

Evaluation of Endodontic Treatment Quality and Periapical Health Status of Maxillary Molars Using Cone-Beam Computed Tomography

Üst Büyük Azı Dişlerinin Endodontik Tedavi Kalitelerinin ve Periapikal Sağlık Durumlarının Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi ile Değerlendirilmesi

Işıl KAYA BÜYÜKBAYRAM¹, Gizem ÇOLAKOĞLU²

ÖZ

Amaç: Bu çalışmanın amacı, retrospektif konik ışınli bilgisayarlı tomografi (KIBT) görüntülerinde endodontik tedavi görmüş üst büyük azı dişlerinin endodontik tedavi kalitelerinin ve periapikal bölge sağlıklarının, periapikal ve endodontik durum indeksi (PEDI) kullanılarak değerlendirilmesidir.

Gereç ve Yöntem: Çalışmaya endodontik tedavi görmüş 80 adet üst büyük azı dişine (47 birinci, 33 ikinci azı) ait toplam 240 kök dahil edilmiştir. Endodontik tedavi kalitesi ve periapikal bölgenin sağlık durumu değerlendirilmiştir. Veriler istatistiksel olarak analiz edilmiştir ($p<0.05$).

Bulgular: Çalışma grubuna dahil olan dişlerin %77.5'inde ($n=62$) AP tespit edilmiştir. AP en çok üst birinci büyük azı dişlerinde ($n=39$) gözlenirken, dişler arasında AP görülmesi açısından anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ($p>0.05$). Kökler içerisinde ise AP en çok meziobukkal kökte saptanmıştır. Dişlerin büyük bir çoğunluğunda AP'nin anatomik yapılar ile ilişkili (D2) olduğu (%53.2 $n=33$) belirlenmiştir. Kök kanal dolgusu normal sınırlardan eksik (L2) veya taşkın (L3) olduğunda AP görülmesi anlamlı derecede yüksek bulunmuştur ($p=0.001$). Distal ve palatinal köklerde yetersiz obtürasyon (H2) ile AP varlığı arasında anlamlı ilişki saptanmıştır ($p=0.001$). Dişlerin %16.2'sinde ($n=13$) komplikasyona rastlanırken, bu dişlere ait kökler içerisinde en sık apikal rezorpsiyon (CF5) ($n=59$) ve tedavi edilmemiş kanal (CF2) ($n=17$) tespit edilmiştir.

Sonuç: Kanal tedavili üst büyük azı dişlerinde AP yüksek oranda saptanmıştır. İncelenen kökler içerisinde AP en çok, kompleks bir anatomik yapı sergileyen meziobukkal kökte tespit

edilmiştir. Eksik, taşkın ve/veya homojen olmayan kanal dolmaları AP oluşumunda etkili olabilecek faktörler olarak belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Apikal periodontitis, Kanal tedavisi, Tedavi kalitesi, Konik ışınli bilgisayarlı tomografi

ABSTRACT

Objectives: The aim of this retrospective study was to evaluate the endodontic treatment quality and periapical health status of endodontically treated maxillary molars in retrospective cone beam computed tomography (CBCT) images using the periapical and endodontic status scale (PESS).

Materials and Methods: A total of 240 roots of 80 endodontically treated maxillary molars (47 first, 33 second) were included in the study. The quality of endodontic treatment and the health status of the periapical region were evaluated. Data were statistically analyzed ($p<0.05$).

Results: Apical Periodontitis (AP) was detected in 77.5% ($n=62$) of the study group. Although AP was mostly observed in the maxillary first molars ($n=39$), no significant difference was found between the molars ($p>0.05$). Among the roots, AP was mostly detected in the mesiobuccal root. In majority of the teeth (53.2%, $n=33$), AP was in contact with anatomical structures (D2). AP was found to be significantly higher when canal filling was shorter than normal (L2) or overfilling (L3) ($p=0.001$). A significant correlation was observed between insufficient obturation (H2) and the presence of AP ($p=0.001$) in distal and palatal roots. Complications were encountered in 16.2% ($n=13$) of the study group and apical resorption (CF5) ($n=59$) and untreated canal (CF2) ($n=17$) were the most common.

Conclusion: A high rate of AP was detected in endodontically treated maxillary molars. AP was primarily observed in the mesiobuccal root which is exhibiting complex anatomy. Underfilled, overfilled and/or inhomogeneous canal fillings were determined as factors that may be effective in the formation of AP.

Keywords: Apical periodontitis, Root canal treatment, Treatment quality, Cone-beam computed tomography

Işıl Kaya Büyükbayram (✉)

İstanbul Aydın Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Endodonti Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye
e-mail: isilkayabuyukbayram@aydin.edu.tr

Gizem Çolakoğlu

İstanbul Aydın Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Ağız Diş ve Çene Radyolojisi Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye

Submitted / Gönderilme: 22.10.2022

Accepted/Kabul: 29.11.2022

GİRİŞ

Başarılı bir endodontik tedavi için, kök kanallarının yeterli biçimde temizlenip üç boyutlu bir şekilde doldurulması ve uygun koronal restorasyon ile tedavinin bitirilmesi gerekmektedir. Bu sayede, hem apikal hem de koronal yönde hermetik tıkaçlama sağlanarak, mikroorganizmaların üremesi ve çoğalması önlenmiş olmaktadır (Ballıkaya ve ark., 2020). Aksi takdirde enfekte kanallarda mikroorganizmaların çoğalması sonucu periapikal bölgede enflamatuvar cevap ile başlayan, kemik yıkımına kadar ilerleyebilen apikal periodontitis (AP) meydana gelmektedir. Endodontik tedavili dişlerde AP'ye oldukça sık rastlanıldığı ve bu oranın %71,3 olduğu bildirilmiştir (de Souza-Nunes ve ark., 2019; Karteva ve ark., 2021). Yapılan çalışmalar endodontik tedavinin, AP'nin varlığı, genişliği, anatomik yapılar ile ilişkisi gibi preoperatif faktörler ile koronal restorasyon kalitesi, kanal dolununun uzunluğu ve homojenitesi, endodontik tedavi sırasında oluşabilecek komplikasyonlar gibi intraoperatif faktörlerin tedavi sonucunu etkilediği, multifaktöriyel bir süreç olduğunu göstermiştir (Venskutonis ve ark., 2015).

Endodontik tedavide radyografik görüntüleme hem tedavi basamakları sırasında hem de tedavi sonuçlarının değerlendirilmesinde sıklıkla başvuru bir yöntemdir. Klinik olarak hastanın semptomsuz olması tek başına tedavinin başarılı olduğunun bir göstergesi değildir, radyografik olarak da AP'nin izlenmemesi ya da mevcut AP'nin küçülüyor olması gerekmektedir. Günümüze kadar periapikal bölgenin radyografik olarak değerlendirildiği birçok indeks geliştirilmiştir (Rajasekhar ve ark., 2022). Bunlardan en çok tercih edileni Orstavik ve ark. (1986) tarafından geliştirilen periapikal indekstir (PAİ) (Orstavik ve ark., 1986). Ancak periapikal radyografiler kullanılarak inceleme yapılan bu indekste, üç boyutlu bir yapının iki boyuta indirgenmesi söz konusu olduğu için yetersizdir. Bu yüzden Estrela ve ark. (2008), konik ışınli bilgisayarlı tomografi (KIBT) görüntüleri üzerinde değerlendirmeye imkan veren KIBT-PAİ indeksini önermişlerdir (Estrela ve ark., 2008). Yapılan çalışmalar sonucu artık KIBT'ın, periapikal radyografilere kıyasla, AP'yi tespit etmedeki üstünlüğü kanıtlanmıştır (Betancourt ve ark., 2015; Baruwa ve ark., 2020). Ancak her iki indeks de yalnızca AP'nin genişliği, kemik ekspansiyonu ya da yıkımını göstermektedir. AP'nin etkilediği kök sayısı, kemik

yıkımının anatomik yapılar ile ilişkisi ya da AP'nin konumu değerlendirilememektedir. Ayrıca endodontik tedavinin durumu ile ilgili bir bilgi de vermemektedir (Venskutonis ve ark., 2015; Rajasekhar ve ark., 2022). Bunun üzerine, Venskutonis ve ark. (2015), KIBT kullanarak, hem endodontik tedavinin kalitesinin (endodontik tedavili diş indeksi-ETDİ) hem de periapikal bölgenin durumunun (kompleks periapikal indeks-KOPİ) detaylı olarak değerlendirildiği iki bölümden oluşan, "periapikal ve endodontik durum indeksini (PEDİ)" geliştirmiştir (Venskutonis ve ark., 2015).

PEDİ indeksi kullanılarak endodontik tedavilerin ve tedaviye bağlı periapikal bölgelerin birlikte değerlendirildiği literatürde henüz çok az sayıda çalışma bulunmaktadır (de Souza-Nunes ve ark., 2019; Ballıkaya ve ark., 2020; Karteva ve ark., 2021; Sisli ve ark., 2021; Şanal Çıkman ve ark., 2022). Kök kanal sisteminde en fazla varyasyona sahip olduğu bildirilen üst büyük azı dişlerinde, ikinci mesiobukkal kanal (MB2) bu varyasyonların en komplike olanıdır (Vertucci 1984). Bu dişlerin endodontik tedavileri sırasında tedavi edilmemiş kanala (MB2 kanal) ve buna bağlı olarak AP'ye, diğer dişlere oranla daha fazla rastlanıldığı bilinmektedir (Karabucak ve ark., 2016; Baruwa ve ark., 2020). Yapılan çalışmalarda, endodontik tedavili üst büyük azı dişlerinde atlanmış MB2 kanalın, AP oluşumu için 2.57 ile 5.5 kat arasında değişen oranlarda risk oluşturduğu bildirilmiştir (Baruwa ve ark., 2020; do Carmo ve ark., 2021; Colakoglu ve ark., 2022).

Bu çalışmanın amacı, retrospektif KIBT görüntülerinde endodontik tedavi görmüş üst büyük azı dişlerinin endodontik tedavi kalitelerinin ve periapikal bölge sağlıklarının PEDİ indeksi kullanılarak değerlendirilmesi ve endodontik tedavide başarısızlığa yol açan faktörlerin belirlenmesidir.

GEREÇ ve YÖNTEM

Bu çalışma, İstanbul Aydın Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu tarafından onay alınarak yapılmıştır. (Protokol no:B.30.2.AYD.0.00.00 – 050.06.04/141)

İstanbul Aydın Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi Anabilim Dalı'na Ocak 2016-Aralık 2016 yılları arasında, çeşitli amaçlarla

başvurmuş ve tedavilerinin bir parçası olarak KIBT çektiği 594 hastanın tomografi görüntüleri retrospektif olarak incelenmiştir. Çalışmaya 18 yaş üstü, endodontik tedavi görmüş, kök gelişimi tamamlanmış ve apeksi kapalı, en az bir adet üst birinci ve/veya ikinci büyük azı dişi olan hastaların KIBT görüntüleri dahil edilmiştir. Endodontik tedavi görmemiş, apeksi açık, periapikal bölge lezyonu dışında diğer patolojilere sahip (kist, tümör ve fibroosseöz lezyonlar), kraniyofasiyal anomalisi ya da travma hikayesi olan, ortodontik tedavi görmekte olan hastaların tomografi görüntüleri ile çeşitli nedenler ile görüntü kalitesi düşük artefaklı tomografi görüntüleri çalışma dışı bırakılmıştır. Toplam 581 adet üst büyük azı dişinin incelenmesi sonucu bu kriterlere uyduğu belirlenen 80 endodontik tedavili üst büyük azı dişi ile çalışma grubu oluşturulmuştur.

Tüm KIBT görüntüleri Morita 3D Accuitomo 170 Dental (J. Morita, Kyoto, Japonya) tomografi cihazı ile standart baş pozisyonunda, 90 kV, 5 mA, 30.8 sn görüntüleme parametreleri ve 250 µm izotropik vokselle boyutu, 140x100 mm FOV alanı ile elde edilmiştir. Daha sonra bu görüntüler, i-Dixel 2.0 (J. Morita, Kyoto, Japonya) yazılım programıyla karanlık odada 2560x1600 piksel çözünürlükte 30 inç flat panel ekran (DELL U3014 Ultrasharp, Amerika) üzerinde bir radyolog ve bir endodontist tarafından eş zamanlı, tüm olası hataları minimize etmek için aralarında konsensüs oluşturularak değerlendirilmiştir. Tüm dişlerin uzun aksı boyunca, her üç düzlemde (koronal, aksiyal, sagittal) ve çapraz kesit KIBT görüntülerinde kontrol edilerek inceleme yapılmıştır.

Çalışma grubunda yer alan üst büyük azı dişlerinin değerlendirilmesinde, Venskutonis ve ark. (2015) tarafından geliştirilen ve iki ayrı bölümden oluşan PEDİ indeksi dikkate alınmıştır. Endodontik tedavi kaliteleri bu indeksin ETDİ bölümündeki; AP varlığında periapikal kemik lezyonlarının durumu da KOPI bölümündeki parametreler ile belirlenmiştir (Tablo 1). ETDİ indeksinde CS hariç diğer tüm parametreler her bir kök için ayrı ayrı kaydedilmiştir. CS ise sadece dişe göre belirlenmiştir. CF için de eğer var ise birden fazla seçim yapılmıştır. KOPI indeksindeki parametreler ise dişe göre değerlendirilmiştir. AP varlığında lezyonun boyutu (S), her üç düzlemde (koronal, aksiyal, sagittal) ölçülmüştür. Ölçüm sonucunda en büyük olan lezyon kaydedilmiştir. Birden fazla kökte AP var ise, en büyük lezyona sahip kök dikkate alınmıştır. D için de eğer var ise birden fazla seçim yapılmıştır.

Tablo 1. Venskutonis ve ark. (2015) tarafından geliştirilen endodontik tedavi kalitesini (ETDİ) ve periapikal kemik lezyonlarını (KOPI) değerlendiren PEDİ indeksindeki parametreler

ETDİ	
L	Kök kanal dolgusunun uzunluğu
L1	Radyografik açıdan 0-2 mm arası eksik kanal dolgusu mevcuttur.
L2	2 mm'den fazla eksik kanal dolgusu mevcuttur.
L3	Apekten taşmış kanal dolgusu mevcuttur.
L4	Sadece pulpa odasında kanal dolgusu mevcuttur.
L5	Kök kanal cerrahisi uygulanmıştır.
H	Kök kanal dolgularının homojenliği
H1	Tam obtürasyon (Kök kanal homojen doldurulmuştur) mevcuttur.
H2	Yetersiz obtürasyon (Kök kanal dolumunda boşluklar ve poroziteler) mevcuttur.
CS	Koronal restorasyon
CS1	Yeterlidir (Radyografik olarak koronal restorasyon sağlam görünmektedir).
CS2	Yetersizdir (Taşkın dolgu, açık marjinler, rekürrent çürük ya da koronal restorasyon kaybı gibi belirgin radyografik bulgular).
CF	Komplikasyonlar ve başarısızlıklar
CF0	Komplikasyon yoktur.
CF1	Kök perforasyonu mevcuttur.
CF2	Tedavi edilmemiş ya da atlanmış kanal varlığı mevcuttur.
CF3	Kök perforasyonu olmadan internal rezorpsiyon mevcuttur.
CF4	Kök perforasyonu ile birlikte internal rezorpsiyon mevcuttur.
CF5	Apikal rezorpsiyon mevcuttur.
CF6	Kök ya da dişte fraktür mevcuttur.
CF7	Kanalda tıkanıklık (Ledge, kırık kanal aleti ya da pulpa taşı) mevcuttur.
CF8	Kemikte radyolüsent görüntüyle birlikte cerrahi işlem görmüş kök mevcuttur.
CF9	Radyolüsent görüntüyle birlikte endodontik tedavi görmüş kök mevcuttur.
KOPI	
S	Lezyonun boyutu
S0	Periodontal ligamentin genişlemesi, lateral periodontal ligamentin genişliğinin 2 katından azdır.
S1	İyi sınırlı, 3 mm'ye kadar olan küçük radyolüsent alan mevcuttur.
S2	İyi sınırlı, 3-5 mm arası orta radyolüsent alan mevcuttur.
S3	İyi sınırlı, 5 mm'den büyük geniş radyolüsent alan mevcuttur.
R	Kök ile lezyon arasındaki ilişki
R0	Radyolüsent görüntü yok, periodontal ligamentin genişlemesi, lateral periodontal ligamentin genişliğinin 2 katını geçmemektedir.
R1	Bir kökte radyolüsent lezyon mevcuttur.
R2	Birden fazla kökte radyolüsent lezyon mevcuttur.
R3	Furkasyonu da içine alan radyolüsent lezyon mevcuttur.
D	Lezyonun önemli anatomik yapılar ile ilişkisi veya kortikal kemik yıkımının yeri
D0	Radyolüsent görüntü yok, periodontal ligamentin genişlemesi, lateral periodontal ligamentin genişliğinin 2 katını geçmemektedir.
D1	Kökün etrafında radyolüsent görüntü mevcuttur.
D2	Radyolüsent görüntü önemli anatomik yapılar ile temas halindedir.
D3	Kortikal kemik yıkımı mevcuttur.

İstatistiksel Analiz

Elde edilen verilerin istatistiksel analizi NCSS 2007 (Number Cruncher Statistical System, Kaysville, Utah, ABD) programı ile yapılmıştır. Çalışma verileri değerlendirilirken tanımlayıcı istatistiksel metodların (ortalama, standart sapma, medyan, frekans, oran, minimum, maksimum) yanı sıra niteliksel verilerin arasındaki ilişkiyi belirlemek amacıyla Chi-square analizi kullanılmıştır. Anlamlılık $p < 0.05$ düzeyinde değerlendirilmiştir.

BULGULAR

Çalışmada 47'si (%58.7) birinci büyük azı ve 33'ü (%41.3) ikinci büyük azı olmak üzere toplam 80 adet üst büyük azı diş ve bu dişlere ait 240 adet kök değerlendirilmiştir. Endodontik tedavili bu dişlerin %77.5'inde (n=62) AP tespit edilmiştir. Tablo 2'de dişlere ve köklere göre AP dağılımı verilmiştir. AP en çok üst birinci büyük azı dişlerinde gözlenirken, dişler arasında AP görülmesi açısından anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ($p > 0.05$). Kökler içerisinde ise AP en çok meziobukkal kökte tespit edilmiş olup (n: 55, %68.7) onu distobukkal (n: 44, %55) ve palatinal kökler (n: 42, %52.5) izlemiştir. Köklere göre AP görülmesi açısından dişler arasında anlamlı bir farklılık yoktur ($p > 0.05$).

Tablo 2. AP'nin dişlere ve köklere göre dağılımı

AP		Üst büyük azı dişleri (n, %)		p
		Birinci büyük azı	İkinci büyük azı	
Mezial	Var	34 (%61.8)	21 (%38.2)	0.408
	Yok	13 (%52)	12 (%48)	
Kökler	Distal	Var	26 (%59.1)	0.945
		Yok	21 (%58.3)	
Palatinal	Var	26 (%61.9)	16 (%38.1)	0.547
	Yok	21 (%55.3)	17 (%44.7)	
Dişler	Var	39 (%62.9)	23 (%37.1)	0.161
	Yok	8 (%44.4)	10 (%55.6)	

Chi-Square Testi ** $p < 0.01$

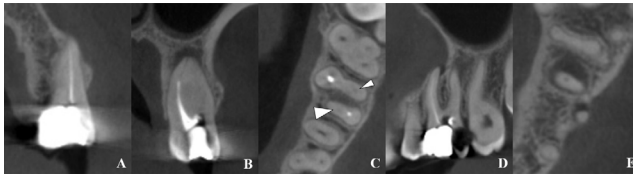
Endodontik tedavili üst büyük azı dişlerinin %36,2'sinde MB2 kanal (n=29) gözlenmiştir. MB2 kanala sahip endodontik tedavili dişlerde AP görülme oranı (%83,3), MB2'si olmayan dişlerden daha yüksektir (%71,1). Ancak MB2 kanal varlığı ile meziobukkal kökte AP görülmesi arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmamıştır ($p > 0.05$). MB2'si olan dişlerin yalnızca %17,2'si (n=5) diş hekimleri tarafından tedavi edilebilmiştir. Tedavi edilmeyen MB2 kanalların %83,4'ü (n=20) birinci büyük azı, %16,6'sı (n=4) ikinci büyük azı dişlerinde tespit edilmiştir ($p > 0.05$) (Resim 1C). Bu dişlerden ikinci büyük azıların hepsinde (n=4), birinci büyük azıların ise %65'inde (n=13) AP bulunmuştur.

Tablo 3, AP'nin KOPİ indeksine göre dağılımını göstermektedir. En büyük lezyon (S3) %66.7 ile en fazla birinci büyük azı dişlerinde gözlenmiştir. Ancak AP'nin genişliği dikkate alındığında dişler arasında anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p > 0.05$). Çalışma grubundaki AP'li dişlerin %69.4'ünde (n=43) birden fazla kökte aynı anda AP (R2) tespit edilmiştir (Resim 1B, E). Bu dişlerin %60.5'ini birinci büyük azı, %39.5'ini ise ikinci büyük azı dişleri oluşturmaktadır ($p > 0.05$). Dişlerin büyük bir çoğunluğunda AP'nin anatomik yapılar ile ilişkili (D2) olduğu (%53.2, n=33) ve kortikal kemikte yıkıma yol açtığı (D3) (%22.6, n=14) tespit edilmiştir (Resim 1B, E). Ancak D parametresine göre dişler arasında istatistiksel olarak herhangi bir farklılık bulunmamıştır ($p > 0.05$).

Tablo 3. Üst birinci ve ikinci büyük azı dişlerinde AP'nin KOPİ indeksine göre dağılımı

Üst büyük azı dişleri	KOPİ (n, %)														
	S			R			D			0-2			1-2		2-3
	0	1	2	3	0	1	2	3	0	1	2	3	0-2	1-2	2-3
Birinci büyük azı	9 (%60)	14 (%66.7)	6 (%54.5)	10 (%66.7)	6 (%66.7)	5 (%83.3)	26 (%60.5)	2 (%50)	8 (%66.7)	10 (%90.9)	10 (%47.6)	4 (%66.7)	1 (%33.3)	0 (%)	6 (%75)
İkinci büyük azı	6 (%40)	7 (%33.3)	5 (%45.5)	5 (%33.3)	3 (%33.3)	1 (%16.7)	17 (%39.5)	2 (%50)	4 (%33.3)	1 (%9.1)	11 (%52.4)	2 (%33.3)	2 (%66.7)	1 (%100)	2 (%25)
p	0.896			0.677			0.161								

Chi-Square Testi ** $p < 0.01$



Resim 1. Aynı sol üst birinci büyük azı dişine ait; **A.** Çapraz kesit KIBT görüntüsünde mezial kökteki L1, H2 kanal dolumu, **B.** Çapraz kesit KIBT görüntüsünde palatinal kökteki L2, H2 ve distal kökteki L4 kanal dolumları ve R2, D2 olan AP, **C.** Aksiyal kesit KIBT görüntüsünde tedavi edilmemiş (CF2) MB2 (geniş ok) ve distal (dar ok) kanallar, **D.** Koronal kesit KIBT görüntüsünde CS2 olan koronal restorasyon, **E.** Aksiyal kesit KIBT görüntüsünde palatinal kökteki S2, R2, D3 olan AP

Birinci ve ikinci büyük azı dişlerinin endodontik tedavi kaliteleri açısından ETDİ indeksine göre değerlendirme sonuçları Tablo 4'te gösterilmiştir. Kök kanal dolgusunun uzunluğu köklere göre sırasıyla; L1 (n=127,%52.9), L2 (n=79, % 32.9), L4 (n=72, %2.91) ve L3 (n=27, %11.25) olarak tespit edilmiştir. (Resim 1A, B) Birinci büyük azılarda olmak üzere; L1'in palatinal kökte ve L2'nin de mezial kökte görülmesi, ikinci büyük azılardan anlamlı şekilde yüksek bulunmuştur (p<0.05). L4 ise birinci büyük azıların MB2 kanalında, ikinci büyük azılara göre daha fazla gözlenmiştir (p=0.001). Birinci büyük azıların distal ve palatinal kökleri ile MB2 kanallarında yetersiz obtürasyona (H2) daha fazla rastlanmıştır (p<0.05). Yetersiz koronal restorasyon (CS2), tedavi edilmemiş kanal (CF2) ve apikal rezorpsiyon (CF5) birinci büyük azı dişlerinde daha çok gözlenmiştir (p<0.05) (Resim 1C, D). Dişlerin yalnızca %16.2'sinde (n=13) komplikasyona rastlanmamıştır. En sık görülen komplikasyonlar sırasıyla; apikal rezorpsiyon (CF5) (n=59) ve tedavi edilmemiş kanal (CF2) (n=17) olurken, en az görülenler ise sırasıyla; kök perforasyonu olmadan internal rezorpsiyon (CF3) (n=5), kanalda alet kırığı (CF7) (n=4) ve kök perforasyonudur (CF1) (n=2).

Tablo 4. Üst birinci ve ikinci büyük azı dişlerinin endodontik tedavi kalitelerinin ETDİ indeksine göre dağılımı

ETDİ	Üst büyük azı dişleri		p
	Birinci büyük azılar	İkinci büyük azılar	
L-MEZİAL	1	21a (%46.7)	0.001**
	2	23a (%82.1)	
	3	1a (%25)	
	4	2a (%66.7)	
L-MB2	1	3a (%50)	0.001**
	4	32a (%88.9)	

L-DİSTAL	1	21 (%58.3)	15 (%41.7)	0.055
	2	17 (%60.7)	11 (%39.3)	
	3	6 (%50)	6 (%50)	
	4	1 (%25)	1 (%25)	
L-PALATİNAL	1	29a (%63)	17b (%37)	0.007**
	2	14a (%60.9)	9a (%39.1)	
	3	4a (%36.4)	7a (%63.6)	
H-MEZİAL	1	28a (%63.6)	16b (%36.4)	0.006**
	2	19a (%52.8)	17a (%47.2)	
H-MB2	1	3a (%75)	1a (%25)	0.001**
	2	32a (%84.2)	6b (%15.8)	
H-DİSTAL	1	24a (%55.8)	19a (%44.2)	0.008**
	2	23a (%62.2)	14b (%37.8)	
H-PALATİNAL	1	21a (%55.3)	17a (%44.7)	0.008**
	2	26a (%61.9)	16b (%38.1)	
CS	1	28a (%56)	22a (%44)	0.008**
	2	19a (%63.3)	11b (%36.7)	
CF	0	4a (%30.8)	9a (%69.2)	0.008**
	1	1a (%50)	1a (%50)	
	2	2a (%100)	0a (%0)	
	5	25a (%64.1)	14b (%35.9)	
	2-5	11a (%73.3)	4b (%26.7)	
	3-5	1a (%20)	4a (%80)	
	7	2a (%75)	1a (%25)	

Chi-Square Testi **p<0.01

Üst büyük azı dişlerinde AP varlığı, kök kanal dolgusu L1 olduğunda mezial kök haricinde, distal ve palatinal köklerde istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük (p=0.001); L2 ve L3 olduğunda ise tüm kökler için anlamlı derecede yüksek bulunmuştur (p=0.001). L1 köklerin % 54'ünde; L2 köklerin %65'inde, L3 köklerin ise % 62'sinde AP tespit edilmiştir. Mezial kök hariç distal ve palatinal köklerde yetersiz obtürasyon (H2) ile AP varlığı arasında anlamlı ilişki gözlenmiştir (p=0.001). CS ise yeterli de yetersiz de olsa AP oranı istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksektir (p=0.001). Tek başına apikal rezorpsiyon (CF5) veya kanalda alet kırığı (CF7) olduğunda ya da apikal rezorpsiyonla birlikte tedavi edilmemiş kanal (CF2, 5) veya internal rezorpsiyon (CF3, 5) olduğunda da AP görülmesi istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuştur (p=0.001) (Tablo 5).

Tablo 5. ETDİ indeksi ile AP ilişkisi

ETDİ	AP (n, %)		p	
	Var	Yok		
L-MEZİAL	1	33a (%73.3)	12b (%26.7)	0.001**
	2	18a (%64.3)	10b (%35.7)	
	3	3a (%75)	1b (%25)	
	4	1a (%33.3)	2a (%66.7)	
L-MB2 kanal	1	5a (%83.3)	1b (%16.7)	0.001**
	4	24a (%66.7)	12b (%33.3)	

L-DİSTAL	1	17a (%47.2)	19b (%52.8)	0.001**
	2	17a (%60.7)	11b (%39.3)	
	3	8a (%66.7)	4b (%33.3)	
	4	2a (%50)	2b (%50)	
L-PALATİNAL	1	19a (%41.3)	27b (%58.7)	0.001**
	2	17a (%73.9)	6b (%26.1)	
	3	6a (%54.5)	5b (%45.5)	
H-MEZİAL	1	31a (%70.5)	13b (%29.5)	0.001**
	2	24a (%66.7)	12b (%33.3)	
H-MB2	1	3a (%75)	1b (%25)	0.001**
	2	26a (%68.4)	12b (%31.6)	
H-DİSTAL	1	20a (%46.5)	23b (%53.5)	0.001**
	2	24a (%64.9)	13b (%35.1)	
H-PALATİNAL	1	20a (%52.6)	18b (%47.4)	0.001**
	2	22a (%52.4)	20b (%47.6)	
CS	1	41a (%82)	9b (%18)	0.001**
	2	21a (%70)	9b (%30)	
CF	0	0a (%0)	13a (%100)	0.001**
	1	0a (%0)	2a (%100)	
	2	0a (%0)	2a (%100)	
	5	36a (%92.3)	3b (%7.7)	
	2-5	11a (%73.3)	4b (%26.7)	
	3-5	5a (%100)	0b (%0)	
	7	3a (%75)	1b (%25)	

Chi-Square Testi **p<0.01

TARTIŞMA

Kök kanal morfolojisinde en çok varyasyona sahip üst büyük azı dişlerinin özellikle mezial köklerinin kompleks yapı gösterdiği ve tedavi edilmemiş MB2 kanal nedeniyle bu dişlerde AP'nin yüksek oranda görüldüğü yapılan çalışmalarla ortaya konmuştur (Halse ve ark., 2002; de Paula-Silva ve ark., 2009; Karabucak ve ark., 2016; Martins ve ark., 2018). Ayrıca ulaşması zor olan üst büyük azı dişleri yeterince temizlenemediğinden plak birikimi fazla olmakta ve çürük oluşumuna bu dişlerde daha sık rastlanmaktadır (Meirinhos ve ark., 2020). Bu nedenle, bu çalışmada kompleks anatomi gösteren ve ağız içerisinde üst çene arka bölgede yer almaları nedeniyle gerek endodontik tedavileri sırasında ulaşılması zor olmasından gerekse de periapikal radyografi alınması sırasında palatinal köklerine maksiller sinüs ve üst çene zigomatik prosesin süperpoze olmasından dolayı endodontik tedavilerinde sıklıkla başarısızlık ya da komplikasyon ile karşılaşılabilen üst büyük azı dişleri tercih edilmiştir (White ve Pharoah, 2018). Bu dişlerin endodontik tedavilerinin başarısızlığında rolü olan faktörleri araştırabilmek için hem endodontik tedavi kalitelerini hem de periapikal bölge sağlık durumlarını birlikte ve her bir köke göre detaylı olarak değerlendirilmesini sağlayan PEDİ

indeksi dikkate alınmış ve retrospektif KIBT görüntülerinde inceleme yapılmıştır (Venskutonis ve ark., 2015).

Bu çalışma, Türk toplumunda belirli bir popülasyonun endodontik tedavilerini değerlendirmeye yönelik kesitsel bir çalışmadır. Çalışma grubu, İstanbul'un çeşitli bölgelerinden diş hekimliği fakültesine başvuran hastalar arasından seçilmiş olduğu için, yalnızca tek bir hekim tarafından tedavi edilmemiş dişlerin incelenmesi imkanı olmuştur. Bu yüzden çalışmadan elde edilen sonuçlar genel popülasyonun küçük bir örneğini yansıtmaktadır.

Çalışmada değerlendirilen 581 adet üst büyük azı dişinin yalnızca %13.8'inin endodontik tedavi gördüğü tespit edilmiştir. Bu oran literatürde yapılan benzer çalışmalarda verilen aralığa yakındır (%8.8-%13.4) (da Silva ve ark., 2009; Gencoglu ve ark. 2010; Hebling ve ark., 2014; Kielbassa ve ark., 2017; Meirinhos ve ark., 2020). İncelenen endodontik tedavili üst büyük azı dişlerinin de %77.5'inde AP gözlenmiştir. Endodontik tedavili dişlerde her zaman klinik semptom olmadığı için periapikal bölge sağlığı ancak radyografik yöntemler ile tespit edilebilmektedir (Gumru ve ark., 2011). Endodontik tedavi kalitesinin de periaradiküler dokular üzerinde oldukça önemli bir etkisi olduğu yapılan çalışmalar ile ortaya konmuştur (Ballıkaya ve ark., 2020, Venskutonis ve ark., 2015). Çalışmadaki AP oranı, literatürde bildirilen endodontik tedavili dişlerdeki AP oranları ile uyumludur (Estrela ve ark., 2008; Gumru ve ark., 2011; Gopikrishna ve ark., 2015; Kielbassa ve ark., 2017; Aysal 2021) ve oranın bu kadar yüksek olması, endodontik tedavinin başarısının birçok faktöre bağlı olması ile açıklanabilir (Ballıkaya ve ark., 2020). Bu yüzden bu çalışmada da, birçok çalışmada olduğu gibi, kök kanal dolgusunun uzunluğu ve homojenliği ile koronal restorasyonun durumu gibi intraoperatif faktörler ele alınmıştır (Gumru ve ark., 2011; Venskutonis ve ark., 2015; Nascimento ve ark., 2018; Ballıkaya ve ark., 2020, Bürklein ve ark., 2020; Karteva ve ark., 2021; Şanal Çikman ve ark., 2022).

Yapılan çalışmalar, kök kanal dolgusunun kalitesi ile AP arasında pozitif bir korelasyon olduğunu göstermiştir (Dutta ve ark., 2014; Huuonen ve ark., 2017; Van der Veken ve ark., 2017; Aysal 2021; Şanal Çikman ve ark., 2022). Bu çalışmada da, literatür ile uyumlu olarak, endodontik tedavi kalitesinin en önemli göstergelerinden olan kök kanal dolgusu uzunluğu ve homojenliği dikkate alınmış ve AP oluşumunda anlamlı derecede etkili oldukları tespit edilmiştir. Kök kanal dolgusu uzunluğunun apikalden 2 mm'den fazla eksik olduğu (L2) ya da taşkın olduğu (L3) durumlarda AP varlığı daha yüksek

bulunmuştur. Kök kanal sisteminin apikal foremene kadar yeterince temizlenememesi ve doldurulamaması, apikal sızdırmazlığın tam olarak sağlanamamasına ve dolayısıyla bu bölgede mikroorganizmaların çoğalıp AP oluşmasına yol açabilmektedir (Meirinhos ve ark., 2020). Ayrıca pat veya güta perka taşkınlıklarında periapikal dokuların irritasyonu sonucu periapikal dokulara enflamatuvar hücrelerin transferi ile periapikal patoloji gelişebilmektedir (Ricucci ve Langeland, 1998). İdeal kanal dolumu yapıldığı zaman (L1), AP oranının anlamlı derecede düşük olması bahsi geçen nedenleri desteklemektedir. Şanal Çıkman ve ark. (2022), endodontik tedavili dişleri inceledikleri çalışmalarında H2, L2 ve L3'ün belirgin bir şekilde üst büyük azı dişlerinde görüldüğünü tespit etmişlerdir. Mevcut çalışmada, homojen olmayan kanal dolumlarında (H2) da mezial kök hariç diğer köklerde AP oranının yüksek olduğu bulunmuştur. Ancak, mezial köklerde H1 varlığında dahi AP gözlenebilmesi bu köklerde atlanmış veya düzgün bir şekilde tedavi edilmemiş MB2 varlığına işaret edebilir.

Çalışmada değerlendirilen dişlerin %36.2'sinde MB2 kanala rastlanmıştır. Her ne kadar istatistiksel olarak anlamlı olmasa da tedavi edilmemiş MB2 kanal oranı birinci büyük azı dişlerinde, ikinci büyük azılara göre daha yüksektir. Bu da Baruwa ve ark. (2018) ile do Carmo ve ark.'nın (2021) sonuçlarını desteklemektedir. MB2'si olan dişlerin %83.3'ünde AP gözlenirken, MB2'si olmayanlarda bu oran %71.2 olarak tespit edilmiştir. Ayrıca MB2'li üst birinci ve ikinci büyük azı dişlerinin büyük bir çoğunluğunda kanal dolgusunun homojen olmadığı (H2) gözlenmiştir. Üst büyük azı dişlerinin kök kanal morfolojisindeki olası bu varyasyonlara her zaman dikkat edilmelidir. Bu konuda yeterli bilgiye sahip olmamak, endodontik tedavi sırasında bu varyasyonların atlanmasına ve sonucunda tedavinin başarısız olmasına yol açabilmektedir.

Kök kanal dolgusu gibi uygun yapılmış koronal restorasyon da periapikal bölgeye bakteri girişi için bir bariyer görevi görmektedir (Şanal Çıkman ve ark., 2022). Ancak yapılan çalışmalarda koronal restorasyonun AP ile ilişkisinde farklı sonuçlar bildirilmiştir (Gumru ve ark., 2011; Özbaş ve ark., 2011; Huuonen ve ark., 2017; Şanal Çıkman ve ark., 2022). Bu çalışmada, Şanal Çıkman ve ark. (2022) ile Gümrü ve ark.'nın (2011) sonuçları ile benzer şekilde, CS'nin AP oluşumu üzerinde bir etkisi bulunmamıştır. Veriler arasındaki bu farklılıklar üç boyutlu ve iki boyutlu görüntülemeler arasındaki farklılıklardan kaynaklanıyor olabilir. İki boyutlu görüntüleme yöntemleri ile süperpozisyon ve açı nedeni ile restorasyonun kalitesi

olarak belirlenemez. Ayrıca KIBT her ne kadar üç boyutlu değerlendirmeye imkan verse de istenmeyen artefaktlar koronal restorasyonların durumunun tespitini zorlaştırabilir (Gomes ve ark., 2015; Kruse ve ark., 2015). Bu nedenle daha doğru değerlendirme için hem klinik hem de radyografik muayene gereklidir (Şanal Çıkman ve ark., 2022).

KIBT'in en önemli avantajı periapikal lezyonların kemikte yol açtığı değişiklikleri ve önemli anatomik oluşumlar ile ilişkilerini tespit etmeye yardımcı olmasıdır (Gomes ve ark., 2015; Patel ve ark., 2012; Shahbazian ve ark., 2015; Souza-Nunes ve ark., 2019; Sakir ve Yalcinkaya, 2020). KIBT görüntülerinde kortikal kemik süperpoze olmadan süngerimsi kemik içindeki kemik defektleri de net olarak izlenebilmekte, böylelikle daha erken evre periapikal değişiklikler tespit edilebilmektedir (Hargreaves, 2011). Bu çalışmada, endodontik tedavili dişlerin %53.2'sinde var olan AP'nin maksiller sinüs ile yakın ya da temas halinde olduğu; %22.6'sının ise kortikal kemik yıkımıyla birlikte gözlemlendiği tespit edilmiştir. Makiller sinüse yakın olan periapikal lezyonlar zamanla sinüs mukozasında kalınlaşma ve sinüzite sebep olabilmektedir (Souza-Nunes ve ark., 2019; Sakir ve Yalcinkaya, 2020). Ayrıca periapikal cerrahi öncesi köklerin anatomik noktalar ile yakınlığını ve/veya kemik yıkımını belirleyip tedavi şekline karar vermek tedavinin prognozu için büyük önem arz etmektedir. Bunun yanında süperpozisyon olmadığı için KIBT ile kök kanal dolgusunun kalitesi, homojen olmayan dolun, kök kanalındaki komplikasyonlar (alet kırığı, perforasyon gibi) daha doğru bir şekilde ortaya konmaktadır (Nascimento ve ark., 2018). Ancak çalışma bulgularımız doğrultusunda her endodontik tedavili diş için KIBT görüntüleme yapılması savunulmamaktadır, ALADA (As Low As Diagnostically Acceptable) prensibi doğrultusunda iki boyutlu grafiler ile yeterli bilgiye ulaşılmadığı, spesifik durumlar için KIBT kullanılması önerilmektedir.

Bu çalışmanın en büyük limitasyonu, kesitsel ve retrospektif bir çalışma olması nedeniyle dişlerde teşhis edilen periapikal patolojinin iyileşmekte olan bir AP mi yoksa tedavi öncesinde var olmayıp tedaviden sonra meydana gelmeye başlamış bir AP mi olduğu konusunda bir bilgi vermemesidir. Bu yüzden bu çalışmada elde edilen bulgular ile endodontik tedavi kalitesi ile AP arasında sadece bir ilişki kurulabilir, bir nedensellik sonucu elde edilemez. Ayrıca retrospektif dizaynı nedeni ile hastaların sistemik durumlarına, dişlere ait klinik bulgulara ve endodontik tedavi aşamalarına (irrigasyon solüsyonlarının kullanım miktarları, kullanım süreleri, aktive

edilip edilmedikleri, rubber dam kullanımı, seans aralarında konulan geçici dolgunun sızdırmazlığı, hekimin tecrübesi gibi) ait veriler olmadığı için endodontik tedavinin kalitesinde etkili olabilecek bu faktörler ile ilgili bir değerlendirme de yapılamamıştır. Bu yüzden ileride sayı artırılarak yapılacak hem klinik hem de radyografik değerlendirmenin bir arada olduğu, prospektif kohort çalışmaları ile hem endodontik tedavinin başarısında etkili olan faktörlerin hem de endodontik tedavi kalitesi ve AP arasındaki ilişkinin net olarak ortaya konabileceğini düşünmekteyiz.

SONUÇ

Bu çalışmada, endodontik tedavili üst büyük azı dişlerinde yüksek oranda AP saptanmıştır. En fazla AP'nin gözlendiği kök, morfolojik varyasyonların en sık olduğu mezial köktür. AP oluşumunda etkili olası faktörler; eksik ya da taşkın yapılmış ve/veya homojen olmayan kanal dolumu olarak tespit edilmiştir. Ayrıca apikal rezorpsiyon, kanalda alet kırığı ve apikal rezorpsiyonla birlikte tedavi edilmemiş kanal veya internal rezorpsiyon gibi komplikasyonlar AP varlığı ile ilişkilidir. PEDİ indeksi, endodontik tedavi prognozunun değerlendirilmesi için önemli bir tanı aracı olarak kullanılabilir.

Çıkar Çatışması

Yazarlar herhangi bir finansal destek almamıştır ve çıkar çatışması bulunmamaktadır.

KAYNAKLAR

1. Aysal, Z. Belirli bir türk popülasyonunda yapılmış endodontik tedavilerin radyolojik olarak değerlendirilmesi. Kocaeli Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü. Uzmanlık Tezi. 2021.
2. Ballıkaya E, Koc N, Avcu N, Cehreli ZC. The quality of root canal treatment and periapical status of permanent teeth in Turkish children and teens: a retrospective CBCT study. *Oral radiol.* 2022;38(3):405-415.
3. Baruwa AO, Martins JNR, Meirinhos J, Pereira B, Gouveia J, Quaresma SA et al. The Influence of Missed Canals on the Prevalence of Periapical Lesions in Endodontically Treated Teeth: A Cross-sectional Study. *J Endod.* 2020;46(1):34-39.e1.
4. Betancourt P, Navarro P, Cantín M, Fuentes R. Cone-beam computed tomography study of prevalence and location of MB2 canal in the mesiobuccal root of the maxillary second molar. *Int J Clin Exp Med.* 2015;8(6):9128-34.
5. Bürklein S, Schäfer E, Jöhren H-P, Donnermeyer D. Quality of root canal fillings and prevalence of apical radiolucencies in a German population: a CBCT analysis. *Clin Oral Investig.* 2020; 24:1217-27.
6. Colakoglu G, Kaya Buyukbayram I, Elcin MA, Garip Berker Y, Ercalik Yalcinkaya S. Association between second mesiobuccal canal and apical periodontitis in retrospective cone beam computed tomographic images. [published online ahead of print, 2022 Jul 31]. *Aust Endod J.* 2022;10.1111/aej.12672.
7. da Silva K, Lam JMY, Wu N, Duckmanton P. Cross-sectional study of endodontic treatment in an Australian population. *Aust Endod J.* 2009;35(3):140-6.
8. de Paula-Silva FW, Wu MK, Leonardo MR, da Silva LA, Wesselink PR. Accuracy of periapical radiography and cone-beam computed tomography scans in diagnosing apical periodontitis using histopathological findings as a gold standard. *J Endod.* 2009;35(7):1009-1012.
9. Souza-Nunes LA, Verner FS, Rosado LPL, Aquino SN, Carvalho ACP, Junqueira RB. Periapical and Endodontic Status Scale for Endodontically Treated Teeth and Their Association with Maxillary Sinus Abnormalities: A Cone-beam Computed Tomographic Study. *J Endod.* 2019;45(12):1479-1488.
10. do Carmo WD, Verner FS, Aguiar LM, Visconti MA, Ferreira MD, Lacerda MFLS et al. Missed canals in endodontically treated maxillary molars of a Brazilian subpopulation: prevalence and association with periapical lesion using cone-beam computed tomography. *Clin Oral Investig.* 2021;25(4):2317-2323.
11. Dutta A, Smith-Jack F, Saunders W. Prevalence of periradicular periodontitis in a Scottish subpopulation found on CBCT images. *Int Endod J.* 2014;47(9):854-63.
12. Estrela C, Bueno MR, Azevedo BC, Azevedo JR, Pécora, JD. A new periapical index based on cone beam computed tomography. *J Endod.* 2008;34(11):1325-1331.
13. Estrela C, Leles CR, Hollanda AC, Moura MS, Pécora JD. Prevalence and risk factors of apical periodontitis in endodontically treated teeth in a selected population of Brazilian adults. *Braz Dent J.* 2008;19(1):34-39.
14. Gencoglu N, Pekiner FN, Gumru B, Helvacioğlu D. Periapical status and quality of root fillings and coronal restorations in an adult Turkish subpopulation. *Eur J Dent.* 2010;4(1):17-22.
15. Gomes AC, Nejaim Y, Silva AI, et al. Influence of Endodontic Treatment and Coronal Restoration on Status of Periapical Tissues: A Cone-beam Computed Tomographic Study. *J Endod.* 2015;41(10):1614-1618.
16. G. Archana D, Gopikrishna V, Gutmann JL, Savadamoorthi KS, Kumar AR, Narayanan LL. Prevalence of periradicular radiolucencies and its association with the quality of root canal procedures and coronal restorations in an adult urban Indian population. *J Conserv Dent.* 2015;18(1):34-38.
17. Gumru B, Tarcin B, Pekiner FN, Ozbayrak S. Retrospective radiological assessment of root canal treatment in young permanent dentition in a Turkish subpopulation. *Int Endod J.* 2011;44(9):850-856.
18. Halse A, Molven O, Fristad I. Diagnosing periapical lesions: İdisagreement and borderline cases. *Int Endod J.* 2002;35(8):703-709.
19. Berman LH Hargreaves KM. Cohen's Pathways of the Pulp. Elsevier 2021

20. Hebling E, Coutinho LA, Ferraz CC, Cunha FL, Queluz Dde P. Periapical status and prevalence of endodontic treatment in institutionalized elderly. *Braz Dent J.* 2014;25(2):123-128.
21. Huumonen S, Suominen AL, Vehkalahti MM. Prevalence of apical periodontitis in root filled teeth: findings from a nationwide survey in Finland. *Int Endod J.* 2017;50(3):229-236
22. Karabucak B, Bunes A, Chehoud C, Kohli MR, Setzer F. Prevalence of Apical Periodontitis in Endodontically Treated Premolars and Molars with Untreated Canal: A Cone-beam Computed Tomography Study. *J Endod.* 2016;42(4):538-41.
23. Karteva T, Manchorova-Veleva NA, Karteva E, et al. Quality of Endodontic Treatment and Prevalence of Apical Radiolucencies in a Bulgarian Subpopulation: a CBCT Analysis. *Folia Med (Plovdiv).* 2021;63(1):81-87.
24. Kielbassa AM, Frank W, Madaus T. Radiologic assessment of quality of root canal fillings and periapical status in an Austrian subpopulation – An observational study. *PLoS One.* 2017;12(5):1–19.
25. Kruse C, Spin-Neto R, Wenzel A, Kirkevang LL. Cone beam computed tomography and periapical lesions: a systematic review analysing studies on diagnostic efficacy by a hierarchical model. *Int Endod J.* 2015;48(9):815–28.
26. Martins JNR, Alkhawas MAM, Altaki Z, Bellardini G, Berti L, Boveda C et al. Worldwide Analyses of Maxillary First Molar Second Mesiobuccal Prevalence: A Multicenter Cone-beam Computed Tomographic Study. *J Endod.* 2018 ;44(11):1641-1649.
27. Meirinhos J, Martins JNR, Pereira B, Baruwa A, Gouveia J, Quaresma SA et al. Prevalence of apical periodontitis and its association with previous root canal treatment, root canal filling length and type of coronal restoration—a cross-sectional study. *Int Endod J.* 2020;53(4):573-584.
28. Nascimento EHL, Gaêta-Araujo H, Andrade MFS, Freitas DQ. Prevalence of technical errors and periapical lesions in a sample of endodontically treated teeth: a CBCT analysis. *Clin Oral Investig.* 2018;22 (7):2495–2503.
29. Orstavik D, Kerekes K, Eriksen HM. The periapical index: a scoring system for radiographic assessment of apical periodontitis. *Endod Dent Traumatol.* 1986;2(1):20-34.
30. Özbaş H, Aşçı S, Aydın Y. Examination of the prevalence of periapical lesions and technical quality of endodontic treatment in a Turkish subpopulation. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2011;112(1):136–42.
31. Patel S, Wilson R, Dawood A, Foschi F, Mannocci F. The detection of periapical pathosis using digital periapical radiography and cone beam computed tomography – part 2: a 1-year post-treatment follow-up. *Int Endod J.* 2012;45(8):711-723.
32. Rajasekhar R, Soman S, Sebastian VM, Muliya S, Cherian NM. Indexes for periapical health evaluation – A review. *Int Dent Res* 2022;12(2):97-106.
33. Ricucci D, Langeland K. Apical limit of root canal instrumentation and obturation, part 2. A histological study. *Int Endod J.* 1998;31(6):394–409.
34. Sakir M, Ercalik Yalcinkaya S. Associations between Periapical Health of Maxillary Molars and Mucosal Thickening of Maxillary Sinuses in Cone-beam Computed Tomographic Images: A Retrospective Study. *J Endod.* 2020;46(3):397-403.
35. Shahbazian M, Vandewoude C, Wyatt J, Jacobs R. Comparative assessment of periapical radiography and CBCT imaging for radiodiagnostics in the posterior maxilla. *Odontology* 2015;103(1):97–104.
36. Sisli SN, Yılmaz B, Özpolat Z, Gülşahi K. Comparative analysis of different periapical index systems used in cone-beam computed tomography. *Aust Endod J.* 2021;47(3):401-407.
37. Souza-Nunes LA, Verner FS, Rosado LPL, Aquino SN, Carvalho ACP, Junqueira RB. Periapical and Endodontic Status Scale for Endodontically Treated Teeth and Their Association with Maxillary Sinus Abnormalities: A Cone-beam Computed Tomographic Study. *J Endod.* 2019 Dec;45(12):1479-1488.
38. Şanal Çıkman A, Köse TE, Günaçar DN, Çene E, Arıcıoğlu B. Evaluation of endodontically treated teeth and related apical periodontitis using periapical and endodontic status scale: Retrospective cone-beam computed tomography study. *Aust Endod J.* 2022; Jun 11 doi:10.1111[Epub ahead of print].
39. Van der Veken D, Curvers F, Fieuws S, Lambrechts P. Prevalence of apical periodontitis and root filled teeth in a Belgian subpopulation found on CBCT images. *Int Endod J.* 2017;50(4):317–29.
40. Venskutonis T, Plotino G, Tocci L, Gambarini G, Maminskas J, Juodzbalsys G. Periapical and endodontic status scale based on periapical bone lesions and endodontic treatment quality evaluation using cone-beam computed tomography. *J Endod.* 2015;41(2):190-196.
41. Vertucci FJ. Root canal anatomy of the human permanent teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1984;58(5):589-599.
42. White SC, Pharoah MJ. *White and Pharoah's Oral Radiology: Principles and Interpretation.* Elsevier Health Sciences. 2018.