



T.C.
TOKAT GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
ENDODONTİ ANABİLİM DALI
ENDODONTİ UZMANLIK PROGRAMI

MAKSİLLER MOLAR DİŞLERİN KÖK-KANAL
VARYASYONLARININ VE KÖK FÜZYONUNUN KİBT İLE
RETROSPEKTİF ANALİZİ

UZMANLIK TEZİ

Hazırlayan
Doğa Arda YAVUZ

Danışman
Doç. Dr. Hüda Melike BAYRAM

TOKAT- 2024



T.C.
TOKAT GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
ENDODONTİ ANABİLİM DALI
ENDODONTİ UZMANLIK PROGRAMI

MAKSİLLER MOLAR DİŞLERİN KÖK-KANAL
VARYASYONLARININ VE KÖK FÜZYONUNUN KİBT İLE
RETROSPEKTİF ANALİZİ

UZMANLIK TEZİ

Hazırlayan
Doğa Arda YAVUZ

Danışman
Doç. Dr. Hüda Melike BAYRAM

TOKAT- 2024

ETİK SÖZLEŞME

Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi tez yazım kılavuzuna göre, Doç. Dr. Hüda Melike BAYRAM danışmanlığında hazırlamış olduğum “Maksiller Molar Dişlerin Kök-Kanal Varyasyonlarının ve Kök Füzyonunun Kıbt ile Retrospektif Analizi” adlı Uzmanlık tezinin bilimsel etik değerlere ve kurallara uygun, özgün bir çalışma olduğunu, aksinin tespit edilmesi halinde her türlü yasal yaptırımını kabul edeceğimi beyan ederim.

.../.../2024

Doğa Arda YAVUZ

TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim boyunca bilgi, tecrübe ve önerilerini her zaman içtenlikle benimle paylaşan, tez sürecinde sabır ve hoşgörüsüyle yanımda olan, destek ve yardımlarını hiçbir zaman esirgemeyen değerli danışman hocam Doç. Dr. H. Melike BAYRAM'a,

Akademik ve klinik bilgi birikimi ile uzmanlık eğitimime yol gösteren, değerli tavsiyelerini ve deneyimlerini her zaman paylaşan kıymetli hocam Doç. Dr. Emre BAYRAM'a,

Uzmanlık eğitimim süresince bilgi ve tecrübelerini benimle paylaşan, tez hazırlama sürecinde değerli katkılarıyla destek olan Dr. Öğr. Üyesi Tunahan DÖKEN'e,

Tezimin istatistiksel analizinde değerli katkılarını sunan Sayın Öğr. Gör. Yunus Emre KUYUCU'ya

Uzmanlık eğitimim boyunca tecrübelerinden faydalandığım, katkılarıyla bu süreci daha anlamlı hale getiren ve birlikte çalışma fırsatı bulduğum değerli çalışma arkadaşlarım, Dr. Öğr. Üyesi Fatih UÇAR, Dr. Öğr. Üyesi Merve KÖSETÜRK, Uzm. Dt. Tuğberk CANAVAR, Uzm. Dt. Şahin KILINÇKAYA, Dt. Okan TURGUT, Dt. Berkay GÜMÜŞ, Dt. Beyzanur GÜNDÜZ, Dt. Tuğçe İLDENİZ, Dt. Salih Volkan SÖNMEZ, Dt. Azime Nur UYSAL, Dt. Derviş YILDIZ ve diğer asistan arkadaşlarıma,

Eğitim hayatım boyunca her zaman yanımda olan, destekleri ve fedakarlıklarıyla bu noktaya gelmemde büyük pay sahibi olan ailemin değerli üyeleri Hüseyin YAVUZ, Zuhal YAVUZ ve Deniz Arya YAVUZ'a,

Meslek hayatımda bana yol gösteren dayım Dr. Dt. Yavuz YÜKSEL ve eşi Dr. Dt. Funda YÜKSEL'e,

En İçten Teşekkürlerimi Sunarım...

İTHAF

*Yaptığım işte bana ilham kaynağı olan, mesleği başında hayatını kaybeden Prof. Dr.
Erdal Erdem'e ithafen...*

MAKSİLLER MOLAR DIŞLERİN KÖK-KANAL VARYASYONLARININ VE KÖK FÜZYONUNUN KIBT İLE RETROSPEKTİF ANALİZİ

ÖZET

Amaç: Bu in vivo konik ışınlı bilgisayarlı tomografi (KIBT) çalışmasının amacı, Türkiye, Tokat popülasyonunda maksiller birinci ve ikinci molar dişlerin kök sayıları, kök füzyonu, kök füzyonu izlenen dişlerin kanalları arasındaki birleşim ve C-şekilli kanalların prevalansını, kök füzyonun anatomik özelliklerini, molar dişler arasındaki korelasyonunu ve cinsiyetler arasındaki farklılıklarını değerlendirmektir.

Gereç ve Yöntem: Bu çalışmada 189 hastaya ait 756 maksiller birinci (378) ve ikinci (378) molar dişin KIBT görüntüleri incelendi; kök sayıları ve kök füzyonu değerlendirildi. Füzyon tespit edilen dişler sınıflandırıldı ve birleşen kanallar ve C-şekilli kanal konfigürasyonları değerlendirildi. Kök kanalları arasında izlenen kısmi veya belirgin bağlantılar birleşim olarak değerlendirildi. C-şekilli kanallar araştırıldı ve tanımlanan varyasyonlar sınıflandırıldı. Elde edilen sonuçlar üzerinde birinci ve ikinci molar dişler arasındaki korelasyon, kök füzyonunun bilateral simetri ve cinsiyetlere göre farklılıklar değerlendirildi. Bağımsız oranlardaki farklılıklar için Z testi, cinsiyetler arasındaki farklılıklar için ki-kare testi ve bilateral simetri için Cohen kappa testi kullanıldı.

Bulgular: Maksiller molar dişlerin %81'inde 3 ayrı köke, %18,7'sinde kök füzyonuna ve %0,3'ünde 4 kök tespit edilmiştir. 4 köklü 2 ikinci molar diş tespit edilmiş; aksesuar köklerden biri palatinal diğeri mesial tarafta izlenmiştir. Maksiller birinci ve ikinci molar dişlerin kök füzyonu prevalansı sırasıyla %6,1 ve %31,2 olarak bulunmuştur. Maksiller birinci molarlarda en fazla tip III, ikinci molarlarda tip II füzyon izlenmiştir. Kök füzyonun %73,8'i iki kökün, 26,2'si üç kökün füzyonu sonucu oluşmaktadır. Kök füzyonu izlenen dişlerin kanallarının birinci molarlarda %30,4, ikinci molarlarda %35,6 oranında birleştiği tespit edilmiştir. Birinci molarlarda hiç tanımlamazken ikinci molarlarda 6 (%1,6) dişte C-şekilli kanal konfigürasyonu tanımlanmıştır. Maksiller molar dişlerinde kök füzyonu olan 71 olgunun %11,3'ünde birinci ve ikinci molar dişlerinin hepsinde kök füzyonu görülmüştür. Cohen Kappa testine göre maksiller molar dişlerin kök füzyonu tipine göre bilateral simetri değerlendirildiğinde, birinci molar dişler için 0,862, ikinci molar için 0,683'lük bir değer ile önemli derecede uyum gösterdiği tespit edilmiştir. Maksiller molar dişlerin kök füzyonu prevalansı kadın hastalarda %23,6, erkek hastalarda ise %11,9 olarak karşımıza çıkmıştır.

Sonuç: Maksiller ikinci molar dişler, maksiller birinci molar dişlere kıyasla daha karmaşık kök kanal anatomisine sahiptir. Bu çalışmanın limitasyonları dahilinde tüm maksiller molar dişler için %18,7 oranında kök füzyonu, %6,5 oranında kanalların birleşimi ve %0,8 oranında C-şekilli kanal konfigürasyonu izlendi. Kök füzyonunun, birleşen kanalların ve C-şekilli kanalların bilateral simetrisi önemli derecede uyum gösterdi. Kadın hastalarda kök füzyonu ve kanalların birleşimi istatistiksel olarak anlamlı derecede daha fazla izlenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi, Maksiller Molarlar, Kök Füzyonu, Birleşen Kanallar, C-şekilli Kök Kanalları

RETROSPECTIVE ANALYSIS OF ROOT-CANAL VARIATIONS AND ROOT FUSION OF MAXILLARY MOLARS WITH CBCT

ABSTRACT

Aim: The aim of this in vivo cone beam computed tomography (CBCT) study was to evaluate the number of roots, the prevalence of root fusion, merged canals and C-shaped canals, anatomical features of root fusion, correlation between molars and differences between sexes of maxillary first and second molars in the Turkish, Tokat subpopulation.

Materials and Methods: In this study, CBCT images of 756 maxillary first (378) and second (378) molars from 189 patients were examined; root numbers and root fusion were evaluated. Teeth with root fusion were classified and merged canals and C-shaped canal configurations were evaluated. Partial or total connections between root canals were evaluated as merged canals. C-shaped canals were investigated and the identified variations were classified. The correlation between first and second molars, bilateral symmetry of root fusion and differences according to gender were evaluated on the obtained results. Z test was used for differences in independent proportions, chi-square test for differences between genders and Cohen kappa test for bilateral symmetry.

Results: In maxillary molars, 81% had 3 separated roots, 18.7% had root fusion, and 0.3% had 4 roots. 2 second molars with 4 roots were detected; one of the accessory roots was observed on the palatal and the other on the mesial side. The prevalence of root fusion in maxillary first and second molars was found to be 6.1% and 31.2%, respectively. Type III fusion was observed most in maxillary first molars, and type II fusion was observed in second molars. 73.8% of root fusion occurred as a result of fusion of two roots, and 26.2% as a result of fusion of three roots. It was determined that the canals of teeth with root fusion merged in 30.4% of first molars and 35.6% of second molars. While none were identified in first molars, C-shaped canal configuration was identified in 6 (1.6%) teeth in second molars. In 11.3% of 71 cases with root fusion in maxillary molars, root fusion was observed in all first and second molars. When bilateral symmetry was evaluated according to the root fusion type of maxillary molars with Cohen Kappa test, it was found that there was an almost perfect agreement with a value of 0.862 for first molars and 0.683 for second molars. The prevalence of root fusion in maxillary molars was 23.6% in female patients and 11.9% in male patients.

Conclusion: Maxillary second molars have more complex root canal anatomy than maxillary first molars. Within the limitations of this study, 18.7% root fusion, 6.5% merged canals and 0.8% C-shaped canal configuration were observed for all maxillary molars. Bilateral symmetry of root fusion, merged canals and C-shaped canals showed almost perfect agreement. Root fusion and merged canals were observed statistically significantly more in female patients.

Keywords: Cone-beam computed tomography, Maxillary Molars, Root fusion, Merged Canals, C-shaped Root Canals

İÇİNDEKİLER

ETİK SÖZLEŞME	i
TEŞEKKÜR	ii
İTHAF.....	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
İÇİNDEKİLER	vi
ŞEKİLLER LİSTESİ	viii
TABLolar LİSTESİ	ix
KISALTMALAR VE SİMGELER LİSTESİ.....	x
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER.....	5
2.1. Kök ve Kanal Anatomisi İle İlgili Araştırmalar.....	5
2.1.1. Klinik Çalışma Modelleri.....	7
2.1.2. Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi.....	8
2.1.3. Çalışma Gruplarının Kök Kanal Morfolojisi Üzerindeki Etkileri	10
2.2. Kök Kanal Sisteminin Komponentleri	11
2.2.1. Pulpa Odası	11
2.2.2. Kök Kanalı	12
2.2.2.1. İsthmuslar	12
2.2.2.2. Aksesuar Kanallar	13
2.2.2.3. Apikal Kanal	14
2.3. Kök Kanallarının Sınıflandırılması	15
2.4. Maksiller Molar Dişlerin Anatomisi	17
2.4.1. Maksiller 1. Molar Dişler.....	17
2.4.2. Maksiller 2. Molar Dişler.....	19
2.5. Maksiller Molar Dişlerde Görülen Anatomik Varyasyonlar	22
2.5.1. Kök Sayılarındaki Varyasyonlar	22
2.5.2. Kök Füzyonu.....	23
2.5.3. C Şekilli Kanallar.....	30
2.6. Amaç	34

3. GEREÇ VE YÖNTEM.....	35
3.1. Görüntülerin Elde Edilmesi.....	36
3.2. Değerlendirilen Parametreler	37
3.2.1. Kök Füzyonun Değerlendirilmesi	38
3.2.2. Birleşen Kanalların Değerlendirilmesi.....	38
3.2.3. C-şekilli Maksiller Molarların Sınıflandırılması.....	39
3.3. İstatistiksel Analiz	40
4. BULGULAR.....	41
4.1. Çalışma Örnekleri	41
4.2. Kök Sayılarının Değerlendirilmesi.....	41
4.3. Kök Füzyonu Prevalansı	41
4.4. Maksiller Molarların Kök Füzyonu Tipleri.....	42
4.5. Kaynaşan Köklerin Sayısına Göre Kök Füzyonu Görülen Maksiller Molar Dişlerinin Prevalansı	44
4.6. Birleşen Kanalların Prevalansı	45
4.7. C-şekilli Kanalların Prevalansı.....	45
4.8. Birinci ve İkinci Molar Dişler Arasında Kök Füzyonu Varlığının Korelasyonu	47
4.9. Kök Füzyonu İzlenen Hastalarda Maksiller Molar Dişlerin Bilateral Simetrisi	47
4.10. Cinsiyetler Arasındaki Farklılıklar	48
5. TARTIŞMA.....	50
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	63
7. KAYNAKÇA.....	65

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1:	Kök kanal anatomisinin incelendiği klinik ve laboratuvar çalışmalarının dönüm noktaları (1970-2021)	7
Şekil 2:	Mikro-BT ile isthmusların rekonstrüksiyonu.....	13
Şekil 3:	Kök kanal konfigürasyonlarının sınıflandırılması	16
Şekil 4:	Temsili bir MBM dişin iç anatomisinin farklı açı ve kesitlerden görüntüleri.....	19
Şekil 5:	Temsili bir MİM dişin iç anatomisinin farklı açı ve kesitlerden görüntüleri.....	21
Şekil 6:	Zhang ve arkadaşlarının çalışmasına göre kök füzyonlarının sınıflandırılması	27
Şekil 7:	MM C-şekilli anatomiye sınıflandırmak için kullanılan UC konfigürasyon sistemi	32
Şekil 8:	Kıbt cihazı ile elde edilen farklı görüntüleme alanları (FOV).....	36
Şekil 9:	4 köklü 17 numaralı dişin orta üçlüdeki aksiyel kesiti.	41
Şekil 10:	MM dişlerin kök füzyonu tiplerinin aksiyel görüntüleri.....	43
Şekil 11:	MM dişlerin kök füzyonu tiplerinin aksiyel görüntüleri.....	44
Şekil 12:	C-şekilli kanal konfigürasyonu gösteren dişlerin aksiyel kesitleri.	47

TABLolar LİSTESİ

Tablo 1:	Jo ve ark. çalışmalarına göre maksiller birinci ve ikinci molar dişlerde izlenen kök füzyonunun sınıflandırması	26
Tablo 2:	Önceki çalışmalarda bildirilen MBM ve MİM dişlerin kök füzyonu ve 4 kanal prevelansı	29
Tablo 3:	Martins ve ark. tarafından kullanılan kök füzyonu sınıflaması	38
Tablo 4:	Kök Füzyonu, birleşen ve C-şekilli kanalların prevelansı	42
Tablo 5:	MM dişlerde izlenen füzyonun tipleri ve yüzdeleri	42
Tablo 6:	Farklı füzyon tiplerine ait birleşen ve C şekilli kanalların dağılımı	46
Tablo 7:	Cinsiyetler arasındaki farklılıklar	49

KISALTMALAR VE SİMGELER LİSTESİ

%	: yüzde
2B	: 2 Boyutlu
3B	: 3 Boyutlu
BT	: Bilgisayarlı Tomografi
DB	: Distobukkal
FOV	: Görüntüleme Alanı
HEKK	: Hertwig Epitelyal Kök Kılıfı
KIBT	: Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi
MB	: Mesiobukkal
MB2	: Mesiobukkal 2. Kanal
MBM	: Maksiller Birinci Molar
Mikro-BT	: Mikro Bilgisayarlı Tomografi
MİM	: Maksiller İkinci Molar
MM	: Maksiller Molar
MSB	: Mine Sement Birleşimi
MSB-Apeks	: Mine Sement Birleşimi-Kök Apeksi
MSB-KF	: Mine Sement Birleşimi-Kök Furkasyonu

1. GİRİŞ

Endodontik tedavinin en önemli amacı, tüm vital veya nekrotik dokuların, mikroorganizmaların ve mikrobiyal yan ürünlerin kök kanal boşluğundan uzaklaştırılmasıdır (Siqueira, 2005). Tedavi esnasında klinisyenlerin bu amaca ulaşabilmeleri için yaygın kök kanal konfigürasyonlarının yanı sıra, olası anatomik varyasyonların da farkında olması gerekir (Vertucci, 2005). Bu varyasyonların bilinmesi, kök kanallarının şekillendirilmesinde kullanılan tekniğe göre kanal tedavisinin başarısı üzerinde daha fazla etkiye sahip olduğu pek çok çalışmada vurgulanmıştır (Peters ve ark., 2001). Kök kanalı, seyri sırasında bireyden bireye farklılık gösterebileceği gibi aynı bireyin farklı dişlerinde dahi çeşitli konfigürasyonlar bulunabilir (Ballullaya ve ark., 2013). Kök kanal anatomisi, büyük ölçüde genetik faktörler tarafından yönlendirildiğinden, çeşitli etnik grupların kök kanal yapıları belirgin farklılıklar gösterebilir (Cleghorn ve ark., 2006; Sunohara ve ark., 2024). Bu nedenle, farklı etnik grupların kök kanal anatomisinin ayrıntılı bir şekilde tanımlanması, başarılı bir endodontik tedaviye giden yolda rehber olacaktır (Ahmed ve ark., 2020).

Çeşitli çalışmalarda, farklı popülasyonların kök ve kanal morfolojilerini incelemek amacıyla kesit alma (Weine ve ark., 1969), kanal boyama ve şeffaflaştırma teknikleri (Vertucci, 1984), konvansiyonel radyografi (Pineda & Kuttler, 1972), taramalı elektron mikroskobu (Sperber & Moreau, 1998), kontrast madde ile güçlendirilmiş radyografi (Fan ve ark., 2008), bilgisayarlı tomografi (BT) (Park ve ark., 2009) ve mikro bilgisayarlı tomografi (Mikro-BT) taramaları (Zhang ve ark., 2014) gibi yöntemler kullanmıştır. Mikro-BT, yüksek görüntü kalitesi, örneklerin 3 boyutlu (3B) rekonstrüksiyonuna olanak vermesi ve diş üzerinde herhangi bir tahribata yol açmaması gibi özellikleri sayesinde kök kanal anatomisini analiz etmek için yapılan laboratuvar

çalışmalarında altın standart olarak kabul edilmektedir (Ahmed, 2022). Ancak; bu tekniğin çekilmiş dişler üzerinde uygulanan ex vivo bir yöntem olması, incelenen örneklem büyüklüğünün sınırlı olması ve değerlendirmelerde karşıt diş morfolojisinin belirlenmesine olanak sağlayamaması gibi dezavantajları doğurmaktadır (Nino-Barrera ve ark., 2022). Konik ışınlı bilgisayarlı tomografi (KIBT), düşük radyasyon dozu ve yüksek doğruluk oranı ile endodontinin tanısal uygulamalarında önemli bir araç olarak öne çıkmaktadır (Chan ve ark., 2023). Bu teknoloji, özellikle dental anatomiye in vivo olarak inceleme imkanı sunarak, Mikro-BT tekniklerine göre daha avantajlı hale gelmiştir (Baratto Filho ve ark., 2009). KIBT aynı zamanda ayrıntılı görüntüleri, düşük maliyetle ve hızlı bir şekilde elde etme imkanı da sunmaktadır (Kiarudi ve ark., 2015). KIBT'nin sunduğu bu avantajlar, hem klinik uygulamalarda hem de araştırmalarda yaygın bir şekilde kullanımının önünü açmıştır (Ahmed, 2022).

Tüm diş gruplarının kök ve kanal morfolojisinde çeşitli varyasyonlar bulunsa da, maksiller molar (MM) dişler ön görülemez anatomileri ile en değişken morfolojiye sahip olan diş gruplarından biridir (Çalışkan ve ark., 1995). Bu sebeple karmaşık iç ve dış yapılarındaki yüksek anatomik varyasyon insidansları, MM dişlerin sıklıkla araştırmalara konu olmasına sebep olmaktadır (Wu ve ark., 2017). MM diş anatomisinde, kök sayısındaki farklılıklardan köklerin birbirleri ile birleştiği farklı füzyon tiplerine kadar önemli farklılıklar bulunmaktadır (Peikoff ve ark., 1996). Bu dişler genellikle üç köke sahip olmakla birlikte, dördüncü ekstra kök veya kökler arasındaki füzyona bağlı olarak bir veya iki kök şeklinde de izlenebilmektedir (Gu ve ark., 2015). Köklerin çevresinde sement birikimine bağlı veya Hertwing Epitelyal Kök Kılıfının (HEKK) gelişimi esnasında meydana gelen bir bozukluk sonucu köklerin birleşimi, füzyon olarak tarif edilmektedir (Gao ve ark., 2006). Maksiller ikinci molar (MİM) dişler genel olarak

maksiller birinci molar (MBM) dişlere benzemekle birlikte, onları ayırt eden en belirgin morfolojik özellikleri, kök füzyonunun daha sık görülmesidir (Zhang ve ark., 2014). MM dişlerin kök füzyonu prevalansı farklı popülasyonlar arasında değişkenlik göstermektedir. MM dişlerin kök füzyonu prevalansı, MBM dişlerde %0,73-%23,2 ve MİM dişlerde %8,84-%57,7 olacak şekilde geniş bir aralıkta olduğu bildirilmiştir (Kim ve ark., 2012; Marcano-Caldera ve ark.; Mashyakhy ve ark., 2019; Tian ve ark., 2016). Farklı bölgelerde yapılan çalışmaların popülasyon eğilimleri ve çalışmalarda kullanılan farklı füzyon tanımlamaları, bu tarz çalışmaların sonuçları üzerinde etki etmektedir (Kim ve ark., 2012). Kök füzyonu üzerinde yapılan çalışmalarda bu varyasyonun önemi üzerinde durulsa da henüz literatürde kabul görmüş evrensel bir tanımlaması yer almamaktadır (Ahmed, 2022).

Füzyonlu dişler, ayrık köklere sahip dişlere göre daha karmaşık kanal konfigürasyonlarına sahiptir (Ordinola ve ark., 2017b). Füzyonlu bir dişin kök kanal sisteminde, kısmi bağlantıların olduğu isthmuslar veya C- şekilli kanallar gibi farklı morfolojiler izlenebilir (Martins ve ark., 2016b). Kök füzyonu izlenen maksiller birinci ve ikinci molar dişlerde kanallar arasındaki birleşim varlığı sırasıyla %4.5-%27.9 ve %10.6-%62.3 arasında değiştiği bildirilmiştir (Martins ve ark., 2016b; Neelakantan ve ark., 2010; Rwenyonyi ve ark., 2007). Nadir görülmekle beraber C-şekilli kanal konfigürasyonu, MM dişlerin kök füzyonu için tanımlanan bir varyasyondur (Martins ve ark., 2019a). Bu terim genellikle füzyona uğramış iki veya daha fazla kök arasında birleşen kök kanallarının oluşturduğu geniş bir yarım kanal sistemine sahip vakaları tanımlamak için kullanılmaktadır. Martins ve ark. (2016a) MM dişlerde C-şekilli kanalları tanımlayan detaylı bir sınıflama önermişlerdir. Bu sınıflamayı kullanan

alışmalar MBM dişlerde %0,6-%1,1, MİM dişlerde %1,1-%3,8 oranında C-şekilli kanal bildirmişlerdir (Martins ve ark., 2016a; Mashyakhy ve ark., 2019).

alışmalar, MM dişlerde birleşen ve C-şekilli kanallara sahip füzyonlu dişlerin, kanal konfigürasyonlarının düzensiz ve öngörülemez olabilmesi nedeniyle klinik zorluk teşkil ettiğini göstermektedir (Jo ve ark., 2016; Martins ve ark., 2016a; Martins ve ark., 2016b; Ordinola-Zapata ve ark., 2017b). Bu zorluklara rağmen, Türk popülasyonunda MM'lerin kök ve kanal anatomisini değerlendiren az sayıda çalışma vardır ve bunlardan sadece 2 tanesi kök füzyonunu değerlendirmiştir (Altunsoy ve ark., 2015; Aydın, 2021a). Bu çalışmanın amacı, Türk toplumundaki MM dişlerin kök sayısını, kök kanal varyasyonlarını ve kök füzyonu prevalansını KIBT kullanarak araştırmaktır. Bunun yanında araştırılan varyasyonların, birinci ve ikinci molarlar arasındaki kolerasyonunu, çenedeki konumlarına göre (sağ ve sol) bilateral simetirisini ve cinsiyetler arasındaki farklılıklarını değerlendirmektir.

2. GENEL BİLGİLER

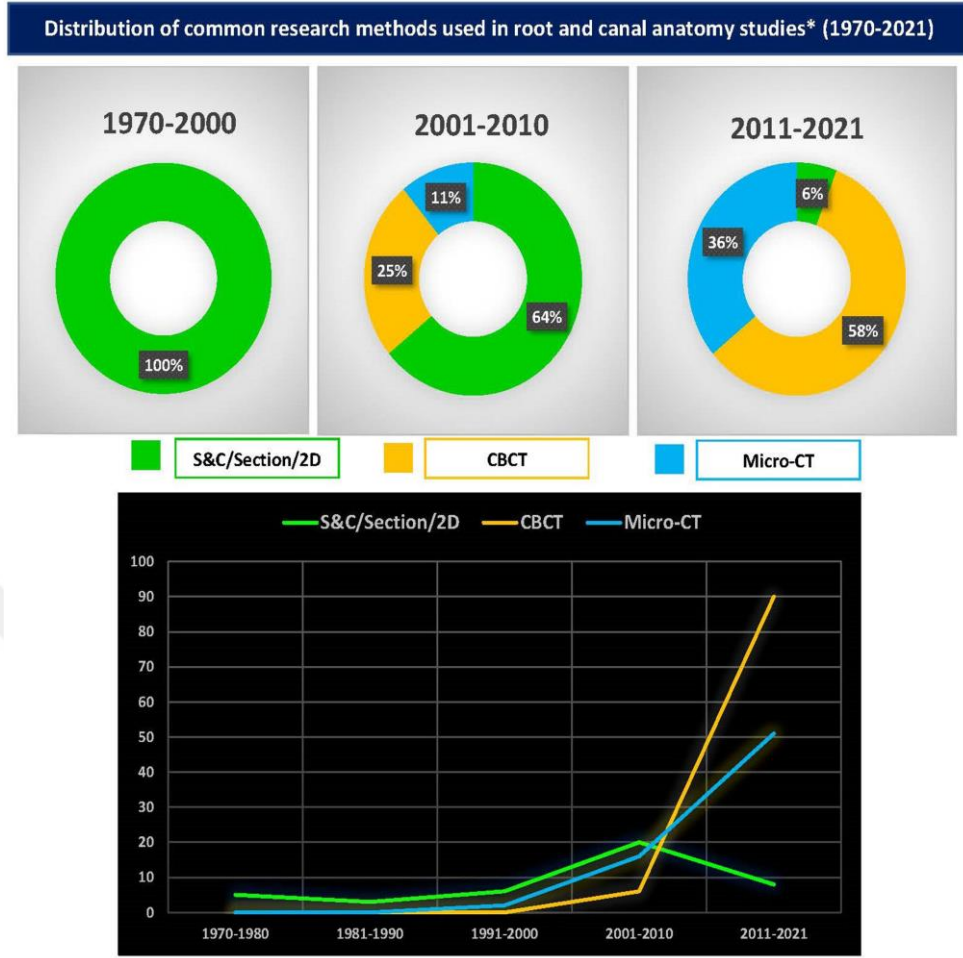
2.1. Kök ve Kanal Anatomisi İle İlgili Araştırmalar

Kök ve kanal anatomisinin karmaşık yapısını anlamak için araştırmacılar, yıllar boyunca invaziv ve invaziv olmayan çeşitli yöntemler geliştirmişlerdir. Bu yöntemler çekilmiş dişler üzerinde uygulanan laboratuvar yöntemleri ve in vivo klinik yöntemler olmak üzere iki başlık altında toplanmaktadır. Kök anatomisini incelemek için ideal yöntem basit, doğru, tahribatsız ve tekrarlanabilir olmalıdır (Neelakantan ve ark., 2010; Ordinola-Zapata ve ark., 2017a). Kesit alma (Weine ve ark., 1969), konvansiyonel radyografi (Pineda & Kuttler, 1972), kanal boyama ve şeffaflaştırma teknikleri (Vertucci, 1984), taramalı elektron mikroskobu (Sperber & Moreau, 1998), kontrast madde ile güçlendirilmiş radyografi (Fan ve ark., 2008), BT (Park ve ark., 2009) ve Mikro-BT taramaları (Zhang ve ark., 2014), kök kanal anatomisini incelemek için kullanılan başlıca laboratuvar yöntemleridir. Bunların yanı sıra, çeşitli gruplar üzerinde yapılan klinik gözlemsel KIBT çalışmaları da kök kanal anatomisi hakkında değerli bilgiler veren in vivo yöntemlerden biridir (Martins ve ark., 2017).

Geçmişten günümüze kadar, çalışma modellerinde (laboratuvar ve klinik) ve kök kanal anatomisinin incelendiği araştırma yöntemlerinde belirgin dönüm noktaları yaşanmıştır. Hess ve Zürcher'in (1925) klasik çalışmalarında uyguladıkları şeffaflaştırma metodu, bu alanda yapılan çalışmalara öncülük etmiştir (Perrini & Versiani, 2019). Sonraki yıllarda stereomikroskopi (Green, 1960), kesit alma (Skidmore & Bjorndal, 1971), kanalların rezin ile doldurulması ve ardından dekalsifikasyon (Barker ve ark., 1973), 2 boyutlu (2B) radyografik görüntüleme (Pineda, 1973) gibi farklı yöntemlerle yapılan çalışmalar da literatüre önemli katkılar sağlamıştır. Daha sonra Vertucci ve arkadaşları, Hess'in tekniğini geliştirerek “boyama ve şeffaflaştırma” adını verdikleri bir

yöntemle kök kanal morfolojilerini değerlendirmişlerdir (Vertucci, 1984). Bu yöntem, bu alanda yapılan birçok çalışmada kullanılmış ve uzun yıllar boyunca altın standart olarak kabul edilmiştir (Ahmed, 2022).

Yirmi birinci yüzyıla gelindiğinde, invaziv olmayan 3B radyografik görüntüleme tekniklerinin (esas olarak KIBT kullanılarak yapılan klinik çalışma modelleri) kullanıma sunulmasıyla, kök ve kanal anatomisi incelemelerinde önemli bir dönüm noktası daha yaşanmıştır. Boyama ve temizleme yöntemi hala altın standart olarak kabul edilse de KIBT ve Mikro-BT görüntülemeyi içeren yöntemler popüler hale gelmiştir (Perrini & Versiani, 2019). Bu geçiş aşamasından sonra, özellikle 2011'den günümüze kadar, KIBT ve Mikro-BT çalışmalarının sayısı hızla artmıştır (Şekil 1). Yüksek doğruluk seviyeleri ve geniş veri sunumları sayesinde, günümüzde kök ve kanal anatomisinin incelenmesinde laboratuvar çalışmalarında Mikro-BT ve klinik gözlemsel çalışmalarda KIBT altın standart olarak kabul edilmektedir (Ahmed, 2022).



Yukarıdaki grafik yüzdeleri, çizgi grafiği ise çalışma sayısını göstermektedir. (S&C: Şeffaflaştırma ve Boyama, Section: Kesit alma, 2D: 2B radyografiler, CBCT:KIBT, Micro-CT: Mikro-BT)

Şekil 1: Kök kanal anatomisinin incelendiği klinik ve laboratuvar çalışmalarının dönüm noktaları (1970-2021) (Ahmed, 2022).

2.1.1. Klinik Çalışma Modelleri

Kök ve kanal anatomisinin incelendiği laboratuvar çalışmaları, sert ve yumuşak dokuların birbiri üzerine binmeleri sonucu oluşan potansiyel bozulmalar olmadan detaylı görüntülerin elde edilmesine olanak tanır (Ordinola-Zapata ve ark., 2019b). Ayrıca klinik olarak uygulanamayan araştırma yöntemlerini (mikro-BT gibi) kullanma fırsatları sunar (Chavez ve ark., 2021). Ancak bu çalışmalarda verilerin çekilmiş dişlerden elde edilmesi (kullanılan yöntemden bağımsız olarak) yaş, cinsiyet ve etnik kökenle ilgili bilgi

sağlayamamaktadır (Ahmed & Rossi-Fedele, 2020). İn-vivo yöntemler temelde iki yöntemle yapılmaktadır; radyografik incelemelere dayanan gözlemsel çalışmalar ve tedavi esnasında kök kanallarının klinik olarak tespit edilmesine dayanan çalışmalar. Dental operasyon mikroskobu ve ultrasonik kullanarak tedavi esnasında kök kanallarının tespit edilmesi klinik olarak uygulanan çalışmalar arasındandır (Al-Fouzan ve ark., 2013; Stropko, 1999). Tanı aracı olarak kullanılan radyografik görüntülerin incelenmesine dayanan gözlemsel çalışmalara ise; 2B radyografik görüntüleme (Sabala ve ark., 1994), panoramik radyografik görüntüleme (Jung ve ark., 2010) ve güncel olarak yüksek çözünürlüklü KIBT örnek gösterilebilir (Abella ve ark., 2015; Martins ve ark., 2017).

2.1.2. Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi

1899'da Kell tarafından kök kanal uzunluğunun belirlenmesinde radyografinin önemli rolünün rapor edilmesinin ardından, 1996'da 3B görüntüleme tekniği olan KIBT tanıtılmış ve 2001 yılında Amerika Birleşik Devletleri'nde Gıda ve İlaç İdaresi (FDA) tarafından dental kullanım için onaylanmıştır (Jacobsohn & Fedran, 1995). Ardından Amerikan Endodontistler Derneği ve Amerikan Oral ve Maksillofasiyal Radyoloji Akademisi, KIBT'nin endodontideki kullanımını daha etkili ve uygun bir şekilde yönlendirmek amacıyla kapsamlı bir kılavuz yayınlamıştır (Fayad ve ark., 2015). Literatürde, KIBT'nin endodontik tedavide teşhis ve tedavi planlamasında değerli bir araç olduğu bildirilmiştir. Özellikle, kök kanalı anatomisinin karmaşık olduğu durumlar, vertikal kök kırıkları, akut dental travma sonucu meydana gelen kök ve alveolar kırıklar, kök rezorpsiyonu ve endodontik cerrahi değerlendirmeleri gibi geleneksel görüntüleme yöntemlerinin yetersiz kaldığı durumlarda sağladığı detaylı görüntüler, önemli avantajlar sunmaktadır (Chan ve ark., 2023).

KIBT, döner bir ünitenin üzerinde X-ışını kaynağı ve X-ışını dedektörünün sabitlendiği, BT'nin çalışma prensibini kullanan bir cihazdır. BT'den farklı olarak, görüntü elde etmek için gönderilen X-ışını demeti konik olarak yönlendirilmektedir (Patel, 2009). 2B görüntülerin piksellere bölünmesi gibi, KIBT tarafından elde edilen hacimsel veriler de voksellere bölünür. Voksel, 3B görüntünün ayırt edilebilen en küçük hacim elamanıdır (Scarfe & Farman, 2008). Miliamper (mA) olarak ifade edilen tüp akımı, X-ışını fotonlarının sayısını tanımlar ve KIBT cihazlarında değiştirilebilir. mA'nın artırılması görüntü gürültüsünü azaltır ve görüntü kalitesini artırır, ancak bu durum iyonlaştırıcı radyasyon dozajını da artırmaktadır (Pauwels ve ark., 2014). Kilovoltaj (kVp) ise, X-ışını fotonlarının enerjisini tanımlar. Bu değer, çoğu KIBT cihazında sabittir (Palomo ve ark., 2008). Görüntüleme alanının (FOV) ya da tarama hacminin görüntü kalitesine etkileri gözlenebilir. Daha küçük hacimde görüntü elde edildiğinde, hem görüntünün çözünürlüğü artar, hem de efektif radyasyon dozu azalır (Boquete-Castro ve ark., 2022). FOV, görüntülenmek istenen bölgenin büyüklüğüne göre ayarlanabilir ve olabildiğince küçük tercih edilmelidir. FOV, büyüklüğüne göre şu şekilde sınıflandırılabilir; lokalize (5 cm'den küçük), tek ark (5-7 cm), arklar-arası (7-10 cm), maksillofasiyal (10-15 cm) ve kraniyofasiyal (15 cm'den büyük) (Scarfe & Farman, 2008).

Kök ve kanal morfolojisini in vivo olarak incelemek için geleneksel ağız içi periapikal radyografiler uzun süre kullanılmıştır. Ancak, bu radyografiler yalnızca 3B yapıların 2B görüntülerini sağlayabildiğinden, anatomik yapıların üst üste binmesine neden olabilmektedir (Ahmed, 2022). KIBT, 2B radyografik görüntülemenin doğasında bulunan geometrik bozulma ve anatomik yapıların üst üste binmesi gibi sınırlamaları aşan bir görüntüleme yöntemidir (Patel ve ark., 2019). Bu sebepten dolayı endodontide,

özellikle kök kanal anatomisinin detaylı incelenmesi ve tedavi planlarının optimize edilmesi açısından büyük bir öneme sahiptir (Boquete-Castro ve ark., 2022). Bunun yanı sıra oral ve maksillofasiyal cerrahi, dental travma ve implantoloji gibi farklı klinik uygulamalarda geniş bir kullanım alanı bulması, bu teknolojiye dayalı büyük görüntüleme veri tabanlarının oluşturulmasını mümkün kılmıştır (Kamburoğlu, 2015). Bu veri tabanları, yalnızca klinik uygulamalar için değil, aynı zamanda kök kanal morfolojisinin incelendiği çeşitli retrospektif araştırmalar için de değerli kaynaklar sunmaktadır (Martins ve ark., 2019a). KIBT kullanılarak oluşturulan kök kanallarının üç boyutlu rekonstrüksiyonlarını, histolojik kesitlerle karşılaştırmış bir çalışma, KIBT'nin kök kanalı konturlarını doğru bir şekilde yeniden yapılandırabildiğini göstermiştir (Michetti ve ark., 2010).

2.1.3. Çalışma Gruplarının Kök Kanal Morfolojisi Üzerindeki Etkileri

Literatürde, çeşitli etnik gruplara ait dişlerin kök ve kanallarında farklı anatomik varyasyonlar izlenebileceği ortaya konmaktadır (Silva ve ark., 2014). Örneğin Asya kökenli bireylerde daha yüksek oranda C-şekilli kanal ve MİM dişlerde daha az sayıda kök izlendiği gösterilirken; beyaz ırka sahip bireylerin MBM dişlerinde daha az sayıda köke rastlandığı bildirilmiştir (Martins ve ark., 2018b). Bunun yanı sıra seçilen çalışma grupları üzerinde yaşın ve cinsiyetin de kök ve kanal morfolojisi üzerinde etkileri olduğu gösterilmiştir (Martins ve ark., 2019b). Martins ve ark. (2018) çalışmalarında, yaş gruplarına göre kök kanal yapısındaki farklılıkları analiz etmişler; genç bireylerde kök kanallarının genellikle geniş ve tek kanal yapısında olduğu, yaş ilerledikçe sekonder dentin oluşumu nedeniyle daha karmaşık kanal morfolojileri izlendiğini ortaya koymuşlardır (Martins ve ark., 2018a). MM dişlerde kök füzyonu, kadınlarda erkeklerden daha fazla izlendiği ve bu durumun cinsiyete bağlı prevalans farklılıkları yarattığı da

gösterilmiştir (Locks ve ark., 2024). Bu sebeplerden dolayı kök kanal morfolojisi üzerine yapılan çalışmalarda, çalışma gruplarının etkisine dikkat edilmelidir (Martins ve ark., 2020).

2.2. Kök Kanal Sisteminin Komponentleri

Diş gelişimi, bir dizi epitelyal-mezenkimal etkileşim tarafından yönetilen karmaşık, biyolojik bir süreçtir (Balic, 2019). Diş pulpası oldukça vaskülarize bir bağ dokusudur ve yaşa bağlı olarak kök kanal sisteminin anatomisinde değişikliğe yol açabilen bir dizi fizyolojik (ve varsa patolojik) etkene maruz kalabilmektedir (Vertucci, 2005). Pulpa boşluğunun ana hatları dişin dış konturlarını takip eder (Bjørndal ve ark., 1999). Ancak fizyolojik yaşlanma, patolojik durumlar ve oklüzyon gibi faktörlerle birlikte, sekonder dentin, tersiyer dentin ve sement üretimi, bu boşluğun boyuntunda değişikliklere yol açabilir (Vertucci, 2005).

Pulpa boşluğu temelde iki kısma ayrılabilir: anatomik diş kronu içinde yer alan pulpa odası ve dişin radiküler kısmı içinde bulunan kök kanal boşluğu. Diğer dikkat çeken oluşumlar ise; pulpa boynuzları, aksesuar kanallar, isthmuslar, apikal foramen ve anatomik apeks şeklinde sıralanmaktadır (Gutmann & Fan, 2020).

2.2.1. Pulpa Odası

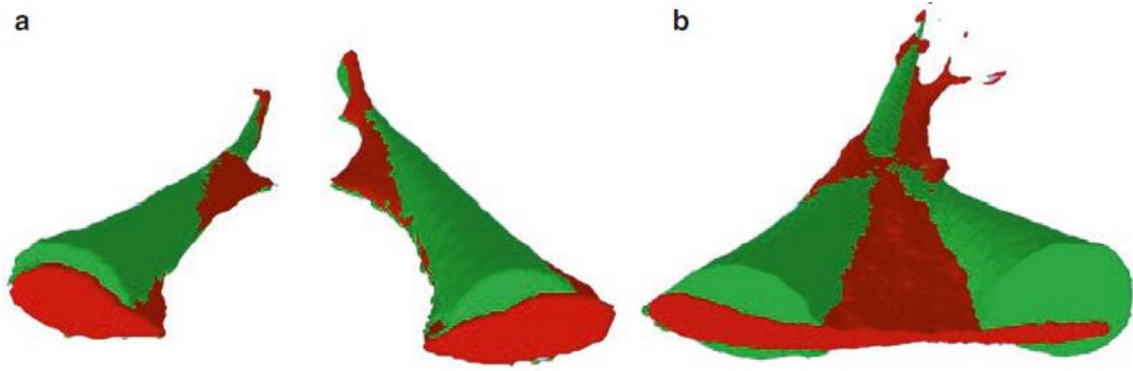
Amerikan Endodontistler Birliği'nin tanımına göre pulpa odası, dişin anatomik kronunun içinde yer alan ve pulpanın bulunduğu boşluktur (AAE, 2020). Bu tanım, tek köklü dişler için tutarlı olabilir, ancak çift ve çok köklü dişler için tamamen doğru bir ayrım değildir. Çünkü mine-sement birleşimi (MSB) genellikle pulpa odasının zemini seviyesinde değildir (Ahmed, 2022). Tek köklü dişlerde pulpa odası, kronun servikal sınırına kadar olan kısmı kapsarken, çift/çok köklü dişlerde kökün koronal üçte birlik kısmına kadar uzanabilir (Ahmed ve ark., 2018).

2.2.2. Kök Kanalı

Kök kanalı, dişin kökü içindeki pulpa odasını ve kökün dış hatlarını takip eden foramen ile sınırlanan, içerisinde pulpanın bulunduğu boşluğa verilen isimdir. Kök kanalı, çoğunlukla mekanik yollarla temizlenen ana kanal ve isthmuslar, aksesuar kanallar, apikal dallanmalar gibi ek komponentler olmak üzere iki alt bileşene ayrılır (Ordinola-Zapata ve ark., 2019a).

2.2.2.1. İsthmuslar

Cambruzzi ve Marshall (1983) kanallar arası bağlantı veya transvers anastomozunu 'isthmus' olarak adlandırmış ve tedavi esnasında bu bölgenin şekillendirilmesi ve doldurulmasının önemini vurgulamıştır (Cambruzzi & Marshall, 1983). İsthmuslar içerisinde vital doku, nekrotik pulpa, biyofilm veya artık kanal dolgu malzemesi barındırabildikleri için önemli bir yapıdır (Endal ve ark., 2011). İki veya daha fazla kök kanalı içeren herhangi bir kök, isthmus içerme potansiyeline sahiptir (Vertucci, 2005). Bunun yanı sıra MM dişlerdeki köklerin füzyonu, kanallar arasında isthmusları oluşturabilmektedir (Martins ve ark., 2016b). Weller ve ark. MBM dişlerin meziobukkal (MB) kökünde, tam veya kısmi isthmusların varlığını göstermiş ve en yüksek isthmus insidansının kök apeksinden 3-5 mm uzakta meydana geldiğini bildirmişlerdir (Weller ve ark., 1995). Teixeira ve ark. tarafından kısmi isthmuslar varlığı tam isthmustan daha sık görüldüğü bildirilmiştir (Teixeira ve ark., 2003).



Kırmızı alanlar kök kanallarının orijinal anatomisini, yeşil alanlar preperasyon esnasında şekillendirilebilen alanları ifade etmektedir. a: tamamlanmamış kısmı isthmus görüntüsü, b: tamamlanan isthmus görüntüsü

Şekil 2: Mikro-BT ile isthmusların rekonstrüksiyonu (Ordinola-Zapata ve ark., 2019a).

2.2.2.2. Aksesuar Kanallar

Amerikan Endodontistler Birliği ise, "Aksesuar kanalları, ana pulpa kanalından veya pulpa odasından ayrılan, kökün dış yüzüne açılan dallanmalara verilen isim" şeklinde tanımlamıştır (AAE, 2020). Aksesuar kanallar, epitelyal kök kılıfının küçük bir boşluktan lokalize parçalanması sonucu oluştuğu veya diş kesesinden diş papillası boyunca akan kan damarlarının köklerde bıraktığı kalıcı oluşumlar olduğu düşünülmektedir (Ricucci & Siqueira Jr, 2010). Pulpa, aksesuar kanallar ve apikal foramen sistemi aracılığıyla periodontal dokularla birbirine bağlanır (Vertucci & Anthony, 1986). Aksesuar kanallar, bakterilerin ve/veya nekrotik kök kanalındaki ürünlerinin periodontal ligamente ulaşip hastalığa neden olabileceği ve benzer şekilde periodontal ceplerdeki bakterilerin pulpaya ulaşabileceği yollar oluşturabilmektedir. Aynı zamanda endodontik tedavi sırasında ulaşılması, temizlenmesi, dezenfekte edilmesi ve doldurulması zor olan potansiyel boşlukları içerir (Xu ve ark., 2019). Yapılan çalışmalarda aksesuar kanalların en yüksek prevalansı premolar ve molar dişlerde gösterilmiştir (Ricucci & Siqueira Jr, 2010).

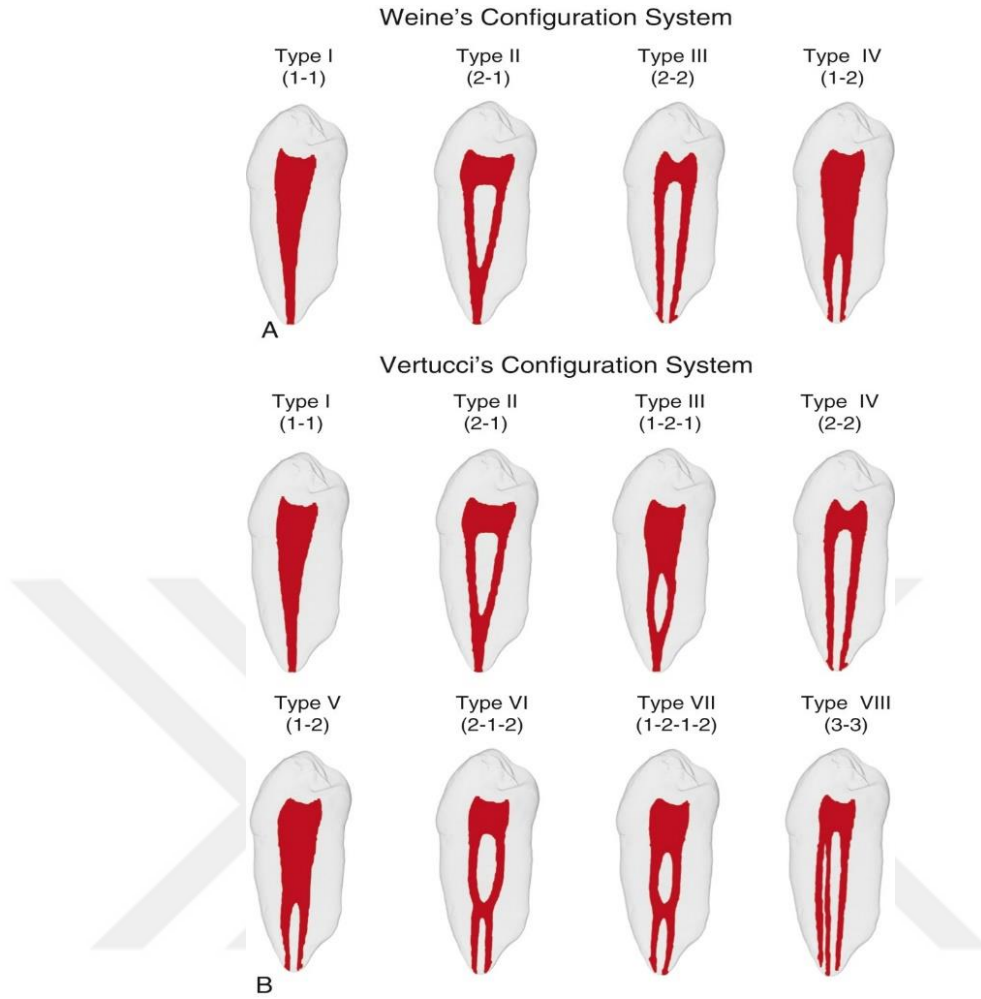
2.2.2.3. Apikal Kanal

Ana kök kanalı, genellikle anatomik apekten 0,2 ila 3,8 mm mesafede kök yüzeyinde yanal olarak açılan apikal foramende (majör foramen) sona erer (Aguayo, 1995). Apikal foramen, diş pulpası ile iletişim halinde olan ve genellikle nöral, vasküler ve bağ doku elemanlarını içeren kök yapısındaki ana apikal açıklık iken anatomik apeks, morfolojik olarak belirlendiği üzere kökün ucu veya sonudur (AAE, 2020). Apikal foramen pek çok dişte ana kanaldan periapikal bölgeye açılan tek bir açıklık şeklinde izlenmez. Mandibular molar dişlerin mesial kökü, maksiller premolar kökler ve MM dişlerin mezyobukal kökü, çoklu apikal foramenlerin en sık gözlemlendiği dişler olarak bildirilmiştir (Morfis ve ark., 1994). Tüm daimi diş gruplarının kök apeksleri üzerine yapılan bir çalışmada, kökler üzerindeki foramen sayısının 1 ila 16 arasında değişebileceği gösterilmiştir (Aguayo, 1995).

Kök kanalının en dar çapa sahip apikal kısmına apikal daralma (apikal konstrüksiyon veya minör foramen) denir (AAE, 2020). Sementodental birleşim ise önemli bir diğer histolojik sınırdır. Sement yüzeyinin bir dişin apeksinde veya yakınında sona erdiği ve dentin ile birleştiği nokta olarak tanımlanmıştır (AAE, 2020). Genellikle apikal daralma ile çakışmayan bu oldukça değişken histolojik dönüm noktasında, pulpa dokusu biter ve periodontal dokular başlar (Ponce & Fernández, 2003). Wolf ve arkadaşları “apikal daralma” veya “sementodental birleşim” terimlerinin kök kanallarının en dar noktasını ifade etmediğini savunmuş ve bu anatomik bölgeyi fizyolojik foramen olarak adlandırmışlardır (Wolf ve ark., 2017). Aynı araştırmacılar sementodental birleşimin sadece kök apeksinde değil, kökün herhangi bölgesinde görülebileceğine de dikkat çekmişlerdir (Wolf ve ark., 2017).

2.3. Kök Kanallarının Sınıflandırılması

Kök kanallarının karmaşık yapılarını ortaya koymak için yapılan çalışmalar, kök kanallarının sınıflandırılması ihtiyacını doğurmuştur. Yıllar içinde, kök kanal varyasyonlarını sınıflandırmak amacıyla birçok sistem önerilmiştir (Ahmed ve ark., 2020). Weine ve ark. (1969), kesit alma ve radyografik yöntemler kullanarak, MBM'ların MB köklerinin kanal konfigürasyonlarını, ana kök kanalının pulpa odasından kök apeksine kadar olan seyri boyunca bölünmesine bağlı olarak üç tipe ayıran ilk kişilerdi (Weine ve ark., 1969). Bunun üzerine Vertucci ve ark. (1984), şeffaflaştırma metoduyla 200 maksiller ikinci premolar diş üzerinde yaptıkları değerlendirmelere dayalı bir sınıflandırma sistemi geliştirdiler ve sekiz kanal sistemi gösterdiler (Vertucci, 1984) (Şekil 3). Daha sonra Weine orijinal sistemine ek bir kategori (Tip IV) ekledi (Weine, 1982) (Şekil 3). Sonraki yıllarda yapılan bu sınıflamanın yeterli olmadığı anlaşılarak çeşitli araştırmacılar tarafından ek kategoriler ve alt tipler önerildi (Kartal & Yanıkoğlu, 1992; Sert & Bayirli, 2004).



Üstteki sıra Weine'in belirlediği 4 tip kanal konfigürasyonu, alttaki iki sıra Vertucci'nin kanal konfigürasyonlarını 8 tipe ayırdığı sınıflaması

Şekil 3: Kök kanal konfigürasyonlarının sınıflandırılması (Ahmed ve ark., 2019).

Basit Romen rakamları kullanılarak yapılan tüm bu sınıflamalar, uzun yıllar boyunca kök kanallarının morfolojik varyasyonları hakkında önemli veriler elde edilmesine olanak sağlamışlardır (Versiani & Ordinola-Zapata, 2015). Ancak fikir birliği konusunda tutarsızlıkları ve kompleks anatomileri göstermekteki yetersizlikleri sebebiyle araştırmacılar, yeni bir sınıflamanın gerekliliğinde hemfikir olmuşlardır (Ahmed ve ark., 2017). Yakın zamanda Ahmed ve ark. (2017) yeni bir kök kanal sınıflaması ortaya koymuşlardır. Belirli sayıda varyant için tanımlanmış basit romen rakamlarından ziyade bu sistem, kök sayısını, her bir kökteki kanal sayısını ve kanalların anatomik

konfigürasyonunu detaylı bir şekilde belirlemeye olanak tanımaktadır (Ahmed ve ark., 2021). Bunun yanı sıra önerilen yeni sınıflama, kök füzyonu ve diğer kök anomalilerinin kanal sistemlerini göstermek için de uygulanabilmektedir (Ahmed & Dummer, 2018).

2.4. Maksiller Molar Dişlerin Anatomisi

Başarılı bir endodontik tedavi, kök kanal konfigürasyonlarının ve her diş öze anatomik yapıların iyi anlaşılmasına bağıdır (Cantatore ve ark., 2006). Molar dişler, özellikle pulpa ve periapikal hastalıkların daha sık görölmesi nedeniyle büyük önem taşır. MM dişler ağızda, kök ve kanal anatomisi en karmaşık olan dişlerdir ve bu durum daha yüksek klinik başarısızlık oranına sebep olmaktadır (Hartwell ve ark., 2007; Smadi & Khraisat, 2007). Aynı zamanda MM'lar, çok sayıda anatomik varyasyon da sergileyebilmektedir. Kanal konfigürasyonlarının karmaşıklığı, MBM dişlerin endodontik tedavisini zorlaştıran temel etmenlerden biridir (Plotino ve ark., 2013).

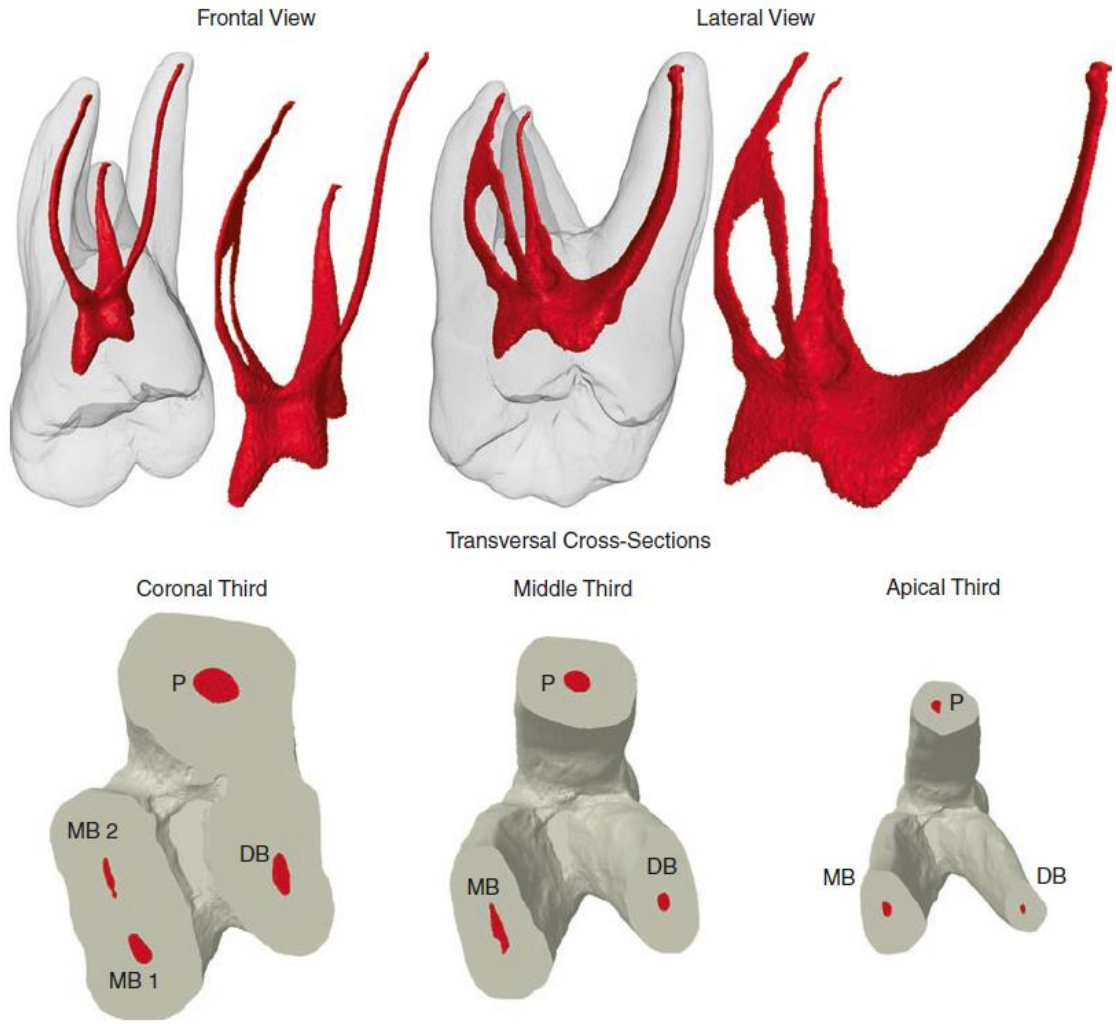
2.4.1. Maksiller 1. Molar Dişler

MBM diş genellikle üç köke sahiptir: bir palatinal (P), bir mesiobukkal (MB) ve bir distobukkal (DB) kök (Şekil 4) (Vertucci & Haddix, 2011). Bu dişlerin genel olarak kuron morfolojileri romboid şekilli olup köklerin ikisi bukkal tarafta biri palatinal tarafta konumlanmaktadır (Gutmann & Fan, 2020). Fakat köklerin füzyonu veya aksesuar köklerin mevcut olması durumunda kuron morfolojilerinde ve kanal ağızlarının konumlarında farklılıklar izlenebilir. Bu sebeple bu dişlerin kök kanal tedavilerinde dikkatli olunmalıdır (Cantatore ve ark., 2006). MB kök, bukkolingual olarak geniştir ve mezial ve distal yüzeylerinde belirgin çöküntüler mevcuttur. DB kök, genellikle yuvarlak veya oval kesitlidir. P kök, meziodistalde bukkolingualden daha geniştir ve ovoidal şekildedir ve bu kök radyografilerde genellikle düz görünse de apikal üçte birlik kısımda genellikle bukkal bir eğrilik vardır (Cleghorn ve ark., 2006). MBM dişin genel ortalama

uzunluğu 20,5 mm olup, ortalama kron uzunluğu 7,5 mm ve ortalama kök uzunluğu 13 mm olarak bildirilmiştir (Nelson, 2010).

Yapılan çalışmaların çoğu bu dişlerin 3 kök ve 4 kanallı olduğunu göstermektedir; ancak, kök ve kanal sayıları çeşitlilik gösterebilir (Vertucci, 2005). Kökler arasında genellikle MB kök iki kanala sahip olabilmekte; mesiobukkal 2. kanal (MB2) sıklıkla atlanarak tedavi başarısızlığına yol açabilmektedir (Degerness & Bowles, 2010). 72 çalışmanın yer aldığı bir derlemede MB kökte iki kanalın görülme sıklığı %59,4, tek kanalın görülme sıklığı ise %40,6 olarak bildirilmiş ve bu çalışmaların 9'unda %80 ila %96 oranında MB2 varlığı gösterilmiştir (Cleghorn ve ark., 2008). DB ve P köklerde daha az varyasyon bildirilmiştir. DB kökün en yaygın kanal sistemi tek kanallı olup %1.7'sinde iki kanal bulunmuştur. P kök, meziodistalde bukkolingualden daha geniştir ve sıklıkla oval şekillidir ve %98.8'inde tek bir kanala ve tek bir foramene sahip olduğu bildirilmiştir (Cleghorn ve ark., 2006).

MBM dişler için varyasyonlar çeşitlilik göstermektedir; literatürde bildirilen kök sayıları 1 ila 5 arasında, kanal sayıları ise 1 ila 8 arasında değişiklik gösterebilmektedir (Chowdhry ve ark., 2018; Gopikrishna ve ark., 2006; Kumar ve ark., 2011). MİM dişlere kıyasla daha az sıklıkta olmakla birlikte 2 köklü ve tek köklü varyasyonları bildirilmiştir (Kim ve ark., 2012). 2 köklü varyasyonların çoğunlukla DB ve P köklerin füzyonu sonucu oluştuğu düşünülmektedir (Cleghorn ve ark., 2006). MM dişlerin kök füzyonu üzerine yapılan bir çalışmada, füzyonlu dişlerin kök ve kanal varyasyonları için 22 varyant tanımlanmıştır (Wang ve ark., 2017). Bunların dışında çok nadir olmakla birlikte MBM dişlerde C-şekilli kanal konfigürasyonu da bildirilmiştir (Martins ve ark., 2019a).



Şekil 4: Temsili bir MBM dişin iç anatomisinin farklı açı ve kesitlerden görüntüleri (Versiani ve ark., 2019).

2.4.2. Maksiller 2. Molar Dişler

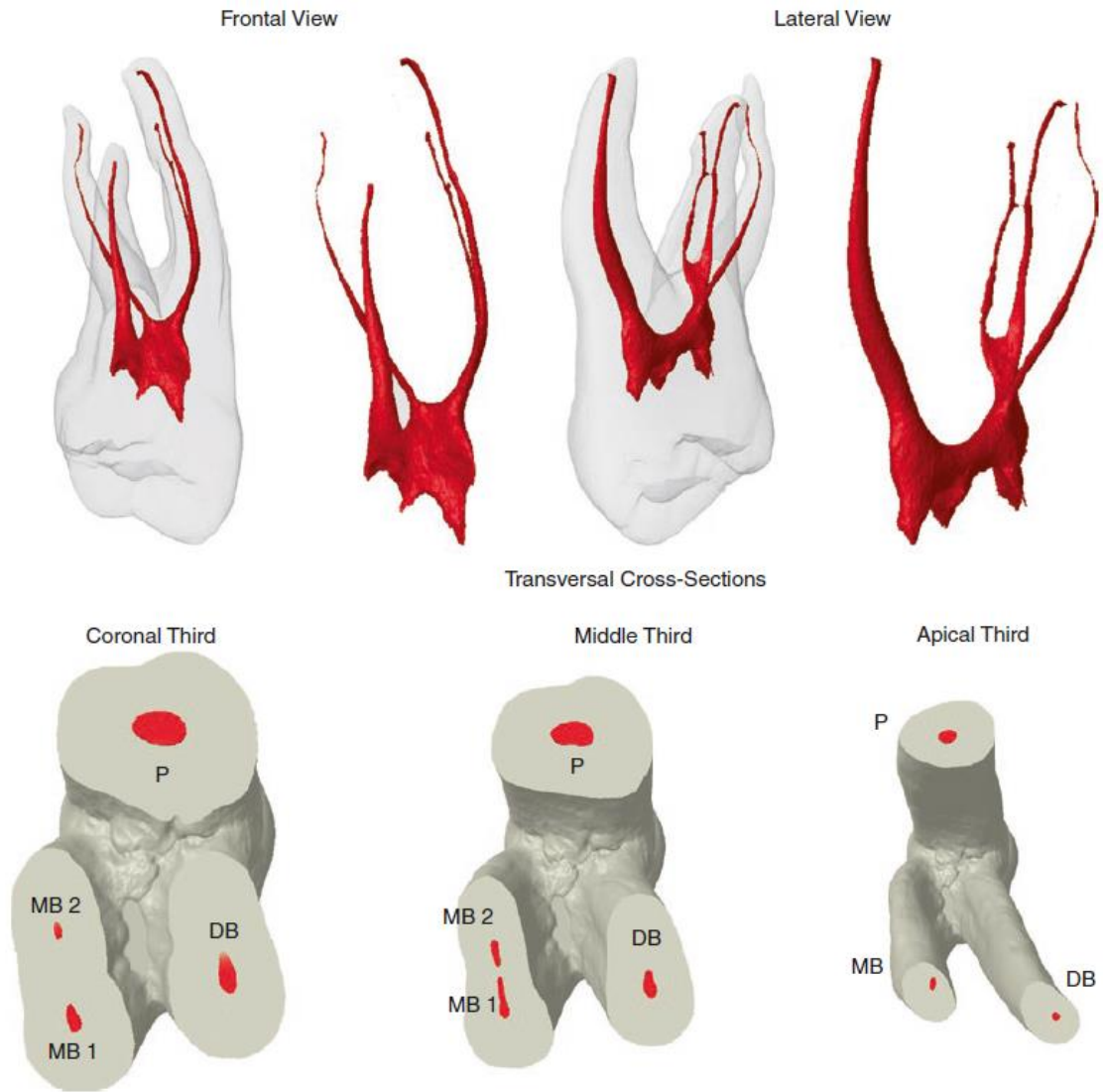
MİM dişler, MBM dişlere göre daha değişken kök ve kanal sistemine sahiptirler (Wang ve ark., 2017). Bu dişler MBM dişlere benzer şekilde genellikle üç köke sahip olmasına rağmen, bazı vakalarda dördüncü veya beşinci kök izlenebilir (Kottoor ve ark., 2010). Her bir kökün morfolojisi genellikle MBM dişe benzerdir; ancak, kökler birbirine daha yakın olma eğilimindedir (Şekil 5) (Nelson, 2010). Köklerin birbirine daha yakın olması, MBM'a kıyasla daha yüksek kök füzyonu ve C şeklinde kanal oluşumu insidansına yol açar (Ordinola-Zapata ve ark., 2017b). MİM dişlerin köklerinde, birinci

molar dişlere kıyasla genellikle daha fazla distal eğim görülür. Ayrıca MİM dişler, MBM dişlerle kıyaslandığında kron ve kök boyutlarında genel bir küçülme gözlenir (Cleghorn ve ark., 2008).

MİM dişin MB kökü, bukkolingual yönde geniş, meziyodistal yönde ise dardır ve bu kök bir veya iki kanal içerebilir (Nelson, 2010). Kanal sayılarını araştıran çalışmalar MİM dişlerin MB kökünün tek kanal görülme insidansını %5,3'den %81,8'e kadar geniş bir aralıkta göstermişlerdir (Cleghorn ve ark., 2008). Bu durum MİM dişlerin genel olarak kaç kanala sahip olduğu konusunda tartışmalara yol açmaktadır. Çalışkan ve ark. (1995) yaptıkları çalışmada, MİM dişlerin MB köklerinde %55 oranında birden fazla kanal tespit etmişlerdir. Ancak literatürde MİM'lerin 3 kök ve 3 kanallı olduğunu gösteren çalışmalar daha fazla bulunmaktadır (Versiani ve ark., 2019). Yapılan çalışmalarda, DB ve P köklerin %99'undan fazlasının tek bir kanal sergilediği bildirilmiştir ve köklerin her ikisi de kesit olarak daha yuvarlaktır (Cleghorn ve ark., 2008). Vertucci, 100 MİM diş üzerinde yaptığı çalışmada, MB kökte vakaların %71'inde tek kanal bulunduğunu, %17'sinde iki kanalın birleşerek tek bir kanal haline geldiğini, %12'sinde ise iki ayrı kanal sisteminin bulunduğunu bildirmiştir. DB ve P köklerde ise tüm vakalarda tek bir kanal izlenmiştir (Vertucci, 1984).

Endodontik literatürde, MİM dişlerin anatomik varyasyonları, geniş çeşitlilik göstermektedir. Bu dişlerle ilgili vaka raporları, MB kökte dört kanala sahip olacak şekilde maksimum yedi kanal izlenebileceğini ortaya koymuştur (Likhyani ve ark., 2021). Kök sayılarının ise tek kökten beş köke kadar değişkenlik gösterdiği, vakalarla rapor edilmiştir (Fava ve ark., 2000; Kottoor ve ark., 2010). Bu dişlerin kök morfolojileri, ekstra kökler, kaynaşmış kökler veya tek bir konik kök gibi çeşitli varyasyonlar gösterebilir. Tek konik köklü dişler genellikle tek bir büyük kanala sahipken, kökleri kaynaşmış dişlerde

birden fazla kanal bulunması yaygındır ve bu tür dişlerde altı kanala kadar vakalar bildirilmiştir (Fava ve ark., 2000; Suresh ve ark., 2017). Bunlarla birlikte, MİM dişler için bildirilen en yaygın kök kanal varyasyonu, iki P köke sahip 4 kök 4 kanallı varyasyondur. MBM dişlere benzer şekilde, tek büyük P kök içerisinde yer alan iki kanallı varyasyonlar da bildirilmiştir, ancak daha düşük sıklıktadır (Cleghorn ve ark., 2008).



Şekil 5: Temsili bir MİM dişin iç anatomisinin farklı açı ve kesitlerden görüntüleri (Versiani ve ark., 2019).

2.5. Maksiller Molar Dişlerde Görülen Anatomik Varyasyonlar

2.5.1. Kök Sayılarındaki Varyasyonlar

Diş gelişimi sırasında ön görülen kök sayısı dışında fazladan izlenen kök yapısı, aksesuar kök (ekstra kök, süpernümerer kök veya ek kök) olarak adlandırılmıştır (Neville ve ark., 2002). Kron oluşumunu takiben, kök gelişimi çift katmanlı Hertwig epitelyal kök kılıfının (HEKK) oluşmasıyla başlar. Bu süreç, belirli büyüme faktörlerinin aracılık ettiği karmaşık ve karşılıklı epitel-mezenkimal etkileşimler altında devam eder (Hosoya ve ark., 2008). Diş germi, hem kron hem de kök oluşumu sırasında değişikliklere uğrayabilir ve bu süreçte aksesuar kökler gibi yapısal varyasyonlar ortaya çıkabilir (Alexandersen, 1999). Aksesuar kök oluşumu genellikle iki yolla gerçekleşir; ya HEKK'in bölünmesiyle iki benzer kök oluşur ya da HEKK'in katlanması sonucu bağımsız bir kök meydana gelir; bu kökler farklı morfolojik özellikler gösterebilir (Türp & Alt, 1998).

Belirli bir dişteki kök sayısını tanımlamak genellikle basit bir işlemdir; ancak kök apeksine yakın apikal üçüncü bölgede bir kök çatallanması meydana geldiğinde, bu tanımlama tartışmalı bir hale gelir (Ahmed, 2022). Turner (1981), kökün apikal kısmındaki çatallanmaları iki şekilde sınıflandırmıştır: (I) çatallanmanın toplam kök uzunluğunun üçte biri ila dörtte birinden az olduğu tek köklü dişleri bifid apeks ve (II) belirgin bir çatallanma göstermeyen, ancak tanımlanabilir iki ayrı kök ucuna sahip tek köklü dişleri çift apeks olarak tanımlamıştır (Turner, 1981). Ahmed ve ark.'nın (2017) yaptığı yeni kök ve kanal sınıflamasına göre, bir kökün koronal, orta veya apikal üçte birlik bölümlerinde meydana gelen herhangi bir bölünme, iki veya daha fazla kök olarak tanımlanmıştır.

MM dişler genellikle üç köke sahiptir, ancak kök sayılarında bir ila beş arasında değişen önemli farklılıklar görülebilmektedir (Cleghorn ve ark., 2006). MM'lar için

beklenen kök sayısı 3 olduğu için bir ve iki köklü varyasyonlar kök füzyonuyla ilişkilidir (Nusstein, 2012). Litaratürde bu tip durumlarda dışın 1 veya 2 köklü mü yoksa füzyon mu olduğuna dair tartışmalar yer almaktadır (Martins ve ark. 2016b). Bazı araştırmacılar kökler arasındaki tam füzyonu tek bir kök olarak değerlendirirken bazı araştırmacılar bu duruma füzyon olarak kaydetmiştir (Neelakantan ve ark., 2010; Zhang ve ark., 2014).

Dört köklü MM dişlerde en sık görülen ekstra kök, palatinal taraftaki ikinci bir köktür (Gu ve ark., 2015). Ancak, bu dişler ek bir bukkal, mezial veya distal kökün varlığı ile üç farklı morfolojik tipe de sahip olabileceği bildirilmiştir (Ahmed & Abbott, 2012). Aksesuar kök bukkal kökler arasında yer aldığı zaman, Radix paramolaris veya midbukkal (MidB) kök olarak da tanımlanmıştır. Benzer şekilde, radix distomolaris veya DB 2. kök terimleri, aksesuar kök distal kökün yanında bulunduğu durumlar için tanımlanmıştır (Alexandersen, 1999; Kim ve ark., 2012). Aksesuar kökün palatinal bölgede yer alması durumunda, bu kökler mesiopalatal kök/radix mesiolingualis ve distopalatal kök/radix distolingualis olarak da adlandırılabilir (Alexandersen, 2000; Tomazinho ve ark., 2010). Aksesuar MB kök varyantında ise, MB kök bifurkasyon bölgesine yakın bir noktadan ikiye ayrılıp, birbirinden bağımsız olarak sonlanan iki ayrı kök oluşumuna neden olabilmektedir (Martins ve ark., 2017). Çok nadir olmakla birlikte, MM dişlerde birden fazla aksesuar kök de izlenebilir. Maksiller hem birinci hem de ikinci molarlar için 2 aksesuar köke sahip 5 köklü varyantlar bildirilmiştir (Chowdhry ve ark., 2018; Kottoor ve ark., 2010).

2.5.2. Kök Füzyonu

Kök füzyonu, çok köklü dişler için tanımlanmış, köklerin sement veya dentin düzeyinden kaynaştıkları, hem maksiller hem de mandibular molar dişlerde de görülebilen, anatomik bir varyasyondur (Al Shalabi ve ark., 2000). Kök füzyonu esas

olarak HEKK'in furkasyon bölgesinde gelişmemesi ya da birleşmemesi sonucunda veya yaşlanmayla birlikte kökler arasında sement birikmesi sonucu meydana geldiği düşünülmektedir (Al-Fouzan, 2002; Gao ve ark., 2006). HEKK'nın oluşumu, mine organının servikal halkasından gelişen iç ve dış dental epitelin iki katmanlı bir uzantısıyla başlar. Bu epitelyal çift katman, apikal yönde büyüyerek gelecekteki kökün şeklini belirler (Luan ve ark., 2006). Bu süreç, kökün formunu oluştururken önemli rol oynayan çeşitli moleküler faktörlerin etkisiyle devam eder (Sunohara ve ark., 2024).

Kök füzyonu; endodontik tedavi esnasında dikkate alınması gereken bir anatomik varyasyondur. Yapılan çalışmalar füzyon görülen MM dişlerin ayrık köklü dişlere kıyasla daha karmaşık bir kanal anatomisine sahip olduğunu göstermiştir (Aydın, 2021a). Mikro-BT ve KIBT incelemeleri, kök füzyonuna sahip MM dişlerin çok çeşitli kanal morfolojilerine ve kök boyunca kanallar arasında birleşimlerin yer aldığı ya da C-şekilli kanal konfigürasyonlarının gözlemlendiği farklı bir anatomiye sahip olduğunu ortaya çıkarmıştır (Martins ve ark., 2016b; Ordinola - Zapata ve ark., 2017b). Füzyon izlenen dişlerde pulpa odası tabanı kanal ağzlarının konumu açısından farklılıklar gösterebilir, kanal birleşmelerinin yarattığı açılar kök kanal preparasyonu sırasında endodontik aletleri aşırı zorlayabilir (Martins ve ark., 2016b). Ayrıca kesitsel bir CBCT çalışması, füzyon görülen molar dişlerinde ayrık köklere sahip molar dişlere kıyasla tedavi sonrası apikal periodontitis insidansının 1,3 kat daha yüksek olduğunu bildirmiştir (Pereira ve ark., 2020).

Kök füzyonunun tanımlanması ve sınıflandırılması konusunda literatürde farklı çalışmalar yer almaktadır (Ahmed ve ark., 2021). Hou & Tsai (1994) kök füzyonunu köklerin birleşim derecesine ve etkilenen yüzey sayısına göre sınıflandırmıştır. Sadece apikal bölgede köklerin sementum ile füzyonu yalancı füzyon olarak kabul edilmiştir

(Hou & Tsai, 1994). Ross ve Evanchik (1981) ise, tek köke sahip olan ya da kökleri olağan furkasyon pozisyonunun apikalinde kaynaşmış olan tüm molar dişleri kök füzyonu olarak tanımlamıştır. Bu tanım, köklerinin yalnızca üçte biri veya daha azı kaynaşmış molar dişleri ve kök yüzeylerinin tamamı kaynaşmış olan tüm molar dişlerini kapsamaktadır. Ayrıca, kökleri sadece apikal üçte birinde kaynaşmış ancak normal furkasyona sahip molar dişler de füzyon kategorisine dahil edilmiştir (Ross & Evanchik, 1981). Jo ve ark. da yaptıkları çalışmalarında Ross'un kriterlerine sahip dişleri kök füzyonu olarak kabul etmişlerdir. Ayrıca köklerin kaç tanesinin füzyona uğradığına ve füzyona uğrayan köklerin sırasına göre detaylı bir sınıflandırma yapmışlardır (Tablo 1). MM dişler için 9 farklı kök füzyon tipi tanımlamışlardır. Kök füzyonu tipleri, iki veya üç kökün füzyona uğraması durumuna göre alt tiplere ayrılmıştır. Ayrıca, füzyonun yönü ve şekli ("V" veya "Y" şeklinde olmaları) de bu sınıflandırmada dikkate alınmaktadır (Jo ve ark., 2016).

Tablo 1: Jo ve ark. çalışmalarına göre maksiller birinci ve ikinci molar dişlerde izlenen kök füzyonunun sınıflandırması (Jo ve ark., 2016).

Kök Füzyonunun Tipi	Tiplendirmeyi Gösteren KIBT Görüntüleri	Açıklama
2 Kökün Füzyonu	MB-P	MB kökün P kök ile füzyonu
	DB-P	DB kökün P kök ile füzyonu
	MB-DB	MB kökün DB kök ile füzyonu
3 Kökün Füzyonu	MB-DB-P	MB kökün DB ve P kök ile füzyonu
	DB-MB-P	DB kökün MB ve P kök ile füzyonu
	MB-P-DB (V şekilli)	MB kökün P ve DB kök ile füzyonu
	Tüm kökler (Y veya koni şekilli)	3 kökün tümünün herhangi bir sıra olmadan apikal yönde füzyonu
Kök Füzyonunun Diğer Tipleri	B-P (2 köklü diş)	Bukkalde tek bir kökün palatinal kök ile füzyonu
	MB-MP and DB-DP	MB kökün mesiopalatinal kökle ve DB kökün distopalatinal kökle füzyonu

* KIBT görüntülerindeki oklar, incelenen dişlerin füzyonunu göstermektedir.

Kök füzyonunun daha tutarlı ve basit bir sınıflaması Zhang ve ark. (2014) tarafından yapılmış ve bu sınıflama kök füzyonu gösterilen pek çok çalışmada kullanılmıştır (Ahmed, 2022). Zhang ve ark. yaptıkları çalışmada MSB'den kök furkasyonuna veya kök füzyonunun alt noktasına (MSB-KF) ve MSB'den kökün apeksine (MSB-Apeks) olan mesafeleri ölçülmüş ve bu mesafelerin oranını hesaplamışlardır. Eğer MSB-KF ile MSB-Apeks oranı %70'ten fazlaysa, kök füzyonunun mevcut olduğunu kabul etmişlerdir. (Zhang ve ark. 2014). Aynı çalışmada kaynaşan kökler aşağıdaki gibi sınıflandırılmıştır (Şekil 6):

Tip 1: MB kökün DB kök ile füzyonu

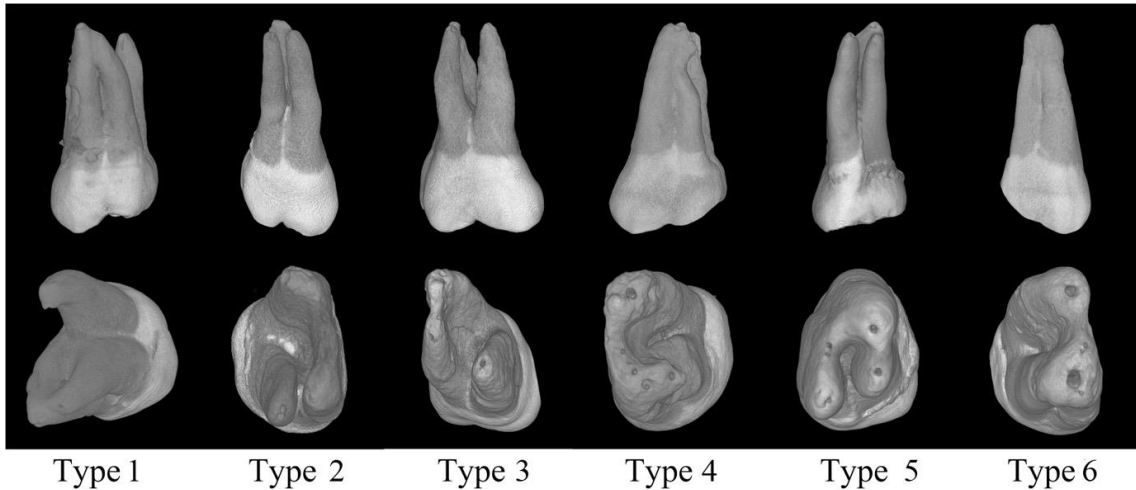
Tip 2: MB kökün P kök ile füzyonu

Tip 3: DB kökün P kök ile füzyonu

Tip 4: MB kökün DB kök ile, P kökün MB veya DB kök ile füzyonu

Tip 5: P kökün MB ve DB kök ile füzyonu

Tip 6: P kök, MB kök ve DB kökün koni biçiminde füzyonu



üst sıra: kök füzyonunun bukkal görünümü; alt sıra: kök füzyonunun apikal görünümü

Şekil 6: Zhang ve arkadaşlarının çalışmasına göre kök füzyonlarının sınıflandırılması (Zhang ve ark., 2014).

Daha sonra Martins ve arkadaşları, yaptıkları çalışmalarında mevcut sınıflandırmayı genişleterek, konik tek kökleri tanımlamak amacıyla Tip 7 olarak adlandırılan yeni bir kategori eklemişlerdir (Martins ve ark. 2016b).

Kök füzyonu izlenen MM dişlerin prevalansı geniş çapta araştırılmıştır ve sonuçlar farklı popülasyonlar arasında değişkenlik göstermektedir (Tablo 2). Birinci MM dişlerde bu oran %0,73 ile %23,2 arasında, ikinci molar dişlerde ise %8,87 ile %57,7 arasında bildirilmiştir (Kim ve ark., 2012; Marciano-Caldera ve ark.; Mashyakhly ve ark., 2019; Tian ve ark., 2016).



Tablo 2: Önceki çalışmalarda bildirilen MBM ve MİM dişlerin kök füzyonu ve 4 kanal prevelansı

Araştırmacılar ve yıl	Etnik grup	MBM örneklem boyutu, n	MBM kök füzyonu prevelansı, (n) %	4 köklü MBM prevelansı, (n) %	MİM örneklem boyutu, n	MİM kök füzyonu prevelansı, (n) %	4 köklü MİM prevelansı, (n) %
Kökün 2/3'ü veya daha aşağısındaki birleşimleri füzyon olarak kabul eden çalışmalar (Çalışmamıza benzer)							
(Mashyakhy ve ark., 2019)	Sudi Arabistan	354	(24) 6,8	-	372	(78) 21	-
(Martins ve ark. 2016b)	Portekiz	961	(68) 7,1	(1) 0,1	1335	(337) 25,2	(5) 0,5
(Buchanan ve ark., 2023)	Siyahi Güney Afrika	-	-	-	386	(54) 14	(1) 0,25
(Xia ve ark., 2020)	Çin	-	-	-	400	(126) 31,5	-
(Pereira ve ark., 2020)	Portekiz	1163	(128) 11	-	1346	(451) 33,5	-
(Aydın, 2021a)	Türkiye	616	(44) 7,14	-	703	(165) 23,47	-
Mevcut çalışma	Türkiye	378	(23) 6,1	-	378	(118) 31,2	(2) 0,6
Tüm kök yüzeyinin kaynaştığı dişleri füzyon olarak kabul eden çalışmalar							
(Kim ve ark., 2012)	Kore	814	(6) 0,73	-	821	(98) 10,71	(4) 0,5
(Tian ve ark., 2016)	Çin	1558	(12) 0,77	(1) 0,06	1539	(136) 8,84	(18) 1,2
(Mufadhal & Madfa, 2023)	Yemen	373	(18) 4,8	-	-	-	-
Kökün 2/3'ünden daha yukarıdaki birleşimleri de kök füzyonuna dahil eden çalışmalar							
(Marcano-Caldera ve ark. 2019)	Latin Amerika	534	(124) 23,3	-	740	(427) 57,7	-
(Jo ve ark., 2016)	Kore	1786	(57) 3,2	-	1767	(345) 19,5	-
Kriterleri net olmayan fakat kök füzyonu bildiren çalışmalar							
(Wang ve ark., 2017)	Çin	953	(21) 2,2	(2) 0,2	1066	(308) 28,9	(3) 0,3
Mikro-BT ile yapılan ex vivo laboratuvar çalışmaları							
(Zhang ve ark., 2014)	Çin	-	-	-	187	(79) 42,25	-

2.5.3. C Şekilli Kanallar

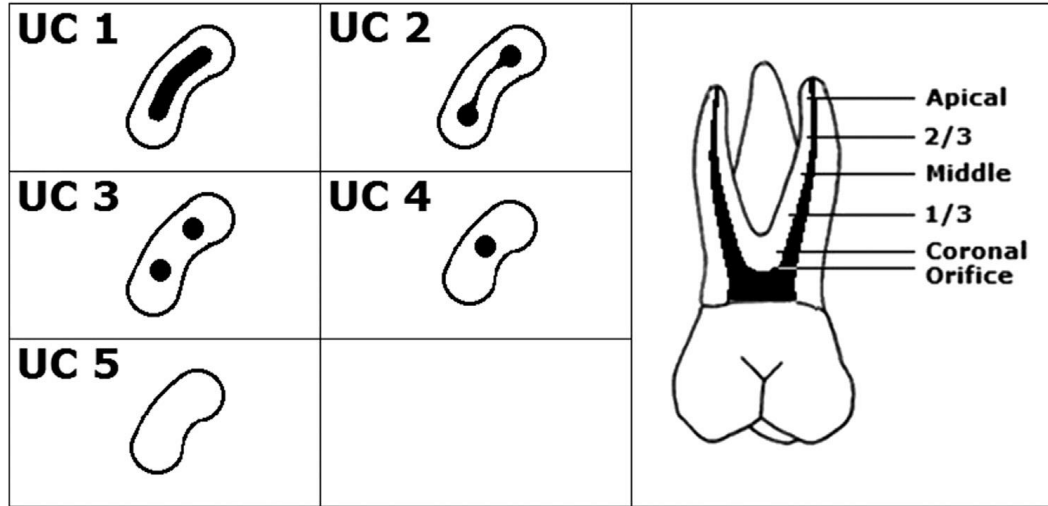
İlk kez Cooke ve Cox, klinik uygulamada karşılaşılan bir dizi vakayı 'C-şekilli kök' ve 'C-şekilli kök kanalı' olarak adlandırmış (Cooke & Cox, 1979) ve bu terim günümüzde dünya çapında araştırmacılar ve klinisyenler tarafından yaygın olarak kullanılmıştır (Kato ve ark., 2014). C-şekilli kök kanalları, enine kesitleri incelendiğinde C harfi şeklinde izlenen kök kanallarını tanımlamaktadır (Jin ve ark., 2006). Ancak, bu tür kanallar her zaman orifisten apikal foramene kadar sürekli C şeklinde olmayabilir. Fan ve ark. (2004) mandibular 2. molar dişleri C-şekilli kanal olarak tanımlanmaları için bu dişlerin 3 özelliğe sahip olmaları gerektiğini bildirmişlerdir. Bunlar: kök füzyonu, kökün lingual ya da bukkal yüzeyünde uzunlamasına bir oluk ve apikal, orta veya koronel en az bir enine kesitte “C” şeklinde kök kanalları (Fan ve ark., 2004). C-şekilli kök kanalları en sık mandibular ikinci molar dişlerde izlenmektedir (Fan ve ark., 2004), ancak; mandibular birinci molarlar (Alfawaz ve ark., 2019), birinci premolarlar (Piorno ve ark., 2021) ve maksiller birinci ve ikinci molarlar (Jo ve ark., 2016) gibi diğer dişlerde de izlenebilir.

C şeklindeki kanalların bulunduğu MM'ların karmaşık kök kanal sistemleri, genellikle köklerin füzyonu sonucu oluşmaktadır (Martins ve ark., 2016a). Bu durum, kanallar arasında birleşimlere ve C şeklinde kanalların izlenmesine yol açabilir. C şeklindeki kanallar, ya kök boyunca apikal kısma kadar uzanan şerit şeklinde bir kanal olarak ya da kanal açıklığının altında birçok kanalın gizlendiği bir yapı olarak görülebilir (Jafarzadeh & Wu, 2007). MM dişlerde izlenen C şeklindeki kök kanal yapıları, tedavi sürecini zorlaştıran önemli bir faktördür. Bu kanalların temizlenmesi, şekillendirilmesi ve doldurulması diğer kök kanallara göre daha zor olabilmektedir (Antonius ve ark., 2024).

Diş hekimlerinin, başarılı bir tedavi elde edebilmeleri için kök kanal anatomisindeki bu tür varyasyonların farkında olmaları büyük önem taşımaktadır (Vertucci, 2005).

Bir sistematik derleme ve meta-analiz çalışmasında, incelenen sınırlı sayıda çalışma olması nedeniyle MM'lerdeki C-şekilli kanal konfigürasyonun oranına ilişkin herhangi bir istatistiksel analiz yapılamadığı belirtilmiştir (Martins ve ark., 2019a). Ayrıca, MM dişlerde "C-şekilli" teriminin tanımı ve sınıflandırılması konusunda bir fikir birliği yoktur; bu terim, iki veya daha fazla kök kanalı arasında birleşen tam veya kısmi bir kök kanalını temsil edebilen geniş, yarım, kök kanalı şeklini tanımlamak için kullanılmıştır (Dankner ve ark., 1990; De Moor, 2002; Martins ve ark., 2013; Newton & McDonald, 1984). Martins ve ark. (2016), Fan ve ark. (2004) tarafından mandibular 2. molar dişler için tanımlanmış olan C-şekilli kanal konfigürasyonunu, MM vakalarına uyacak şekilde modifiye ederek ayrıntılı bir sınıflandırma öneren ilk araştırmacılar olmuşlardır (Martins ve ark., 2016a). Bu çalışmada MM dişlerin kök kanal sistemini, aksiyel kesitlerde, apikalden koronele 5 seviyede incelenmiştir. Molar dişler 2 kriterle sahip olduğu sürece maksiller C-şekilli kanal olarak sınıflandırılmıştır: kök füzyonu ve füzyon izlenen kökte üst-C (UC) 1 veya UC2 konfigürasyonuna sahip 3 ardışık aksiyel kesitin mevcut olması. UC sistemi 5 aksiyel kök kanal sistemi konfigürasyonuna sahiptir (Şekil 7):

1. UC1: Sürekli geniş C-şekilli kanal sistemi
2. UC2: Geniş bir isthmusla birbirine bağlanan uçlarda 2 ana kanal lümenine sahip sürekli C-şekilli kanal
3. UC3: 2 ayrı kök kanalı
4. UC4: Tek bir yuvarlak veya oval kök kanalı
5. UC5: Kanal lümeni yok

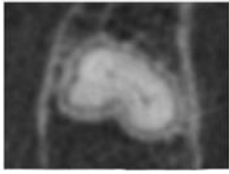
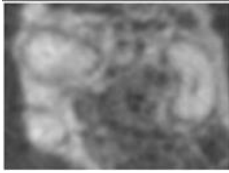
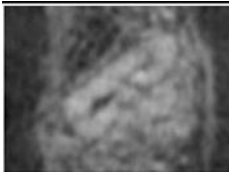


Şekil 7: MM C-şekilli anatomiye sınıflandırmak için kullanılan UC konfigürasyon sistemi (Martins ve ark., 2016a).

Aynı çalışmada, hangi köklerin kaynaştığına bağlı olarak, maksiller C-şekilli kanal konfigürasyonunu 5 farklı tipe ve 4 farklı alt tipe (tip A, B, C, D ve E) göre sınıflandırmışlardır (Tablo 3).

Litaratürde MM dişlerde C-şekilli kanal bildiren sınırlı sayıda çalışma mevcuttur ve bu çalışmaların hepsi MM dişlerde C-şekilli kanalların nadir olduğunu bildirmiştir (Qian ve ark., 2022). De Moor (2002), radyografileri retrospektif olarak değerlendirerek MBM dişlerde C-şekilli kanalların tahmini görülme sıklığının %0,091 olduğunu bildirmiştir. Diğer çalışmalar MBM dişlerde %0,6-%1,1, MİM dişlerde %1,1-%3,8 oranında C-şekilli kanal bildirmişlerdir (Martins ve ark., 2016a; Mashyakhly ve ark., 2019).

Tablo 3. Martins ve ark. çalışmalarına göre maksiller birinci ve ikinci molar dişlerde izlenen C-şekilli kanalların sınıflandırması (Martins ve ark., 2016a).

C Şekli Kök Kanallarının Tipi	Orta Kesitte İzlenmesi Beklenen Görüntünün Çizimi	Tiplendirmeyi Gösteren KIBT Görüntüleri	Açıklama
Tip A			MB ve P kökler arasında semilunar meziopalatal kök kanalı oluşturan füzyon
Tip B	Alt tip B1 		MB ve DB kök kanalları arasında füzyon, semilunar bukkal kök kanal sistemi oluşturur; semilunar şeklin içbükeyliği palatal (alt tip B1) veya bukkal (alt tip B2) köke dönebilir
	Alt tip B2 		
Tip C			DB ve P kökler arasında füzyon, geniş bir semilunar distopalatal kök kanalı oluşturur
Tip D			Semilunar bir şekil oluşturan geniş bir P kök kanalının varlığı; bu tip daha önce 2 P kök arasında füzyon olarak da tanımlanmıştır
Tip E	Alt tip E1 		Üç kök arasında füzyon; bu konfigürasyon, tek bir apikal foramende bağımsız bir DB kanal ile birleşen büyük bir semilunar meziopalatal kanal (alt tip E1) veya tek bir apikal foramende MB kanal ile birleşen büyük bir semilunar distopalatal kanal (alt tip E2) içerir ve mandibular C-şekli anatomiye benzer
	Alt tip E2 		

2.6. Amaç

Bu çalışmanın amacı; KIBT görüntülerinin retrospektif analizine dayanarak, Türkiye, Tokat popülasyonunda maksiller birinci ve ikinci molar dişlerin kök sayısını, kök füzyonunu, füzyon izlenen kökler arasında kanalların birleşimini ve C-şekilli kanalların prevelansını araştırmaktır. Elde edilen verilerin doğrultusunda kök füzyonun birinci ve ikinci molarlar arasındaki kolerasyonunu değerlendirmektir. Ayrıca kök füzyonunun, birleşen kanalların ve C-şekilli kanalların çenedeki konumlarına göre (sağ ve sol) bilateral simetirisini ve cinsiyetler arasındaki farklılıkları değerlendirmektir.

H0 hipotezimiz kök füzyonun bilateral simetri göstermeyeceği; kök füzyonun, birleşen kanalların ve C-şekilli kanalların cinsiyetler arasında fark göstermeyeceği yönündedir.

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu retrospektif çalışma Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Tıp Fakültesi Etik Kurulu tarafından, 83116987 numarasıyla onaylanmıştır ve tüm hastalara katılım için yazılı bilgilendirilmiş onam vermiştir. Radyografik görüntüler; Ocak 2021 ve haziran 2022 tarihleri arasında Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Hastanesi Radyoloji Bölümüne ait, tanı sürecinin ve tedavi planlamasının bir parçası olarak KIBT taramalarına ihtiyaç duyan 1230 hastadan elde edilmiştir. KIBT taramaları çoğunlukla implant cerrahisi, çene-yüz travmaları veya ortognatik tedavi için gerekli görülmüş ve makul ölçüde düşük radyografik dozaj kullanılarak çekilmiştir. Çekilen radyografilerin hiç biri bu araştırma için özel olarak alınmamıştır.

Hastanemizin veri tabanında kayıtlı olan 1230 adet görüntüden öncelikle aynı hastadan istenen birden fazla radyografik görüntüler elendi daha sonra varsa panoramik radyografilerinden yoksa da KIBT görüntülerinden MM dişlerin mevcudiyeti incelendi. Çalışmamıza bu adımların sonunda geriye kalan toplam 189 hastaya ait KIBT görüntüsü dahil edildi. Ortalama yaşları 30 (dağılım, 18-68) olan 109 kadın ve 80 erkek hastada toplam 756 MM (378 birinci ve 378 ikinci molar) diş incelendi. Bu görüntülerin çalışmaya dahil edilme kriterleri şu şekildeydi:

- 18 yaşından büyük hastalar
- Kök gelişimini tamamlamış olan hastalar
- Çift taraflı tamamen sürmüş maksiller 1. ve 2. molar dişlere sahip olan hastalar

Çalışma dışı tutulan hasta gruplarında ise şu kriterler dikkate alındı:

- Kök gelişimini tamamlamamış immatür (açık apeksli) dişlere sahip hastalar
- İnternal veya eksternal kök rezorpsiyonunu izlenen hastalar

- Dilasere köklere, kalsifiye kanallara veya taurodontizm gibi diş anomalilerine sahip hastalar
- Molar dişlerinde dentin pini veya metal restorasyonu mevcut hastalar
- Önceden kanal tedavisi görmüş molar dişleri olan hastalar
- Eksik veya bozuk KIBT görüntülere sahip hastalar

3.1. Görüntülerin Elde Edilmesi

Tüm dişler Kavo OP 3D Vision (Imaging Sciences International LLC, USA) KIBT ünitesi kullanılarak taranmıştır. KIBT görüntüleri şu parametreleri içeriyordu: 90-120 kV, 3-8 mA ve 200-400 μ m voksel boyutu. Her vaka için aksiyel, koronal ve kesitsel rekonstrüksiyonlar, voksel boyutuna bağlı olarak otomatik olarak ayarlanan 0,17-0,25 mm kesit aralığı ile analiz edildi. Görüntüleme süreleri 8,9-17,8 saniye aralığındaydı. KIBT taramalarının çekim sebeplerine bağlı olarak FOV aralıkları şu şekildeydi (Şekil 8): Expanded 3D Ceph (23x17 cm), 3D Ceph (16x13 cm), Arches/TMJ Large (16x11 cm), Arches/TMJ (16x10 cm), Both Arches (16x8 cm), Maxilla-mandibula (16x6 cm) ve Small Both Arches (8x8 cm).



Şekil 8. Kibt cihazı ile elde edilen farklı görüntüleme alanları (FOV)

KIBT görüntüleri, çalışma konusunda uzman bir endodontist tarafından, loş bir odada, 27 inçlik Dell Precision T3620 medikal monitörde (Dell, Round Rock, TX, USA) 1920 x 1200 ekran çözünürlüğünde ve 64 bit renk derinliğinde değerlendirildi. Göz yorgunluğunu önlemek için, araştırmacı tarafından ara verilmeden en fazla 3 ardışık tarama tamamlandı. Taramalar OnDemand3D yazılımı (Cybermed, Seul, Kore) kullanılarak görüntülenmiş ve değerlendirildi. Araştırmacı görüntüleri büyütebilmiş ve incelenen yapıların görünürlüğünü ve tanımlanmasını artırmak için yoğunluk, kontrast ve keskinlik gibi görüntüleme ayarlarını değiştirebildi. Her bir dişin aksiyal, koronal ve sagittal düzlemlerde incelenme olanağı mevcuttu. Her bir dişin uzun eksenini belirlenmiş ve köklerin koronalinden apikaline kadar olan kesit görüntüleri, toolbar pulpa odasından apekse doğru kaydırılarak kök füzyonu ve C-şekilli kanal konfigürasyonu açısından değerlendirildi.

3.2. Değerlendirilen Parametreler

Her bir dişin uzun eksenini belirlendikten sonra, köklerin koronalinden apikaline kadar olan aksiyel kesit görüntüleri, pulpa odasından apeks yönüne doğru ilerletilerek kök sayıları ve kök füzyonu değerlendirildi. Horizontal düzlemde değerlendirilme esnasında 3 veya 4 ayrı köke sahip dişler not edildi. Kök füzyonu olduğu düşünülen diğer dişler frontal ve sagittal kesitlerde de incelenerek kök füzyonunun varlığı teyit edildi. Eğer füzyon tüm kök yüzeyi boyunca mevcut ise 2 kökün füzyonu 2 köklü, 3 kökün füzyonu ise 1 köklü olarak diş olarak kaydedildi. Diğer dişler füzyondan bağımsız olarak 3 köklü olarak değerlendirildi. Füzyon kabul edilen dişlerde sırasıyla aşağıdaki parametreler değerlendirildi:

1. Füzyon tipi ve prevalansı
2. Birleşen kanalların prevalansı
3. C-şekilli kanalların tipi ve prevalansı

4. Birinci ve ikinci molarlar arasında füzyon varlığının kolerasyonu
5. Füzyonlu dişlerin bilateral simetrisi
6. Füzyonlu dişlerin, birleşik kanalların ve C-şekilli kanalların prevalansında cinsiyetler arasındaki farklılıklar

3.2.1. Kök Füzyonun Değerlendirilmesi

Çalışmamızda Zhang ve ark.'nın (2014) çalışmasına benzer şekilde bir kök füzyonu tanımlaması uygulanmıştır. Bu tanıma göre köklerin MSB noktasından apekse olan kısmı koronel orta ve apikal olacak şekilde üç seviyede incelenmiştir. Kök füzyonunun veya kök furkasyonunun en alt noktası, kökün apikal 1/3'lük bölgesinde yer alıyorsa kök, füzyon olarak değerlendirilmiştir. Füzyon kabul edilen dişler, Zhang'ın sınıflamasına göre gruplandırıldı (Zhang ve ark., 2014). Bu sınıflamaya ek olarak Martins ve ark.'nın (2016b) çalışmalarında, bu sınıflamaya ekledikleri ilave tip 7 dâhil edildi (Tablo 4).

Tablo 4. Martins ve ark. tarafından kullanılan kök füzyonu sınıflaması (Martins ve ark., 2016a).

Tip I	Tip II	Tip III	Tip IV	Tip V	Tip VI	Tip VII
MB kökün DB kök ile füzyonu	MB kökün P kök ile füzyonu	DB kökün P kök ile füzyonu	MB kökün DB kök ile P kökün MB veya DB kök ile füzyonu	P kökün MB ve DB ile füzyonu	P, MB ve DB kökün koni biçiminde füzyonu	İlave tip tek kanallı konik kök

3.2.2. Birleşen Kanalların Değerlendirilmesi

Füzyon görülen köklerde, kanallar arasında kısmi veya tam birleşim gözlemlenmesi durumunda kanallar birleşen kanal olarak kabul edilmiştir. Bununla birlikte aşağıda izlenen durumlarda da kanallar arasında birleşim olduğu kabul edilmiştir:

- Kök kanallarının iki farklı kanal sistemi olarak başlayıp, apikal bölgede birleşerek tek bir apekte sonlanan dişler
- Herhangi iki kökün füzyonu sonucu izlenen tek kanallı görüntüler

- Tip VI füzyonda izlenen iki kanallı görüntü, MB ve DB köklerin füzyonu sonucu bukkalde tek kanal izlenmesinden dolayı birleşen kanal olarak kabul edilmiştir
- Tip VII füzyonda izlenen tek kanal görüntüsü 3 kökün füzyonu olduğu için birleşen kanal olarak kabul edilmiştir.
- C şekilli kanallar

3.2.3. C-şekilli Maksiller Molarların Sınıflandırılması

Füzyonlu dişlerin aksiyel kesit görüntüleri, dişin uzun aksına dik olacak şekilde incelendi. Kök kanal konfigürasyonunun C olarak değerlendirilebilmesi için aşağıdaki iki kritere sahip olması gerekmektedir:

1. 2 veya 3 tüm köklerin füzyonu
2. Aksiyel kesitleri incelendiğinde üç seviyeden birinde (koronel, orta ve apikal üçlü) füzyonlu köklerin arasında devamlı geniş C şekilli kanal sistemine veya büyük bir isthmus ile birbirine bağlanan 2 ana kanal arasında devamlı C şekilli kanala sahip olması

Maksiller dişler için C şekilli kanal izlenen dişler Martins ve ark.'nın (2016a) sınıflamasına göre aşağıdaki tiplerden birini içerip içermediği değerlendirilmiştir:

Tip A: MB ve P kökler arasında semilunar meziopalatal kök kanalı oluşturan füzyon.

Tip B: MB ve DB kök kanalları arasında füzyon, semilunar bukkal kök kanal sistemi oluşturur; semilunar şeklin içbükeyliği palatal (alt tip B1) veya bukkal (alt tip B2) köke dönebilir.

Tip C: DB ve P kökler arasında füzyon, geniş bir semilunar distopalatal kök kanalı oluşturur.

Tip D: Semilunar bir şekil oluşturan geniş bir P kök kanalının varlığı; bu tip daha önce 2 P kök arasında füzyon olarak da tanımlanmıştır.

Tip E: Üç kök arasında füzyon; bu konfigürasyon, tek bir apikal foramende bağımsız bir DB kanal ile birleşen büyük bir semilunar meziopalatal kanal (alt tip E1) veya tek bir apikal foramende MB kanal ile birleşen büyük bir semilunar distopalatal kanal (alt tip E2) içerir ve mandibular C-şekilli anatomiye benzer.

3.3. İstatistiksel Analiz

Toplanan veriler, Windows için Sosyal Bilimler İstatistik Paketi (SPSS V25; IBM Corp, Armonk, NY) yazılım programına tanıtılmış, kodlanmış ve analiz edilmiştir. Sonuçlar, %95 güven aralığı (GA) ile frekanslar ve yüzdeler olarak ifade edilmiştir. Bağımsız oranlar arasındaki farkları belirlemek için Z testi kullanılmıştır. Cinsiyetler (erkek ve kadın) arasındaki farkları belirlemek için ki-kare testi uygulanmıştır. Bilateral simetri için Cohen kappa testi kullanılmıştır. Tüm istatistiksel testler için anlamlılık düzeyi $P < .05$ olarak belirlenmiştir.

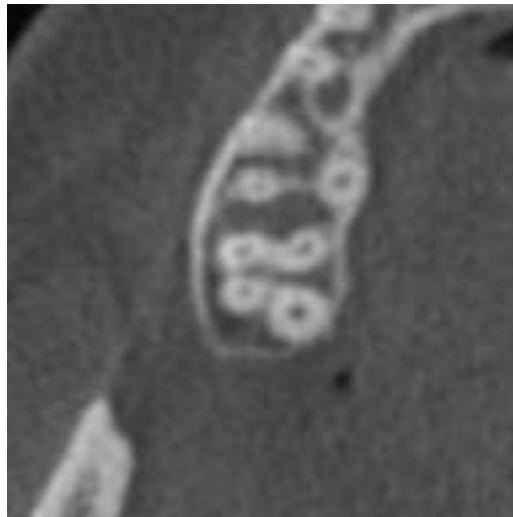
4. BULGULAR

4.1. Çalışma Örnekleri

Toplamda 756 MM dişi bu araştırmaya dahil edilmiştir. Örneklerin tamamı karşıt çenede simetriği olacak şekilde 378'i (%50) maksiller 1. molar, 378'i (%50) maksiller 2. molar diş olarak incelenmiştir. Çalışmaya dahil edilen hastalar, 18-68 yaş aralığında, ortalama 30 yaşında, 109'u (%58) kadın, 80'i (%42) erkek hastalardan oluşmaktadır.

4.2. Kök Sayılarının Değerlendirilmesi

756 MM içerisinde 613 dişin üç ayrı köke (%81,1) ve 2 dişin 4 köke (%0,3) sahip olduğu görüldü. 4 köke sahip olan 2 dişte MİM dişlerdi, MBM dişlerde 4 köke rastlanılmadı. 4 köklü dişlerden biri 17 numara diğeri 27 numara olacak şekilde 2 farklı hastaya aitti. Bu dişlerden 17 numaralı diş, palatinalde 2 köke sahip olup mesiopalatinal kökle MB kökler arasında yakınlık izlenmekteydi (Şekil 10). 27 numaralı dişte ise aksesuar bir MB kök yer almaktaydı.



Şekil 9: 4 köklü 17 numaralı dişin orta üçlüdeki aksiyel kesiti.

4.3. Kök Füzyonu Prevelansı

Toplamda incelenen 756 MM diş arasında, 141 dişte kök füzyonu gözlemlendi (%18,7; %95 GA, %15,8–%21,6). MBM dişlerin (n = 378) 23 tanesinde (%6,1; %95 GA,

%3.7–%8.5), MİM dişlerin (n = 378) ise 118 tanesinde (%31.2; %95 GA, %26.6–%35.9) kök füzyonu tespit edilmiştir (Tablo 5).

Tablo 5. Kök Füzyonu, birleşen ve C-şekilli kanalların prevelansı

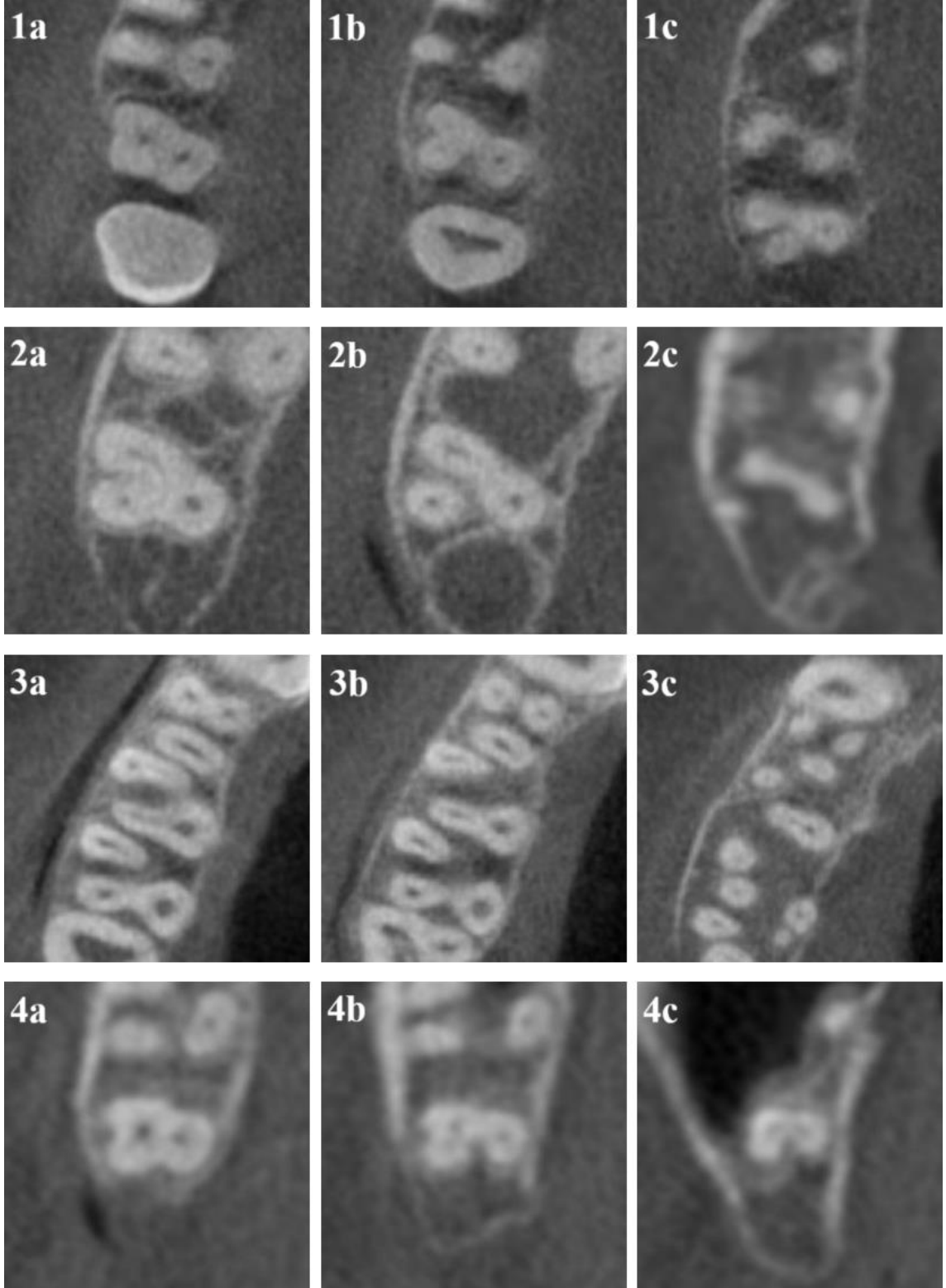
Diş Tipi	Kök füzyonu, n (%)		Birleşen kanallar, n (%)		C-şekilli kanallar, n (%)	
	var	yok	var	yok	Var	yok
Tüm Molarlar	141 (18,7)	615 (81,3)	49 (6,5)	707 (93,5)	6 (0,8)	750 (99,2)
Birinci Molarlar	23 (6,1)	355 (93,9)	7 (1,9)	371 (98,1)	-	-
İkinci Molarlar	118 (31,2)	260 (68,8)	42 (11,1)	336 (88,9)	6 (1,6)	372 (98,4)

4.4. Maksiller Molarların Kök Füzyonu Tipleri

Toplam 756 birinci ve ikinci molar dişin 141'i (%18.7) kök füzyonu gösterirken, 615'i (%81.3) normaldi. Kök füzyonu gösteren 141 molar diş arasında, en yaygın olarak tip II (48 diş) görülürken, bunu sırasıyla tip I (36 diş), tip III (20 diş), tip IV (19 diş), tip VI (9 diş), tip V (6 diş) ve tip VII (3 diş) olacak şekilde her tipten kök füzyonuna rastlandı (Şekil 4-5). Kök füzyonu izlenen 23 MBM diş arasında en yaygın olan tip III (19 diş) iken, tip I ve tip V (2 diş) daha az sıklıkla görüldü. MBM dişlerin içerisinde tip II, tip IV, tip VI ve tip VII füzyona rastlanmadı. MİM dişlerde ise kök füzyonu izlenen 118 diş arasında en yaygın olan tip II (48 diş) olurken, bunu sırasıyla tip I (34 diş), tip IV (19 diş), tip VI (9 diş), tip V (4 diş), tip III (1 diş) ve tip VII (3 diş) izledi (Tablo 6).

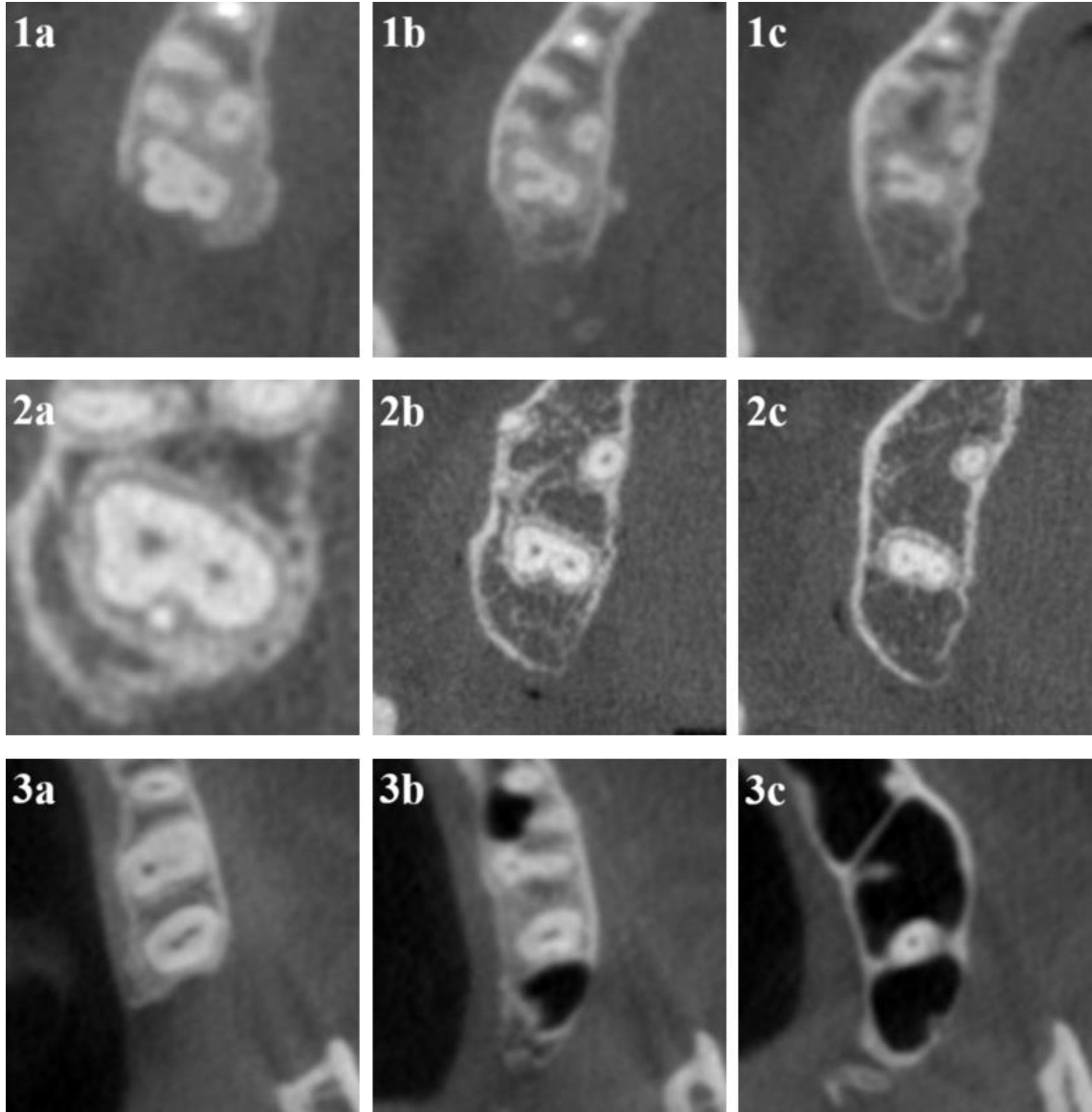
Tablo 6. MM dişlerde izlenen füzyonun tipleri ve yüzdeleri

Füzyonun tipi	Tüm molarlar		Birinci molarlar		İkinci molarlar	
	N	%	n	Birinci molarlar içindeki %	n	İkinci molarlar içindeki %
yok	615	81,3	355	93,9	260	68,8
Tip I	36	4,8	2	0,5	34	9
Tip II	48	6,3	–	–	48	12,7
Tip III	20	2,6	19	5	1	0,3
Tip IV	19	2,5	–	–	19	5
Tip V	6	0,8	2	0,5	4	1,1
Tip VI	9	1,2	–	–	9	2,4
Tip VII	3	0,4	–	–	3	0,8
Toplam	756	100	378	100	378	100



1 tip I'i, 2 tip II'yi, 3 tip III'ü, 4 ise tip IV'ü göstermektedir. Numaraların yanında yer alan harflerden a ile biten koronel, b ile biten orta, c ile bitenler apikal 1/3'lük kesitlerden alınan görüntüleri ifade etmektedir. İncelenen diş daire içerisine alınmıştır.

Şekil 10: MM dişlerin kök füzyonu tiplerinin aksiyel görüntüleri.



1 tip V'i, 2 tip VI'yı, 3 tip VII'yi, göstermektedir. Numaraların yanında yer alan harflerden a ile biten koronel, b ile biten orta, c ile bitenler apikal 1/3'lük kesitlerden alınan görüntüleri ifade etmektedir. İncelenen diş daire içerisine alınmıştır.

Şekil 11: MM dişlerin kök füzyonu tiplerinin aksiyel görüntüleri.

4.5. Kaynaşan Köklerin Sayısına Göre Kök Füzyonu Görülen Maksiller Molar Dişlerinin Prevalansı

Kök füzyonu izlenen 23 MBM dişin 21'inde (%91.3) iki kökün füzyonu (tip I ve III) gözlemlenirken, kalan 2 dişte (%8.7) üç kökün füzyonu (tip V) gözlemlendi. Kök füzyonu izlenen 118 MİM dişin 83 tanesinde (%70,3) iki kökün füzyonu (tip I, II ve II)

gözlemlenirken, kalan 35 dişte (%29,7) üç kökün füzyonu (tip IV, V, VI ve VII) gözlemlendi.

4.6. Birleşen Kanalların Prevalansı

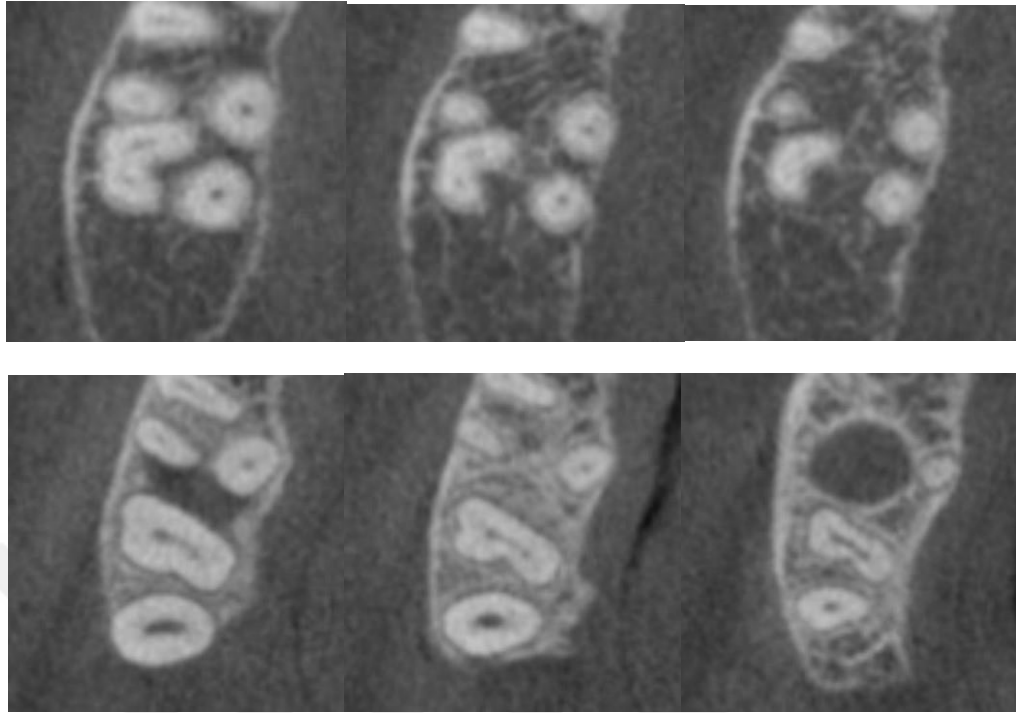
Toplam 756 molar dişin 49'unda kök kanallarının birleştiği gözlemlendi (%6.5; %95 GA, %4.8–%8.3). Kök füzyonu izlenen 23 MBM dişin 7'sinde (%30.4) kanal birleşmesi gözlemlendi; bunların 6'sı tip III füzyon, 1'i ise tip I füzyon ile birlikteydi. Tüm MBM dişler içerisinde kanalların birleştiği füzyonlu dişlerin oranı %1,9'dur. MBM dişlerde izlenen diğer füzyon tipi olan tip V füzyonda kanal birleşmesi gözlemlenmedi. Kök füzyonu izlenen 118 ikinci molar dişin 42'sinde (%35.6) tüm kök füzyon tipleri ile ilişkili olarak kanal birleşmesi gözlemlendi. Füzyon tipine göre kanalların birleşme oranları Tablo 7'de gösterilmiştir. Tüm MİM dişler içerisinde kanalların birleştiği füzyonlu dişlerin oranı %11,1'dir (Tablo 5).

4.7. C-şekilli Kanalların Prevalansı

Tüm azı dişleri arasında sadece 6 diş (%0,8; %95 GA, %0-%1) C-şekilli kanal konfigürasyonuna sahipti ve bunların 2'si tip B, 4'ü tip E idi (Şekil 6). MBM dişlerde hiç C kanal izlenmezken, MİM dişlerin 6 tanesinde (%1,6; %95 GA, %0-%3) C-şekilli konfigürasyon gözlenmiştir. C şekilli kanal izlenen 6 MİM dişten 2'si simetrik izlenirken diğer 4 diş tek taraflı yer almaktaydı. Simetrik olan dişler tip B, tek taraflı izlenenler ise tip E şeklindeydi. C-şekilli kanallara sahip MİM dişler tip I ve tip VI füzyonlarla ilişkiliydi (Tablo 7). Kök füzyonu görülen tüm dişler (141) içerisinde C kanal izlenme oranı %4,3'iken füzyonlu MİM dişler (118) arasında bu oran %5,1'idi. Kök kanalları arasında birleşimlerin olduğu 42 MİM dişten ise 6'sında (%14,3) C-şekilli kanal izlenmekteydi.

Tablo 7: Farklı füzyon tiplerine ait birleşen ve C şekilli kanalların dağılımı

	Füzyon, n (%)									p değeri
	Yok	Tip I	Tip II	Tip III	Tip IV	Tip V	Tip VI	Tip VII	Toplam	
Tüm Molarlar										
Birleşen kanallar										
yok	615	27	41	13	5	5	0	1	92	<0.001
var	0 (0)	9 (25)	7 (14,6)	7 (35)	14 (73,7)	1 (16,7)	9 (100)	2 (66,7)	49 (34,8)	
C-Şekilli kanallar										
yok	615	34	48	20	16	6	8	3	135	<0.001
var	0 (0)	2 (5,6)	0 (0)	0 (0)	3 (15,8)	0 (0)	1 (11,1)	0 (0)	6 (4,3)	
Birinci molarlar										
Birleşen kanallar										
yok	355	1	0	13	0	2	0	0	16	<0.001
var	0 (0)	1 (50)	0	6 (31,6)	0	0 (0)	0	0	7 (30)	
C-Şekilli kanallar										
yok	355	2	0	19	0	2	0	0	23	0
var	0 (0)	0	0	0	0	0	0	0	0	
İkinci molarlar										
Birleşen kanallar										
yok	260	26	41	0	5	3	0	1	76	<0.001
var	0 (0)	8 (23,5)	7 (14,6)	1 (100)	14 (73,7)	1 (25)	9 (100)	2 (66,7)	42 (35,6)	
C-Şekilli kanallar										
yok	260	32	48	1	16	4	8	3	112	<0.001
var	0 (0)	2 (5,9)	0 (0)	0 (0)	3 (15,8)	0 (0)	1 (11,1)	0 (0)	6 (5,1)	



1 tip B 2 tip E C-şekilli kanalları göstermektedir. Numaraların yanında yer alan harflerden a ile biten koronel, b ile biten orta, c ile bitenler apikal 1/3'lük kesitlerden alınan görüntüleri ifade etmektedir. İncelenen diş daire içerisine alınmıştır.

Şekil 12: C-şekilli kanal konfigürasyonu gösteren dişlerin aksiyel kesitleri.

4.8. Birinci ve İkinci Molar Dişler Arasında Kök Füzyonu Varlığının Korelasyonu

Toplam 189 hastanın 71'inde (%37.6) kök füzyonu tespit edilmiştir. İncelenen hastalar arasında, 8 hastanın (%11.3) hem birinci hem de ikinci tüm molar dişlerinde kök füzyonu gözlemlenmiştir. Bu durum, araştırmaya dahil edilen tüm hastaların %4.2'sinin hem birinci hem de ikinci molar dişlerinde kök füzyonu olduğunu göstermektedir. Aynı zamanda en az bir MBM dişinde kök füzyonu mevcut 13 hastanın 8'inde (%61,6) tüm MM dişlerinde kök füzyonu olduğunu göstermektedir.

4.9. Kök Füzyonu İzlenen Hastalarda Maksiller Molar Dişlerin Bilateral Simetrisi

Toplam 189 hastanın incelendiği bu çalışmada, 13 hastanın (%7) MBM dişlerinde kök füzyonu tespit edilmiştir. Birinci molarlarında kök füzyonu izlenen 13 hastadan 10'unda

sağ ve sol her iki yarım çenede de kök füzyonu gözlemlenmiştir. Cohen Kappa testine göre MBM dişlerin bilateral simetrisi değerlendirildiğinde önemli derecede uyum (0.862) gösterdi. Kök füzyonuna sahip, bilateral simetri gözlenmiş, MBM'lara sahip 10 hastanın tamamında karşılıklı olarak aynı tip III füzyon mevcuttu. MBM'larda C şekilli kanal izlenmemiştir. Kök füzyonu izlenen MBM'larda birleşen kanala sahip 4 hastadan 3'ünde (%75) hem sağ hem de sol çenede kanallar arası birleşim mevcuttu. MİM dişlerinde kök füzyonu mevcut 68 hasta (%36) tespit edilmiştir. Bu hastaların 50'sinde hem sağ hem de sol yarım çenede aynı anda kök füzyonu mevcuttu. Cohen Kappa testine göre MBM'lerden daha düşük olmakla beraber MİM dişlerin bilateral simetrisinde de önemli derecede uyum (0.683) gözlemlendi. Kök füzyonuna sahip, bilateral simetri gözlenmiş, MİM'lere sahip 50 hastanın 38 tanesinde karşılıklı olarak aynı füzyon tipi mevcuttu. C şekilli kanallar iki hastada simetrik, iki hastada ise tek taraflı olacak şekilde toplam 4 hastada (%2) tespit edilmiştir. MİM'lerde birleşen kanalların 17'si simetrik (%68), 8'i ise tek taraflı olarak izlenmiştir.

4.10. Cinsiyetler Arasındaki Farklılıklar

Tablo 8'de sunulan verilere göre, molar dişlerde kök füzyonu, kanal birleşimleri ve C-şekilli kanalların prevalansı cinsiyete göre farklılık göstermektedir. Kadın hastalarda bu kök ve kanal varyasyonlarının prevalansı genel olarak erkek hastalara göre daha yüksek bulunmuştur. İstatistiksel analizler, tüm molarlar ve ikinci molarlar için cinsiyetler arasındaki farklılıkların kök füzyonu ve kanal birleşimleri açısından anlamlı olduğunu ortaya koymaktadır (Tablo 8) ($p < 0,05$). Birinci molarlarda ise kök füzyonu açısından cinsiyetler arasında anlamlı bir fark bulunmuş, ancak kanal birleşimleri açısından anlamlı bir fark gözlemlenmemiştir. C-şekilli kanallar açısından cinsiyetler arasında belirgin bir

farklılık bulunmamış olup, bu bulgunun istatistiksel olarak anlamlı olmadığı tespit edilmiştir ($p > 0,05$).

Tablo 8: Cinsiyetler arasındaki farklılıklar

	Erkek, <i>n</i> (%)	Kadın, <i>n</i> (%)	<i>P</i> değeri
Kök füzyonu			
Tüm molarlar			
Yok	282 (88,1)	333 (76,4)	<0,001*
Var	38 (11,9)	103 (23,6)	
Birinci molarlar			
Yok	156 (97,5)	199 (91,3)	0,015*#
Var	4 (2,5)	19 (8,7)	
İkinci molarlar			
Yok	126 (78,8)	134 (61,5)	<0,001*
Var	34 (21,3)	84 (38,5)	
Birleşen kanallar			
Tüm molarlar			
Yok	310 (96,9)	397 (91,1)	0,002*
Var	10 (3,1)	39 (8,9)	
Birinci molarlar			
Yok	158 (98,8)	213 (97,7)	0,704#
Var	2 (1,3)	5 (2,3)	
İkinci molarlar			
Yok	152 (95)	184 (84,4)	0,002*
Var	8 (5)	34 (15,6)	
C-şekli kanallar			
Tüm molarlar			
Yok	318 (99,4)	432 (99,1)	0,999#
Var	2 (0,6)	4 (0,9)	
Birinci molarlar			
Yok	160 (100)	218 (100)	—
Var	0	0	
İkinci molarlar			
Yok	158 (98,8)	214 (98,2)	0,999#
Var	2 (1,3)	4 (1,8)	

p: Ki-Kare Testleri (#:Fisher Kesin Ki-Kre Testi)

*: *p* değeri 0,05 düzeyinde anlamlıdır.

5. TARTIŞMA

Kök kanal morfolojisi ve sık görülen varyasyonları hakkında bilgi sahibi olmakla birlikte bu varyasyonların tanımlanması, endodontik tedavinin başarısı için temel gerekliliktir (Vertucci, 2005). Kök ve kanalların anatomisi bireyler arasında farklılık gösterebileceği gibi, aynı bireyin simetrik dişleri arasında dahi farklılıklar gösterebilmektedir (Ballullaya ve ark., 2013). Bunun yanı sıra kök ve kanal anatomisinin cinsiyete ve etnik kökene bağlı farklılıkları birçok çalışmada bildirilmiştir (Locks ve ark., 2024; Martins ve ark., 2020). Bu nedenle belirli bir popülasyonun kök kanal anatomisinin karakterize edilmesi ve bulguların diğer çalışmalarla karşılaştırılması, klinisyenlerin belirli anatomik varyasyonların popülasyon eğilimlerine ilişkin bilgilerini arttıracak ve tedavi başarılarına katkı sunacağı düşünülmektedir.

Araştırmacılar uzun yıllardır kök ve kanal anatomisini incelemek için farklı klinik ve laboratuvar teknikleri geliştirmişlerdir (Perrini & Versiani, 2019). Bu teknikler başta çekilmiş dişler üzerinde uygulanan bir takım işlemlerle kök kanal anatomisini görünür kılmayı hedeflemektedir (Vertucci, 1984). Yakın zamanda 3B radyografik tekniklerin diş hekimliği pratiğine girmesi, bu alanda yapılan çalışmaların dişler üzerinde herhangi bir tahribata yol açmadan gerçekleştirilebilmesine olanak sağlamıştır (Ahmed, 2022). Özellikle Mikro-BT, ana kanalların yanında lateral kanalların, isthmusların ve hatta apikal dallanmaların dahi detaylı bir şekilde incelenmesine olanak sağlayan en etkili görüntüleme yöntemidir (Wolf ve ark., 2017). Aynı zamanda elde edilen görüntüler dijital ortamda rekonstrükte edilerek kök kanal anatomisinin karmaşık yapısını ortaya koyabilmektedir (Ordinola-Zapata ve ark., 2019b). Ancak Mikro-BT'nin yüksek radyasyon dozu, uzun görüntüleme süresi ve yüksek maliyeti gibi dezavantajları, daha düşük örneklem büyüklüğü üzerinde çalışılmasına sebep olmaktadır (Chavez ve ark.,

2021). Ayrıca bu yöntemin sadece çekilmiş dişler üzerinde uygulanması, incelenen dişlere ait bireylerin yaşı, cinsiyeti ve etnik kökeni hakkında bilgi sahibi olunamamasıyla birlikte; incelenen dişleri, komşu veya simetrik dişlerle karşılaştırmayı da mümkün kılamamaktadır (Ahmed & Rossi-Fedele, 2020).

KIBT canlı denekler üzerinde kök kanal morfolojisinin 3B olarak incelenmesine olanak veren bir görüntüleme yöntemidir (Kim ve ark., 2012). KIBT'nin çok sayıda farklı diş tipinde kök ve kanal anatomilerinin incelenmesinde etkili bir teknoloji olduğunu kanıtlamıştır (Buchanan ve ark., 2023). KIBT'nin diş hekimliği pratiğinde tanı ve tedavi planlaması için sıklıkla kullanılması, araştırmacılara geniş bir veri seti sunmaktadır. Bunun yanı sıra dünyanın her yerinden elde edilebilen verilerin yaş, cinsiyet, ait olduğu popülasyon, diş numarası gibi bilgileri içermesi, klinik gözlemsel çalışmaları laboratuvar çalışmalarından avantajlı hale getirmektedir (Martins ve ark., 2019b). Aynı zamanda KIBT denek gruplarının seçimine izin vererek varyasyonların bilateral simetrisinin ve molar dişler arasındaki kolerasyonun değerlendirilmesine de olanak vermektedir (Tzeng ve ark., 2020). Bizler de bu karşılaştırmaları yapabilmek için çalışmamızda kök füzyonunun, birleşen kanalların ve C-şekilli kanalların incelenmesinde KIBT kullandık. Ayrıca Mikro-BT ile karşılaştırıldığında KIBT'nin kök ve kanal sayısı belirlemede güvenilir olduğunu gösteren çok sayıda çalışma mevcuttur (Martins ve ark., 2019b).

Kök kanal tedavili MM dişlerin, ağızda en yüksek klinik başarısızlık oranına sahip dişler olduğu bilinmektedir (Hartwell ve ark., 2007; Smadi & Khraisat, 2007). Bunun nedeni çoğu zaman, kök ve kanal anatomilerindeki farklı varyasyonlar olarak gösterilmektedir (Neelakantan ve ark., 2010). Bu varyasyonların başında kök füzyonu gelmektedir. Kök füzyonun varlığı ayrık köklü dişlere kıyasla daha karmaşık kanal sistemleri ile ilişkilendirilmekte; bu da daha düşük klinik başarı oranını beraberinde

getirebilmektedir (Zhang ve ark., 2014). Bir çalışmada, daha önce kanal tedavisi görmüş füzyonlu MM dişlerin, ayırık köklü olanlara göre 1.3 kat daha fazla periapikal lezyon izlendiği gösterilmiştir (Pereira ve ark., 2020). Bunun yanı sıra kök füzyonuyla beraber kök kanalları arasındaki bağlantılar ve C-Şekilli kanal sistemleri, kök kanallarının dezenfeksiyonunu ve hermetik dolumunu kısıtlayarak kanal tedavisini zorlaştırabilir (Sun ve ark., 2022). Bu sebeplerden dolayı, klinik ve laboratuvar çalışmaları ile MM dişlerin en yaygın kök ve kanal anatomilerinin yanı sıra, sık görülen varyasyonlarını da ortaya koymak önemlidir. Maksiller molar dişlerin kök füzyonu ve kanal varyasyonları geniş çapta araştırılmış ve farklı sonuçlar bildirilmiştir (Tablo 2). Fakat literatürde kök füzyonun incelendiği hiçbir çalışmada tüm denek gruplarında, aynı hastada maksiller birinci ve ikinci molar dişlerinin tamamı aynı anda değerlendirilmemiştir. Bu da hem bilateral simetrinin hem de 1. ve 2. molar dişler arasındaki kolerasyonunun tam anlamıyla doğru gösterilemediğini düşündürmektedir. Çalışmamız incelenen her hastanın maksiller birinci ve ikinci tüm molar dişlerinin mevcut olduğu literatürdeki tek çalışmadır. Çalışmamızda MM dişlerde kök füzyonunun, füzyona uğrayan kök kanalları arasındaki birleşimlerin ve C-şekilli kanalların prevalansını göstermeyi hedefledik. Elde ettiğimiz verileri kullanarak bu varyasyonların molar dişler arasındaki kolerasyonunu, bilateral simetri varlığını ve cinsiyetler arasındaki dağılımını değerlendirmekse bir diğer amacımızdı. Çalışmamızın hem birinci hem ikinci molarlarda kök füzyonun önemli derecede uyum göstermesi sonucu bilateral simetrinin varlığını; kök füzyonu ve birleşen kanalların kadınlarda anlamlı derecede daha fazla izlendiğini göstermesi, h0 hipotezlerini reddetmiştir. Ancak C-şekilli kanal konfigürasyonun cinsiyetler arasında fark göstermemesi, h0 hipotezini karşılamaktadır.

MM dişlerin en yaygın formu 3 köklü olanıdır (Cleghorn ve ark., 2006). Bu dişler kökler arasındaki füzyona bağlı olarak 2 veya tek köklü görünebilmekle beraber nadir de olsa 4 köklü formları da mevcuttur (Kim ve ark., 2012). Ekstra köklerin etiyojisi kesin olarak bilinmemekle birlikte, Hertwig epitel kök kılıfının bölünerek iki benzer kök oluşturması veya katlanarak bağımsız bir kök oluşturması ile meydana geldiği öne sürülmüştür (Türp & Alt, 1998). Genetik faktörler, farklı etnik gruplar, bazı hastalıklar, lokal travmatik yaralanmalar ve dış basıncın aksesuar köklerin etiyojisinde rol oynadığı düşünülmektedir (Ahmed & Abbott, 2012). MİM dişlerin kök kanal morfolojileri genellikle MBM dişlere kıyasla daha değişkendir ve 4. kökün görülme sıklığı MBM'dan daha fazla bildirilmiştir (Tian ve ark., 2016). Bazı çalışmalarda her iki MM dişte de 4. köke rastlanılmamıştır (Pérez-Heredia ve ark., 2017). Kore ve Tayvan popülasyonunda, MBM dişlerinde dördüncü köke rastlanmamış ancak MİM dişlerinin sırasıyla %1,94 ve %0,9'unda aksesuar dördüncü kök bulunmuştur (Kim ve ark., 2012; Lin ve ark., 2017). Çin popülasyonunda ise MBM ve MİM dişlerde sırasıyla %0,07 ve %0,98'lik bir insidansla dördüncü kök tespit edilmiştir (Gu ve ark., 2015). Etnik farklılıkların kök ve kanal morfolojilerini etkilediği bilinmektedir. Asyalı ve beyaz etnik grupları karşılaştıran bir çalışmada, MİM'lerde dört kökün insidansı beyaz etnik grupta %0,4 ve Asyalılarda %1,7 olarak bulunmuştur (Martins ve ark., 2018b). Bununla birlikte Türk popülasyonunda 4 köklü MM dişleri gösteren 2 çalışma mevcuttur. Bu çalışmalardan birinde MBM ve MİM dişlerde sırasıyla %0,6 ve %0,45 oranında dördüncü köke rastlanırken, diğer çalışmada %0,17 ve 1,41 oranında dördüncü köke rastladıklarını bildirmişlerdir (Altunsoy ve ark., 2015; Aydın, 2021b). Bizim çalışmamızda ise 756 adet MM diş içerisinde MBM dişlerde hiç dördüncü köke rastlamazken, 2 adet (%0,3) 4 köklü MİM diş tespit ettik. Çalışmamızda Kore ve Tayvan'da yapılan çalışmalara benzer

şekilde, MBM dişlerde hiç 4 köke rastlanmamıştır (Kim ve ark., 2012; Lin ve ark., 2017). MİM dişlerde ise sonuçlarımız, Avrupalı beyaz ırk ve Türk toplumu için bildirilenlere yakın olmakla birlikte daha düşük değerlerdedir (Altunsoy ve ark., 2015; Aydın, 2021b; Martins ve ark., 2018b). Bunun sebebi çalışmamızın örneklem büyüklüğünün diğer çalışmalara kıyasla daha düşük olmasından kaynaklanıyor olabilir. 4 köklü MM dişlerde en sık gözlenen aksesuar kök palatinal tarafta yer alan aksesuar köktür (Gu ve ark., 2015). Bizler de benzer şekilde çalışmamızda tespit ettiğimiz 2 adet 4 köklü MİM dişin birinde aksesuar kökü palatinal tarafta izledik. Diğer dişte 4. kök mesial tarafta izlenmekle birlikte Türk toplumunda yapılan diğer çalışmalarda bildirilen morfolojilerden farklı bir tip kök izlenmemiştir (Aydın, 2021b).

MM dişlerde fazladan izlenen bir aksesuar kökü tanımlamak zor değildir. Ancak konu kök füzyonu olduğu zaman literatürde tutarsızlıklar yer almaktadır (Ahmed, 2022). Bu tutarsızlıkların en büyük sebebi çalışma yöntemine göre füzyonun tanımının farklı yapılması ve bu konuda fikir birliği olmamasıdır (Aydın, 2021a). Kök füzyonu, köklerin zamanla sement birikimi nedeniyle birleşmesi ya da HEKK'nin furkasyon bölgesinde gelişmemesi veya kaynaşması sırasındaki başarısızlık sonucu oluştuğu düşünülmektedir (Al-Fouzan, 2002). Ross ve Evanchik (1981) tek kökü olan veya kökleri olağan furkasyonun apikalinde kaynaşmış olan her molar dişi kök füzyonu olarak değerlendirmiştir (Ross & Evanchik, 1981). Bu çalışma 2B radyografiler üzerinde yapılan incelemeleri içerdiği için bu tip bir füzyon tanımlaması uygun görülebilir. Ancak 3B radyografilerin füzyonlu dişlerin anatomisini çok daha detaylı ortaya koyması farklı füzyon tanımlamalarını gerekli kıldığını düşünmekteyiz. Zhang ve ark. (2014) Mikro-BT ile yaptıkları bir pilot çalışmada, MSB-KF'nin MSB-Apeks'e oranını ölçmüşlerdir. Ve bu pilot çalışmada, füzyona uğramış köklerin çoğunda MSB-KF'nin MSB-Apeks'e oranının

%70'ten fazla olduğunu ortaya koymuşlardır. Bu sonuca dayanarak kök füzyonu tanımı için kıstas olarak %70'i seçtikleri ve kök füzyonunu 6 tipe ayırdıkları bir sınıflama bildirmişlerdir (Zhang ve ark., 2014). Jo ve ark. (2016) ise, KIBT ile yaptıkları incelemede MM dişleri füzyonlu kök sayısına göre tiplere ve füzyona uğrama sırasına göre de alt tiplere ayırmıştır (Jo ve ark., 2016). Ancak 9 varyant içeren bu sınıflama Ross ve Evanchik'in tutarsız kök füzyonu tanımlamasına göre yapılmış ve Zhang'ın (2014) sınıflamasından farklı bir tip ortaya koyamamıştır. Bunların yanında Kim ve ark. çalışmalarında daha net bir tanımlama kullanarak, bir dişe kök füzyonu diyebilmek için tüm kök yüzeyinin kaynaşmış olması gerektiğini savunmuşlardır (Kim ve ark., 2012). Fakat bu tip bir tanımlama, kök füzyonu olarak değerlendirilen diğer çalışmalardan daha düşük oranda füzyon insidansı sonucunu doğuracağını düşünmekteyiz. Bazı çalışmalar ise dişleri kök sayılarına ve kanal konfigürasyonlarına göre varyantlara ayırmışlardır (Mirza ve ark., 2022; Silva ve ark., 2014; Wang ve ark., 2017). Ancak bu tip bir sınıflamanın diğer çalışmalarla karşılaştırılması güç olabilir. Evrensel bir sınıflamanın basit, tutarlı ve pratik olması gerekmektedir (Ahmed ve ark., 2017). Bu sebepten dolayı kök füzyonu ayrı bir sınıflandırmayla belirtip, kanal sayılarını ve konfigürasyonlarını füzyonun tipine göre tarif etmek daha uygulanabilir olacaktır (Ahmed ve ark., 2021). Artan bilgi birikimi ve 3B görüntüleme teknolojilerin kullanımı ile çalışmalarda, tutarlı bir terminolojinin ihtiyacı giderek artmaktadır. Terimlerin tutarlı bir şekilde kullanılması, yalnızca doğruluğu, anlaşılabilirliği ve kavramsal netliği artırmakla kalmaz, aynı zamanda farklı araştırma bulgularının birbirleriyle karşılaştırılabilmesini sağlamak açısından da kritik rol oynar. Kayda değer çabalara rağmen, bugüne kadar kök ve kanal anatomisiyle ilgili terminolojik hususların çoğu için evrensel bir fikir birliği sağlanamamıştır (Ahmed, 2022). İnsidanstaki bu farklılıkların gerçek varyasyonlar olup

olmadığının doğrulanabilmesi için kök füzyonu kriterlerinin net bir şekilde tanımlanması ve açıklığa kavuşturulması gerekmektedir (Aydın, 2021a). Bu, mevcut çalışmanın bulgularının daha güvenilir yorumlanmasına ve önceki araştırmalarla daha sağlıklı karşılaştırmalar yapılmasına olanak tanıyacaktır (Martins ve ark., 2020). Çalışmamızda bu hususta en tutarlı bulduğumuz Zhang ve ark.'nın kök füzyonu tanımlamasını kullandık. Ancak bizler KIBT ile in vivo bir çalışma gerçekleştirdiğimiz için çalışmamızda Mikro-BT gibi hassas ölçümler gerçekleştiremedik. Bu sebeple tanımlamayı şu şekilde modifiye ettik; Diş köklerinin MSB noktasından apekse kadar olan kısmı, apikal, orta ve koronel 3 eşit parçaya bölündüğünde kök furkasyonu veya kök füzyonun apikal sınırı apikal üçlüde yer alıyorsa diş füzyon olarak değerlendirilmiştir.

MM dişler üzerindeki in vivo KIBT çalışmamızda MBM dişlerde %6,1 MİM dişlerde 31,2 oranında kök füzyonu tespit ettik. MBM için sonuçlarımız aynı yöntem ve sınıflamayı kullanan Portekiz (%7,1) ve Sudi Arabistan'da (%7) yapılmış çalışmalarla benzer bulunmuştur. Ancak MİM'lar için aynı çalışmalarda sırasıyla %25,2 ve %21 oranında izlenen kök füzyonu, bizim çalışmamızdan düşüktü (Martins ve ark., 2016b; Mashyakhy ve ark., 2019). Yine aynı füzyon kriterlerine sahip Portekizde yapılan geniş çaplı bir başka çalışmada MBM'ların kök füzyonu %11 ile çalışmamızdan yüksek değerlere sahipken, MİM dişlerde %33,5 ile çalışmamıza yakın sonuçlar gösterilmiştir (Pereira ve ark., 2020). MİM dişlerin incelendiği Çinde yapılmış ve kök füzyonu için benzer tanımlama kullanan başka bir çalışma da bizim sonuçlarımıza benzer bir değer (%31,5) bildirmiştir (Xia ve ark., 2020). Bunun yanında Çin alt popülasyonunda yapılmış bir başka çalışmada tüm MBM dişlerin 3 ayrı köke sahip olduğunu, MİM dişlerin ise %82'sinin 3 ayrı köke %9'unun iki köke %10'un tek köke sahip olduğunu bildirmişlerdir (Zhang ve ark., 2011). Aynı popülasyonlar üzerinde yapılan çalışmalarda

bu tip farklılıkların görülmesi, çalışmalarda belirlenen farklı füzyon tanımlamalarından kaynaklandığı düşünülmektedir. Zira yine Çin’de yapılan ve kök füzyonun tanımlamasında kullandığımız Zhang ve ark.’nın çalışmalarında, MİM dişlerde kök füzyonunu %42,25 ile çalışmamızdan yüksek bir değerde bildirmişlerdir (Zhang ve ark., 2014). Ancak bu çalışmanın da ex vivo bir Mikro-BT çalışması olduğunu da belirtmek gerekir. Kore ve Çin’de yapılan başka çalışmalar ise hem MBM hem de MİM dişlerde bizim sonuçlarımızdan düşük değerler göstermişlerdir (Tablo 2) (Kim ve ark., 2012; Tian ve ark., 2016). Bu çalışmalardaki düşük değerlerin sebebi, bir dişi kök füzyonu olarak tanımlamak için birleşimin tüm kök yüzeyi boyunca izlenmesi gerekliliği olabilir. Latin Amerika’da yapılan bir başka çalışmaya göre, kök füzyonu insidansı MBM’lerde %23,4 ve MİM’lerde %57,6 şeklinde çok yüksek sonuçlar bildirilmiştir (Marcano-Caldera ve ark.). Ancak bu çalışmada da orta bölgede birleşen dişler de kök füzyonu kategorisine dahil edilmiştir. Fakat benzer füzyon tanımlaması kullanan ancak kök füzyonunu farklı bir sınıflama üzerinden gösteren Kore’de yapılmış bir çalışmada, hem MBM dişlerde (%3,2) hem de MİM dişlerde (%19,5) çalışmamızdan düşük değerler bildirilmiştir (Jo ve ark., 2016). Buda çalışma yönteminden bağımsız popülasyon ve örneklem büyüklüğünün sonuçlar üzerindeki etkisini gösterebilmektedir. Türk toplumunda yapılan çalışmalarda MM’ların kök ve kanal anatomisi incelenmiş olsa da, dişlerde füzyona değinilmeden sadece kök sayıları rapor edildiği için sonuçlarımızı bu çalışmalarla karşılaştıramadık (Altunsoy ve ark., 2015; Magat & Hakbilen, 2019; Sert & Bayirli, 2004). Literatürde Türk toplumunda yalnızca bir çalışma kök füzyonun tanımlamasını açıkça yapmış ve kök füzyonunu tiplendirmiştir. Bu çalışma sonucunda Türk toplumunda MBM dişlerde kök füzyonunu %7,14’lük bir değer ile bizimkine yakın bulurken, MİM dişlerde %23,47 ile çalışmamızdan daha düşük bir değerde bildirilmiştir (Aydın, 2021a).

Çalışmamızda en sık gözlenen füzyon tipi tip II (%6,8) olmakla beraber, bunu sırasıyla tip I (%4,3) ve tip III (%2,6) izlemiştir. MBM dişler arasında en sık izlenen füzyon tip III olmuştur ve bu değer tüm MBM dişlerin %5'ini oluşturmaktadır. Bu sonuç %4,5 (Mashyakhy ve ark., 2019), %5,35 (Aydın, 2021a), %6 (Martins ve ark., 2016b) ve %6,6 (Pereira ve ark., 2020) değerleri ile tip III kök füzyonunu, MBM dişlerde en sık izlenen füzyon tipi bildiren diğer KIBT çalışmalarıyla benzerdir. MİM dişler içinse en sık izlenen füzyon tipleri sırasıyla tip II ve tip I olmuştur ve bu değer tüm MİM dişlerin sırasıyla %12,7 ve %9'unu oluşturmaktadır. Bu sonuçlar da %6,8 (Martins ve ark., 2016b), %8,7 (Aydın, 2021a), %10,5 (Mashyakhy ve ark., 2019), %10,8 (Pereira ve ark., 2020) değerleri ile tip II kök füzyonunu, MİM dişlerde en sık izlenen füzyon tipi bildiren diğer KIBT çalışmalarıyla benzerdir. Ancak Mikro-BT ile çekilmiş dişler üzerinde yapılan ve füzyonlu dişlerin kök ve kanal anatomilerini daha detaylı ortaya koyan çalışmalar, MİM dişler için en yaygın füzyon tipini tip I olarak bildirmişlerdir (Keskin ve ark., 2022; Ordinola-Zapata ve ark., 2017b; Zhang ve ark., 2014). Mikro-BT ve KIBT çalışmalarının farklı sonuçları üzerinde, bu çalışmaların çekilmiş dişler üzerinde yapılmış olmaları ve düşük örneklem boyutu içermeleri etkili olabilir. Latin Amerikada yapılan KIBT çalışması ise MBM dişlerde çalışmamıza benzer şekilde tip III füzyonu en yaygın kök füzyonu bulurken MİM dişlerde çalışmamızdan farklı olarak en yaygın füzyon tipini tip VI olarak bildirmişlerdir (Marcano-Caldera ve ark.).

Çalışmamızda MBM dişlerde görülen kök füzyonunun %8,7'lik düşük bir kısmını 3 kökün füzyonu oluştururken Mashyakhy ve ark. %29,2 ile çalışmamızdan yüksek bir oran bildirmişlerdir. MİM dişler içinse çalışmamızda karşılaştığımız kök füzyonlarının %70,3'ü 2 kökün, %29,7'si 3 kökün füzyonudur. Çalışmamıza benzer şekilde Mashyakhy ve ark.'nın çalışmasında 2 ve 3 kökün füzyonu sırasıyla %67,9, %32,1 olarak bildirilmiştir

(Mashyakhy ve ark., 2019). Bu sonuçlar hem MBM hem de MİM dişlerde 2 kökün füzyonunun daha sık izlendiğini, MBM dişlerde iki kökün füzyonunun daha yaygın olabileceğini göstermektedir.

Birleşen kanallar daha çok gelişimsel kök füzyonlarında görülür; bağımsız kanallar ise yaşa bağlı sement birikiminin neden olduğu füzyonlarda daha yaygındır (Ordinola-Zapata ve ark., 2017b). Zhang ve ark. Mikro-BT kullanarak Çin popülasyonunda füzyonlu dişlerin kanalları arasındaki birleşimi %35,4 oranında, yaygın olarak bildirmiştir (Zhang ve ark., 2014). Çalışmamızda benzer şekilde kök füzyonu tespit ettiğimiz dişlerin kanallarının %34,8'inin tek noktadan, birden fazla noktadan veya tek kanal sistemi oluşturacak şekilde boylu boyunca birleştiklerini gösterdik. Bunun yanında füzyonlu köklerde kanalların birleşim prevalansı MBM dişlerde %30, MİM dişlerde %35,6 olarak bulundu. Türk popülasyonunda yapılan bir başka çalışmada bu oranlar sırasıyla 18,2 ve 40,6 olarak bildirilmiştir (Aydın, 2021a). Sudi Arabistan popülasyonunda yapılan çalışmada kanalların birleşimi MİM dişlerde çalışmamıza benzer şekilde %32,1 bildirilirken, MBM dişlerde %8,3'lük daha düşük bir değer bildirilmiştir (Mashyakhy ve ark., 2019). Bunun yanında MBM dişlerde sonuçlarımız Portekiz popülasyonunda bildirilen %27,9'luk değerlere yakınken aynı çalışmada MİM dişlerde bildirilen %62,3'lük değerden oldukça düşüktür (Martins ve ark., 2016b). Çin'de yapılan, MBM dişlerde %4,5 ve MİM dişlerde %10,6 bildiren bir başka çalışmadan ise sonuçlarımız belirgin şekilde yüksektir (Tian ve ark., 2016). Bu çalışmaların her birinde MİM dişlerin kök füzyonunda birleşen kanallar, MBM dişlerden daha fazla gösterilmiş olsa da bizim çalışmamızda yakın sonuçlar gösterdi. Bu farklılık, çalışmalarda kanal birleşiminin tanımına yeterli derecede açıklama getirilmemesinden kaynaklı olabilir. Bunun yanında belirgin olmasa da bizim çalışmamızda dahil tüm çalışmalarda MBM

dişlerde daha az sayıda birleşim izlenmesi, bu dişlerin füzyonun daha çok sement birikiminden kaynaklandığını gösterebilir.

MM dişlerde C-şekilli kanal nadir izlenmekle beraber bu terim genellikle 2 veya daha fazla kök kanalı arasında birleşen tam veya kısmi bir kök kanalını temsil edebilen geniş bir yarımay kök kanalı şekline sahip vakaları tanımlamak için kullanılmıştır (Martins ve ark., 2016a). Çalışmamızda tüm molarlar içerisinde hepsi MİM olmak üzere toplam 6 (%0,8) C-şekilli kanal tespit ettik. Sonuçlarımız Sudi Arabistanda yapılan çalışmayla aynı oranı (%0,8) göstermektedir (Mashyakhy ve ark., 2019). Ancak bu çalışmada C-şekilli kanalların 2'si MBM dişlere, 4'ü MİM dişlerde gözlenmiştir. Martins ve ark. çalışmalarında MBM dişlerde %1,1 ve MİM dişlerde %3,8 oranında C-şekilli kanal tanımlamışlardır (Martins ve ark., 2016a). Ayrıca Martins ve ark. kategorize ettikleri tüm tipleri bildirirken, bu çalışmada yalnızca B ve E tipleri izlendi. Litaratürde C şekilli kanal bildiren farklı çalışmalar da yer almaktadır (Abdalrahman ve ark., 2022; Jo ve ark., 2016; Qian ve ark., 2022). Ancak Martins'in C-şekilli kanal tanımlamasını ve sınıflandırmasını kullanan tek çalışma Mashyakhy'nin çalışmasıdır (Mashyakhy ve ark., 2019). Bu sınıflamadan farklı olarak Jo ve ark. kök füzyonunu ve C-şekilli kanalları farklı biçimde kategorize etmişlerdir (Jo ve ark., 2016). Bu sınıflamayı veya modifikasyonlarını kullanan çalışmalar; Kore (Jo ve ark., 2016), Irak (Abdalrahman ve ark., 2022) ve Çin (Qian ve ark., 2022) popülasyonlarında MİM dişlerde sırasıyla %2,7, %7,9 ve %2,67 C-şekilli kanal bildirmişlerdir. Bu çalışmaların tümü MM dişlerde C-şekilli kanalları nadir bildirirken Mikro-BT çalışması kök füzyonu mevcut dişler içerisinde %22 ile yaygın olabileceğini bildirmiştir (Ordinola-Zapata ve ark., 2017b). Ancak bu çalışmanın örneklem boyutu düşüktür ve yalnızca MİM dişler değerlendirilmiştir.

Çalışmamıza dahil edilen 189 hastanın 71'inde (%37,6) kök füzyonu tespit edildi ve bu hastaların 8'inde (%4,2) hem birinci hem de ikinci tüm molar dişlerinde kök füzyonunu izlendi. Mashyakhy ve ark. ise toplam 203 hastanın 59'unda füzyon izlerken çalışmamıza benzer şekilde 11 (%5,3) hastada hem birinci hem ikinci tüm molar dişlerinin füzyon olduğunu bildirmişlerdir (Mashyakhy ve ark., 2019). Çalışmamızın sonucunda en az bir MBM dışında kök füzyonu mevcut 13 hastanın 8'inde (%61,6) tüm MM dişlerinde kök füzyonu olması bir MBM dişte kök füzyonu tespit edildiği zaman diğer dişlerde de füzyon olabileceğini göstermektedir.

Çalışmamızda aynı hastadaki kök füzyonunun bilateral simetrisi de değerlendirilmiştir. Mashyakhy ve ark.'nın çalışmalarında inceledikleri tüm hastaların simetriğindeki diş mevcuttu. Fakat çalışmamızdan farklı olarak sadece MBM veya sadece MİM dişleri karşılıklı olan hasta gruplarını da çalışmalarına dahil etmişlerdir (Mashyakhy ve ark., 2019). Kolombiya'da yapılan bir çalışmada MBM dişlerinde bilateral kök füzyonu incelenen dişlerin neredeyse yarısında, MİM diş vakalarının %60'ından fazlasında bilateral kök füzyonu bildirilmiştir (Marcano-Caldera ve ark.). Fakat çalışmaya dahil edilen hastalarda karşıt dişin mevcut olup olmadığı dikkate alınmamıştır. Benzer şekilde Hint popülasyonunda kök kanal morfolojisinin simetrisinin MBM dişlerinde %71,1, MİM dişlerinde ise %79,6 olduğunu gösterdi (Neelakantan ve ark., 2010). Başka bir çalışmada, Çin popülasyonunda 45 hastanın 34'ünün (%84) karşıt MM dişlerin kök ve kanal morfolojisinde mükemmel simetriye sahip olduğu bildirildi (Zhang ve ark., 2011). Bu çalışmada 189 hasta içerisinde maksiller birinci ve ikinci molar dişlerinde kök füzyonunu, karşıt dişle önemli derecede benzerlik gösterdi.

Cinsiyetle ilgili olarak, kadınlarda kök füzyonu ve birleşen kanalların daha yüksek oranda görülme eğiliminde olduğunu tespit ettik ve bu farklılıklar istatistiksel olarak

anlamlıydı. Önceki bir çalışmada, kadınlarda kök füzyonunu ve birleşik kanal prevalansı çalışmamıza benzer şekilde anlamlı derecede yüksek olduğu bildirilmiştir (Martins ve ark. 2016b). Ayrıca, başka bir çalışmada C-şekilli kanalların prevalansı kadın popülasyonunda anlamlı olarak daha yüksek bulunmuştur (Martins ve ark., 2016a). Çalışmamızda düşük örneklem boyutumuz sebebiyle kadınlarda C-şekilli kanallar için anlamlı bir sonuç bulamadık. Kolombiya ve Çin popülasyonlarında yapılan diğer çalışmalar da kök füzyonu için istatistiksel anlamlı şekilde kadınlarda daha yaygın bildirerek çalışmamızı desteklemektedir (Marcano-Caldera ve ark., 2019; Wu ve ark., 2017). Bunlardan farklı olarak Sudi Arabistan popülasyonunda yapılan çalışmada kök füzyonu ve birleşen kanallar kadınlarda daha yüksek oranda bildirilse de, sonuçların istatistiksel olarak anlamlı olmadığı belirtilmiştir (Mashyakhy ve ark., 2019).

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmanın limitasyonları dahilinde aşağıdaki sonuçları elde ettik:

- MİM dişlerin kök anatomileri MBM dişlere kıyasla daha karmaşıktır.
- 4 köklü MM dişler çok nadir izlenmekle birlikte MİM dişlerde prevelansı %0,3, MBM dişlerde ise hiç izlenmemiştir.
- Tüm MM dişler içerisinde kök füzyonu prevelansı %18,7 (%6,1 MBM, %31,2 MİM), birleşen kanallarınki %6,5, C-şekilli kanallarınki %0,8'dir.
- MBM dişlerde en fazla tip III (%5) kök füzyonu izlenirken MİM dişlerde en fazla tip II (%12,7) izlenmektedir.
- Füzyon izlenen tüm molar dişlerin %34,75'inde (30,4 MBM, 35,6 MİM) kanallar arasında birleşim mevcuttur.
- Hem birinci hem ikinci MM'lar için kök füzyonunun bilateral simetrisi önemli derecede uyum göstermiştir
- Kadınlarda kök füzyonu ve füzyonlu dişlerde kanalların birleşimi istatistiksel olarak anlamlı biçimde daha fazla izlenmiştir.

Bu sonuçlar, maksilladaki ikinci molar dişlerin kök ve kanal konfigürasyonunun anlaşılmasına yardımcı olarak endodontik tedavinin başarısına katkı sağlayabilmekle beraber bu alanda yapılan çalışmalara veri sunabilir. Birden fazla MM dişine kanal tedavisi yapılacak hastaların özellikle MBM dişlerinin herhangi birinde kök füzyonu izlendiğinde, klinisyenlerin diğer dişlerde de kök füzyonu ihtimalini düşünmelerini önermekteyiz. Ayrıca, bu bulgular KIBT'nin dişlerin karmaşık anatomik morfolojisini değerlendirmede etkili olduğunu göstermiştir. Ancak bu çalışmayı gerçekleştirirken bir takım limitasyonlarımız vardı; çalışmaya dahil etme kriterleri uygulandıktan sonra örneklem boyutu oldukça azaldı. Ayrıca KIBT görüntülerinin çoğu cerrahi sebeplerle

alınan, kraniyofasiyal, büyük FOV'a sahip radyografler oluşu görüntü kalitesini azaltarak analizlerimizi zorlaştırdı.

MM dişlerin kök ve kanal anatomileri üzerine yapılan çalışmalarda kök füzyonu ve C-şekilli kanal gibi varyasyonların tanımlamaları hala net sınırlar içerisinde değildir. Bundan sonra yapılacak çalışmalarda kök sayısı ve kök füzyonuyla ilgili tanımlamaların hem mevcut çalışma ile hem de bundan sonra yapılacak çalışmalarda doğru karşılaştırmaların yapılabilmesi için ortak ve net olması önerilmektedir. Bu çalışma birinci ve ikinci tüm molar dişleri mevcut olgular üzerinde kök füzyonunu inceleyen literatürdeki tek çalışmadır. Daha büyük örneklem boyutuyla yapılacak çalışmalar etnik köken ve cinsiyet farklılıklarının gösterilmesine katkı sağlayacaktır.

7. KAYNAKÇA

- Abdalrahman, K., Talabani, R., Kazzaz, S., & Babarasul, D. (2022). Assessment of C-Shaped Canal Morphology in Mandibular and Maxillary Second Molars in an Iraqi Subpopulation Using Cone-Beam Computed Tomography. *Scanning*, 2022(1), 4886993.
- Abella, F., Teixidó, L. M., Patel, S., Sosa, F., Duran-Sindreu, F., & Roig, M. (2015). Cone-beam computed tomography analysis of the root canal morphology of maxillary first and second premolars in a Spanish population. *Journal of Endodontics*, 41(8), 1241-1247.
- Aguayo, P. (1995). Apical foraminal openings in human teeth: Number and location. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 79(6), 769-777.
- Ahmed, H. M. A., & Abbott, P. (2012). Accessory roots in maxillary molar teeth: a review and endodontic considerations. *Australian Dental Journal*, 57(2), 123-131.
- Ahmed, H. M. A., Versiani, M. A., De-Deus, G., & Dummer, P. (2017). A new system for classifying root and root canal morphology. *International Endodontic Journal*, 50(8), 761-770.
- Ahmed, H. M. A., Neelakantan, P., & Dummer, P. (2018). A new system for classifying accessory canal morphology. *International Endodontic Journal*, 51(2), 164-176.
- Ahmed, H. M. A., & Dummer, P. M. (2018). A new system for classifying tooth, root and canal anomalies. *International Endodontic Journal*, 51(4), 389-404.
- Ahmed, H. M. A., Versiani, M. A., De-Deus, G., & Dummer, P. M. (2019). New proposal for classifying root and root canal morphology. *The root canal anatomy in permanent dentition*, 47-56.
- Ahmed, H. M. A., Musale, P., El Shahawy, O., & Dummer, P. (2020). Application of a new system for classifying tooth, root and canal morphology in the primary dentition. *International Endodontic Journal*, 53(1), 27-35.
- Ahmed, H. M. A., & Rossi-Fedele, G. (2020). Preferred reporting items for root and canal anatomy in the human dentition (PROUD 2020)—A systematic review and a proposal for a standardized protocol. *European Endodontic Journal*, 5(3), 159.
- Ahmed, H. M. A., 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.

- Ahmed, H. M. A. (2022). A critical analysis of laboratory and clinical research methods to study root and canal anatomy. *International Endodontic Journal*, 55, 229-280.
- Al-Fouzan, K. (2002). C-shaped root canals in mandibular second molars in a Saudi Arabian population. *International Endodontic Journal*, 35(6).
- Al-Fouzan, K. S., Ounis, H. F., Merdad, K., & Al-Hezaimi, K. (2013). Incidence of canal systems in the mesio-buccal roots of maxillary first and second molars in Saudi Arabian population. *Australian Endodontic Journal*, 39(3), 98-101.
- Al Shalabi, R., Omer, O., Glennon, J., Jennings, M., & Claffey, N. (2000). Root canal anatomy of maxillary first and second permanent molars. *International Endodontic Journal*, 33(5), 405-414.
- Alexandersen, O. C., Verner. (1999). Radix paramolaris and radix distomolaris in Danish permanent maxillary molars. *Acta Odontologica Scandinavica*, 57(5), 283-289.
- Alexandersen, O. C., Verner. (2000). Radix mesiolingualis and radix distolingualis in a collection of permanent maxillary molars. *Acta Odontologica Scandinavica*, 58(5), 229-236.
- Alfawaz, H., Alqedairi, A., Alkhayyal, A. K., Almobarak, A. A., Alhusain, M. F., & Martins, J. N. (2019). Prevalence of C-shaped canal system in mandibular first and second molars in a Saudi population assessed via cone beam computed tomography: a retrospective study. *Clinical Oral Investigations*, 23, 107-112.
- Altunsoy, M., Ok, E., Nur, B. G., Aglarci, O. S., Gungor, E., & Colak, M. (2015). Root canal morphology analysis of maxillary permanent first and second molars in a southeastern Turkish population using cone-beam computed tomography. *Journal of Dental Sciences*, 10(4), 401-407.
- American Association of Endodontists. (2020) *Glossary of Endodontic Terms*, 10th edition. Available from: <http://www.aae.org/clinical-resources/aae-glossary-of-endodontic-terms.aspx>.
- Antonius, F., Suwartini, T., & Gunawan, J. (2024). Management of molar with C-shape root canal configuration. In *Quality Improvement in Dental and Medical Knowledge, Research, Skills and Ethics Facing Global Challenges* (pp. 207-213). CRC Press.
- Aydın, H. (2021a). Analysis of root and canal morphology of fused and separate rooted maxillary molar teeth in Turkish population. *Nigerian Journal of Clinical Practice*, 24(3), 435-442.
- Aydın, H. (2021b). Relationship between crown and root canal anatomy of four-rooted maxillary molar teeth. *Australian Endodontic Journal*, 47(2), 298-306.
- Balic, A. (2019). Concise review: cellular and molecular mechanisms regulation of tooth initiation. *Stem Cells*, 37(1), 26-32.

- Ballullaya, S. V., Vemuri, S., & Kumar, P. R. (2013). Variable permanent mandibular first molar: Review of literature. *Journal of Conservative Dentistry and Endodontics*, 16(2), 99-110.
- Baratto Filho, F., Zaitter, S., Haragushiku, G. A., de Campos, E. A., Abuabara, A., & Correr, G. M. (2009). Analysis of the internal anatomy of maxillary first molars by using different methods. *Journal of Endodontics*, 35(3), 337-342.
- Barker, B., Parsons, K., Mills, P., & Williams, G. (1973). Anatomy of root canals Part I. Permanent incisors, canines and premolars. *Australian Dental Journal*, 18(5-6), 320-327.
- Bjørndal, L., Carlsen, O., Thuesen, G., Darvann, T., & Kreiborg, S. (1999). External and internal macromorphology in 3D-reconstructed maxillary molars using computerized X-ray microtomography. *International Endodontic Journal*, 32(1), 3-9.
- Boquete-Castro, A., Lopez, A. P., Martins, A. S., Lorenzo, A. S., & Perez, P. R. (2022). Applications and advantages of the use of cone-beam computed tomography in endodontics: An updated literature review. *Saudi Endodontic Journal*, 12(2), 168-174.
- Buchanan, G. D., Gamielien, M. Y., Fabris-Rotelli, I., Van Schoor, A., & Uys, A. (2023). Root and canal morphology of maxillary second molars in a Black South African subpopulation using cone-beam computed tomography and two classifications. *Australian Endodontic Journal*, 49, 217-227.
- Cambruzzi, J., & Marshall, F. (1983). Molar endodontic surgery. *Journal (Canadian Dental Association)*, 49(1), 61-65.
- Cantatore, G., Berutti, E., & Castellucci, A. (2006). Missed anatomy: frequency and clinical impact. *Endodontic Topics*, 15(1), 3-31.
- Chan, F., Brown, L., & Parashos, P. (2023). CBCT in contemporary endodontics. *Australian Dental Journal*, 68, S39-S55.
- Chavez, M. B., Chu, E. Y., Kram, V., de Castro, L. F., Somerman, M. J., & Foster, B. L. (2021). Guidelines for micro-computed tomography analysis of rodent dentoalveolar tissues. *Journal of Bone and Mineral Research Plus*, 5(3), 10474.
- Chowdhry, P., Reddy, P., & Kaushik, M. (2018). Management of a permanent maxillary first molar with unusual crown and root anatomy: a case report. *Restorative Dentistry & Endodontics*, 43(3).
- Cleghorn, B. M., Christie, W. H., & Dong, C. C. (2006). Root and root canal morphology of the human permanent maxillary first molar: a literature review. *Journal of Endodontics*, 32(9), 813-821.
- Cleghorn, B. M., Goodacre, C. J., & Christie, W. H. (2008). Morphology of teeth and their root canal systems. *Endodontics*, 6, 151-210.

- Cooke, H., & Cox, F. L. (1979). C-shaped canal configurations in mandibular molars. *Journal of the American Dental Association (1939)*, 99(5), 836-839.
- Çalışkan, M. K., Pehlivan, Y., Sepetçioğlu, F., Türkün, M., & Tuncer, S. Ş. (1995). Root canal morphology of human permanent teeth in a Turkish population. *Journal of Endodontics*, 21(4), 200-204.
- Dankner, E., Friedman, S., & Stabholz, A. (1990). Bilateral C shape configuration in maxillary first molars. *Journal of Endodontics*, 16(12), 601-603.
- De Moor, R. (2002). C-shaped root canal configuration in maxillary first molars. *International Endodontic Journal*, 35(2), 200-208.
- Degerness, R. A., & Bowles, W. R. (2010). Dimension, anatomy and morphology of the mesiobuccal root canal system in maxillary molars. *Journal of Endodontics*, 36(6), 985-989.
- Endal, U., Shen, Y., Knut, A., Gao, Y., & Haapasalo, M. (2011). A high-resolution computed tomographic study of changes in root canal isthmus area by instrumentation and root filling. *Journal of Endodontics*, 37(2), 223-227.
- Fan, B., Cheung, G. S., Fan, M., Gutmann, J. L., & Bian, Z. (2004). C-shaped canal system in mandibular second molars: part I—anatomical features. *Journal of Endodontics*, 30(12), 899-903.
- Fan, B., Gao, Y., Fan, W., & Gutmann, J. L. (2008). Identification of a C-shaped canal system in mandibular second molars—part ii: the effect of bone image superimposition and intraradicular contrast medium on radiograph interpretation. *Journal of Endodontics*, 34(2), 160-165.
- Fava, L., Weinfeld, I., Fabri, F., & Pais, C. (2000). Four second molars with single roots and single canals in the same patient. *International Endodontic Journal*, 33(2), 138-142.
- Fayad, M. I., Nair, M., Levin, M. D., Benavides, E., Rubinstein, R. A., Barghan, S., Hirschberg, C. S., & Ruprecht, A. (2015). AAE and AAOMR joint position statement: use of cone beam computed tomography in endodontics 2015 update. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology and Oral Radiology*, 120(4), 508-512.
- Gao, Y., Fan, B., Cheung, G. S., Gutmann, J. L., & Fan, M. (2006). C-shaped canal system in mandibular second molars part IV: 3-D morphological analysis and transverse measurement. *Journal of Endodontics*, 32(11), 1062-1065.
- Goldberg, M., & Smith, A. J. (2004). Cells and extracellular matrices of dentin and pulp: a biological basis for repair and tissue engineering. *Critical Reviews in Oral Biology & Medicine*, 15(1), 13-27.

- Gopikrishna, V., Bhargavi, N., & Kandaswamy, D. (2006). Endodontic management of a maxillary first molar with a single root and a single canal diagnosed with the aid of spiral CT: a case report. *Journal of Endodontics*, 32(7), 687-691.
- Green, D. (1960). Stereomicroscopic study of 700 root apices of maxillary and mandibular posterior teeth. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*, 13(6), 728-733.
- Gu, Y., Wang, W., & Ni, L. (2015). Four-rooted permanent maxillary first and second molars in a northwestern Chinese population. *Archives of Oral Biology*, 60(6), 811-817.
- Gutmann, J. L., & Fan, B. (2020). Tooth morphology and pulpal access cavities. *Cohen's Pathways of the Pulp. 12th ed. St. Louis, MO: Elsevier*, 192-135.
- Hartwell, G., Appelstein, C. M., Lyons, W. W., & Guzek, M. E. (2007). The incidence of four canals in maxillary first molars: a clinical determination. *The Journal of the American Dental Association*, 138(10), 1344-1346.
- Hess, W., & Zürcher, E. (1925). *The anatomy of the root-canals of the teeth of the permanent dentition*. J. Bale, sons & Danielsson, Limited.
- Hosoya, A., Kim, J.-Y., Cho, S.-W., & Jung, H.-S. (2008). BMP4 signaling regulates formation of Hertwig's epithelial root sheath during tooth root development. *Cell and Tissue Research*, 333, 503-509.
- Hou, G. L., & Tsai, C. C. (1994). The morphology of root fusion in Chinese adults (I). Grades, types, location and distribution. *Journal of Clinical Periodontology*, 21(4), 260-264.
- Jacobsohn, P. H., & Fedran, R. J. (1995). Making darkness visible: the discovery of X-ray and its introduction to dentistry. *The Journal of the American Dental Association*, 126(10), 1359-1366.
- Jafarzadeh, H., & Wu, Y.-N. (2007). The C-shaped root canal configuration: a review. *Journal of Endodontics*, 33(5), 517-523.
- Jin, G.-C., Lee, S.-J., & Roh, B.-D. (2006). Anatomical study of C-shaped canals in mandibular second molars by analysis of computed tomography. *Journal of Endodontics*, 32(1), 10-13.
- Jo, H.-H., Min, J.-B., & Hwang, H.-K. (2016). Analysis of C-shaped root canal configuration in maxillary molars in a Korean population using cone-beam computed tomography. *Restorative Dentistry & Endodontics*, 41(1), 55-62.
- Jung, H.-J., Lee, S.-S., Huh, K.-H., Yi, W.-J., Heo, M.-S., & Choi, S.-C. (2010). Predicting the configuration of a C-shaped canal system from panoramic radiographs. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 109(1), e37-e41.

- Kamburoğlu, K. (2015). Use of dentomaxillofacial cone beam computed tomography in dentistry. *World Journal of Radiology*, 7(6), 128.
- Kartal, N., & Yanıkoğlu, F. Ç. (1992). Root canal morphology of mandibular incisors. *Journal of Endodontics*, 18(11), 562-564.
- Kato, A., Ziegler, A., Higuchi, N., Nakata, K., Nakamura, H., & Ohno, N. (2014). Aetiology, incidence and morphology of the C-shaped root canal system and its impact on clinical endodontics. *International Endodontic Journal*, 47(11), 1012-1033.
- Keskin, C., Özdemir, Ö., & Keleş, A. (2022). Micro-CT Analysis of the Root Canal Configuration of Maxillary Second Molars with Fusion. *European Annals of Dental Sciences*, 49(1), 25-28.
- Kiarudi, A. H., Eghbal, M. J., Safi, Y., Aghdasi, M. M., & Fazlyab, M. (2015). The applications of cone-beam computed tomography in endodontics: a review of literature. *Iranian Endodontic Journal*, 10(1), 16.
- Kim, Y., Lee, S.-J., & Woo, J. (2012). Morphology of maxillary first and second molars analyzed by cone-beam computed tomography in a Korean population: variations in the number of roots and canals and the incidence of fusion. *Journal of Endodontics*, 38(8), 1063-1068.
- Kotloor, J., Hemamalathi, S., Sudha, R., & Velmurugan, N. (2010). Maxillary second molar with 5 roots and 5 canals evaluated using cone beam computerized tomography: a case report. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 109(2), 162-165.
- Kumar, V., Gossett, L., Blattner, A., Iwasaki, L. R., Williams, K., & Nickel, J. C. (2011). Comparison between cone-beam computed tomography and intraoral digital radiography for assessment of tooth root lesions. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 139(6), 533-541.
- Likhyani, L. K., Shivagange, V., Sobti, G., & Gandhi, M. (2021). Endodontic management of a maxillary second molar with three roots and seven canals using cone-beam computed tomography. *Journal of Conservative Dentistry and Endodontics*, 24(1), 105-109.
- Lin, Y.-H., Lin, H.-N., Chen, C.-C., & Chen, M.-S. (2017). Evaluation of the root and canal systems of maxillary molars in Taiwanese patients: a cone beam computed tomography study. *Biomedical Journal*, 40(4), 232-238.
- Locks, M. E. N., Küchler, E. C., Antunes, L. S., Silva-Sousa, A. C., Mattos, N. H. R., Perin, C. P., França, P. H. C., Proff, P., Kirschneck, C., & Baratto-Filho, F. (2024). Exploring the sex-associated differences in molars fused roots. *Annals of Anatomy-Anatomischer Anzeiger*, 254, 152245.

- Luan, X., Ito, Y., & Diekwisch, T. G. (2006). Evolution and development of Hertwig's epithelial root sheath. *Developmental Dynamics: an Official Publication of the American Association of Anatomists*, 235(5), 1167-1180.
- Magat, G., & Hakbilen, S. (2019). Prevalence of second canal in the mesiobuccal root of permanent maxillary molars from a Turkish subpopulation: a cone-beam computed tomography study. *Folia Morphologica*, 78(2), 351-358.
- Marcano-Caldera, M., Mejia-Cardona, J., Blanco-uribe, M., Chaverra-Mesa, E., Rodríguez-Lezama, D., & Parra-Sánchez, J. (2019). Fused roots of maxillary molars: characterization and prevalence in a Latin American sub-population: a cone beam computed tomography study. *Restorative Dentistry & Endodontics*, 44(2), 1-12.
- Martins, J. N., Quaresma, S., Quaresma, M. C., & Frisbie-Teel, J. (2013). C-shaped maxillary permanent first molar: a case report and literature review. *Journal of Endodontics*, 39(12), 1649-1653.
- Martins, J. N., Mata, A., Marques, D., Anderson, C., & Caramês, J. (2016a). Prevalence and characteristics of the maxillary C-shaped molar. *Journal of Endodontics*, 42(3), 383-389.
- Martins, J. N., Mata, A., Marques, D., & Caramês, J. (2016b). Prevalence of root fusions and main root canal merging in human upper and lower molars: a cone-beam computed tomography in vivo study. *Journal of Endodontics*, 42(6), 900-908.
- 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.
- Martins, J. N., Ordinola-Zapata, R., Marques, D., Francisco, H., & Caramês, J. (2018a). Differences in root canal system configuration in human permanent teeth within different age groups. *International Endodontic Journal*, 51(8), 931-941.
- Martins, J. N., Gu, Y., Marques, D., Francisco, H., & Caramês, J. (2018b). Differences on the root and root canal morphologies between Asian and white ethnic groups analyzed by cone-beam computed tomography. *Journal of Endodontics*, 44(7), 1096-1104.
- Martins, J., Marques, D., Silva, E., Caramês, J., Mata, A., & Versiani, M. (2019a). Prevalence of C-shaped canal morphology using cone beam computed tomography—a systematic review with meta-analysis. *International Endodontic Journal*, 52(11), 1556-1572.
- Martins, J. N., Marques, D., Silva, E. J. N. L., Caramês, J., & Versiani, M. A. (2019b). Prevalence studies on root canal anatomy using cone-beam computed tomographic imaging: a systematic review. *Journal of Endodontics*, 45(4), 372-386.

- Martins, J. N., Kishen, A., Marques, D., Silva, E. J. N. L., Carames, J., Mata, A., & Versiani, M. A. (2020). Preferred reporting items for epidemiologic cross-sectional studies on root and root canal anatomy using cone-beam computed tomographic technology: a systematized assessment. *Journal of Endodontics*, 46(7), 915-935.
- Mashyakhy, M., Chourasia, H. R., Jabali, A., Almutairi, A., & Gambarini, G. (2019). Analysis of fused rooted maxillary first and second molars with merged and C-shaped canal configurations: prevalence, characteristics, and correlations in a Saudi Arabian population. *Journal of Endodontics*, 45(10), 1209-1218.
- Michetti, J., Maret, D., Mallet, J.-P., & Diemer, F. (2010). Validation of cone beam computed tomography as a tool to explore root canal anatomy. *Journal of Endodontics*, 36(7), 1187-1190.
- Mirza, M., Gufran, K., Alhabib, O., Alafraa, O., Alzahrani, F., Abuelqomsan, M., Karobari, M., Alnajei, A., Afroz, M., & Akram, S. (2022). CBCT based study to analyze and classify root canal morphology of maxillary molars-A retrospective study. *European Review for Medical & Pharmacological Sciences*, 26(18).
- Morfis, A., Sylaras, S., Georgopoulou, M., Kernani, M., & Prountzos, F. (1994). Study of the apices of human permanent teeth with the use of a scanning electron microscope. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*, 77(2), 172-176.
- Mufadhal, A. A., & Madfa, A. A. (2023). The morphology of permanent maxillary first molars evaluated by cone-beam computed tomography among a Yemeni population. *BMC Oral Health*, 23(1), 46.
- Neelakantan, P., Subbarao, C., Ahuja, R., Subbarao, C. V., & Gutmann, J. L. (2010). Cone-beam computed tomography study of root and canal morphology of maxillary first and second molars in an Indian population. *Journal of Endodontics*, 36(10), 1622-1627.
- Nelson SJ, Ash MM Jr. (2010) Wheeler's Dental Anatomy, Physiology, and Occlusion. 9th ed. St. Louis: Saunders Elsevier, 209-55.
- Neville, B. W., Damm, D. D., Allen, C. M., & Bouquot, J. E. (2002). Oral and Maxillofacial Pathology. 2nd ed. Philadelphia, PA: Saunders, 337-69.
- Newton, C. W., & McDonald, S. (1984). A C-shaped canal configuration in a maxillary first molar. *Journal of Endodontics*, 10(8), 397-399.
- Nino-Barrera, J., Alzate-Mendoza, D., Olaya-Abril, C., Gamboa-Martinez, L. F., Guamán-Laverde, M., Lagos-Rosero, N., Romero-Diaz, A. C., Duran, N., & Vanegas-Hoyose, L. (2022). Atypical radicular anatomy in permanent human teeth: A Systematic Review. *Critical Reviews™ in Biomedical Engineering*, 50(1).

- Nusstein, J. (2012). Application of root and pulp morphology related to endodontic therapy. *Woelfel's Dental Anatomy; Lippincott Williams & Wilkins: Philadelphia, PA, USA*, 231-249.
- Ordinola-Zapata, R., Bramante, C. M., Versiani, M. A., Moldauer, B. I., Topham, G., Gutmann, J., Nuñez, A., Duarte, M. H., & Abella, F. (2017a). Comparative accuracy of the Clearing Technique, CBCT and Micro-CT methods in studying the mesial root canal configuration of mandibular first molars. *International Endodontic Journal*, 50(1), 90-96.
- Ordinola-Zapata, R., Martins, J., Bramante, C. M., Villas-Boas, M., Duarte, M., & Versiani, M. (2017b). Morphological evaluation of maxillary second molars with fused roots: a micro-CT study. *International Endodontic Journal*, 50(12), 1192-1200.
- Ordinola-Zapata, R., Versiani, M. A., & Bramante, C. M. (2019a). Root canal components. *The Root Canal Anatomy in Permanent Dentition*, 31-46.
- Ordinola-Zapata, R., Martins, J., Niemczyk, S., & Bramante, C. M. (2019b). Apical root canal anatomy in the mesiobuccal root of maxillary first molars: influence of root apical shape and prevalence of apical foramina—a micro-CT study. *International Endodontic Journal*, 52(8), 1218-1227.
- Palomo, J. M., Rao, P. S., & Hans, M. G. (2008). Influence of CBCT exposure conditions on radiation dose. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 105(6), 773-782.
- Park, J.-W., Lee, J.-K., Ha, B.-H., Choi, J.-H., & Perinpanayagam, H. (2009). Three-dimensional analysis of maxillary first molar mesiobuccal root canal configuration and curvature using micro-computed tomography. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 108(3), 437-442.
- Patel, S. (2009). New dimensions in endodontic imaging: Part 2. Cone beam computed tomography. *International Endodontic Journal*, 42(6), 463-475.
- Patel, S., Brown, J., Pimentel, T., Kelly, R., Abella, F., & Durack, C. (2019). Cone beam computed tomography in Endodontics—a review of the literature. *International Endodontic Journal*, 52(8), 1138-1152.
- Pauwels, R., Zhang, G., Theodorakou, C., Walker, A., Bosmans, H., Jacobs, R., Bogaerts, R., Horner, K., & Consortium, S. P. (2014). Effective radiation dose and eye lens dose in dental cone beam CT: effect of field of view and angle of rotation. *The British Journal of Radiology*, 87(1042), 20130654.
- Peikoff, M., Christie, W., & Fogel, H. (1996). The maxillary second molar: variations in the number of roots and canals. *International Endodontic Journal*, 29(6), 365-369.
- Pereira, B., Martins, J. N., Baruwa, A. O., Meirinhos, J., Gouveia, J., Quaresma, S. A., Monroe, A., & Ginjeira, A. (2020). Association between endodontically treated

- maxillary and mandibular molars with fused roots and periapical lesions: a cone-beam computed tomography cross-sectional study. *Journal of Endodontics*, 46(6), 771-777.
- Pérez-Heredia, M., Ferrer-Luque, C. M., Bravo, M., Castelo-Baz, P., Ruíz-Piñón, M., & Baca, P. (2017). Cone-beam computed tomographic study of root anatomy and canal configuration of molars in a Spanish population. *Journal of Endodontics*, 43(9), 1511-1516.
- Perrini, N., & Versiani, M. A. (2019). Historical overview of the studies on root canal anatomy. *The Root Canal Anatomy in Permanent Dentition*, 3-15.
- Peters, O. A., Laib, A., Göhring, T. N., & Barbakow, F. (2001). Changes in root canal geometry after preparation assessed by high-resolution computed tomography. *Journal of Endodontics*, 27(1), 1-6.
- Pineda, F., & Kuttler, Y. (1972). Mesiodistal and buccolingual roentgenographic investigation of 7,275 root canals. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*, 33(1), 101-110.
- Pineda, F. (1973). Roentgenographic investigation of the mesiobuccal root of the maxillary first molar. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*, 36(2), 253-260.
- Piorno, R. C., Lizzi, E. P. C., Gualtieri, A. F., & Rodríguez, P. A. (2021). C-Shaped canal system in mandibular premolars evaluated by cone-beam computed tomography in a population of the Autonomous City of Buenos Aires, Argentina. *Archives of Oral Biology*, 123, 105040.
- Plotino, G., Tocci, L., Grande, N. M., Testarelli, L., Messineo, D., Ciotti, M., Glassman, G., D'ambrosio, F., & Gambarini, G. (2013). Symmetry of root and root canal morphology of maxillary and mandibular molars in a white population: a cone-beam computed tomography study in vivo. *Journal of Endodontics*, 39(12), 1545-1548.
- Ponce, E. H., & Fernández, J. A. V. (2003). The cemento-dentino-canal junction, the apical foramen, and the apical constriction: evaluation by optical microscopy. *Journal of Endodontics*, 29(3), 214-219.
- Qian, Y., Li, Y., Song, J., Zhang, P., & Chen, Z. (2022). Evaluation of C-shaped canals in maxillary molars in a Chinese population using CBCT. *BMC Medical Imaging*, 22(1), 104.
- Ricucci, D., & Siqueira Jr, J. F. (2010). Fate of the tissue in lateral canals and apical ramifications in response to pathologic conditions and treatment procedures. *Journal of Endodontics*, 36(1), 1-15.
- Ross, I. F., & Evanchik, P. A. (1981). Root fusion in molars: incidence and sex linkage. *Journal of Periodontology*, 52(11), 663-667.

- Rwenyonyi, C., Kutesa, A., Muwazi, L., & Buwembo, W. (2007). Root and canal morphology of maxillary first and second permanent molar teeth in a Ugandan population. *International Endodontic Journal*, 40(9), 679-683.
- Sabala, C. L., Benenati, F. W., & Neas, B. R. (1994). Bilateral root or root canal aberrations in a dental school patient population. *Journal of Endodontics*, 20(1), 38-42.
- Scarfe, W. C., & Farman, A. G. (2008). What is cone-beam CT and how does it work? *Dental Clinics of North America*, 52(4), 707-730.
- Sert, S., & Bayirli, G. S. (2004). Evaluation of the root canal configurations of the mandibular and maxillary permanent teeth by gender in the Turkish population. *Journal of Endodontics*, 30(6), 391-398.
- Silva, E. J. N. L., Nejaim, Y., Silva, A. I., Haiter-Neto, F., Zaia, A. A., & Cohenca, N. (2014). Evaluation of root canal configuration of maxillary molars in a Brazilian population using cone-beam computed tomographic imaging: an in vivo study. *Journal of Endodontics*, 40(2), 173-176.
- Siqueira Jr, J. F. (2005). Reaction of periradicular tissues to root canal treatment: benefits and drawbacks. *Endodontic Topics*, 10(1), 123-147.
- Skidmore, A. E., & Bjorndal, A. M. (1971). Root canal morphology of the human mandibular first molar. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*, 32(5), 778-784.
- Smadi, L., & Khraisat, A. (2007). Detection of a second mesiobuccal canal in the mesiobuccal roots of maxillary first molar teeth. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 103(3), 77-81.
- Sperber, & Moreau. (1998). Study of the number of roots and canals in Senegalese first permanent mandibular molars. *International Endodontic Journal*, 31(2), 117-122.
- Stropko, J. J. (1999). Canal morphology of maxillary molars: clinical observations of canal configurations. *Journal of Endodontics*, 25(6), 446-450.
- Sun, Z.-a., Jiang, Y., Wang, K., Fan, X., & Wang, W. (2022). Retreatment of a C-shaped maxillary second molar: case reports and literature review. *Heliyon*, 8(10).
- Sunohara, M., Morikawa, S., Shimada, K., & Suzuki, K. (2024). Spatiotemporal expression profiles of c-Mpl mRNA in the tooth germ: Comparative expression dynamics of vascularization-related genes. *Annals of Anatomy-Anatomischer Anzeiger*, 253, 152227.
- Suresh, M., Karthikeyan, K., & Mahalaxmi, S. (2017). Maxillary Second Molar with Fused Root and Six Canals- A Case Report. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*, 11(4), 35-37.

- Teixeira, F., Sano, C., Gomes, B., Zaia, A., Ferraz, C., & Souza-Filho, F. (2003). A preliminary in vitro study of the incidence and position of the root canal isthmus in maxillary and mandibular first molars. *International Endodontic Journal*, 36(4), 276-280.
- Tian, X.-m., Yang, X.-w., Qian, L., Wei, B., & Gong, Y. (2016). Analysis of the root and canal morphologies in maxillary first and second molars in a Chinese population using cone-beam computed tomography. *Journal of Endodontics*, 42(5), 696-701.
- Tomazinho, F. S., Baratto-Filho, F., Zaitter, S., Leonardi, D. P., & Gonzaga, C. C. (2010). Unusual anatomy of a maxillary first molar with two palatal roots: a case report. *Journal of Oral Science*, 52(1), 149-153.
- Turner, C. G. (1981). Root number determination in maxillary first premolars for modern human populations. *American Journal of Physical Anthropology*, 54(1), 59-62.
- Türp, J. C., & Alt, K. W. (1998). Anatomy and morphology of human teeth. In *Dental anthropology: Fundamentals, Limits and Prospects*, Vienna: Springer Vienna, 71-94.
- Tzeng, L.-T., Chang, M.-C., Chang, S.-H., Huang, C.-C., Chen, Y.-J., & Jeng, J.-H. (2020). Analysis of root canal system of maxillary first and second molars and their correlations by cone beam computed tomography. *Journal of the Formosan Medical Association*, 119(5), 968-973.
- Versiani, M. A., & Ordinola-Zapata, R. (2015). Root canal anatomy: implications in biofilm disinfection. *The Root Canal Biofilm*, 155-187.
- Versiani, M. A., Pereira, M. R., Pécora, J. D., & Sousa-Neto, M. D. (2019). Root canal anatomy of maxillary and mandibular teeth. *The Root Canal Anatomy in Permanent Dentition*, 181-239.
- Vertucci, F. J. (1984). Root canal anatomy of the human permanent teeth. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*, 58(5), 589-599.
- Vertucci, F. J., & Anthony, R. L. (1986). A scanning electron microscopic investigation of accessory foramina in the furcation and pulp chamber floor of molar teeth. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*, 62(3), 319-326.
- Vertucci, F. J. (2005). Root canal morphology and its relationship to endodontic procedures. *Endodontic Topics*, 10(1), 3-29.
- Vertucci, F. J., & Haddix, J. E. (2011). Tooth morphology and access cavity preparation. *Cohen's Pathways of the Pulp*, 136-222.
- Wang, H., Ci, B.-W., Yu, H.-Y., Qin, W., Yan, Y.-X., Wu, B.-L., & Ma, D.-D. (2017). Evaluation of root and canal morphology of maxillary molars in a Southern Chinese subpopulation: a cone-beam computed tomographic study. *International Journal of Clinical and Experimental Medicine*, 10(4), 7030-7039.

- Weine, F. S., Healey, H. J., Gerstein, H., & Evanson, L. (1969). Canal configuration in the mesiobuccal root of the maxillary first molar and its endodontic significance. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*, 28(3), 419-425.
- Weine, F.S. (1982) *Endodontic Therapy*, 3rd ed. St. Louis: Mosby.
- Weller, R. N., Niemczyk, S. P., & Kim, S. (1995). Incidence and position of the canal isthmus. Part 1. Mesiobuccal root of the maxillary first molar. *Journal of Endodontics*, 21(7), 380-383.
- Wolf, T. G., Paqué, F., Sven Patyna, M., Willershausen, B., & Briseño-Marroquín, B. (2017). Three-dimensional analysis of the physiological foramen geometry of maxillary and mandibular molars by means of micro-CT. *International Journal of Oral Science*, 9(3), 151-157.
- Wu, D., Zhang, G., Liang, R., Zhou, G., Wu, Y., Sun, C., & Fan, W. (2017). Root and canal morphology of maxillary second molars by cone-beam computed tomography in a native Chinese population. *Journal of International Medical Research*, 45(2), 830-842.
- Xia, Y., Qiao, X., Huang, Y.-j., Li, Y.-h., & Zhou, Z. (2020). Root anatomy and root canal morphology of maxillary second permanent molars in a Chongqing population: a cone-beam computed tomography study. *Medical Science Monitor: International Medical Journal of Experimental and Clinical Research*, 26, 922794-922791.
- Xu, T., Fan, W., Tay, F. R., & Fan, B. (2019). Micro-computed tomographic evaluation of the prevalence, distribution, and morphologic features of accessory canals in Chinese permanent teeth. *Journal of Endodontics*, 45(8), 994-999.
- Zhang, R., Yang, H., Yu, X., Wang, H., Hu, T., & Dummer, P. M. H. (2011). Use of CBCT to identify the morphology of maxillary permanent molar teeth in a Chinese subpopulation. *International Endodontic Journal*, 44(2), 162-169.
- Zhang, Q., Chen, H., Fan, B., Fan, W., & Gutmann, J. L. (2014). Root and root canal morphology in maxillary second molar with fused root from a native Chinese population. *Journal of Endodontics*, 40(6), 871-875.

EK-1



T.C.
TOKAT GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ, DEKANLIĞI
Klinik Araştırmalar Etik Kurulu

Sayı 83346987 - 128
Konu Etik Kurul Kararı
Toplantı Tarihi 14.01.2021
Toplantı No 2021/01
Proje No 21-KAEK-012

10.02.2021

Sayın, Doç.Dr.Hüda Melike BAYRAM

Etik Kurulumuzun 14.01.2021 tarihli toplantısında görüşülen 21-KAEK-012 kayıt numaralı "Tokat Gaziosmanpaşa Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Kliniğinde Yapılan Retreatment Vakalarında Gözden Kaçan Kanalların İnsidansının Belirlenmesi: Bir Retrospektif Çalışma" başlıklı çalışmanız gerekçe amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş ve uygun bulunmuş olup, çalışmanın başvuru dosyasında belirtilen merkezde gerçekleştirilmesinde etik ve bilimsel sakınca bulunmadığına karar verilmiştir.

İlaç ve Biyolojik Ürünlerin Klinik Araştırmalı Hakkında Yönetmeliğin 14-4. maddesi ve yönergemizin 18-3. maddesine göre çalışmanız tamamlandıktan sonra sonuç raporunun tarafımıza en geç 90 gün içerisinde bildirilmesi gerekmektedir.

Bilgilerinizi rica ederim.

Dr. Öğretim Üyesi Muzaffer KATAR
Başkan

EK-2**BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU****Araştırmacının/Hekimin Açıklaması**

Literatüre daha fazla katkı sağlamak amacıyla bir bilimsel araştırma yapmayı planlamaktayız. Yapılması planlan araştırmanın ismi “Tokat Gaziosmanpaşa Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Kliniğinde Yapılan Retreatment Vakalarında Gözden Kaçan Kanalların İnsidansının Belirlenmesi: Bir Retrospektif Çalışma” dir.

Cerrahi olmayan kök kanal tedavisi tekrarı endikasyonu konan hastaların sistem üzerinde kayıtlı röntgenlerinin incelenmesi esasına dayanan bu çalışmaya, tıbbi durumunuz uyduğu için sizi de davet ediyoruz. Ancak hemen belirtilmelidir ki araştırmaya katılıp katılmamak gönüllülük esasına dayalıdır. Bu bilimsel çalışmaya katılma kararını tamamen hür iradeniz ile vermelisiniz. Bu kararı verirken hiç kimse tarafından size telkin ve baskıda bulunulamaz.

Kararınızdan önce söz konusu bilimsel araştırma ve bu araştırmaya katılmayı kabul etmeniz durumunda yapılacak işlemler hakkında sizi bilgilendirmek istiyoruz. Bu bilgileri okuyup anladıktan sonra bu bilimsel araştırmaya katılmak isterseniz formu imzalayınız.

Bilimsel çalışma hakkında bilgiler

Araştırmaya davet edilmenizin nedeni, herhangi sistemik rahatsızlığı bulunmayan, cerrahi olmayan kök kanal tedavisi tekrarı tanısı konmuş bir birey olmanızdır. Bu araştırma

Endodonti Anabilim Dalı, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi tarafından gerçekleştirilecektir.

Bu araştırmada araştırılacak olan kliniğimizde tedavi görmüş ilk kök kanal tedavisi başarısız olmuş hastaların tedavi başarısızlığında etken rol oynayan gözden kaçan kök kanallarının tespit edilmesidir.

Bu nedenle tedavi sonrası hastane sisteminde kayıtlı röntgenler üzerinden incelemeler yapılacak ve eksik kök kanalları tespit edilecektir.

Böylelikle çalışma sonucu bulunamayan kök kanallarının oranları belirlenecektir.

Çalışma kapsamında bilinmesi gereken durumlar ve araştırmacılar ile gönüllülerin uyması gereken kurallar

Araştırmaya katılmanız durumunda;

- 1) Sizden herhangi bir ücret istenmeyecektir.
- 2) Çalışmaya katıldığınız için size ek bir ödeme yapılmayacaktır.
- 3) Hekim ile aranızda kalması gereken size ait bilgilerin gizliliğine büyük özen ve saygı gösterilecektir.
- 4) Araştırma sonuçlarının eğitim ve bilimsel amaçlarla kullanımı sırasında kişisel bilgileriniz çok büyük bir hassasiyetle korunacaktır.
- 5) Çalışma sırasında meydana gelebilecek sağlığınız ile ilgili ve diğer olumsuzlukların sorumluluğu araştırmacılara aittir.
- 6) Gönüllü olarak katıldığınız çalışmanın herhangi bir aşamasında araştırmadan ayrılabilirsiniz. Ancak ayrılmadan önce araştırmacılara bu durumu bildirmeniz önemlidir.

- 7) Çalışmaya katılmayı kabul etmemeniz durumunda tedavinizde ve klinik izlemlerinizde hiçbir değişiklik olmayacak, her zaman olduğu gibi aynı özen ve ihtimam ile hastalığınızın tedavisi sürdürülecektir.

Katılımcının (Gönüllü) / Hastanın Beyanı

Sayın Dt. Okan TURGUT tarafından, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı tarafından bir araştırma yapılacağı belirtilerek bu araştırma ile ilgili yukarıdaki bilgiler tarafıma aktarıldı. Bu bilgilerden sonra böyle bir araştırmaya “katılımcı” olarak davet edildim.

Eğer bu araştırmaya katılırsam, hekim ile aramda kalması gereken, bana ait bilgilerin gizliliğine bu araştırma sırasında da büyük özen ve saygı gösterileceği, araştırma sonuçlarının eğitim ve bilimsel amaçlarla kullanımı sırasında kişisel bilgilerimin ihtimamla korunacağı kesin ve net bir şekilde belirtilmiştir.

Araştırma için yapılacak harcamalarla ilgili herhangi bir parasal sorumluluk altına girmiyorum. Benden herhangi bir ücret talep edilmeyeceği ve bana da herhangi bir ödeme yapılmayacağı net ve kesin bir şekilde ifade edilmiştir.

Projenin yürütülmesi sırasında herhangi bir sebep göstermeden araştırmadan çekilme hakkına sahip olduğum bildirilmiştir. Ancak araştırmacıları zor durumda bırakmamak için araştırmadan çekileceğimi önceden bildirmemin uygun olacağının da bilincindeyim. Ayrıca tıbbi durumuma herhangi bir zarar verilmemesi koşuluyla araştırmacı tarafından araştırma dışı tutulabilirim.

İster doğrudan ister dolaylı olsun, araştırma sürecinde araştırma ile ilgili ortaya çıkabilecek sağlık durumuyla ilgili olumsuzluklarda sorumluluk araştırmacılara ait olup parasal bir yük altına girmeyeceğim.

Araştırma sırasında araştırma ile ilgili bir sağlık sorunu ile karşılaştığımda; günün herhangi bir saatinde Doç. Dr. Hüda Melike BAYRAM’a ulaşarak danışabileceğimi biliyorum.

Bu araştırmaya katılmak zorunda değilim ve katılmayabilirim. Araştırmaya katılmam konusunda zorlayıcı herhangi bir davranışla karşılaşmış değilim. Eğer katılmayı reddedersem, bu durumun tıbbi bakımına ve hekim ile olan ilişkiye herhangi bir zarar getirmeyeceğini de biliyorum.

Bana yapılan tüm açıklamaları ayrıntılarıyla anlamış bulunmaktayım. Kendi başıma belli bir düşünme süresi sonunda adı geçen bu araştırma projesinde “katılımcı” (gönüllü) olarak yer alma kararını tamamen hür iradem ile almış bulunuyorum. Bu konuda yapılan daveti büyük bir memnuniyet ve gönüllük içerisinde kabul ediyorum.

Katılımcı (Gönüllü)

Adı, Soyadı :

Adres :

Telefon :

İmza :

Görüşme Tanığı

Adı, Soyadı :

Adres :

Telefon :

İmza :

Katılımcı (Gönüllü) ile Görüşen Araştırmacı

Adı, Soyadı, Ünvanı :

Adres :

Telefon :

İmza :

(Tüm sayfaları imzalı bu formun bir kopyası katılımcıya verilecektir)