıkla referans alınmakla birlikte, Juloski ve ark. (2012) ile Naumann ve ark. (2018) bu değerini mutlak bir eşik olarak yorumlanmaması gerektiğini, klinik bağlamda dentin kalınlığı ve sirkumferansiyel devamlılığın birlikte değerlendirilmesi gerektiğini vurgulamıştır (Juloski ve diğerleri, 2012; Naumann ve diğerleri, 2018). Biyomekanik çalışmalar, servikal dentin kaybının stres konsantrasyonunu belirgin biçimde artırdığını göstermektedir (Ma, Nicholls, Junge ve Phillips, 2009).

Yapılan çalışmalar, ferrul eksikliğinin post yerleştirilmesi ile kompanse edilemeyeceğini açık biçimde ifade etmektedir (Mannocci ve ark., 2021). Naumann ve ark. tarafından gerçekleştirilen sistematik derlemede, ferrul varlığının post varlığından daha güçlü bir sağkalım belirleyicisi olduğunu ortaya koymuştur. Bu yaklaşım, restoratif planlamada yapısal önceliklerin doğru sıralanması gerektiğini göstermektedir (Naumann ve diğerleri, 2018).

Sonuç olarak, ferrul etkisi yalnızca laboratuvar kökenli teorik bir kavram değil; güncel prospektif klinik verilerle desteklenen temel bir restoratif prensiptir. Servikal dentin sürekliliği korunabildiği ölçüde, restorasyon-diş kompleksinin biyomekanik stabilitesi ve uzun dönem sağkalımı artmaktadır.

Çatlakların Prognosta Etkisi

Endodontik tedavi görmüş dişlerde yapısal bütünlüğü etkileyen önemli faktörlerden biri de diş yapısında çatlak varlığıdır. Çatlak diş, dentin içerisinde başlayan ve genellikle meziodistal yönde ilerleyen, kuren veya kök seviyesine farklı derinliklerde uzanabilen inkomplet kırık olarak tanımlanmaktadır (Mannocci ve ark., 2021). Klinik olarak çatlakların teşhisi ve prognozunun

belirlenmesi çoğu zaman güç olmakla birlikte, son yıllarda yapılan prospektif ve sistematik çalışmalar bu konuda daha net veriler ortaya koymuştur (Leong, De Souza, Sultana ve Yap, 2020).

Uzun süre çatlaklı dişlerin prognozunun zayıf olduğu düşünülmüş olsa da, güncel veriler bu yaklaşımın mutlak olmadığını göstermektedir. Davis ve Shariff (2019), kanal tedavisi uygulanmış ve kuron ile restore edilmiş çatlaklı dişlerde 2–4 yıllık takipte %96 sağkalım oranı bildirmiştir (Davis ve Shariff, 2019). Bu çalışma, çatlağın kanal orifisi seviyesine kadar veya birkaç milimetre apikaline uzanmasının tek başına olumsuz prognoz anlamına gelmediğini ortaya koymuştur. Benzer şekilde Leong ve ark. (2020) tarafından gerçekleştirilen sistematik derleme ve meta-analizde, endodontik tedavi uygulanmış çatlaklı dişlerde 5 yıllık sağkalım oranı yaklaşık %84 olarak rapor edilmiştir (Leong ve diğerleri, 2020). Bu oran, uygun restoratif koruma sağlandığında çatlak varlığının mutlak çekim endikasyonu oluşturmadığını göstermektedir.

Çatlakların prognoz üzerindeki etkisi yalnızca lokalizasyon ve derinlik ile açıklanamaz; oklüzal yüklenme paterni, dişin ark içindeki konumu ve restorasyon tipi de belirleyicidir. Güncel çalışmalar, özellikle posterior dişlerde oklüzal kuvvetlerin çatlak ilerlemesinde önemli rol oynadığını göstermektedir (Seo, Yi, Shin ve Park, 2012). Terminal dişlerde ve parafonksiyonel alışkanlık varlığında çatlak progresyon riski artmaktadır. Bu durum, yapısal zayıflığın fonksiyonel yüklerle birlikte değerlendirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır.

Restoratif yaklaşım açısından değerlendirildiğinde, çatlaklı dişlerde tüberkül korumalı restorasyonların tercih edilmesinin prognozu iyileştirdiği bildirilmiştir. Güncel literatür, çatlaklı dişlerin rutin olarak tüberkül korumalı restorasyonlarla tedavi edilmesini önermektedir (Mannocci ve ark., 2021). Bu öneri, çatlağın ilerlemesini sınırlamak ve oklüzal stresleri yeniden dağıtmak amacı taşımaktadır. Özellikle indirekt restorasyonların, doğrudan restorasyonlara kıyasla çatlak progresyonunu azaltabileceğine dair klinik gözlemler mevcuttur (Borén, Jonasson ve Kvist, 2015).

Bununla birlikte çatlaklı dişlerde prognoz değerlendirmesi yapılırken yalnızca mevcut çatlağın varlığına odaklanmak yeterli değildir. Periodontal durum, radyografik kemik değişiklikleri ve semptom varlığı da dikkate alınmalıdır. Leong ve ark. (2020), çatlağın periodontal dokulara ilerlemesinin uzun dönem prognozu anlamlı derecede olumsuz etkilediğini vurgulamıştır (Leong ve diğerleri, 2020). Bu nedenle klinik ve radyografik takip, çatlaklı dişlerin yönetiminde temel bir bileşendir.

Endodontik tedavi görmüş çatlak dişlerin prognozunun eskiden düşünüldüğü kadar kötü olmadığını düşünülebilir. Uygun restoratif koruma ve oklüzal kontrol sağlandığında, yüksek sağkalım oranları elde edilebilmektedir. Ancak çatlak

varlığı, yapısal rezervi azalmış dişlerde dikkatli klinik değerlendirme gerektiren önemli bir risk faktörü olmaya devam etmektedir.

Dişin Ark İçindeki Konumu ve Oklüzal Faktörlerin Prognosa Etkisi

Endodontik tedavi görmüş dişlerin sağkalımı yalnızca kalan diş dokusunun miktarı ile belirlenmez; dişin ark içerisindeki konumu ve maruz kaldığı fonksiyonel yüklenme paterni de bağımsız prognostik faktörler olarak değerlendirilmelidir. ESE, özellikle terminal dişlerin ve komşu proksimal kontağı bulunmayan dişlerin yapısal başarısızlık açısından daha yüksek risk taşıdığını vurgulamaktadır (Mannocci ve ark., 2021).

Posterior bölgede yer alan ve distal komşusu bulunmayan terminal dişler, oklüzal kuvvetleri karşılayacak destekleyici yapının azalması nedeniyle artmış kırık riski göstermektedir. Bu ilişki ilk olarak geniş retrospektif çalışmalarda tanımlanmış olmakla birlikte (Aquilino ve Caplan, 2002), daha sonraki prospektif ve epidemiyolojik çalışmalar da benzer sonuçlar ortaya koymuştur. Ng ve ark. (2011), geniş hasta kohortlarında terminal dişlerin sağkalım oranlarının komşulu dişlere kıyasla daha düşük olduğunu bildirmiştir (Ng ve diğerleri, 2011). Ayrıca uzun dönem klinik takiplerde, özellikle ikinci molarların kırık nedeniyle çekim oranlarının daha yüksek olduğu gösterilmiştir (Borén ve diğerleri, 2015). Bu bulgular, distal komşu destek eksikliğinin ve artmış moment kolunun biyomekanik sonuçlarını yansıtmaktadır.

Fonksiyonel ve parafonksiyonel yüklenme de yapısal başarısızlık üzerinde belirgin etkiye sahiptir. Güncel klinik çalışmalar, bruksizm ve eksentrik rehberlik bozukluklarının, özellikle posterior endodontik tedavili dişlerde kırık riskini artırdığını göstermektedir (Seo ve diğerleri, 2012). Parafonksiyonel alışkanlığı bulunan bireylerde restoratif komplikasyon oranlarının daha yüksek olduğu bildirilmiş; oklüzal interferansların ve prematür temasların servikal bölgede stres konsantrasyonunu artırarak mikroçatlak progresyonunu hızlandırabileceği vurgulanmıştır (Guldener ve diğerleri, 2017). Bu durum, yapısal olarak zayıf dişlerin yalnızca anatomik değil, fonksiyonel bağlamda da değerlendirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır.

Diş tipine bağlı yüklenme farklılıkları da prognozu etkilemektedir. Maksiller anterior dişler lateral kuvvetlere daha fazla maruz kalmakta ve kesme stresleri nedeniyle yapısal açıdan hassasiyet gösterebilmektedir. Uzun dönem randomize klinik veriler, anterior bölgede ciddi koronal yapı kaybının dikkatli restoratif planlama gerektirdiğini ortaya koymuştur (Naumann ve diğerleri, 2017). Premolarlar ise hem posterior yüklenme hem de tüberkül morfolojisi nedeniyle kırık açısından riskli bir grubu temsil etmektedir (Ferrari ve diğerleri, 2012). Molarlarda pulpa odasının genişliği restoratif retansiyon açısından avantaj

sağlasa da, yüksek oklüzal kuvvetler kök kırığı riskini artırabilmektedir (Setzer, Boyer, Jeppson, Karabucak ve Kim, 2011).

Bu veriler ışığında restoratif planlama, yalnızca kalan dentin miktarına değil, dişin ark içindeki konumuna, proksimal destek durumuna ve oklüzal dinamiklere göre şekillendirilmelidir. Terminal dişlerde, parafonksiyon varlığında veya posterior bölgede artmış yüklenme söz konusu olduğunda, yük dağılımını optimize eden ve yapısal rezervi koruyan restoratif stratejiler tercih edilmelidir. ESE, post-endodontik restoratif süreçte kapsamlı bir oklüzal değerlendirme yapılmasının gerekliliğini açık biçimde ifade etmektedir (Mannocci ve ark., 2021).

Sonuç olarak, dişin anatomik konumu ve maruz kaldığı fonksiyonel stres ortamı, yapısal parametrelerle birlikte değerlendirilmesi gereken temel prognostik belirleyicilerdir. Restoratif yaklaşım, yalnızca mevcut doku kaybını değil, dişin fonksiyonel bağlamını da dikkate alan bütüncül bir planlama gerektirir.

3) Restorasyon Seçimi

Endodontik tedavi görmüş dişlerin restoratif planlaması; materyal seçiminden ziyade, dişin yapısal kapasitesini ve fonksiyonel risklerini temel alan stratejik bir değerlendirme sürecidir. Güncel prospektif veriler, rezidüel diş hacminin belirli bir eşik değerin altına düşmesinin, sağkalım oranlarında dramatik bir düşüşe neden olduğunu ve diş kaybı riskini doğrudan artırdığını kanıtlamaktadır (Al-Nuaimi ve diğerleri, 2020). Bu yapısal değerlendirme, dişin ark içindeki konumu ve oklüzal yüklenme koşulları gibi bağlamsal faktörlerle birlikte ele alınarak bütüncül bir prognoz tayini yapılmasını gerektirir.

Klinik başarının zamanlamaya olan hassasiyeti, bu sürecin bir diğer kritik boyutudur. Geniş ölçekli analizler, kök kanal tedavisini takip eden ilk 4 ay içerisinde tüberkül korumalı kesin restorasyonun tamamlanmamasının, ilgili dişim çekim riskini yaklaşık üç kat artırdığını ortaya koymaktadır (Pratt ve diğerleri, 2016). Bu zaman bağımlı risk artışı; adeziv stabilizasyon sağlanmamış dişlerde artan kuspal fleksiyonun mikroçatlak progresyonunu hızlandırması ve geçici restorasyon altındaki koronal sızıntı riskinin artmasıyla ilişkilendirilmektedir (Plotino ve diğerleri, 2017).

Restorasyon tipi seçimindeki heterojen yaklaşımlar, son yıllarda doku kaybının genişliğine göre şekillenen daha net bir hiyerarşiye evrilmiştir. Sınırlı doku kaybı olan vakalarda direkt yaklaşımlar kabul edilebilir sonuçlar sunarken; fonksiyonel yükün arttığı senaryolarda indirekt restorasyonlar belirgin bir sağkalım avantajı sağlamaktadır (Shu, Mai, Wang ve Zhao, 2018). Bu noktada diş hekimliği, tam kuron preparasyonunun neden olduğu agresif doku kaybı ile post uygulamalarının getirdiği biyomekanik riskler arasında, mevcut dentin

rezervini korumayı hedefleyen bir denge arayışındadır (Bhuva ve diğerleri, 2021). Söz konusu denge arayışı, günümüzde konvansiyonel protokoller ile gelişen minimal invaziv müdahaleler arasındaki seçim kriterlerini de belirlemektedir.

4) Konvansiyonel Restorasyonlar

Kök kanal tedavisi tamamlanan bir dişte restoratif süreç; yalnızca mevcut yapısal kaybın morfolojik restorasyonu değil, tedavinin biyolojik başarısını muhafaza edecek efektif bir koronal sızdırmazlık sağlanması ve dişin fonksiyonel yükler altında biyomekanik bütünlüğünü korumasının hedeflenmesidir. Bu bağlamda “konvansiyonel restorasyonlar”, adeziv çağ öncesinde gelişen ve uzun yıllar boyunca klinik uygulamanın temelini oluşturan mekanik prensip ağırlıklı seçenekleri ifade eder. Güncel kılavuzlar, bu seçeneklerin hâlâ geçerli olduğunu; ancak endikasyonlarının, dişin klinik bağlamına göre daha dikkatli tanımlanması gerektiğini vurgular (Mannocci ve ark., 2021). Klinik literatürü sentezleyen derlemeler de benzer biçimde, tek bir restoratif tasarımın tüm olgulara genellenemeyeceğini ve mevcut kanıtların hasta/diş heterojenliği nedeniyle yoruma açık olduğunu belirtir (Bhuva ve diğerleri, 2021).

Konvansiyonel restorasyonlar pratikte iki ana çizgide ele alınır: direkt restorasyonlar (ağız içinde tamamlanan) ve indirekt restorasyonlar (laboratuvar/CAD-CAM aşaması gerektiren). Bu sınıflama, yalnızca üretim tekniğini değil, restorasyonun dişle kurduğu yapısal ilişkinin niteliğini de yansıtır. Bu bölümde konvansiyonel yaklaşım, endodonti merkezli bir perspektifle; koronal bütünlük, yeniden müdahale edilebilirlik ve yapısal komplikasyon yönetimi ekseninde ele alınmaktadır (Bhuva ve diğerleri, 2021; European Society of Endodontology developed by: ve diğerleri, 2021).

Direkt kompozit rezin restorasyonlar

Direkt kompozit restorasyonlar, uygun olgularda klinik olarak hızlı uygulanabilmeleri ve ek preparasyon gereksinimini sınırlamaları nedeniyle yaygın olarak tercih edilmektedir. ESE bildirisi, direkt restorasyonların belirli klinik senaryolarda seçenek olabileceğini; ancak kararın dişin mevcut koşullarıyla uyumlu olacak şekilde verilmesi gerektiğini belirtir (Mannocci ve ark., 2021).

Posterior dişlerde direkt restorasyon stratejisi belirlenirken temel belirleyici parametre, restorasyonun yalnızca bir 'intrakoronal kütle' olarak yapılandırılması değil; oklüzal yükleri karşılayacak biyomekanik tasarımın nasıl kurgulanacağıdır. Bu nedenle direkt restorasyonlar, gerektiğinde tüberkül koruması sağlayan şekillendirmelerle veya ek yapısal destek stratejileriyle modifiye edilebilen bir spektrum içinde düşünülmelidir (Bhuva ve diğerleri, 2021).

Fiberle güçlendirilmiş direkt restorasyonlar

Fiber takviyeli kompozit uygulamaları, daha çok laboratuvar dışı koşullarda “ek güçlendirme” arayışının bir uzantısı olarak gündeme gelmiştir. Buradaki hedef; restorasyon-dış kompleksinde stresin daha dengeli yayılmasına katkı sağlamak ve kırılma gerçekleştiğinde klinik olarak yönetilebilir kırık tiplerine zemin hazırlayabilmektir. Bununla birlikte, ESE ve klinik literatür derlemeleri, fiber destek uygulamalarına ilişkin verilerin önemli bir kısmının laboratuvar temelli olduğunu ve uzun dönem klinik sonuçların sınırlı kaldığını belirtir; bu nedenle uygulamanın rutin bir basamak gibi değil, seçilmiş olgulara özgü bir modifikasyon olarak değerlendirilmesini öneren temkinli bir çerçeve sunar (Mannocci ve ark., 2021).

Post destekli direkt kor restorasyonları

Post uygulamasının endodontik perspektiften temel gerekçesi, dişin güçlendirilmesi değil; kor materyali için retansiyon koşullarının oluşturulmasıdır. ESE, postun tek başına dişin ağızda kalmasını artırdığına ilişkin tutarlı bir kanıt bulunmadığını; ayrıca post yerleştirilmesi için ek dentin kaldırmayı gerektirecek agresif işlemlerden kaçınılması gerektiğini açık biçimde ifade eder (Mannocci ve ark., 2021). Klinik literatür derlemeleri de post boşluğu hazırlığının iatrojenik sert doku kaybı yaratabileceğini ve bazı klinik koşullarda yeniden müdahale süreçlerini karmaşıktırabileceğini vurgular (Bhuva ve diğerleri, 2021). Bu nedenle post endikasyonu, “her endodontik tedavili dişe post” yaklaşımıyla değil, retansiyonun başka şekilde sağlanamadığı senaryolarda gerekçelendirilmelidir.

Fiber ve metal postlar arasındaki tartışma çoğu zaman biyomekanik hipotezler üzerinden yürütülse de, güncel derlemeler materyal üstünlüğü konusunda klinik kanıtların sınırlı olduğunu ve kararın pratik yönetilebilirlik ile değerlendirilmesi gerektiğini belirtir (Naumann ve diğerleri, 2018). Bu çerçevede post seçimi, “tek bir materyalin mutlak avantajı” biçiminde değil; olguya özgü bir klinik muhakeme alanı olarak konumlandırılmalıdır

İndirekt restorasyonlar ve tam kaplama kuronlar

Tam kaplama kuron restorasyonları, konvansiyonel yaklaşımın en yerleşik indirekt seçeneklerindendir. Bununla birlikte literatür, kuronun her durumda zorunlu bir çözüm olduğu şeklinde tek çizgili bir sonuca gitmez. Derlemeler, kuronlar ile konvansiyonel dolguların karşılaştırıldığı çalışmaların sayısının azlığı ve metodolojik sınırlılıklar nedeniyle, klinik üstünlük konusunda kesin bir yargı üretmenin güç olduğunu bildirmektedir (Sequeira-Byron, Fedorowicz, Carter, Nasser ve Alrowaili, 2015).

Kuron materyaline ilişkin literatür ise daha çok tek kuronların uzun dönem klinik performansına odaklanır. Sistematik derlemelerde metal-seramik kuronlar için güçlü uzun dönem veriler bildirilmiş; tam seramik sistemlerde ise tasarım ve materyal alt gruplarına bağlı komplikasyon profillerinin farklılaşabildiği gösterilmiştir (Sailer, Makarov, Thoma, Zwahlen ve Pjetursson, 2015).

Kuron Tipleri ve Materyal Seçimi

Kuron tipi / materyal	Klinik kanıt özeti	Avantajlar	Sınırlılıklar
Metal-seramik kuronlar	Orta-uzun dönem çalışmalarda yüksek başarı/sağkalım oranları bildirilmiştir (Pjetursson et al., 2007; Walton, 2013).	Uzun dönem klinik verisi güçlü; dayanıklılık açısından güvenilir.	Estetik beklentisi yüksek olgularda sınırlı kalabilir.
Tam seramik kuronlar (genel)	Lityum disilikat ve alümina bazlı seramiklerde olumlu sonuçlar bildirilmiştir (Sailer et al., 2015).	Estetik üstünlük; metal içermeme.	Posterior bölgede klinik performans materyale ve tasarıma göre değişebilir.
Lityum disilikat	Tek kuronlar için sistematik değerlendirmelerde olumlu klinik sonuçlar rapor edilmiştir (Sailer et al., 2015).	Estetik-mekanik performans dengesi; posterior kullanımda uygun endikasyonlarda tercih edilebilir.	Genellikle adeziv simantasyon gereksinimi nedeniyle klinik hassasiyet artabilir.
Zirkonyum (monolitik zirkonya dâhil)	Posterior bölgede avantaj sağlayabileceği; sonuçların materyal ve tasarıma bağlı değişebileceği belirtilmektedir (Mannocci et al., 2021).	Yüksek kırılma dayanımı; posterior bölgede biyomekanik açıdan avantajlı olabilir.	Simantasyon yaklaşımı (adeziv/konvansiyonel) seçime bağlı değişiklik gösterebilir; materyal alt tipleri klinik sonucu etkileyebilir.

5) Minimal İnvaziv Restorasyonlar

Minimal İnvaziv Yaklaşımlar ve Biyomekanik Koruma

Kök kanal tedavili posterior dişlerde restoratif yaklaşım, son yıllarda tam çevresel preparasyon zorunluluğu üzerinden değil, parsiyel kaplama tasarımlarının hangi koşullarda klinik olarak öngörülebilir bir alternatif oluşturabileceği üzerinden tartışılmaktadır. ESE, adeziv restoratif seçeneklerin çeşitlendiğini; buna karşın uzun dönem, iyi tasarlanmış karşılaştırmalı klinik çalışmalara duyulan gereksinimin sürdüğünü vurgular (Mannocci ve ark., 2021). Bu nedenle minimal invaziv seçenekler, klinik pratiğe yerleşmiş bir eğilim olmakla birlikte, kanıt düzeyindeki heterojenlik nedeniyle vaka temelli bir değerlendirme alanı olarak ele alınmalıdır (Morimoto, Arakaki, Raggio ve Özcan, 2024).

Minimal invaziv restorasyonların temel avantajları; preparasyon sınırlarının daha konservatif tutulması, parsiyel kaplama tasarımları sayesinde oklüzal morfolojinin yeniden yapılandırılabilmesi ve olası başarısızlıkların (özellikle adeziv ayrılmaların) yapısal bütünlükten mümkün mertebe ödün vermeden yönetilebilmesidir (Rocca ve Krejci, 2013). Buna karşılık, adeziv arayüzün klinik hassasiyeti ve tasarımların uzun dönem davranışını tanımlayan verilerin sınırlı olması dezavantaj olarak öne çıkar; literatürde özellikle endokuronlarda desimante riskinin belirgin bir tartışma alanı olduğu görülür (Morimoto ve diğerleri, 2024). Ayrıca minimal invaziv tasarımların başarı ölçütleri çalışmalar arasında değişiklik gösterebildiği için, klinik sonuçların yorumunda

metodolojik farklılıkların dikkate alınması gerektiği bildirilmiştir (Di Fiore ve diğerleri, 2023).

Onlay–overlay–endokuron: terminoloji ve sınıflama

Parsiyel indirekt restorasyonlar; inlay (tüberkül örtmeyen), onlay (en az bir tüberkülü örten) ve overlay (tüm tüberkülleri örten) olarak sınıflandırılmaktadır (Fouda ve diğerleri, 2024). Bu sınıflama klinik açıdan yalnız kapsama alanını değil, tasarımın oklüzal yükleri karşılama biçimini ve marjinin konum/uzunluk özelliklerini de dolaylı olarak tarif eder.

Onlay restorasyonlar

Onlay restorasyonlar, intrakuronal restorasyonlarla tam kuron arasında, kapsama derecesi seçilebilen parsiyel bir seçenek olarak tanımlanır. Klinik literatür, kök kanal tedavili posterior dişlerde parsiyel indirekt restorasyonların kabul edilebilir sonuçlar gösterebildiğini; ancak bu verilerin çoğunda takip süreleri, tasarım standardizasyonu ve hasta seçimi gibi değişkenlerin sonuçları etkileyebileceğini bildirmektedir (Dioguardi ve diğerleri, 2022). Bu bağlamda onlay, genel bir ikame olarak değil, klinik senaryoya göre endikasyonu güçlenen bir yaklaşım olarak konumlandırılmalıdır.

Onlay/parsiyel kuron konseptini destekleyen güncel klinik verilerden biri, endodontik tedavili posterior dişlerde CAD/CAM parsiyel kuronların birkaç yıllık takipte klinik olarak uygulanabilir sonuçlar verdiğini bildiren çalışmalar olup; başarısızlıkların önemli bir kısmının restorasyon düzeyinde (ör. retansiyon kaybı, marjinal değişiklikler) gerçekleştiği raporlanmıştır (L. Zhang, Hou, Aishan, Tian ve He, 2022). Bununla birlikte uzun dönem ($\geq 8-10$ yıl) ve tasarım karşılaştırmalı klinik kanıtların sınırlılığı, onlay endikasyonunu değerlendirirken kısa–orta vadeli veri ağırlığının göz önünde bulundurulmasını gerektirir (Morimoto ve diğerleri, 2024).

Overlay restorasyonlar

Overlay restorasyonlar, tüm tüberkülleri kapsayan parsiyel indirekt restorasyonlar olup, oklüzal yüzeyde kapsamlı bir yeniden şekillendirme sağlarken servikal düzeyde tam kuron preparasyonu gerektirmeyen bir tasarım yaklaşımı olarak tanımlanır. ESE bildirgesinin çerçevesi içinde overlay konsepti, posterior kök kanal tedavili dişlerde kapsamlı oklüzal kapsama ile daha sınırlı çevresel preparasyon hedefini bir arada tartışmaya açan güncel örneklerden biridir (Mannocci ve ark., 2021).

Overlay tasarımının klinik performansına ilişkin en doğrudan kanıtlardan biri, kök kanal tedavili dişlerde indirekt rezin kompozit restorasyonların farklı kavite tasarımlarıyla karşılaştırıldığı randomize klinik çalışmadır. Fouda ve ark. (2024), kavite tasarımının klinik performansı etkileyebileceğini; iki yıllık takipte

tüberkül redüksiyonu içeren overlay tasarımlarının bazı klinik parametrelerde daha elverişli bir profil gösterebildiğini bildirmiştir (Fouda ve diğerleri, 2024). Bu tür veriler, tasarımın, yalnız materyalin değil, klinik davranış üzerinde etkili olabileceğini düşündürmekle birlikte, overlay çalışmalarının sayısının sınırlı olması ve takip sürelerinin çoğunlukla kısa–orta vadede kalması, kanıtın hâlen genişlemeye açık bir alanda olduğunu göstermektedir (Refaey, Abdelkader ve Aly, 2025).

Overlay restorasyonlarında materyal seçimine odaklanan çalışmalar; restorasyon tasarımı ile kullanılan materyalin fiziksel özelliklerinin, mekanik başarısızlık paternleri üzerindeki potansiyel etkilerini tartışmaktadır. Özellikle rezin esaslı CAD/CAM materyallerin elastik davranışının daha dentin benzeri değerlere yaklaşabildiği ve bunun stres dağılımı açısından potansiyel bir avantaj oluşturabileceği, laboratuvar temelli çalışmalar ve klinik gözlemler üzerinden raporlanmaktadır (Baldi ve diğerleri, 2021). Ancak bu olası avantajın uzun dönem klinik karşılığı, farklı tasarımların ve takip sürelerinin heterojenliği nedeniyle net sınırlar ile tanımlanamamıştır (Di Fiore ve diğerleri, 2023).

Endokuron restorasyonlar

Endokuronlar, post boşluğu hazırlamadan, retansiyonu pulpa odası ve koronal yüzeylerden sağlayan tek-parça restorasyon yaklaşımı olarak tarif edilir. Bu yaklaşımın literatürdeki en belirgin klinik tartışması, endokuronların bazı olgularda öngörülebilir bir seçenek olabilmesine karşın, başarısızlık paterninde retansiyon kaybının (debonding) öne çıkabilmesidir (Morimoto ve diğerleri, 2024). Bu durum, endokuronu yalnız kırılma direnci üzerinden değil, arayüz davranışı ve klinik kullanım koşulları üzerinden değerlendirmeyi gerekli kılar.

Güncel sentez çalışmalarında endokuronların posterior dişlerde belirli koşullarda tatmin edici klinik sonuçlar verebildiği; ancak sistematik derlemelerin önemli bir kısmının kısa–orta takip sürelerine dayandığı ve çalışma tasarımlarının farklılık gösterdiği vurgulanmıştır (Morimoto ve diğerleri, 2024). Ayrıca preparasyon geometrisi ile marjinal bütünlük/kırık direnci arasındaki ilişkiyi ele alan sistematik değerlendirmeler, tasarım parametrelerinin mekanik davranışı etkileyebileceğini bildirmekle birlikte, bu ilişkinin klinik düzeyde standardize protokollerle doğrulanmasına ihtiyaç olduğunu belirtmektedir (Mostafavi, Allahyari, Niakan ve Atri, 2022). Endokuronların özellikle premolar bölgede daha değişken sonuçlar bildirebilmesi, literatürde sık tekrar eden bir gözlem olup; bu gözlem, tasarımın anatomik ve fonksiyonel koşullarla etkileşimde olduğunu düşündüren başlıklardan biridir (Al Fodeh ve diğerleri, 2023).

Klinik olarak yanıt bekleyen alanlar

Minimal invaziv restorasyonların klinik popülaritesi artarken, literatürün hâlen kesinleştiremediği noktalar belirginleşmektedir:

- i. tasarım standardizasyonunun yetersizliđi,
- ii. takip sürelerinin sınırlılığı,
- iii. “başarı” tanımlarının ve raporlanan sonlanımların çalışmalar arasında farklılaşması
- iv. restorasyon-diş bütününe dair hasta odaklı ölçütlerin yeterince raporlanmaması (Dioguardi ve diğerleri, 2022; Morimoto ve diğerleri, 2024).

Bu nedenle minimal invaziv seçenekler, pratikte daha konservatif olma iddiasıyla değil, kanıtın sınırları ve belirsizlikleri görölerek, klinik karar verme sürecine entegre edilmelidir (Bhuva ve diğerleri, 2021).

6) Post-Endodontik Restorasyonlarda Komplikasyonlar ve Başarısızlık Nedenleri

Endodontik tedavi görmüş dişlerin uzun dönem klinik takibinde karşılaşılan komplikasyonlar, yalnızca restoratif materyalin performansına bağlı değildir; biyomekanik stres dağılımı, rezidüel doku kapasitesi, restorasyonun zamanlaması ve hastaya özgü fonksiyonel risk faktörleri birlikte rol oynamaktadır. Geniş popölasyon temelli analizler, endodontik tedavi sonrası diş kayıplarının önemli bir bölümünün biyolojik değil restoratif kökenli olduğunu göstermektedir (Bhuva ve diğerleri, 2021). Benzer şekilde, posterior dişlerde uzun dönem sonuçları inceleyen güncel kohort verileri, yapısal komplikasyonların periapikal rekürrensten daha sık çekim nedeni oluşturduğunu ortaya koymaktadır (Patel ve diğerleri, 2024).

Komplikasyonlar genel olarak üç ana grupta ele alınabilir:

1. Yapısal komplikasyonlar
2. Biyolojik komplikasyonlar
3. Restorasyona özgü teknik komplikasyonlar

Yapısal Komplikasyonlar

Koronal kırıklar

Koronal kırıklar, özellikle posterior dişlerde en sık bildirilen mekanik komplikasyonlardandır. Retrospektif epidemiyolojik çalışmalarda, indirekt restorasyon uygulanmamış dişlerde kırık insidansının belirgin şekilde daha yüksek olduğu gösterilmiştir (Borén ve diğerleri, 2015). Patel ve ark. (2024), posterior kök kanal tedavili dişlerde yapısal başarısızlıkların en sık advers olay olduğunu bildirmiştir (Patel ve diğerleri, 2024).

Direkt kompozit restorasyonlarla restore edilen dişlerde kırık paterni çoğunlukla koronal seviyede ve onarılabilir nitelikteyken, indirekt restorasyonlarda başarısızlık daha çok restorasyon kırığı veya adeziv arayüz sorunları şeklinde ortaya çıkmaktadır (Lempel ve diğerleri, 2019). Bu farklılık, restorasyon tipine bağlı stres dağılımı mekanizmalarının klinik yansıması olarak değerlendirilmektedir.

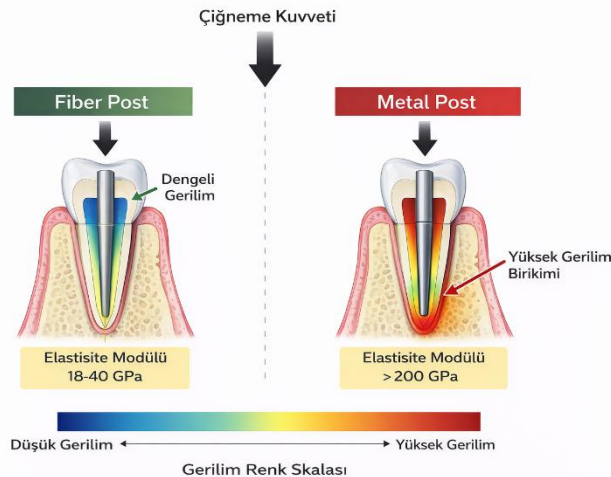
Kök kırıkları

Vertikal kök kırığı, genellikle geç dönem ve geri dönüşsüz bir komplikasyondur. Klinik serilerde nispeten düşük prevalansa sahip olmakla birlikte, gerçekleştiğinde çoğunlukla ilgili dişin çekimiyle sonuçlanmaktadır (Touré ve diğerleri, 2011). Posterior dişlerde özellikle aşırı madde kaybı ve parafonksiyonel yüklenme varlığında risk artışı bildirilmiştir (Kang, Kim ve Kim, 2016).

Post yerleştirilmesi ile kök kırığı arasındaki ilişki literatürde tartışmalıdır. Sistemik derlemeler, post materyalinin tek başına belirleyici olmadığını; esas risk faktörünün rezidüel dentin kalınlığı ve servikal bölgedeki yapısal süreklilik olduğunu vurgulamaktadır (Naumann ve diğerleri, 2018; Sarkis-Onofre, Fergusson, Cenci, Moher ve Pereira-Cenci, 2017).

Katastrofik ve onarılabilir kırık ayrımı

Güncel literatürde, kırığın yalnızca varlığı değil, onarılabilir olup olmadığı klinik açıdan daha anlamlı kabul edilmektedir (S. Zhang ve diğerleri, 2024). Fiber postlu restorasyonlarda daha çok koronal seviyede ve restoratif olarak yönetilebilir kırık paternleri gözlenirken, rijit metal post sistemlerinde kök seviyesinde katastrofik kırık oranının daha yüksek olabileceği bildirilmiştir (Sarkis-Onofre ve diğerleri, 2017).



Bu farklılık, post materyalinin elastisite modülü ile dentin arasındaki biyomekanik uyuma bağlanmaktadır. Fiber postların elastisite modülünün (yaklaşık 18–40 GPa) dentine (yaklaşık 18 GPa) daha yakın olduğu; buna karşılık metal post sistemlerinde bu değerin belirgin derecede daha yüksek olduğu bilinmektedir (Lamichhane, Xu ve Zhang, 2014). Elastisite modülü uyumunun, oklüzal yükler altında stresin kök boyunca daha homojen dağılmasına katkıda bulunabileceği ve servikal bölgede stres konsantrasyonunu azaltabileceği öne sürülmektedir (Naumann ve diğerleri, 2018). Bu nedenle fiber post sistemlerinde kök kırığı yerine daha çok koronal düzeyde ve onarılabılır komplikasyonların gözlenmesi biyomekanik olarak açıklanabilir.

Bu bağlamda komplikasyon değerlendirmesi, sadece sağkalım oranları üzerinden değil, başarısızlık tipinin klinik yönetilebilirliği üzerinden de yapılmalıdır.

Biyolojik Komplikasyonlar

Sekonder çürük ve marjinal sızıntı

Uzun dönem takip çalışmalarında sekonder çürük, özellikle direkt restorasyonlarda sık bildirilen bir komplikasyondur (Lempel ve diğerleri, 2019). Epidemiyolojik veriler, çekilmiş kök kanal tedavili dişlerin önemli bir bölümünde restoratif marjin çevresinde çürük bulunduğunu göstermektedir (Olca, Ataoglu ve Belli, 2018).

Koronal sızıntı ile periapikal durum arasındaki ilişki uzun süredir tartışılmaktadır. Ray ve Trope (1995) ile Gillen ve ark. (2011) tarafından yapılan sistematik değerlendirmelerde, koronal restorasyon kalitesinin periapikal iyileşme üzerinde belirgin etkisi olduğu bildirilmiştir (Gillen ve diğerleri, 2011; Ray ve Trope, 1995). Bhuva ve ark. (2021) de sekonder enfeksiyon riskinin restoratif bütünlük ile yakından ilişkili olduğunu vurgulamaktadır (Bhuva ve diğerleri, 2021).

eriapikal rekürrens

Her ne kadar bu bölümün odak noktası restoratif komplikasyonlar olsa da, yetersiz koronal sızdırmazlık periapikal patolojinin yeniden ortaya çıkmasına zemin hazırlayabilmektedir (Gillen ve diğerleri, 2011). Özellikle geçici restorasyonla uzun süre bırakılan vakalarda bu risk artmaktadır (Pratt ve diğerleri, 2016).

Restorasyona Özgü Teknik Komplikasyonlar

Desimantasyonu ve retansiyon kaybı

Fiber post sistemlerinde en sık bildirilen komplikasyon desimantasyondur (Naumann ve diğerleri, 2018). Bu komplikasyon genellikle onarılabılır nitelikte

olup, kök kırığına kıyasla daha az invaziv müdahale gerektirir. Uzun dönem prospektif çalışmalarda post başarısızlık oranlarının restorasyon tipine ve adeziv protokole bağlı olarak değiştiği bildirilmiştir (Ferrari ve diğerleri, 2012).

Restorasyon kırığı

Tam seramik restorasyonlarda en sık komplikasyon materyal kırığı olarak bildirilmiştir (Sailer ve diğerleri, 2015). Monolitik seramik sistemlerde bu oran daha düşüktür. Posterior bölgede lityum disilikat ve zirkonya sistemlerin performansı kabul edilebilir düzeyde olsa da, premolar dişlerde kırık riski nispeten daha yüksektir (Prott ve diğerleri, 2025).

Genel Değerlendirme

Geniş kohort analizleri, endodontik tedavi sonrası diş kayıplarının önemli bir bölümünün restoratif ve yapısal komplikasyonlara bağlı olduğunu göstermektedir (Patel ve diğerleri, 2024). Bu komplikasyonların çoğu, başlangıçta mevcut yapısal rezerv ve restoratif stratejiyle ilişkilidir. Ancak literatür, tek bir restoratif sistemin tüm klinik senaryolarda üstün olduğunu göstermemektedir (Bhuva ve diğerleri, 2021).

Bu nedenle komplikasyon analizi, yalnızca restorasyon tipine değil; rezidüel doku miktarı, oklüzal bağlam, zamanlama ve hasta risk profiline dayalı çok değişkenli bir değerlendirme gerektirir.

Komplikasyon Tipi	Spesifik Klinik Durum	Olası Mekanizma / Risk Faktörleri	Onarılabilirlik	Başlıca Literatür
Yapısal	Koronal kırık	Geniş kavite, kuspal fleksiyon, mikroyorulma hasarı	Çoğu durumda onarılabilir	Plotino et al., 2017; Landys Boren et al., 2015
	Vertikal kök kırığı	Ferrul eksikliği, rijit post sistemleri, yüksek oklüzal stres	Genellikle onarılamaz (çekim)	Naumann et al., 2018; Sarkis-Onofre et al., 2014; Patel et al., 2024
	Post kırığı / deformasyonu	Elastisite uyumsuzluğu, aşırı yük	Çoğunlukla onarılabilir	Sarkis-Onofre et al., 2014
	Çatlak progresyonu	Parafonksiyon, terminal diş, servikal stres konsantrasyonu	Değişken	Seo et al., 2019; Kang et al., 2016
Restoratif	Restorasyon kırığı	Materyal yorulmuşluğu, yüksek oklüzal yük	Genellikle onarılabilir	Shu et al., 2018
	Post desimantasyonu	Yetersiz retansiyon, adeziv başarısızlık	Onarılabilir	Naumann et al., 2018
	Marjinal bozulma	Termal stres, adeziv degradasyon	Onarılabilir	Gillen et al., 2011
	Sekonder çürük	Plak retansiyonu, marjinal sızıntı	Değişken	Hickel et al., 2010
Biyolojik	Koronal mikro sızıntı	Uzamış geçici restorasyon süresi	Erken dönemde onarılabilir	Ray & Trope, 1995; Pratt et al., 2016
	Periodontal progresyon	Proksimal kontak eksikliği, plak kontrolü	Değişken	Fransson et al., 2021; Patel et al., 2024
	Persistan/rekürren periapikal lezyon	Koronal kontaminasyon	Endodontik yeniden tedavi gerekebilir	Ng et al., 2010

Komplikasyonlar incelendiğinde, yapısal ve restoratif kaynaklı problemlerin biyolojik nedenlere kıyasla daha sık bildirildiği; ancak diş kaybı ile sonuçlanan durumların çoğunlukla radiküler kırıklar gibi onarılamaz yapısal hasarlar olduğu görülmektedir. Buna karşılık, restoratif başarısızlıkların önemli bir bölümü yeniden müdahale ile yönetilebilmektedir.

Bu ayırım, restoratif planlamada yalnızca sağkalım oranlarının değil, olası başarısızlık tiplerinin de dikkate alınması gerektiğini düşündürmektedir (Borén ve diğerleri, 2015).

Risk Tabanlı Klinik Karar Modeli

Endodontik tedavi görmüş dişlerin restoratif planlaması, klinik pratiğin en değişken ve bağlamsal karar alanlarından birini oluşturur. Mevcut bilimsel kanıtlar, restoratif yaklaşımın tek bir protokol üzerinden standardize edilemeyeceğini; dişin başlangıçtaki yapısal özellikleri, fonksiyonel çevresi ve hastaya özgü biyolojik risk profili arasındaki etkileşimin klinik sonucu belirlediğini göstermektedir (Patel ve diğerleri, 2024). Bu nedenle restoratif karar süreci, teknik tercihten çok, risk yoğunluğunun yapılandırılmış biçimde analiz edilmesine dayanmalıdır.

Popülasyon temelli uzun dönem analizler, endodontik tedavi görmüş dişlerin klinik seyrinin homojen olmadığını ve belirli parametrelerin sonuçları anlamlı biçimde etkileyebildiğini ortaya koymuştur (H. Fransson ve diğerleri, 2021). Bu heterojenite, restoratif planlamada deterministik yaklaşımların yetersiz kalabileceğini; kararın, bireysel risk kombinasyonlarının dikkatli değerlendirilmesi ile şekillenmesi gerektiğini düşündürmektedir. ESE'nin restorasyona ilişkin bildirisinde, restoratif planlamanın hasta bazlı özel risk analizi temelinde yapılandırılmasını önermektedir (Mannocci ve ark., 2021).

Yapısal–Restoratif Uyum

Risk tabanlı modelin ilk boyutu, mevcut yapısal kapasite ile seçilecek restoratif strateji arasındaki biyomekanik uyumdur. Klinik çalışmalar, başlangıçtaki yapısal rezervin uzun dönem komplikasyon paternleriyle ilişkili olabileceğini göstermiştir (Patel ve diğerleri, 2024). Bununla birlikte, literatür belirli bir restoratif sistemin tüm klinik koşullarda üstün olduğunu desteklememektedir (Bhuva et al., 2021). Bu durum, karar sürecinin restorasyon tipinin mutlak başarısından ziyade, mevcut yapısal koşullara adaptasyon kapasitesi üzerinden değerlendirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır.

Restoratif tasarımın biyomekanik etkisi yalnızca dayanıklılık açısından değil, yük aktarım biçimi ve potansiyel stres yoğunlaşma alanları açısından da ele alınmalıdır. Özellikle post sistemleri ve indirekt restorasyonlarda elastisite uyumu, retansiyon stratejisi ve servikal bölgedeki stres dağılımı birlikte değerlendirilmelidir (Naumann ve diğerleri, 2018). Bu yaklaşım, restoratif seçimin komplikasyon tipini de dolaylı olarak etkileyebileceğini düşündürmektedir.

Fonksiyonel Yük Profili

Klinik kararın ikinci boyutu, dişin maruz kalacağı fonksiyonel yük profilidir. Posterior segmentte yer alan, terminal destekten yoksun veya parafonksiyonel alışkanlıklara sahip hastalarda mekanik komplikasyon riskinin artabileceği bildirilmiştir (Kang ve diğerleri, 2016). Ancak bu faktörler, tek başına belirleyici olmaktan ziyade, yapısal kapasite ile anlam kazanmaktadır.

Fonksiyonel bağlamın analizi, restoratif tasarımın yük dağılımını nasıl yöneteceğini değerlendirmeyi gerektirir. Yük yoğunluğunun arttığı klinik senaryolarda, restoratif stratejinin stres konsantrasyonunu azaltacak ve diş-restorasyon kompleksinin bütünlüğünü koruyacak şekilde planlanması önerilmektedir. Bu yaklaşım, restoratif kapsamın genişletilmesini gerektirebileceği gibi, oklüzal düzenleme ve koruyucu protokollerin uygulanmasını da içerebilir.

Biyolojik Sürdürülebilirlik ve Uzun Dönem Stabilité

Restoratif karar sürecinin üçüncü boyutu, biyolojik sürdürülebilirliğin öngörülmesidir. Koronal bütünlüğün korunması, periodontal stabilité ve çürük aktivitesi, restoratif tedavinin uzun dönem başarısını etkileyebilen faktörler arasında yer almaktadır (Gillen ve diğerleri, 2011). Fransson ve ark. (2021), periodontal parametrelerin uzun dönem diş kaybı ile ilişkili olabileceğini bildirmiştir (H. Fransson ve diğerleri, 2021).

Bu çerçevede restoratif planlama, yalnızca mekanik dayanıklılığı değil; hastanın biyolojik risk profilini de dikkate alınmalıdır. Yüksek çürük riski veya periodontal kırılganlık söz konusu olduğunda, marjinal bütünlüğü optimize eden ve bakım erişimini kolaylaştıran tasarımlar öncelik kazanabilir.

Başarısızlık Paterni Perspektifi

Güncel literatürde restoratif sistemlerin değerlendirilmesinde yalnızca sağkalım oranlarının değil, komplikasyon paternlerinin de dikkate alınması gerektiği vurgulanmaktadır (Sarkis-Onofre ve diğerleri, 2017). Farklı restoratif stratejiler, benzer sağkalım oranları gösterebilse de, başarısızlık tipleri açısından farklılık sergileyebilmektedir. Bu nedenle klinik karar, olası komplikasyonun yönetilebilirliği ve dişin kurtarılabilirliği perspektifinden de değerlendirilmelidir. Bu yaklaşım, restoratif planlamayı kısa dönem performans yerine uzun dönem öngörülebilirlik eksenine taşır.

Sonuç olarak, endodontik tedavi görmüş bir dişin restoratif yönetimi; yapısal kapasite, fonksiyonel yük profili ve biyolojik sürdürülebilirliğin birlikte analiz edildiği entegre bir risk değerlendirmesine dayanmalıdır. Restoratif planlamayı sezgisel tercihten çıkararak, kanıta dayalı ve çok parametrelili bir klinik muhakeme sürecine dönüştürmektedir.

Sonuç ve Gelecek Perspektifler

Endodontik tedavi görmüş dişlerin restorasyonuna ilişkin literatürün büyük bölümü, klinik sonuçları “sağkalım” üzerinden tanımlamaktadır. Giriş bölümünde de vurgulandığı üzere, kök kanal tedavisi sonrası 5–10 yıllık takiplerde bildirilen oranlar genellikle yüksektir (Patel ve diğerleri, 2024). Bununla birlikte, sağkalım kavramının kendisi giderek daha fazla sorgulanmaktadır. Bir dişin ağızda kalması, klinik olarak yeterli bir başarı ölçütü müdür? Yoksa tekrar müdahale gerektiren, restoratif revizyonlarla sürdürülen ve biyomekanik olarak kırılgan bir yapı da “sağ kalmış” olarak mı değerlendirilmelidir? Mevcut literatürün önemli bir kısmında klinik sonuç değerlendirmesi, dişin takip süresi boyunca ağızda kalması esas alınarak yapılmaktadır. Bununla birlikte, izlem sürecinde ortaya çıkan restoratif revizyonlar, komplikasyonlar ve fonksiyonel değişiklikler çoğu zaman ayrı kategoriler halinde analiz edilmemektedir (Bhuva ve diğerleri, 2021). Bu yaklaşım, sağkalım verilerinin klinik deneyimi ne ölçüde temsil ettiği konusunda belirsizlik yaratmaktadır.

Belirsizliğin temel nedenlerinden biri, restoratif karar sürecini etkileyen değişkenlerin çoğunun nicel olarak tanımlanamamasıdır. Klinik uygulamada deneyimle yönetilen birçok parametre, araştırmalarda yeterince ölçülebilir biçimde rapor edilmemektedir. Bu durum, sağkalım oranlarının yüksek olmasına rağmen, bireysel vakalarda öngörülebilirliğin sınırlı kalmasına yol açmaktadır (Mannocci ve ark., 2021).

Gelecekte bu alanın evrimi, sağkalım kavramının daha kapsamlı ve çok boyutlu biçimde yeniden tanımlanmasına bağlı olacaktır. Uzun dönem prospektif çalışmaların; yalnızca ilgili dişin çekim oranlarını değil, restoratif revizyon sıklığını, komplikasyon tiplerini, ekonomik yükü ve hasta odaklı sonuçları birlikte değerlendirmesi gerekmektedir. Bu yaklaşım, klinik başarının daha gerçekçi bir çerçevede ele alınmasını sağlayacaktır (Sinsareekul, Saengthong-Aram ve Limpuangthip, 2025).

Dijital veri kayıt sistemleri, üç boyutlu görüntüleme ve büyük ölçekli klinik veri tabanları, gelecekte sağkalım analizlerinin daha ayrıntılı yapılmasına olanak tanıyabilir. Yapay zekâ temelli modellerin, hasta ve diş düzeyindeki çok sayıda değişkeni entegre ederek uzun dönem olasılıkları tahmin edebileceği öngörülmektedir. Ancak bu dönüşümün gerçekleşebilmesi için standartlaştırılmış ve yüksek kalitede klinik veri üretimi ön koşuldur (Setzer ve diğerleri, 2011).

Sonuç olarak, endodontik tedavi görmüş dişlerin restorasyonu bugün için yüksek sağkalım oranları sunan bir klinik alan olmakla birlikte, başarının tanımı yeniden düşünölmeye açıktır. Gelecekte sağkalım, yalnızca “dişin ağızda kalması” ile değil; fonksiyonel süreklilik, biyolojik stabilite ve müdahale

gerektirmeyen uzun dönem performans ile değerlendirilmelidir. Bu dönüşüm, restoratif planlamayı yalnızca teknik bir uygulama olmaktan çıkararak, ölçülebilir ve öngörülebilir bir klinik bilim alanına dönüştürebilir.

KAYNAKÇA:

- Al Fodeh, R. S., Al-Johi, O. S., Alibrahim, A. N., Al-Dwairi, Z. N., Husain, N. A.-H. ve Özcan, M. (2023). Fracture strength of endocrown maxillary restorations using different preparation designs and materials. *Journal of the mechanical behavior of biomedical materials*, 148, 106184.
- Al-Nuaimi, N., Ciapryna, S., Chia, M., Patel, S. ve Mannocci, F. (2020). A prospective study on the effect of coronal tooth structure loss on the 4-year clinical survival of root canal retreated teeth and retrospective validation of the Dental Practicality Index. *International Endodontic Journal*, 53(8), 1040-1049. doi:10.1111/iej.13322
- Al-Nuaimi, N., Patel, S., Austin, R. S. ve Mannocci, F. (2017). A prospective study assessing the effect of coronal tooth structure loss on the outcome of root canal retreatment. *International Endodontic Journal*, 50(12), 1143-1157. doi:10.1111/iej.12760
- Aquilino, S. A. ve Caplan, D. J. (2002). Relationship between crown placement and the survival of endodontically treated teeth. *The Journal of prosthetic dentistry*, 87(3), 256-263.
- Baldi, A., Comba, A., Michelotto Tempesta, R., Carossa, M., Pereira, G. K. R., Valandro, L. F., ... Scotti, N. (2021). External marginal gap variation and residual fracture resistance of composite and lithium-silicate CAD/CAM overlays after cyclic fatigue over endodontically-treated molars. *Polymers*, 13(17), 3002.
- Bhuva, B., Giovarruscio, M., Rahim, N., Bitter, K. ve Mannocci, F. (2021). The restoration of root filled teeth: A review of the clinical literature. *International Endodontic Journal*, 54(4), 509-535. doi:10.1111/iej.13438
- Borén, D. L., Jonasson, P. ve Kvist, T. (2015). Long-term survival of endodontically treated teeth at a public dental specialist clinic. *Journal of endodontics*, 41(2), 176-181.
- Creugers, N. H., Mentink, A. G., Fokkinga, W. A. ve Kreulen, C. M. (2005). 5-year follow-up of a prospective clinical study on various types of core restorations. *International Journal of Prosthodontics*, 18(1). [https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&profile=ehost&scope=site&authtype=crawler&jrnl=08932174&AN=36852126&h=I42QncO8k2GIV3Va0Ut1eUsJ0xObVGap6xVDjOSsD%2ByGkx78oPQXaVKvpHtFVMMo1siJS1Mtb3Cu9EQbz4WfkA%3D%3D&crl=c](https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&profile=ehost&scope=site&authtype=crawler&jrnl=08932174&AN=36852126&h=I42QncO8k2GIV3Va0Ut1eUsJ0xObVGap6xVDjOSsD%2ByGkx78oPQXaVKvpHtFVMMo1siJS1Mtb3Cu9EQbz4WfkA%3D%3D&crl=c adresinden erişildi) adresinden erişildi.
- Davis, M. C. ve Shariff, S. S. (2019). Success and survival of endodontically treated cracked teeth with radicular extensions: A 2-to 4-year prospective cohort. *Journal of endodontics*, 45(7), 848-855.

- Di Fiore, A., Zuccon, A., Carraro, F., Basilicata, M., Bollero, P., Bruno, G. ve Stellini, E. (2023). Assessment methods for marginal and internal fit of partial crown restorations: A systematic review. *Journal of Clinical Medicine*, 12(15), 5048.
- Dietschi, D., Duc, O., Krejci, I. ve Sadan, A. (2008). Biomechanical considerations for the restoration of endodontically treated teeth: A systematic review of the literature, Part II (Evaluation of fatigue behavior, interfaces, and in vivo studies). *Quintessence international*, 39(2). https://www.academia.edu/download/36190485/Biomechanical_considerations_for_the_restoration...Part_II.pdf adresinden erişildi.
- Dioguardi, M., Alovise, M., Comba, A., Baldi, A., Troiano, G., Cadenaro, M., ... Scotti, N. (2022). The influence of indirect bonded restorations on clinical prognosis of endodontically treated teeth: A systematic review and meta-analysis. *Dental Materials*, 38(8), e203-e219.
- European Society of Endodontology. (2006). Quality guidelines for endodontic treatment: Consensus report of the European Society of Endodontology. *International Endodontic Journal*, 39(12), 921-930. doi:10.1111/j.1365-2591.2006.01180.x
- European Society of Endodontology developed by:, Mannocci, F., Bhuva, B., Roig, M., Zarow, M. ve Bitter, K. (2021). European Society of Endodontology position statement: The restoration of root filled teeth. *International Endodontic Journal*, 54(11), 1974-1981. doi:10.1111/iej.13607
- Ferrari, M., Vichi, A., Fadda, G. M., Cagidiaco, M. C., Tay, F. R., Breschi, L., ... Goracci, C. (2012). A Randomized Controlled Trial of Endodontically Treated and Restored Premolars. *Journal of Dental Research*, 91(7_suppl), S72-S78. doi:10.1177/0022034512447949
- Fouda, H., Hassanein, O. E., Saber, S., Haridy, M. F., Baz, M. E., Ahmed, H. S. ve Abuelezz, A. (2024). Two-year clinical performance of indirect resin composite restorations in endodontically treated teeth with different cavity preparation designs: A randomized clinical trial. *BMC Oral Health*, 24(1), 1009. doi:10.1186/s12903-024-04725-5
- Fransson, H., Bjørndal, L., Frisk, F., Dawson, V. S., Landt, K., Isberg, P.-E., ... Kvist, T. (2021). Factors Associated with Extraction following Root Canal Filling in Adults. *Journal of Dental Research*, 100(6), 608-614. doi:10.1177/0022034520982962
- Fransson, Helena ve Dawson, V. (2023). Tooth survival after endodontic treatment. *International Endodontic Journal*, 56(S2), 140-153. doi:10.1111/iej.13835

- Fransson, Helena, Dawson, V. S., Frisk, F., Bjørndal, L., Jonasson, P., Kvist, T., ... Reit, C. (2016). Survival of root-filled teeth in the Swedish adult population. *Journal of Endodontics*, 42(2), 216-220.
- Fráter, M., Sárý, T., Jókai, B., Braunitzer, G., Säilynoja, E., Vallittu, P. K., ... Garoushi, S. (2021). Fatigue behavior of endodontically treated premolars restored with different fiber-reinforced designs. *Dental Materials*, 37(3), 391-402.
- Gillen, B. M., Looney, S. W., Gu, L.-S., Loushine, B. A., Weller, R. N., Loushine, R. J., ... Tay, F. R. (2011). Impact of the quality of coronal restoration versus the quality of root canal fillings on success of root canal treatment: A systematic review and meta-analysis. *Journal of endodontics*, 37(7), 895-902.
- Guldener, K. A., Lanzrein, C. L., Guldener, B. E. S., Lang, N. P., Ramseier, C. A. ve Salvi, G. E. (2017). Long-term clinical outcomes of endodontically treated teeth restored with or without fiber post-retained single-unit restorations. *Journal of endodontics*, 43(2), 188-193.
- Juloski, J., Radovic, I., Goracci, C., Vulicevic, Z. R. ve Ferrari, M. (2012). Ferrule effect: A literature review. *Journal of endodontics*, 38(1), 11-19.
- Kang, S. H., Kim, B. S. ve Kim, Y. (2016). Cracked teeth: Distribution, characteristics, and survival after root canal treatment. *Journal of endodontics*, 42(4), 557-562.
- Lamichhane, A., Xu, C. ve Zhang, F. (2014). Dental fiber-post resin base material: A review. *The Journal of Advanced Prosthodontics*, 6(1), 60. doi:10.4047/jap.2014.6.1.60
- Lempel, E., Lovász, B. V., Bihari, E., Krajczár, K., Jeges, S., Tóth, Á. ve Szalma, J. (2019). Long-term clinical evaluation of direct resin composite restorations in vital vs. Endodontically treated posterior teeth—Retrospective study up to 13 years. *Dental Materials*, 35(9), 1308-1318.
- Leong, D. J. X., De Souza, N. N., Sultana, R. ve Yap, A. U. (2020). Outcomes of endodontically treated cracked teeth: A systematic review and meta-analysis. *Clinical Oral Investigations*, 24(1), 465-473. doi:10.1007/s00784-019-03139-w
- Ma, P. S., Nicholls, J. I., Junge, T. ve Phillips, K. M. (2009). Load fatigue of teeth with different ferrule lengths, restored with fiber posts, composite resin cores, and all-ceramic crowns. *The Journal of prosthetic dentistry*, 102(4), 229-234.
- Morimoto, S., Arakaki, Y., Raggio, D. P. ve Özcan, M. (2024). One-piece endodontic crowns in posterior teeth: An overview of systematic reviews. *The Journal*

- Mostafavi, A. S., Allahyari, S., Niakan, S. ve Atri, F. (2022). Effect of preparation design on marginal integrity and fracture resistance of endocrowns: A systematic review. *Frontiers in dentistry*, 19, 37.
- Naumann, M., Schmitter, M., Frankenberger, R. ve Krastl, G. (2018). “Ferrule comes first. Post is second!” Fake news and alternative facts? A systematic review. *Journal of Endodontics*, 44(2), 212-219.
- Naumann, M., Sterzenbach, G., Dietrich, T., Bitter, K., Frankenberger, R. ve von Stein-Lausnitz, M. (2017). Dentin-like versus rigid endodontic post: 11-year randomized controlled pilot trial on no-wall to 2-wall defects. *Journal of endodontics*, 43(11), 1770-1775.
- Ng, Y.-L., Mann, V. ve Gulabivala, K. (2011). A prospective study of the factors affecting outcomes of non-surgical root canal treatment: Part 2: tooth survival: Outcome of non-surgical root canal treatment. *International Endodontic Journal*, 44(7), 610-625. doi:10.1111/j.1365-2591.2011.01873.x
- Olçay, K., Ataoglu, H. ve Belli, S. (2018). Evaluation of related factors in the failure of endodontically treated teeth: A cross-sectional study. *Journal of endodontics*, 44(1), 38-45.
- Patel, S. R., Jarad, F., Moawad, E., Boland, A., Greenhalgh, J., Liu, M. ve Maden, M. (2024). The tooth survival of non-surgical root-filled posterior teeth and the associated prognostic tooth-related factors: A systematic review and meta-analysis. *International Endodontic Journal*, 57(10), 1404-1421. doi:10.1111/iej.14116
- Plotino, G., Grande, N. M., Isufi, A., Ioppolo, P., Pedullà, E., Bedini, R., ... Testarelli, L. (2017). Fracture strength of endodontically treated teeth with different access cavity designs. *Journal of endodontics*, 43(6), 995-1000.
- Pratt, I., Aminoshariae, A., Montagnese, T. A., Williams, K. A., Khalighinejad, N. ve Mickel, A. (2016). Eight-year retrospective study of the critical time lapse between root canal completion and crown placement: Its influence on the survival of endodontically treated teeth. *Journal of endodontics*, 42(11), 1598-1603.
- Prott, L. S., Klein, P., Spitznagel, F. A., Blatz, M. B., Pieralli, S. ve Gierthmuehlen, P. C. (2025). Survival of Partial Coverage Restorations on Posterior Teeth—A Scoping Review. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 37(3), 642-663. doi:10.1111/jerd.13387

- Ray, H. A. ve Trope, M. (1995). Periapical status of endodontically treated teeth in relation to the technical quality of the root filling and the coronal restoration. *International Endodontic Journal*, 28(1), 12-18. doi:10.1111/j.1365-2591.1995.tb00150.x
- Refaey, H. S., Abdelkader, S. H. ve Aly, Y. M. (2025). Fracture resistance and marginal fit of three different overlay designs using advanced zirconia-reinforced lithium disilicate CAD/CAM material. *BMC Oral Health*, 25(1), 20. doi:10.1186/s12903-024-05315-1
- Rocca, G. T. ve Krejci, I. (2013). Crown and post-free adhesive restorations for endodontically treated posterior teeth: From direct composite to endocrowns. *Eur J Esthet Dent*, 8(2), 156-79.
- Sailer, I., Makarov, N. A., Thoma, D. S., Zwahlen, M. ve Pjetursson, B. E. (2015). All-ceramic or metal-ceramic tooth-supported fixed dental prostheses (FDPs)? A systematic review of the survival and complication rates. Part I: Single crowns (SCs). *Dental materials*, 31(6), 603-623.
- Sarkis-Onofre, R., Fergusson, D., Cenci, M. S., Moher, D. ve Pereira-Cenci, T. (2017). Performance of post-retained single crowns: A systematic review of related risk factors. *Journal of Endodontics*, 43(2), 175-183.
- Seo, D.-G., Yi, Y.-A., Shin, S.-J. ve Park, J.-W. (2012). Analysis of factors associated with cracked teeth. *Journal of endodontics*, 38(3), 288-292.
- Sequeira-Byron, P., Fedorowicz, Z., Carter, B., Nasser, M. ve Alrowaili, E. F. (2015). Single crowns versus conventional fillings for the restoration of root-filled teeth. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, (9). <https://www.cochranelibrary.com/cdsr/doi/10.1002/14651858.CD009109.pub3/abstract> adresinden erişildi.
- Setzer, F. C., Boyer, K. R., Jeppson, J. R., Karabucak, B. ve Kim, S. (2011). Long-term prognosis of endodontically treated teeth: A retrospective analysis of preoperative factors in molars. *Journal of Endodontics*, 37(1), 21-25.
- Shu, X., Mai, Q., Wang, X. ve Zhao, K. (2018). Direct and Indirect Restorations for Endodontically Treated Teeth: A Systematic Review and Meta-analysis, IAAD 2017 Consensus Conference Paper. *Journal of Adhesive Dentistry*, 20(3). <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&profile=ehost&scope=site&authtype=crawler&jml=14615185&AN=131347732&h=LXwed%2BeJZD9Pz00J6ykPabfu%2FzCkQaBpv2avrXuql9ZrZYMBSoHPy0Nq%2FQETu2qQGO5LF%2Frss%2B4cnN2g7US7TQ%3D%3D&crl=c> adresinden erişildi.
- Sinsareekul, C., Saengthong-Aram, P. ve Limpuangthip, N. (2025). Survival, complications, and patient-reported outcomes of endodontically treated teeth

- versus dental implant-supported prostheses: A systematic review. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 133(3), 669-676.
- Sterzenbach, G., Franke, A. ve Naumann, M. (2012). Rigid versus flexible dentine-like endodontic posts—clinical testing of a biomechanical concept: Seven-year results of a randomized controlled clinical pilot trial on endodontically treated abutment teeth with severe hard tissue loss. *Journal of Endodontics*, 38(12), 1557-1563.
- Touré, B., Faye, B., Kane, A. W., Lo, C. M., Niang, B. ve Boucher, Y. (2011). Analysis of reasons for extraction of endodontically treated teeth: A prospective study. *Journal of endodontics*, 37(11), 1512-1515.
- Zhang, L., Hou, X.-X., Aishan, M., Tian, M.-T. ve He, H.-Y. (2022). A 3-year clinical evaluation of endodontically treated posterior teeth restored with resin nanoceramic computer-aided design/computer-aided manufacture (CAD/CAM)-fabricated partial crowns. *Medical Science Monitor: International Medical Journal of Experimental and Clinical Research*, 28, e937331-1.
- Zhang, S., Xu, Y., Ma, Y., Zhao, W., Jin, X. ve Fu, B. (2024). The treatment outcomes of cracked teeth: A systematic review and meta-analysis. *Journal of dentistry*, 142, 104843.