T.C.

SAĞLIK BİLİMLERİ ÜNİVERSİTESİ

GÜLHANE SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MANDİBULAR AZI DİŞLERİNDE MESİAL KÖKLERİNDEKİ PERFORASYON AÇISINDAN TEHLİKELİ BÖLGE ALANININ KONİK IŞINLI BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ KULLANILARAK ANALİZİ

Dt. Emre Maç

Tez Danışmanı

Doç. Dr. Kadriye DEMİRKAYA

Endodonti Anabilim Dalı

DOKTORA TEZİ

TEMMUZ/2025

BEYAN

Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmasında;

- Mevcut tez çalışmasının kendi çalışmam olduğunu,
- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmasında yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Mevcut tezin çalışılması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı, bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Dt. Emre MAÇ
11/07/2025

ÖZET

MAÇ, E. (2025). Mandibular Azı Dişlerinde Mesial Köklerindeki Perforasyon Açısından Tehlikeli Bölge Alanının Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi Kullanılarak Analizi. Sağlık Bilimleri Üniversitesi Gülhane Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Endodonti Anabilim Dalı, Doktora Tezi. Ankara.

Amaç: Mandibular molar dişlerde tehlikeli bölge olarak nitelendirilen alanın dentin kalınlığı ölçülerek alt mandibular dişler için horizontal yönde ne kadar ilerlenebileceğinin ve bu alanın kökün vertikal olarak hangi derinlik seviyesinde olduğunun bilinmesi yapılan tedavi sırasında hekime rehber olacak ve iatrojenik perforasyon riskini azaltacaktır. Bu çalışmada retrospektif olarak taranan KIBT görüntüleri ile mandibular molar dişlerin tehlike bölgesinin furkasyon seviyesi ile olan vertikal derinliğini ve bu bölgedeki minimum distal dentin kalınlığını tespit ederek, tespit edilen bu verilerin kök uzunluğu, yaş, cinsiyet ve simetriği ile arasındaki ilişkiyi analiz etmek amaçlanmıştır.

Gereç ve Yöntem: Bu çalışmada, Mart 2020 - Nisan 2024 arasında Gülhane Diş Hekimliği Fakültesi'ne başvuran hastaların KIBT görüntüleri retrospektif olarak incelenmiştir. Çalışmaya periapikal lezyonsuz, kök gelişimi tamamlanmış ve 12 yaşından büyük hastaların alt azı dişleri dahil edilmiştir. Kök kanal tedavisi veya kuron kaplamalı dişler hariç tutulmuştur. Görüntüler sagital, aksiyal ve koronal kesitlerde analiz edilmiştir. Görüntüler, deneyimli bir endodontist ve gerekirse bir radyolog tarafından değerlendirilmiştir. Dişlerin mezial kök uzunlukları ölçülerek kısa, orta ve uzun olarak sınıflandırılmıştır. Ayrıca, tehlikeli bölge derinliği, meziobukkal ve meziolingual dentin kalınlıkları incelenmiş ve bu değerler yaş, cinsiyet, simetri ve kök uzunluğu gibi parametrelerle değerlendirilmiştir.

Bulgular: Bu çalışmada, 322 hastanın KIBT görüntüleri değerlendirilmiş ve kriterlere uymayan 83 hasta elendikten sonra 239 görüntü incelenmiştir. Katılımcıların %54'ü kadın, %46'sı erkek olup, kök uzunlukları %22,6 kısa, %33,1 orta ve %44,4 uzun olarak sınıflandırılmıştır. Cinsiyet açısından bakıldığında, erkeklerin tehlikeli bölge derinliği, meziobukkal ve meziolingual dentin kalınlıkları kadınlara göre daha yüksek

bulunmuştur ($p<0,05$). Simetrik dişler karşılaştırıldığında bu değerler arasında anlamlı bir fark saptanmamıştır ($p>0,05$). Kök uzunluğuna göre analizlerde ise tehlikeli bölge derinliği ve meziolingual dentin kalınlığı açısından anlamlı farklar olduğu belirlenmiştir ($p<0,05$). Spearman korelasyon analizine göre, meziobukkal ve meziolingual dentin kalınlıkları arasında güçlü pozitif bir ilişki bulunmuş, ayrıca meziobukkal dentin kalınlığı ile yaş arasında orta düzeyde, meziolingual dentin kalınlığı ile yaş arasında düşük düzeyde pozitif ilişki saptanmıştır ($p<0,05$).

Sonuç: Elde edilen veriler, klinik uygulamalarda bireysel anatomik farklılıkların dikkate alınmasının önemini vurgulamaktadır. Dentin kalınlığı ve tehlikeli bölge derinliğinin; cinsiyet ve kök uzunluğuna bağlı gösterdiği değişimlerin bilinmesi; endodontinin önemli komplikasyonlarından biri olan perforasyon riskini azaltmaya yönelik yol gösterici olacaktır.

Anahtar Kelimeler: Tehlikeli Bölge, Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi, Mandibular Molar

ABSTRACT

MAÇ, E. (2025). Evaluation of the Danger Zone Area for Perforation in Mesial Roots of Mandibular Molars Using Cone-Beam Computed Tomography. Health Sciences University Gulhane Health Sciences Institute, Department of Endodontics. Ph.D. Thesis. Ankara.

Aim: Measuring the dentin thickness in the area identified as the danger zone in mandibular molars and determining how far horizontally this area extends in the mandibular molars, as well as at what level of the root it is located, will guide clinicians during treatment and help reduce the risk of iatrogenic perforation. This study aims to retrospectively analyze cone-beam computed tomography (CBCT) images to determine the distance between the danger zone of mandibular molars and the furcation level, as well as the minimum distal dentin thickness in this area, and to evaluate the relationship of these findings with root length, age, gender, and symmetry.

Materıal and Methods: In this study, cone-beam computed tomography (CBCT) images of patients who presented to Gülhane Faculty of Dentistry between March 2020 and April 2024 were retrospectively analyzed. The study included lower molar teeth of patients who were over 12 years old, had completed root development, and had no periapical lesions. Teeth with root canal treatment or crown restorations were excluded. The images were analyzed in sagittal, axial, and coronal sections. They were evaluated by an experienced endodontist and, if necessary, a radiologist. The mesial root lengths of the teeth were measured and classified as short, medium, or long. Additionally, the depth of the danger zone, as well as the mesiobuccal and mesiolingual dentin thicknesses, were examined and these values were assessed in relation to parameters such as age, gender, symmetry, and root length.

Results: In this study, the CBCT images of 322 patients were evaluated, and after excluding 83 patients who did not meet the criteria, 239 images were analyzed. Among the participants, 54% were female and 46% were male, with root lengths classified as 22.6% short, 33.1% medium, and 44.4% long. The depth of the danger zone, as well as the mesiobuccal and mesiolingual dentin thicknesses, were measured and analyzed

according to age. When considering gender, it was found that the depth of the danger zone and the dentin thicknesses in both mesiobuccal and mesiolingual areas were significantly higher in males than in females ($p<0.05$). No significant differences were detected in these values based on tooth number ($p>0.05$). However, analyses based on root length revealed significant differences in terms of danger zone depth and mesiolingual dentin thickness ($p<0.05$). According to the Spearman correlation analysis, a strong positive relationship was found between mesiobuccal and mesiolingual dentin thicknesses, while a moderate positive relationship was observed between mesiobuccal dentin thickness and age, and a low positive relationship was found between mesiolingual dentin thickness and age ($p<0.05$).

Conclusıon: The data obtained emphasizes the importance of considering individual anatomical differences in clinical practice. Understanding the variations in dentin thickness and danger zone depth based on gender and root length will serve as a guide to reducing the risk of perforation, one of the significant complications in endodontics.

Keywords: Danger Zone, Cone-beam Computed Tomography (CBCT), Mandibular Molar

TEŞEKKÜR

Doktora eğitimim süresince büyük emeği olan, deneyimleri ile bana rehberlik eden, tez sürecimin her aşamasında yapıcı eleştirileri ile hep yanımda olan, değerli fikirlerinden yararlandığım, çalışmamın başarıyla sonuçlanabilmesine destek veren, öğrencisi olmaktan ve birlikte çalışmaktan her zaman mutluluk duyduğum, sabrını, ilgisini benden esirgemeyen tez danışmanım değerli hocam Doç. Dr. Kadriye DEMİRKAYA'ya,

Diş hekimliği doktora eğitim sürecimin her aşamasında her konuda bana destek olan değerli ana bilim dalı başkanımız Prof. Dr. Ömer Cumhur AYDIN'a,

Verilerini kullanmamıza anlayışla izin veren Ağız, Diş Çene Radyolojisi Anabilim Dalı Başkanı Doç. Dr. İsmail Hakan AVSEVER'e,

Kıymetli çalışma arkadaşım Dt. Furkan Alp TORUN'a,

Hayatımın her anında desteklerini hissettiğim, en zor ve en güzel zamanlarımda hep yanımda olan, beni sevgiyle ve fedakarlıkla büyüten canım annem, canım babam ve canım ablama,

Doktora sürecimde her zaman sabırla, sevgiyle ve başaracağıma olan inancıyla yanımda olan, sürekli desteğini bana hissettiren canım eşim Gizem MAÇ'a,

Sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Doktora sürecinde dünyaya merhaba diyen canım oğlum Kıvanç'a ithafen…

İÇİNDEKİLER

ÖZET ..... **iv**

ABSTRACT ..... **vi**

TEŞEKKÜR ..... **viii**

İÇİNDEKİLER ..... **ix**

ÇİZELGELER LİSTESİ ..... **xi**

ŞEKİLLER LİSTESİ ..... **xii**

RESİMLERİN LİSTESİ ..... **xiii**

SİMGELER VE KISALTMALAR ..... **xiv**

1. GİRİŞ VE AMAÇ **1**

2. GENEL BİLGİLER **3**

2.1. KÖK KANAL SİSTEMİ 3

2.1.1. Pulpa Odası 3

2.1.2. Apikal Anatomi 3

2.2. KÖK KANAL SİSTEMİNİN GELİŞİMİNDE ETKİSİ OLAN FAKTÖRLER 4

2.2.1. Irk 4

2.2.2. Cinsiyet 5

2.2.3. Yaş 5

2.2.4. Dişin Konumu ve Simetrisi 6

2.3. DİŞ MORFOLOJİLERİ 6

2.3.1. Mandibular Birinci Molar 6

2.3.2. Mandibular İkinci Molar 7

2.4. KÖK KANAL MORFOLOJİSİNİN İNCELENMESİNDE KULLANILAN GÖRÜNTÜLEME YÖNTEMLERİ 8

2.4.1. Geleneksel Görüntüleme Yöntemleri 8

2.4.2. İleri (3 Boyutlu) Görüntüleme Yöntemleri 9

2.4.2.1. Bilgisayarlı Tomografi (BT) 9

2.4.2.2. Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi (KIBT) 10

2.4.2.2.1. Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografide Görüntü Oluşumu 10

2.4.2.2.2. Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografide Radyasyon Dozu 13

2.4.2.2.3. Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografinin Avantajları 13

2.4.2.2.4. Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografinin Dezavantajları 14

2.4.2.2.5. Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi ve Endodonti 15

2.5. KÖK KANAL TEDAVİSİ BAŞARISIZLIK NEDENLERİ 16

2.5.1. İyatrojenik komplikasyonlar 17

2.5.1.1. Kök Perforasyonları 17

2.5.1.2. Kök Perforasyonlarının Teşhisi 18

2.5.1.3. Endodontik Kök Perforasyonların Sınıflandırılması 19

3. GEREÇ VE YÖNTEM 21

3.1. ÇALIŞMA PLANI 21

3.2. KIBT CİHAZININ TEKNİK ÖZELLİKLERİ VE GÖRÜNTÜLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ 22

3.3. DEĞERLENDİRİLEN PARAMETRELER 23

3.4. İSTATİSTİKSEL YÖNTEMLER 26

4. BULGULAR 27

5. TARTIŞMA 35

6. SONUÇ VE ÖNERİLER 45

7. KAYNAKLAR 47

8. ÖZGEÇMİŞ VE İLETİŞİM BİLGİLERİ 55

ÇİZELGELER LİSTESİ

Çizelge **Sayfa No**

Çizelge 4.1. Katılımcıların cinsiyetine göre dağılımları 27

Çizelge 4.2. Kök uzunluğuna göre dağılım 27

Çizelge 4.3. Değişkenlere ait tanımlayıcı istatistikleri 27

Çizelge 4.4. Cinsiyete göre TB Derinliği, MB DK ve ML DK değerlerin karşılaştırılması 29

Çizelge 4.5. Simetrisine göre TB Derinlik, MB DK ve ML DK değerlerin karşılaştırılması 31

Çizelge 4.6. Kök uzunluğuna göre Derinlik, MB DK ve ML DK değerlerin karşılaştırılması 33

Çizelge 4.7. Yaş ile karşılaştırma sonuçları 34

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil **Sayfa No**

Şekil 3.1. Dişinin aksiyal görünümünde tehlike bölgesindeki minimum dentin kalınlığının tespiti şematik görünüm 24

Şekil 4.1. Değişkenlerin ortalamaları 28

Şekil 4.2. Cinsiyete göre derinlik değerleri 28

Şekil 4.3. Cinsiyete göre MB DK değerleri 29

Şekil 4.4. Cinsiyete göre ML DK değerleri 29

Şekil 4.5. Simetrik dişe göre derinlik değeri 30

Şekil 4.6. Simetrik dişe göre MB DK değeri 30

Şekil 4.7. Simetrik dişe göre ML DK değeri 31

Şekil 4.8. Kök uzunluğuna göre TB derinlik değeri 32

Şekil 4.9. Kök uzunluğuna göre MB DK değeri 32

Şekil 4.10. Kök uzunluğuna göre ML DK değeri 33

RESİMLERİN LİSTESİ

Resim **Sayfa No**

Resim 3.1. Çalışmada kullanılan KIBT cihazı 22

Resim 3.2. KIBT görüntü örneği 23

Resim 3.3. Dişin konumlandırılması 24

Resim 3.4. Kök uzunluğu ölçümü 25

Resim 3.5. İçbükeyliğin en fazla olduğu konumun bulunması 25

Resim 3.6. Dentin kalınlığı ölçümü.....26

SİMGELER VE KISALTMALAR

2B : 2 boyutlu

3B : 3 boyutlu

BT : Bilgisayarlı Tomografi

CCD : Charged Coupled Device

DK : Dentin kalınlığı

DVT : Dental Volümetrik Tomografi

FOV : Field of View (görüntülenme sahası)

HÜ : Hounsfield Ünitesi

KIBT : Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi

MB : Meziobukkal

Mikro-BT : Mikro-Bilgisayarlı Tomografi

ML : Meziolingual

RG : Radyografi

TB : Tehlikeli bölge

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Endodontik tedavilerde kök kanal anatomisini iyi bilmek, başarılı bir tedavi süreci için büyük önem taşır. Cerrahi olan veya olmayan tüm kök kanal tedavi prosedürlerinde; diş morfolojisi hakkında net bir bilgi, özenli bir radyografik inceleme ve pulpa boşluğuna ulaşılabilecek uygun bir giriş kavitesi, ön koşul olarak kabul edilir (1). Endodontik tedavi, kök kanal sisteminin şekillendirilmesi, temizlenmesi ve sızdırmaz bir şekilde kapatılması aşamalarından oluşur. Başarılı bir kök kanal tedavisi için kök kanal sisteminin karmaşık anatomisinin bilinmesi büyük önem arz eder. Kök kanal anatomisinin karmaşık yapıda olduğu, kanal yapılarının ayrılıp tekrar birleşebileceği ve çeşitli varyasyonlar gösterebileceği 1925 yılında Hess ve ekibi tarafından rapor edilmiştir. Bu bulgu, bu alanda pek çok çalışmanın yapılmasına ve veri toplanmasına neden olmuştur. Kök kanal anatomisi varyasyonları, tedavi sırasında hekime zorluk çıkarabileceğinden, başarılı bir tedavi sağlamak amacıyla tedavi öncesinde tespit edilmelidir (2).

Perforasyon, kök kanal sisteminin dış ortamla arasında oluşturulan mekanik veya patolojik yol olarak tanımlanabilir. Kök perforasyonları genellikle zaten ince olan dentin duvarında aşırı döner alet kullanımı nedeniyle meydana gelebilir ve bu durum kök kanal tedavisinin sonucunu ciddi şekilde tehlikeye atabilir (3). Tarihsel olarak, bu perforasyonlar alt çene azı dişlerindeki mezial köklerin distal alanlarıyla ilişkilendirilmiştir ve bu nedenle 1980'lerin başında "tehlikeli bölge" (Danger zone) kavramını tanımlanmıştır. Genellikle, alt çene azı dişlerinin mezial kanalları kök içinde merkezi bir konumda bulunmaz ve kanal ile kök bifurkasyonu arasındaki distal alan nispeten incedir, yani daha hassas olan bu tehlikeli bölge (TB), strip perforasyonlarına daha yatkındır (4).

Tehlikeli bölge olarak nitelendirilen bölgenin dentin kalınlığı (DK) ölçülerek alt mandibular dişler için horizontal yönde ne kadar ilerlenebileceği ve bu alanın kökün hangi seviyesinde olduğunun bilinmesi hekimin yapacağı tedavi sırasında rehber olacak ve iatrojenik perforasyon riskini azaltacaktır. Hekime uygun enstrümantasyon prosedürünü seçmesi için gerekli bilgileri sağlayacak ve bu da gereksiz sağlam dentin

dokusu kaybı riskinin azaltılmasına yardımcı olarak, dişlerin ağızda kalma süresini uzatacaktır.

Bu nedenle, bu çalışmamızda; retrospektif olarak taranan konik ışınlı bilgisayarlı tomografi (KIBT) görüntüleri ile mandibular molar dişlerin tehlike bölgesinin furkasyon seviyesi ile olan dikey mesafesini ve bu bölgedeki minimum distal dentin kalınlığını tespit ederek, tespit edilen bu verilerin kök uzunluğu, yaş, cinsiyet ve simetriği ile arasındaki ilişkiyi analiz etmek amaçlanmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. KÖK KANAL SİSTEMİ

Kök kanal sistemi; pulpa odası ve kök kanalının oluşturduğu toplam hacime denir. Pulpa odası dişin kron kısmının içindeki boşluktur. Kök kanalları ise koronalden diş kökü boyunca daralarak sonlanır. Kök kanalının şekli bulunduğu yere göre genellense de bu genellemeler her zaman doğru olmaz. Her dişin kendine özgü karmaşık bir kök kanal yapısı vardır. Bu karmaşık yapıları 3 boyutlu incelemek için genelde yaygın olarak kullanılan yöntem konik ışınlı bilgisayarlı tomografidir (5).

2.1.1. Pulpa Odası

Pulpa; gevşek bağ dokusu olup pulpa boşluğuna ve kök kanal sistemine yayılmıştır. Pulpanın etrafı dentin duvarla örülüdür. Kron merkezinde bulunan pulpa odası dişin kron anatomisini yansıtır. Pulpanın bazı elemanları kan hücreleri, sinirler, odontoblastlar, fibroblastlardır. Kan damarları ve sinirler dişin her tarafında kök kanal sistemini takip eder ve apikal foramenden dışarı uzanır. Anatomik olarak pulpa; koronal pulpa, pulpa boynuzları ve radiküler pulpa bölümlerinden oluşur. Histolojik açıdan ise canlı dokuları barındırdığından dolayı su yoğunluğu fazladır. Pulpanın etrafını çevreleyen dentin üzerinde bir odontoblast tabaka mevcuttur(6).

Pulpa dişin gelişimi, sürmesi ve hayatta kalması bakımından bazı önemli görevler üstlenmiştir. Bunlardan en önemlileri sekonder ve tersiyer dentin üretmesidir. Sekonder dentin üretimi sağlıklı bir dişte hayatta kaldığı sürece devam eden dentin yapımıdır. Bu dentinin yapılması zaman içinde pulpa odası hacminin daralması sonucunu doğurur. Tersiyer dentin üretimi ise dış kaynaklar tarafından dişin uyarılmasıyla oluşur. Pulpa uyarılara sınırlı da olsa yanıt verebilir. Bu uyaranlar çürük, travma, ısı, mobilite ve restoratif materyal olabilir (25,27).

2.1.2. Apikal Anatomi

Apeks kök kanal sisteminde daralarak ilerleyen kanalın en uç noktasıdır. Apeksin anatomik olarak son durumunu apikaldeki kan damarı hacmi ve sayısı belirler. Apikal foramen apeksin en dar kısmına verilen isimdir. Diş sürme aşamasında büyükbir açıklık olarak gözlenen apikal foramen diş erüpsiyonu sırasında Hertwig

epitel kınının dentin oluşumunu uyarmasıyla daralır ve bu sürecin sonunda küçük bir huni görünümü kazanır.

Apikal daralım noktası ise foramen apikalenin 0,5 ile 1,5 mm koronalinde yer alan kanal tedavisinin sonlandırılması gereken noktadır. Kanal tedavisi yaparken bu noktaya kadar preperasyon, irrigasyon ve dolum yapılır(9).

Kök kanal sisteminde ayrıca kök kanalından periodonsiyuma doğru lateral, horizontal ve vertikal yönde uzanan aksesuar kanallar bulunur. Aksesuar kanallar kök kanal sisteminde aynı sıklıkta bulunmaz. Vertucci(10)'ye göre apikal üçlüde %74, orta üçlüde %11 ve servikal üçlüde %15 oranında bulunur. Lateral kanalların görülme sıklığıyla ilgili De Deus(11) tarafından yapılan çalışmalarında koronal kısımda %2 'den az olmakla birlikte orta üçlüde %9 ve apikal üçlüde %17 olarak belirlenmiştir.

Lateral ve aksesuar kanallar kök kanal sistemiyle periodonsiyuma arasında bağlantı kuran geçiş yollarıdır. Periodonsiyumdaki mikroorganizmalar bu yolla kök kanal sistemine geçebileceği gibi kök kanal sistemindeki mikroorganizmaların periodonsiyuma geçmesi de mümkündür. Bu durum pulpal hastalıkların periodontitise neden olabileceği gibi periodontidis olan bir dişin pulpal hastalıklara neden olabileceği sonucunu doğurur (12).

2.2. KÖK KANAL SİSTEMİNİN GELİŞİMİNDE ETKİSİ OLAN FAKTÖRLER

2.2.1. Irk

Kök kanal sisteminin ırklar arası farklılık gösterebildiği yapılan çalışmalarla belirlenmiştir. Birçok çalışmacı kök kanal sistemindeki lateral kanalların yoğunluğu, kök uzunluğu, kanal morfolojisi, ekstra kökler veya ekstra kanal varlığı gibi oluşumların ırklar arası farklılıklar gösterebileceği konusunda hemfikir olmuşlardır (13,14).

Çalışkan ve ark.(15) yaptığı çalışmada Türk toplumunda bütün diş gruplarını incelemişlerdir. Bu çalışmada diş uzunlukları ve kök kanal morfolojileri incelenmiştir.

Ortalama diş uzunluklarının bütün diş gruplarında daha kısa olduğu görülmüştür. Bu farklılığın ırksal kaynaklı olabileceği üzerinde durulmuştur.

Alt çene 1.molarlardaki üçüncü kök görülme sıklığı ile ilgili yapılan bazı çalışmalarda Türk toplumundaki oran %1 olarak Çolak ve ark.(16) tarafından ortaya konarken, Tayland toplumunda bu oran Huang ve ark.(17) tarafından %33.33 olarak, Çin toplumunda ise Zhang ve ark.(18) tarafından bu oran %29 olarak aktarılmıştır.

2.2.2. Cinsiyet

Cinsiyetin kök kanal sistemine etkisini gösteren çalışmalar olduğu gibi tam tersi etkisi olmadığını ifade eden çalışmalar da mevcuttur.

Maksilla 1. ve 2. molar dişlerinde ikinci meziobukkal kanal görülme sıklığının araştırıldığı Demirbuğa ve ark.(19) tarafından yapılan incelemelerde kadınlarda %39.3, erkeklerde %43.3 olarak bulunmuştur.

Neaverth ve ark.(20) başka bir çalışmada benzer şekilde 288 maksilla birinci molar diş incelenmiş ve cinsiyetin ekstra meziobukkal kanal varlığına bir etkisi olmadığı ortaya konulmuştur.

2.2.3. Yaş

İlerleyen yaşın kök kanal morfolojisine etkisi tartışmalı olsa da genel kanı sekonder dentin yapımı artmasından dolayı; pulpa odası ve kök kanallarının daralmasına, anatomik apeks- fizyolojik apeks arası mesafenin artmasına, aksesuar ve lateral kanallarda kalsifikasyon oluşmasına neden olmaktadır (21).

Yaş unsuru için yapılan bazı çalışmalardan örnek vermek gerekirse; Cleghorn ve ark.(22) tarafından yapılan çalışmalar ekstra kanal saptanmasında yaşın belirleyici bir unsur olduğunu ortaya koymuştur.

Bir başka çalışmada ise Thomas ve ark.(21) farklı yaş aralıklarında yaptığı çalışmada maksiller birinci molar dişlerde oluşan kalsifikasyonla kök kanal sisteminin morfolojisinin değiştiğini saptamıştır.

Bir başka çalışmada ise mandibular molar dişlerin mezial kök kanal morfolojisini inceleyen Peiris ve ark.(23) bu dişlerdeki mezial kök kanallarının büyük kısmının 11 yaşına gelene kadar en geniş kanal olduğu ve 11 yaşından sonra kök kanal morfolojisinin daralarak karmaşıklaştığını bildirmişlerdir.

Zheng ve ark.(24) ise, maksillar birinci molar dişlerde ikinci MB kanal varlığı olasılığının 20-30 yaşları arasında en fazla olduğunu savunmuşlardır.

Yaşlanmayla beraber anatomik apeks – fizyolojik apeks arası uzaklık artışını ortaya koyan Stein ve Corcoran(25), apikal foramenin de dişin uzun aksının daha lateraline kaydığını savunmuşlardır.

2.2.4. Dişin Konumu ve Simetrisi

Dişin bulunduğu yarım çenenin kök kanal anatomisine olan etkisi ile ilgili birçok araştırma bulunmaktadır. Maksiller birinci molarların kök kanal sistemlerinin %84 oranında simetrik olduğu Zhang ve ark.(26) yaptıkları çalışmada ortaya koymuştur. Başka bir çalışmada ise maksillar birinci molar dişlerin meziobukkal kök kanal sisteminin simetriği ile karşılaştırılması sonucunda %71 oranında benzerlik olduğunu Zheng ve ark.(24) yaptıkları çalışmayla ortaya çıkarmıştır.

Yapılan araştırmalarla birlikte oluşan genel kanı dişin konumunun ve simetrisinin kök kanal sistemi konfigürasyonunda etkili olmadığını göstermiş fakat oluşan varyasyonun genelde çift taraflı(simetrik) görüldüğünü ortaya koymuştur.

2.3. DİŞ MORFOLOJİLERİ

2.3.1. Mandibular Birinci Molar

Mandibular molar dişler ağızda ilk süren daimî dişlerden olmasından dolayı yüksek çürüme potansiyeli barındırır. Çürüme potansiyeliyle aynı oranda kök kanal tedavisine olan ihtiyaç potansiyeli de artacaktır. Alt molar dişlerin gerek anatomik yapısı gerekse konumu itibariyle kanal tedavisi işlemi için prosedürü oldukça uzundur. Nitekim mesial kök ve distal kök olarak birçoğu iki köklü olsa da mezialde ve distalde kanal sayısı 3’e kadar çıkabilir. Ender olarak 3 köklü alt birinci molarlar da

görülmüştür. Sıklıkla alt birinci molar dişlerde mezialde meziobukkal ve meziolingual olmak üzere iki kanal, distalde sıklıkla geniş bir tane kanal görülür. Pulpa odası tabanı eşkenar veya ikizkenar dörtgene benzer.

Distal kökün 2 ayrı kök şeklinde görülme durumu nadir de olsa karşımıza çıkabilir. Bu nadir durum gözlendiğinde lingualde kalan köke distoligual kök, bukkalde kalan köke ise distobukkal kök denir. Genelde distolingual kanal distobukkal kanala göre daha kısa, kavisli ve incedir. Mezialde kök bu iki kökten hacimsel olarak daha büyüktür ve orta üçlüye kadar mezial yönde kıvrılarak, apikal üçlüde ise distale doğru açılanarak gelişmiştir.(27)

Distalde tek bir kanal varlığında bu kanal bukkal oluğun distalinde yer alır. Kanal ağzı oval şekline benzer. İki kanal varlığında kanallar kök boyunca daha çok yuvarlak şekline benzer.(10)

Mezial kanal ağızları genelde birbirinden ayrı şekilde pulpa tabanında yer alır. Meziobukkal kanal ağzı sıklıkla meziobukkal tüberkülün hemen altında yer alırken Meziolingual kanal ağzı ise santral oluğun lingualinde yer almaktadır. Nadiren mezial kanallara arasında ortada bir kanala rastlanabilir. Bu kanala orta mezial kanal denir.

Kök kanal giriş kavitesi genellikle eşkenar dörtgen veya yamuk şekilli açılır. Açılan kavite kanala doğrudan giriş yapmamızı sağlamalıdır. Giriş kavitesinde yapılan hatalar ilerleyen aşamalarda perforasyona sebep olabilir(5).

Mandibular birinci molar dişlerde ekstra bir distolingual kanal bulunma ihtimali olabilir. Bu durumda ekstra kanala *radix entomolaris* denir(27). Xuan ve ark. bu çeşitlenmenin Çin popülasyonundaki alt birinci molarların üçte ikisinde karşılaşıldığını bildirmişlerdir(28).

2.3.2. Mandibular İkinci Molar

Mandibular ikinci molar dişlerin okluzal tablası birinci molar dişlerden biraz daha dar ve daha simetriktir. Bu dişler genellikle 2 köke sahiptir. Kökler distale doğru eğimlidir ve birinci molar dişlerin köklerine göre daha yakın konumlanır. Kök sayısı

çeşitli varyasyonlarla birlikte bir, iki, üç veya dört olabilir. Kanal sayısı da buna bağlı olarak bir ile altı arasında olabilir(5).

2.4. KÖK KANAL MORFOLOJİSİNİN İNCELENMESİNDE KULLANILAN GÖRÜNTÜLEME YÖNTEMLERİ

2.4.1. Geleneksel Görüntüleme Yöntemleri

Diş hekimliğinde görüntüleme sistemleri son otuz yıldır x ışınlarının diş içerisinden geçirilmesi sonucu bir film tabakası üzerine getirilmesi aşamalarıyla oluşan 2 boyutlu (2B) görüntü sayesinde alışılagelmiş bir şekilde kullanılmıştır. Oluşan radyografi görüntüleri diş hastalıklarının tanınması ve tedavi prosedürünün belirlenmesi açısından büyük önem arz etmektedir. Bu radyografiler uzun süredir hayatımızda olan ve artık vazgeçilmez bir hal almış geleneksel(konvansiyonel) görüntüleme yöntemleridir.

Teknolojik gelişmelerin etkisiyle yıllarca alternatifsiz olarak gelmiş geleneksel görüntüleme yöntemleri yerini bilgisayar destekli teknolojiye bırakmaya başlamıştır. Günümüz teknolojisiyle 2B görüntüleme sistemlerinden 3 boyutlu(3B) ileri görüntüleme sistemlerine geçiş olmuştur. İleri görüntülemeyle ağız içinden veya ağız dışından 3B görüntüleme yapılabilmektedir (29–32).

Konvansiyonel RG (Radyografi) şüphesiz ki ileri RG yöntemlerine göre limitli bilgi sunar. Bunun temel sebebi 3 boyutlu anatominin 2 boyutlu filme ya da görüntüye sığdırılmasıdır. Görüntülenen doku meziodistal olarak daha net bilgi verse de bukkolingual olarak iç içe geçen görüntüler anatominin ayırt edilmesini zorlaştırır. Konvansiyonel yöntemlerle daha net bilgi edinmek için birden fazla RG alınarak incelenme yapılsa da net bir sonuca varmak imkansızdır (33–36).

İnsan anatomisi karmaşık doku sınırlarının bütünlüğüyle birlikte oluşmuş bir yapıdır. Maksillofasiyal bölge her zaman düz sınırlardan oluşmaz. Bu yüzden geometrik biçim değişimleri çok sık görülür. Konvansiyonel röntgenler bu değişimleri izlememizde yetersiz kalmaktadır. Bununla birlikte konvansiyonel görüntüleme kullanırken anatominin daha doğru izlenmesi için bazı uygulamalar yapılabilir.

Bunlar; kullanılan film ya da sensör dişin uzun aksına paralel yerleştirilmesi ve açıortay tekniğinden ziyade paralel tekniğin kullanılmasıdır (37–39).

2.4.2. İleri (3 Boyutlu) Görüntüleme Yöntemleri

2.4.2.1. Bilgisayarlı Tomografi (BT)

İlerleyen teknolojiyle birlikte farklı organ, doku veya patolojilerin 3B görüntülenmesi mümkün olmuştur. Bu gelişmeler bize daha doğru ve daha etkin teşhis-tedavi planlamasını sunmaktadır (40). BT ile ilgili ilk gelişmeler 1960'larda Amerikalı fizikçi Allan McLeod Cormack tarafından yapılan görüntü rekonstrüksiyon aritmetiği çalışmaları sonucunda ortaya çıkmıştır. İlk modellemesi ise 1967 yılında İngiliz Mühendis Fizikçi Godfrey Hounsfield tarafından yapılmıştır. BT'nin çalışma prensibi, vücudun belli alanlarının x ışını ile taranarak sensörlerin absorbe ettiği x ışınının miktarına göre elde edilen kesitsel görüntülerin bilgisayar ortamına aktarılmasıyla 3 boyutlu görüntünün oluşmasına dayanır (41,42).

BT diş hekimliğinde ilk defa Finkle ve ark. tarafından maksillofasiyal travmaları incelemek için kullanılmıştır. Tachibana ve Matsumoto ise ilk defa endodontide kök kanal sisteminin bu yolla gözlenebileceğini bildirmişlerdir. BT diş hekimliğinde alveol kemiğin değerlendirilmesi, intraoral sert doku lezyonlarının değerlendirilmesi, temporomandibular eklem (TME) değerlendirilmesi, implant cerrahisi, maksillofasiyal deformitelerin incelenmesi için kullanılmıştır (43,44). Konvansiyonel radyografiler %10 altındaki doku yoğunluğunu göstermede başarısızken BT'lerde bu oran %1'dir. Özellikle BT furkasyon defektlerini ve periodontal doku defektlerini göstermede çok başarılı bulunmuştur. Bu yüksek başarı göstergelerine rağmen BT'nin dezavantajları da çoktur. BT'nin çene görüntülemedeki etkili dozu konvansiyonel radyografiden çok daha fazladır. Ayrıca ışınlama süresi uzun, makine maaliyeti çok fazla ve kullanımı karmaşıktır. Bununla birlikte nispeten düşük çözünürlüklü bir görüntü verir. Bütün bu dezavantajları nedeniyle BT her ne kadar konvansiyonel görüntülemelere göre üstünlüğü olsa da diş hekimliğinde kullanımı pratik olmayacaktır (45).

2.4.2.2. Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi (KIBT)

BT'nin baş boyun bölgesinde kullanımıyla oluşan görüntülerdeki süperpozisyonun ve magnifikasyonun fazla olmasından dolayı kaynaklanan hatalar farklı bir çalışma prensibine sahip olan KIBT' lerin gelişmesinin önünü açmıştır. KIBT' lerin ortaya çıkmasıyla diş hekimliğinde diğer görüntüleme yöntemlerine göre daha kullanılabilir olduğu ortaya konmuştur. 1982 yılında ilk olarak anjiyografi için geliştirilen KIBT 1997 yılında baş boyun görüntülemede kullanılmıştır. Alınan olumlu sonuçlarla ilerleyen dönemde diş hekimliğinde kullanılmaya başlanmıştır. Diş hekimliğinde kullanılması için ilk olarak "NewTom" isimli cihaz 1998 yılında piyasaya sürülmüştür. NewTom cihazında hasta yatar pozisyonda görüntüleme yapılırken sonraki çıkan KIBT cihazlarında hasta oturur vaziyette görüntüleme yapılmıştır. X ışını tüplerinin ve dedektör panellerinin zamanla ucuzlaması, bilgisayarların kuvvetli hale gelmesiyle de zaman içinde kullanımı yaygınlaşmaktadır(30,31,46–49).

2.4.2.2.1. Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografide Görüntü Oluşumu

BT'lerde ışın demeti yelpaze şeklinde iken KIBT'lerde farklı olarak konik şekilli X ışını demeti kullanılmıştır. Ayrıca çoklu rotasyonlar yerine 360° tek bir rotasyon söz konusudur. *Charged coupled device (CCD)* dedektörleri projeksiyonları algılar ve dijital formata çevirirler. 360° rotasyon esnasında her bir derece rotasyonda bir olmak üzere 360 hacimsel görüntü elde edilir ve incelenmek üzere bilgisayara aktarılır. *Görüntüleme alanı* (*field of view; FOV*) üzerinde çalışma yapılacak ya da incelenecek olan bölgeyi ifade eder. KIBT'lerde BT'lerden farklı olarak görüntüleme alanında 150 ile 600 arasında sıralı düzlemsel görüntüler elde edilir ve görüntü elde edilirken kesitler ayrı ayrı ışınlanmaz. Bu da KIBT'lerde daha az radyasyonla daha detaylı görüntüleme yapılmasını sağlar (50–54).

KIBT'lerde görüntü oluşumu;

a) Hastanın pozisyonlandırılması
b) X-ışını oluşması
c) Tarama yapılması
d) Görüntü rekonstrüksiyonu

e) Görüntünün ekran üzerinde incelenecek vaziyete getirilmesi aşamalarından oluşur.

a) Hastanın Pozisyonlandırılması: Hastalar kullanılan KIBT cihazının özelliğine göre ayakta, oturarak veya yatar pozisyonda olabilir. Ayakta çekim yapılan cihazlar ayakları üzerinde duramayan hastalar için engel oluşturur. Hastanın yatar vaziyet aldığı cihazlar ise çok yer kaplar. En kolay kullanımı olan cihazlar hastanın oturur vaziyette olduğu pozisyonlamalardır. Bütün sayılan sistemlerde hastanın hareket etmeden durması gerektiği için hasta başını sabitlemek elzemdir. Başın sabitlenmesi için ısırma çubuğu ile birlikte alın dayama aparatı ve çenelik kullanılır (45,50,54).

b) X Işını Oluşması: KIBT cihazlarında BT'den farklı olarak yelpaze şekilli x ışını yerine konik şekilli x ışını demeti kullanılır. Kullanılan x ışınlarının kaynağı panoramik röntgen cihazlarında kullanılan x ışını tüpüne benzemektedir. Bu tüpler sabit anotlu ve düşük enerjili tüplerdir. Görüntüleme cihazının rotasyonu sırasında sürekli x ışını üretilmesi ve x ışınlarının dedektörlerle algılanması tüm tomografilerde klasik prosedürdür. KIBT cihazlarında dedektörün algılayacağı sayıda ışınlama yapılmaktadır. Bu durumdan dolayı tüpün ekspojur zamanı, görüntü alınması için gereken süreden kısadır. Hastanın maruz kalacağı doz ise x ışını tüpünün akımı(mA), voltajı(kVp) ve FOV ile ilgilidir(49,51,52,54).

Görüntüleme Alanı-FOV

FOV görüntülenmek istenen hacmi ifade eder. Farklı cihazlarda çeşitli FOV alanları ışınlanabilmektedir. FOV kişiye ve bölgeye özel olarak belirlenir. İncelenmek istenen dokunun hacmi büyürse FOV değeri de büyür buna bağlı olarak hastanın aldığı radyasyon değeri de artar. FOV değerini etkileyen faktörler; x ışını şekli, dedektör hacmi ve boyutu, kolimasyon kapasitesidir. 15-23 cm arası geniş görüntüleme alanını, 10-15 cm arası orta görüntüleme alanını ve 10 cm'den az küçük görüntüleme alanını ifade eder. Geniş FOV maksillofasiyal travma ve çene patolojilerinin görüntülenmesinde, orta FOV implantoloji ve patolojide, küçük FOV dentoalveoler ve endodontik görüntülemede kullanılır(49,55).

c) Görüntü Tarama Sistemi: Dedektör özelliklerine göre görüntü tarama iki grupta incelenir:

a. Flat panel dedektör
b. CCD / *Image intensifier tube (IIT)* kombinasyonu

CCD/IIT kombinasyon sistemi iki yöntemin kullanılmasıyla oluştuğu için distorsiyon miktarı fazladır bu nedenle distorsiyon azaltma işlemine ihtiyaç duyulmaktadır. Flat panel dedektör sisteminde panel içinde sesyum iyodinden oluşan sintilatör tabakası mevcuttur. Bu geniş sensör paneli CCD/IIT kombinasyonundan daha küçük voksellerde görüntü oluşturur. Voksel küçüldükçe görüntü netliği artar. Dolayısıyla flat panel sensörler CCD/IIT kombinasyonuna göre daha yüksek çözünürlükte görüntü sağlar. Bu durum flat panel sensörlerin KIBT cihazlarında daha sık kullanılmasının yolunu açmıştır(55).

d) Görüntü Rekonstrüksiyonu: Rekonstrüksiyon 2B ham görüntülerin işlenmesiyle 3B görüntü elde edilmesine denir. Hacimsel bir veri elde edebilmek için önce 2 boyutlu temel projeksiyonlar elde edilir daha sonra bilgisayar ortamında birleştirilerek 3 boyutlu görüntüler elde edilir. Bu işleme primer rekonstrüksiyon denir. KIBT cihazı hasta etrafında bir tam dönüşünü yaklaşık 30 saniyede yapar. Bu sürede 100-600 arası projeksiyon oluşturur. Bu projeksiyonlar bir milyondan daha fazla piksele sahiptir ve pikseller gri skalada 12-16 bit arasında bir değere sahiptir. Bu projeksiyonların rekonstrüksiyonu biraz karmaşık olsa da KIBT cihazlarının görüntü oluşturması için yüksek maliyetli bilgisayarlara ihtiyaç duyulmaz. Genelde kişisel bilgisayarlar yeterlidir. Rekonstrüksiyon zamanı KIBT cihazlarda yaklaşık 5 dakika sürmektedir. Bu zamana etki eden faktörler içinde FOV alanı, voksel boyutu ve projeksiyon sayısı sayılabilir. Ayrıca kullanılan bilgisayarın donanımı ve kullanılan yazılım da bu zamana etki edebilir.

e) Görüntünün Ekranda Gösterilmesi: Bir pikselin 3B karşılığına voksel denmektedir. KIBT'de görüntü voksellerin bir araya getirilmesiyle oluşur. Oluşan görüntü 3 düzlemde (aksiyal, koronal, sagital) incelenebilir.

Uzaysal Çözünürlük-Voksel

Voksel, hacimsel dijital datanın en küçük birimidir. KIBT'de vokseller izotropiktir (küp şekli). Yani üç düzlemde (aksiyal, koronal, sagital) de boyutları eşittir. BT'lerde ise vokseller anizotropiktir (dikdörtgenler prizması şeklinde). Tomografilerde cihaz özelliğine göre voksel boyutu değişebilir. Genellikle 0.125 ile 0.4 mm arasında değişkenlik gösterebilir. Voksel boyutu uzaysal çözünürlüğü doğrudan etkiler. Boyut küçüldükçe uzaysal çözünürlük artacaktır. Final çözünürlüğünü ise hastadan x ışını saçılması, x ışını projeksiyon yöntemi, fokal spot büyüklüğü, ham projeksiyon sayısı ve rekonstrüksiyon algoritması etkiler. Rekonstrüksiyon ile üç düzlemde görüntülemenin yanı sıra çapraz kesitsel (crossectional) görüntüler de elde edilebilir.

2.4.2.2.2. Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografide Radyasyon Dozu

Günümüzde etkili radyasyon dozu KIBT cihazları için 13 ile 82 mikrosievert (μSv) arasında değişim gösteren değerlere sahiptir. Etkili radyasyon dozu KIBT cihazı markasına göre değişim gösterebilir. Panoramik röntgenle karşılaştırıldığında radyasyon miktarı yaklaşık 4 ile 15 katı arasında daha fazlayken BT ile karşılaştırıldığında radyasyon miktarında neredeyse %98'e varan azalma görülmüştür. Hastaları fazla radyasyondan korumak adına KIBT gerekmedikçe istenmemeli, gerekli durumlarda ise görüntüleme alanı çalışma alanı kadar ayarlanıp en az miktarda radyasyon verilerek çekim işlemi yapılmalıdır.

2.4.2.2.3. Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografinin Avantajları

- KIBT cihazları BT cihazlarına göre daha kullanışlı olup daha az yer kaplar. Bu özelliği diş kliniklerinde kullanımını daha elverişli hale getirir. Birçok KIBT cihazı panoramik cihazlar gibi çene aparatı bulundurur.
- KIBT cihazları ile maksillofasiyal bölgeden kesitsel biçimde 3 boyutlu görüntü elde ederek detayların incelenmesi kolaylıkla yapılabilir.
- Radyolojik olarak alınan diğer görüntülemelerde süperpoze olan anatomik yapılar KIBT cihazlarında süperpoze olmadığı için istenen bölge detaylı incelenebilir.

- KIBT cihazlarında voksellerin izotropik olmasından ötürü incelenmek istenen bölgede her düzlemde izleme ve doğru ölçüm yapılabilir.
- KIBT cihazlarında çekim süresi kısadır. Bu sürenin kısa olması hasta konforu açısından pozitiftir. Bununla birlikte kısa sürede çekimin yapılması hastanın hareketinden ötürü oluşabilecek artefaktları en aza indirir.
- KIBT cihazlarının radyasyon dozu diğer medikal BT'lere göre düşüktür. Tarama bölgesi küçüldükçe radyasyon dozu azalır.
- KIBT sistemlerinde diğer BT sistemlerine göre gerekli donanım daha azdır. Görüntü sonuçlarının yorumlanması veya ölçüm yapılması ekstra donanım gerektirmez.
- Metal artefaktları görüntülemede oluşabilir fakat üretici firmaların kullandığı arayüz programlar ve baskılayıcılar sayesinde bunlar azaltılabilir.
- KIBT'nin bütün bunlar arasındaki en önemli özelliği BT'lere göre çözünürlüğünün çok daha yüksek olmasıdır. Bu özelliği sayesinde kök kanal anatomisi rahatlıkla incelebilir. Kök kanal yapısının rahatlıkla incelenmesi endodonti tedavilerinin başarısını yükseltmektedir(31,47–49,55–61).

2.4.2.2.4. Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografinin Dezavantajları

- Dedektörü küçük olan cihazlarda istenilen büyüklükte alan görüntülenemeyebilir.
- BT'lerdeki Hounsfield skalası KIBT sisteminde yoktur. Benzer kemik ve yumuşak dokular tarama alanının değişik bölgelerinde farklı Hounsfield ünitesi (HÜ) değerleri verebilir. Ayrıca radyasyon saçılımının oluşturduğu noise KIBT üzerinde HÜ incelenmesini engeller.
- Kontrast çözünürlüğü KIBT sistemlerinde düşüktür. Bu durum yumuşak dokuların (kaslar, tükürük bezleri, yumuşak doku lezyonları vb.) incelenmesini ve ayırt edilmesini zorlaştırabilir. BT sistemlerinde kontrast çözünürlüğü daha yüksek olduğu için yumuşak doku incelenmesinde avantajlıdır. Bununla birlikte KIBT cihazları ile lezyonun kistik yapıda mı yoksa tümör yapısında mı olduğu lezyonun dansitometrik analizi ile bulunabilir.
- KIBT dijital periapikal RG'lere göre daha düşük çözünürlük verir.
- 2B görüntüleme sistemlerine göre maliyeti fazladır.(54,62,63)

2.4.2.2.5. Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi ve Endodonti

KIBT diş hekimliğinin her dalında özellikle endodontide ileri teşhis ve tedavi planlamasında kullanılabilir. Günümüzde geleneksel radyografiler diş hekimliğinin temelini oluşturmaktadır. 3B görüntüleme sistemleri; panoramik RG ve konvansiyonel RG'lerin yerini almaktan ziyade onların yetersiz kaldığı durumlarda tamamlayıcı olarak görülmelidir(63–65).

KIBT görüntüleme yöntemiyle periapikal hastalıklar başlangıç aşamasında dahi teşhis edilebilir ve tedavi planlaması yapılabilir(66). Lofthag- Hansen ve ark.(67) yaptıkları çalışmada 46 adet üst çene azı dişin iki farklı açılı alınmış periapikal RG incelemişler ve bu görüntüleri aynı dişlerin KIBT görüntüleriyle karşılaştırmışlardır. Periapikal RG ile 22 adet dişte saptanan periapikal lezyon KIBT taramaları değerlendirilmesiyle 10 adet (%24) dişte daha periapikal lezyon olduğu belirtilmiştir. KIBT ile taranan dişlerin farklı köklerinin tek tek incelenmesiyle %38 oranında daha fazla periapikal lezyon teşhis edilmiştir. Sonuç olarak KIBT görüntüleme sistemlerinin geleneksel RG yöntemlerine göre daha detaylı bilgi verdiği ispatlanmıştır ve özellikle endodonti açısından ne kadar değerli olduğu gösterilmiştir.

Low ve ark(68). yaptıkları çalışmada da benzer sonuçlara ulaşmışlar, KIBT sistemlerinde anatomik süperpozisyon ve parazitlenme olmadan verilerin incelenmesi sayesinde görüntülerin daha anlaşılır olduğunu belirtmişlerdir.

Periapikal hastalığın erken dönemde yani RG'de görüntü vermeden teşhis ve tedavi edilmesi daha başarılı sonuçlar vermektedir(69). Hastalar her zaman semptomlu dişini belirtemeyebilir. Bu dişler hiç tedavi görmemiş ya da çeşitli işlemler görmüş olabilir. Klinisyenlerin geleneksel RG incelemesinde hastalığın bulunduğu dişi tespit etmekte zorlanırsa KIBT görüntüsüne bakılması önerilmiştir(70,71).

KIBT'nin endodontide en etkili kullanıldığı alan tedavi sonuçlarının takip edilmesidir. Tedavi sonrası geleneksel RG'lerle takip edilen bir dişe konulan 'iyileşme' tanısı yanıltıcı olabilir. Nitekim aynı dişin KIBT görüntüsü incelendiğinde periapikal radyolusensi veya genişlemiş periodontal ligament aralığı gözlemlenebilir. Bu durum sadece geleneksel RG ile yapılan takibin apikal periodontitis insidansının

olduğundan az gösterilmesine neden olur. Bu yüzden endodontide daha etkili görüntüleme yöntemi olan KIBT'nin kullanımının artması daha kesin sonuçları doğuracaktır(72).

2.5. KÖK KANAL TEDAVİSİ BAŞARISIZLIK NEDENLERİ

Kök kanal tedavisindeki en büyük başarısızlık nedeni, kök kanal sistemindeki mikroorganizmalar olarak gösterilmiştir(73). Bununla birlikte, nekrotik pulpa dokusu, kırık aletler, aşırı dolgu malzemesi, mekanik perforasyonlar, kök kırıkları, periradiküler lezyonlar ve periodontal hastalık gibi durumlar da tedavi başarısızlığına etki eder(74). Siqueira ve Roças(75), kök kanalının doldurulması sırasında kanal içinde bakteri bulunmasının tedavinin başarısını büyük ölçüde etkileyebileceğini vurgulamıştır. Uygulama hataları genellikle doğru tedavi prosedürünün uygulanmasını geciktirir veya engeller. Bu nedenle, enfekte dişlerin tedavisi sırasında yapılan bir hata, potansiyel bir başarısızlık nedeni olarak değerlendirilir(76).

Endodontik tedavi başarısını etkileyen faktörler şunlardır:

- <u>Hastanın genel durumuyla ilgili faktörler:</u>

a) Yaş
b) Cinsiyet
c) Genel Sağlık Durumu

- <u>Diş ile ilgili faktörler:</u>

a) Diş tipleri
b) Kök kanal anatomisi varyasyonları
c) Diş vitalitesi, klinik semptomları ve periapikal lezyon varlığı
d) Periodontal sağlık durumu
e) Çatlak varlığı ve konumu

- <u>Tedaviyle ilgili faktörler:</u>

a) Kanalların şekillendirilmesi
b) Kanalların dezenfeksiyon

c) Apikal tıkama ve kanal dolumu
d) İyatrojenik komplikasyonlar

- Postoperatif faktörler

2.5.1. İyatrojenik komplikasyonlar

Tedavi sürecinde meydana gelen prosedürel hatalar, kanal sisteminin kimyasal ve mekanik temizliğini ve sızdırmaz bir dolum sağlanmasını engelleyerek endodontik başarısızlığa sebep olabilir(77). Chevigny ve ark.(78) yaptıkları çalışmada kanal tedavisi başarısızlığına neden olan faktörler arasında perforasyonlar, tedavi edilmemiş kanallar, kırık alet bırakılması, kanal tedavisi süresince kullanılan materyallerin kanal dışına taşırılması gibi iyatrojenik komplikasyonların rolü olduğunu göstermişlerdir. Bu konuyla ilgili yapılan diğer çalışmaların da onayladığı gibi komplikasyon varlığı tedavinin başarılı olma ihtimalini azaltmaktadır(79). Yapılan tedaviyle enfeksiyonun ortadan kaldırılması beklenirken, özellikle apikal periodontitisli dişlerde yaşanan komplikasyonlar nedeniyle enfeksiyonu ortadan kaldıracak şartlar değiştiği için oluşan durum, enfeksiyonun sonlanmasını engellemekten ziyade enfeksiyonu teşvik edici bir ortam hazırlayabilir. Bu nedenle daha dikkatli çalışılması ve iyatrojenik komplikasyonlardan kaçınılmasının gerekliliği ortaya konulmuştur(78).

2.5.1.1. Kök Perforasyonları

Kök kanal tedavilerinin başlıca hedefi hastalanmış bir dişi fizyolojik olarak işlevselliğini sürdürecek şekilde sağlıklı hale getirerek ağızda tutmaktır. Fakat tedavi sırasında veya sonrasında bazı durumlarda başarısız olma ihtimaliyle karşı karşıya gelinebilir (80,81). Kök kanal sistemi ve periodonsiyum arasında çeşitli nedenlerle oluşturulmuş veya kendinden oluşmuş yapay açıklığa perforasyon denir. Perforasyonlar kök kanal dolgusu işlemlerinin başarısız olma nedenleri arasında %3 ile %10 arasında bir yere sahiptir (82). Kendinden oluşan perforasyonlar travma, çürük veya rezorpsiyon gibi patolojik kaynaklıdır. Ayrıca patolojik kaynaklı olmayan, kök kanal tedavisi sırasında iatrojenik nedenlerle oluşturulan perforasyonlar; giriş kavitesinin açılması, kanal ağzını bulma uğraşı, kanalların preperasyonu, solüsyonların ultrasoniklerle aktivasyonu, postcore kavitesi hazırlanması sırasında meydana gelebilir. Kanal tedavisi preperasyonu sonrası bırakılan dentin miktarı dişin

sağlığa kavuşması için önemli bir faktördür, çünkü kök kanalını fazla genişletmek perforasyon gibi olaylara neden olabilir. Lim ve Stock(83), perforasyon veya dikey kök kırılması önlemek için kanal preperasyonu sonrası kalması gereken minimum kanal duvarı kalınlığını 200–300 μm olarak belirlemişlerdir. İatrojenik kaynaklı perforasyonların oluşmasının genel nedeni ise kök kanal anatomisinin iyi bilinmemesidir. (84,85).

2.5.1.2. Kök Perforasyonlarının Teşhisi

İatrojenik kaynaklı perforasyonlar yapıldığı anda tespit edilmesi kolayken, rezorpsiyon kaynaklı perforasyonlar genellikle çok sonradan fark edilir. Strip perforasyonları gözle tespit etmek zor olsa da furkasyon bölgesindeki perforasyonlar gözle görülebileceğinden tespit edilmesi daha kolaydır. İatrojenik kaynaklı perforasyonlarda dişte tek bir kaynaktan yoğun bir kanama varlığı mevcuttur. Kâğıt konlarla kanamanın yeri, dolayısıyla perforasyonun yeri tespit edilebilir. Ancak bazı sistemik hastalıklar ve kullanılan ilaçlar kanamayı etkileyebileceğinden perforasyon odağının tespitini zorlaştırabilir. Ayrıca perforasyon olmuşsa kâğıt konlarda veya kullanılan guta perkada apekste sıkışma olmayacağı için tug-back alınmaz. Tespitin zorlaştığı durumlarda kullanılabilecek en pratik araç apeks buluculardan faydalanmaktır. Kanal aleti apeks bulucuya takıldığında şüphelenilen bölgeye dokunmasıyla periodontal ligamentten sinyal alacağından beklenenden erken yanıt verecektir (3,86,87).

Rezorpsiyon kaynaklı perforasyonlar genelde bölgedeki seröz eksuda varlığı, dişin perküsyon hassasiyeti, kronik periodontitis varlığı veya dişin renk değişimi ile tespit edilebilir. Normal kontrollerde teşhis etmesi zordur genelde perforasyon olduktan çok sonra rahatsızlıklar ortaya çıkmaya başladığında tespit edilir. Bununla birlikte yeterli kök kanal tedavisi yapılmış bir dişte cep oluşumu veya sinüs yolunun oluşumu gibi problemlerin meydana gelmesi iatrojenik ve patalojik perforasyonlardan şüphelenmemize neden olmalıdır (88,89).

Periapikal radyografiler endodontide en sık kullanılan görüntüleme yöntemidir fakat kök kanal perforasyonlarının tespitinde yetersiz kalmaktadırlar. Son dönemde KIBTin hayatımıza girmesiyle perforasyon tespiti daha kolay olmaktadır. 3 boyutlu

görüntülemeyle perforasyon olan bölgenin kökün neresinde olduğu ve büyüklüğü hakkında güvenilir bilgiler elde edilmektedir. Bununla birlikte kanalda gutta perka varlığı ve kanal içi post varlığı ile dişte bulunan restorasyonlar görüntüde artefakt oluşturur. Bu durum teşhis ve tedavi planlamasında potansiyel bir risk teşkil eder.

Ayrıca son zamanlarda dental mikroskopların diş hekimliğine girmesiyle birlikte yüksek büyütmede yoğun ışık altında net bir görüntü elde edilerek perforasyon yeri ve büyüklüğü saptanması kolaylaşmıştır(88).

2.5.1.3. Endodontik Kök Perforasyonların Sınıflandırılması

Amerikan Endodontistler Birliği (AEE)' nin sınıflandırması(90) perforasyonun lokalizasyonuna göre yapılmıştır. Buna göre perforasyonlar;

- Furkasyon perforasyonu: Furkasyon bölgesinde meydana gelen perforasyonlardır.
- Apikal perforasyon: Apikal üçte birlik bölgede meydana gelen perforasyonlardır.
- Strip perforasyon: Kök kanal tedavisi sırasında kökün koronal kısımının fazla genişletilmesiyle lateral duvarda oluşan perforasyonlardır.

Strip perforasyonlar kök eğimi az olan dişlerin koronal kısımlarının aşırı genişletilmesiyle oluşur. En çok alt azıların mezial köklerinde, alt keserlerde ve üst azıların meziobukkal köklerinde gerçekleşir.

Az eğimli dişlerin furkasyon bölgesinde özellikle 'Tehlikeli Bölge' olarak kabul gören bölgelerde kök kanalının distaldeki kalınlığı mezialdeki kalınlığından azdır. Bu nedenle bölgedeki strip perforasyonlardan kaçınmak için kanal anatomisi iyi bilinmeli ve kanal limitasyonları dahilinde preperasyon yapılmalıdır (91–93).

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışmada Mart 2020 – Eylül 2024 tarihleri arasında Gülhane Diş hekimliği Fakültesi Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi Anabilim Dalı'na başvurmuş hastaların KIBT görüntüleri retrospektif olarak taranmıştır. Alınan görüntüler implant planlaması, maksillofasiyal tümör ve kistlerin görüntülenmesi, ortodontik planlama, gömülü dişlerin teşhis ve tedavi planlaması gibi çeşitli sebeplerle alınmıştır. Çalışmaya uygun 239 diş üzerinde gerekli ölçümler yapılarak veriler toplanmıştır. Çalışma, Sağlık Bilimleri Üniversitesi Gülhane Bilimsel Araştırmalar Etik Kurulu (Protokol No:2024/102) tarafından onaylanmıştır.

3.1. ÇALIŞMA PLANI

Çalışmada 3D Accutomo 170 (Morita Manufacturing Corp., Kyoto, Japonya) KIBT cihazı kullanılmıştır (Resim 3.1). Çalışmaya 12 yaşından büyük hastalar dahil edilmiş olup herhangi bir cinsiyet sınırlaması planlanmamıştır. Periapikal lezyonsuz, kök gelişimi tamamlanmış, rezorpsiyon ya da kalsifikasyonu bulunmayan daimî alt molar dişler araştırmaya dahil edilmiştir. Dişlerin dahil edilmeme kriterleri ise; incelenecek dişte kök kanal tedavisi yapılmış olması, post veya kuron restorasyonları bulunmasıdır. Ayrıca, tam dişsizliği olan hastalar, simetrisinde ilgili dişi olmayan hastalar, istenilen bölgelerin görüntü alanı içerisinde olmadığı, hasta veya cihaz kaynaklı hataların bulunduğu görüntüler, dolgu, restorasyon veya protezler nedeniyle oluşan saçılmanın değerlendirmeyi zorlaştırdığı durumlar da çalışmadan elimine edilecektir.



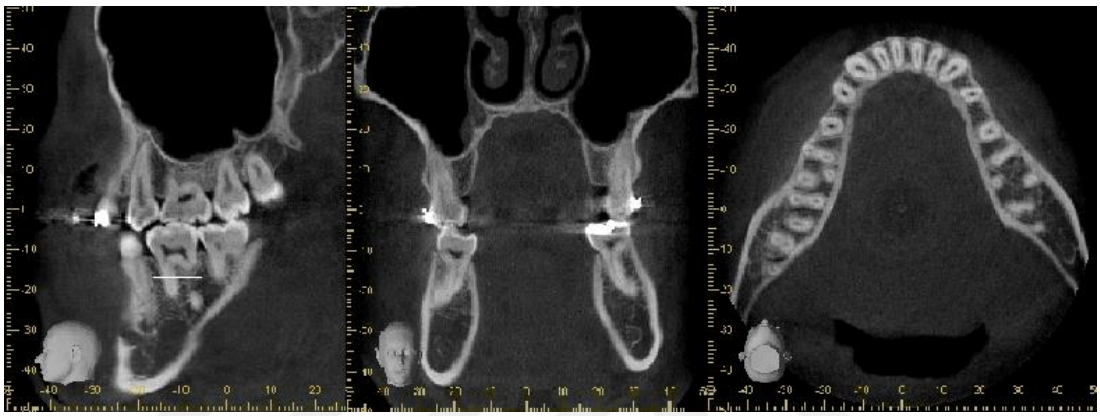
Resim 3.1. Çalışmada kullanılan KIBT cihazı

3.2. KIBT CİHAZININ TEKNİK ÖZELLİKLERİ VE GÖRÜNTÜLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Çalışmada kullanılan verilerin elde edildiği KIBT tarama verileri, 90 kV ve 5 mA ile bir 3D Accuitomo 170 KIBT cihazı (Morita Manufacturing Corp., Kyoto, Japonya) kullanılarak elde edildi. Tüm görüntüler için 17.5 saniyelik pozlama süresi kullanıldı. KIBT makinesi 140x100 mm görüş alanına sahipti ve voksel boyutu 0.08 mm idi. Tüm görüntüler, sagital, aksiyal, koronal ve üç boyutlu görüntülerin rekonstrüksiyonu için yazılımla (i-Dixel one Volume Viewer 2.0) analiz edildi.

KIBT değerlendirmeleri ve uzunluk ölçümleri için üreticinin kendi tescilli yazılımı (iDixel 2.0/ One Data Viewer/ One Volume Viewer; J Morita Mfg. Corp.)

kullanıldı (Resim 3.2). Görüntüler loş bir odada 30 inç Dell 3008WFP düz panel monitörde (Dell Inc., Round Rock, TX, USA) 1920 × 1080 piksel ekran çözünürlüğünde ve 32 bit renk derinliğinde görüntülendi. Görüntüler 1 ay boyunca deneyimli bir Ağız Diş ve Çene Radyolojisi uzmanı tarafından eğitilen bir endodontist tarafından incelenmiştir. Kararsızlık durumlarında ise bir radyolog ile tekrar değerlendirme yapılarak bir sonuca varılmıştır. 2 hafta sonra görüntülerin %20'si rastgele seçilerek tekrar incelenmiştir.

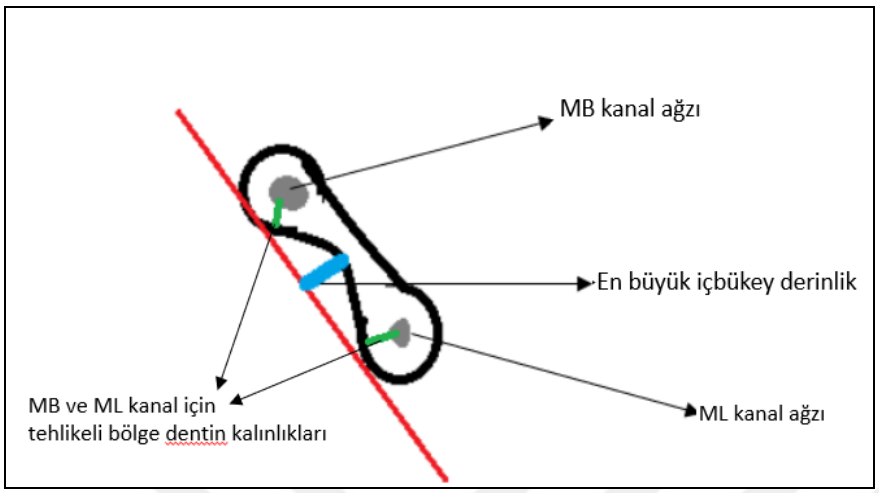


Resim 3.2. KIBT görüntü örneği

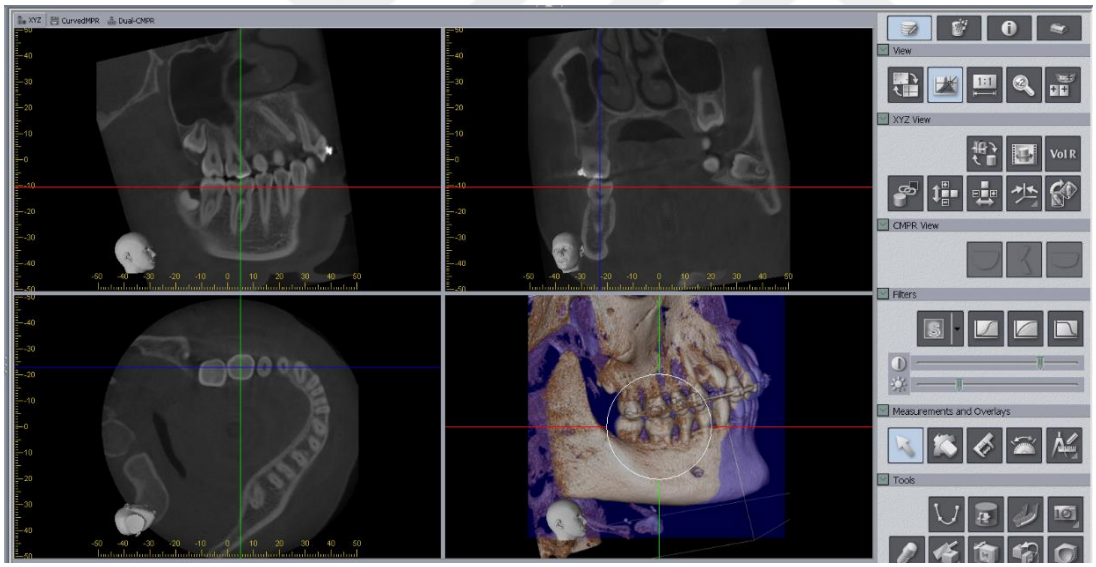
3.3. DEĞERLENDİRİLEN PARAMETRELER

Demografik bilgiler ve KIBT görüntülerinin sagital ekseninde her örneğin furkasyondan apekse kadar mezial köklerinin uzunluğu ölçülecek, ölçümlere göre dişler 3 gruba ayrılarak: uzun (>>10,0 mm), orta (9,0~10 mm) ve kısa (<<9,0 mm) olarak kaydedilmiştir. Daha sonra furkasyonun 0-5 mm altındaki kesitlerde KIBT görüntülerinin aksiyal görünümünde meziolingual (ML) ve meziobukkal (MB) kanalının distal duvarının minimum dentin kalınlığı değerlendirilmiştir. Ölçüm, ilk önce mezial kökün distal tarafının dış duvarlarına teğet olan varsayımsal bir çizgi çizilecek şekilde yapılmıştır. Daha sonra kökün distal tarafındaki en derin çöküntü alanında bu çizgiye dik bir çizgi çizilerek içbükeyliğin derinliği ölçülecek en büyük içbükeylik derinliğine sahip alanın olduğu kesitte, MB ve ML kanalının iç duvarlarından kökün dış yüzeyine dik bir çizgi çizilerek dentin kalınlığı (DK) ölçülecek ve bu kesitin furkasyondan itibaren kökün kaç milimetre derinlikte olduğu kaydedilmiştir (şekil 3.1). Tehlikeli bölgenin furkasyondan tespit edilen konumuna kadar olan dikey mesafe ve tehlikeli bölgedeki dentin kalınlığı; yaş, cinsiyet, simetri,

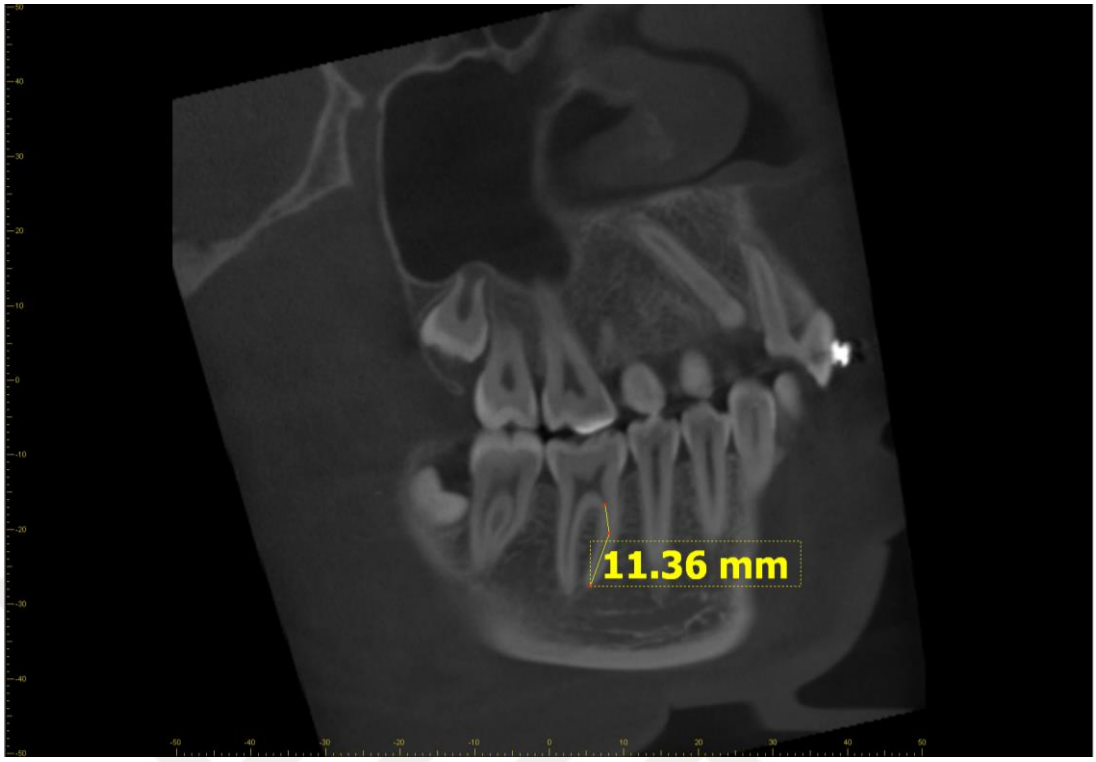
kök uzunluğu parametreleri kapsamında incelenmiştir (Resim 3.3), (Resim 3.4), (Resim 3.5), (Resim 3.6).



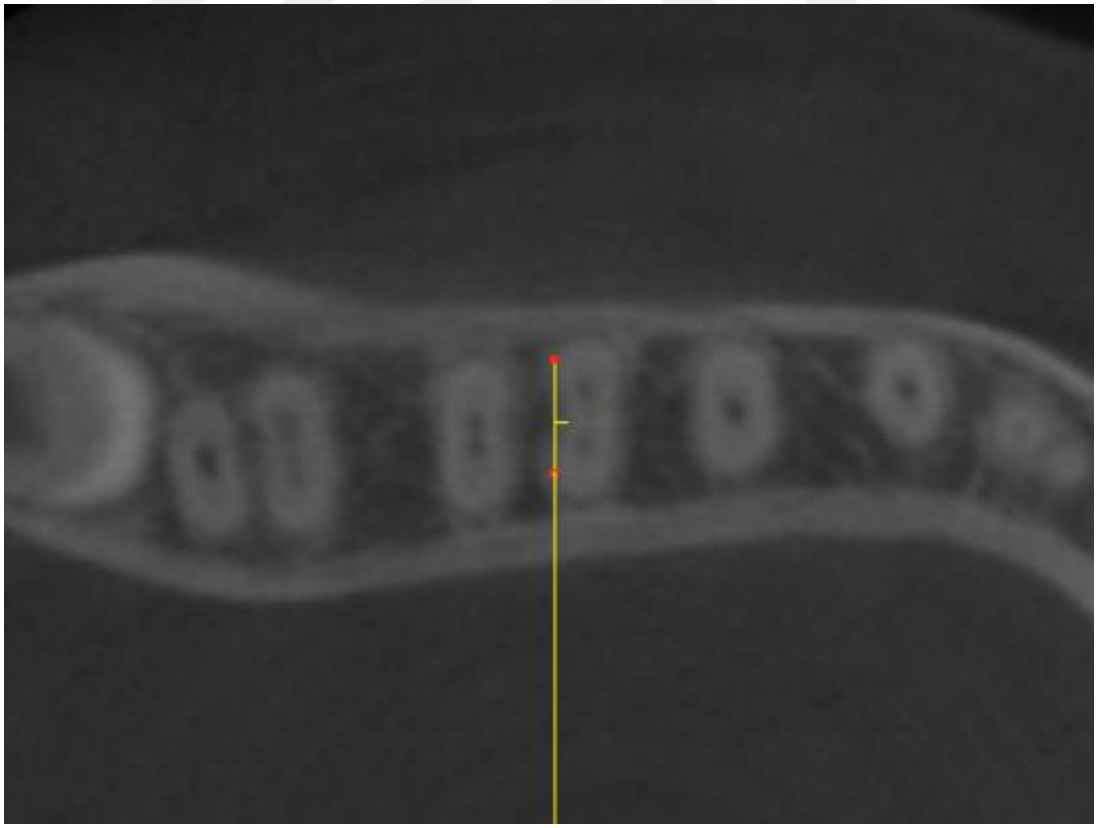
Şekil 3.1. Dişinin aksiyal görünümünde tehlike bölgesindeki minimum dentin kalınlığının tespiti şematik görünüm



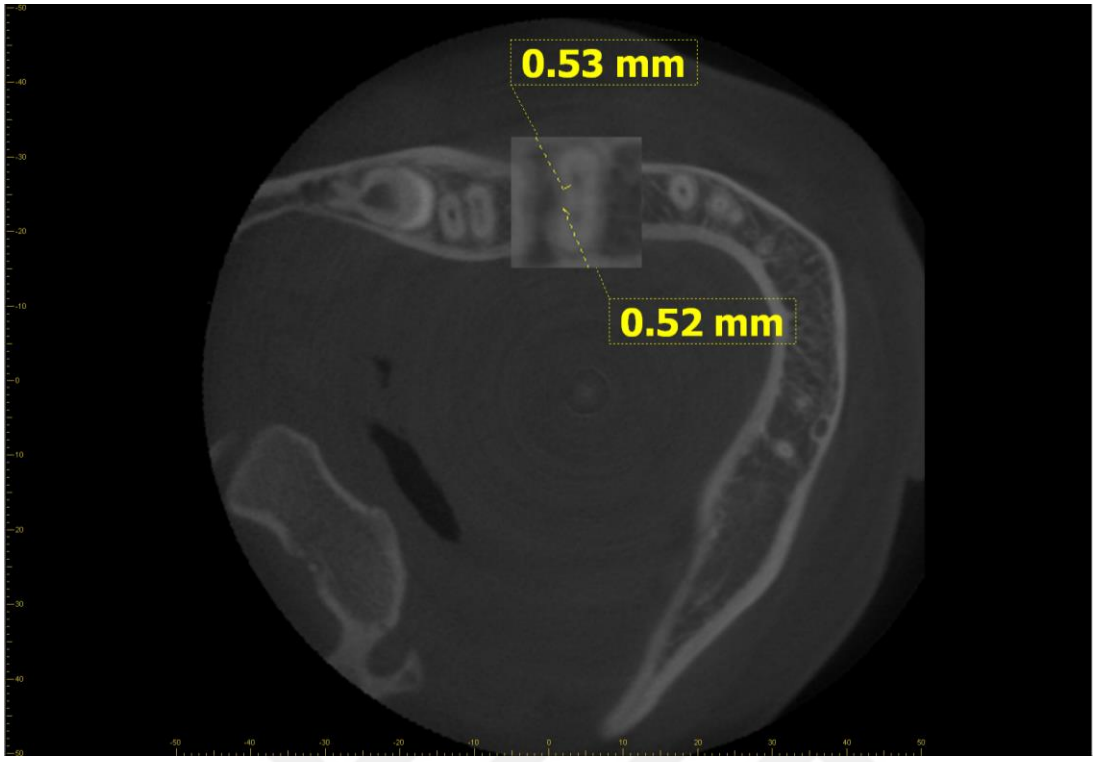
Resim 3.3. Dişin konumlandırılması



Resim 3.4. Kök uzunluğu ölçümü



Resim 3.5. İçbükeyliğin en fazla olduğu konumun bulunması



Resim 3.6. Dentin kalınlığı ölçümü

3.4. İSTATİSTİKSEL YÖNTEMLER

Araştırmada verilerinin değerlendirilmesinde Statistical Package for Social Sciences (SPSS) Windows version 25 (SPSS Inc. Chicago, IL, USA) yazılım programı kullanılmıştır. Çalışmada verilerin tanımlayıcı istatistikleri (sayı, yüzde, ortalama, standart sapma, minimum, maksimum ve medyan) verilmiştir. Normallik varsayımı Shapiro Wilk testi ile kontrol edilmiştir. Normal dağılıma sahip olmayan niceliksel verilerin bağımsız iki grup için karşılaştırılmasında Mann Whitney U testi, normal dağılıma sahip olmayan niceliksel verilerin bağımsız en az üç grup için karşılaştırılması için Kruskal Wallis testi kullanılmıştır. Farklılığın hangi iki grup arasında olduğunu tespit edebilmek için Bonferroni analizi yapılmıştır. Normal dağılıma uygun olmayan ölçümler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olup olmadığı Spearman korelasyonundan yararlanılmıştır. Tüm analizler için I. Tip Hata olasılığı α=0,05 olarak belirlenmiştir.

4. BULGULAR

Çalışmada 322 hastanın KIBT görüntüsü değerlendirilmiş olup istenilen kriterlere uygun olmayan 83 kişi elenerek 239 KIBT görüntüsü değerlendirilmeye alınmıştır.

Çizelge 4.1. Katılımcıların cinsiyetine göre dağılımları

Cinsiyet	n (%)
Kadın	229 (54,0)
Erkek	110 (46,0)
Toplam	239 (100,0)

Katılımcıların cinsiyetlerine göre dağılımları tabloda verilmiştir. Katılımcıların %54'ünün kadın, %46'sının erkek olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.2. Kök uzunluğuna göre dağılım

Kök uzunluğu	n (%)
Kısa	108 (22,6)
Orta	158 (33,1)
Uzun	212 (44,4)
Toplam	478 (100,0)

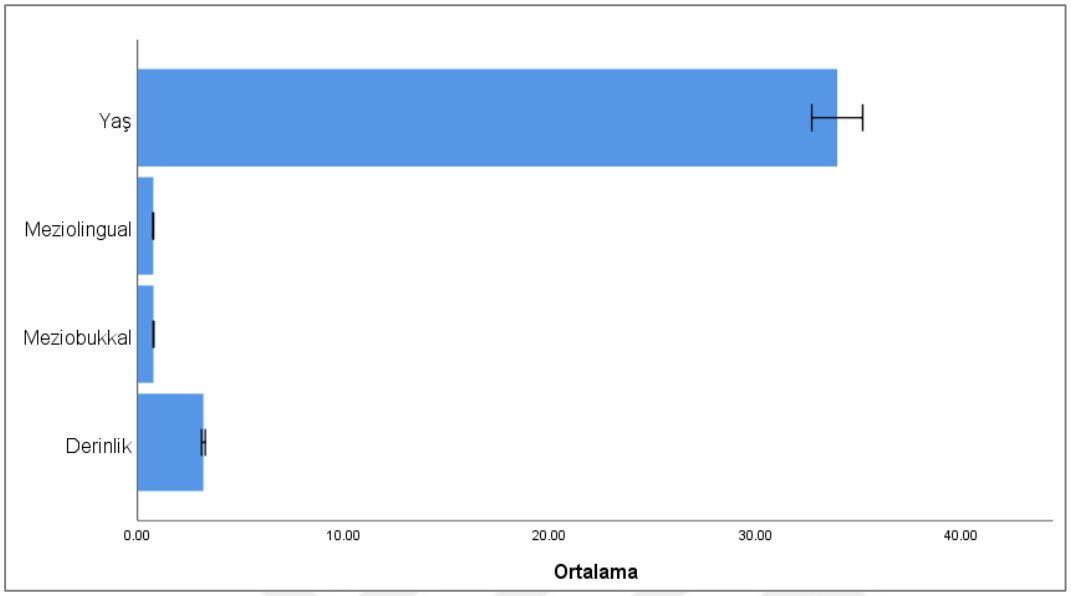
Araştırmada kök uzunluğuna göre dağılımları tabloda verilmiştir. Buna göre %22,6'sının kök uzunluğu kısa, %33,1'inin orta, %44,4'ünün uzun olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.3. Değişkenlere ait tanımlayıcı istatistikleri

	M, (Min,-Maks,)	Ort, ±S,s,
TB derinliği	3,08 (1-6,2)	3,19±1,00
MB DK	0,78 (0,42-1,37)	0,77±0,18
ML DK	0,73 (0,36-1,3)	0,76±0,19
Yaş	30 (16-72)	33,96±13,75

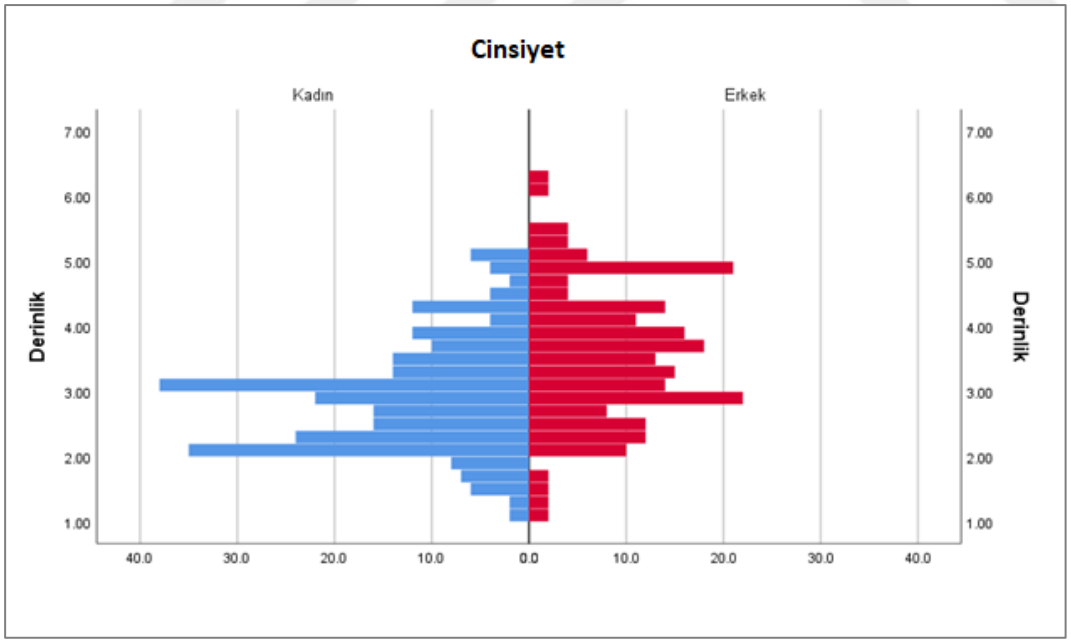
Tehlikeli bölge derinliği, MB dentin kalınlığı, ML dentin kalınlığı ve yaş değişkenlerinin tanımlayıcı istatistikleri tabloda verilmiştir. Buna göre tehlikeli bölge derinlik medyan değeri 3,08, minimum 1, maksimum 6,2, ortalama 3,19±1,00, MB dentin kalınlığı medyan değeri 0,78, minimum 0,42, maksimum 1,37, ortalama 0,77±0,18, ML dentin kalınlığı medyan değeri 0,73, minimum 0,36, maksimum 1,3,

ortalama 0,76±0,19 olduğu tespit edilmiştir. Katılımcıların yaşlarının medyan değeri ise 30, minimum 16, maksimum 72, ortalama 33,96±13,75 olduğu tespit edilmiştir.

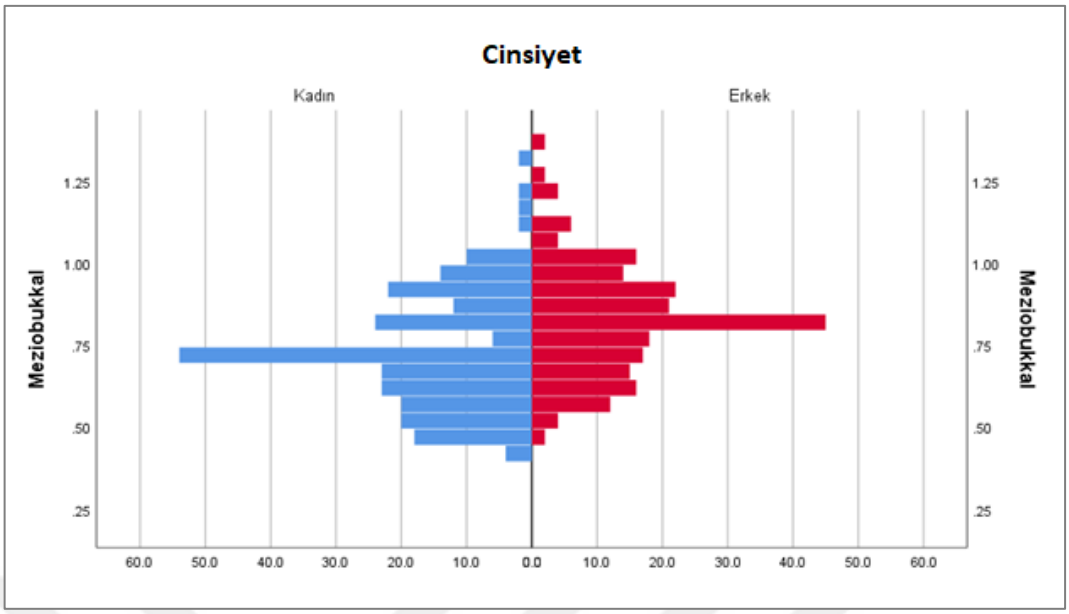


Şekil 4.1. Değişkenlerin ortalamaları

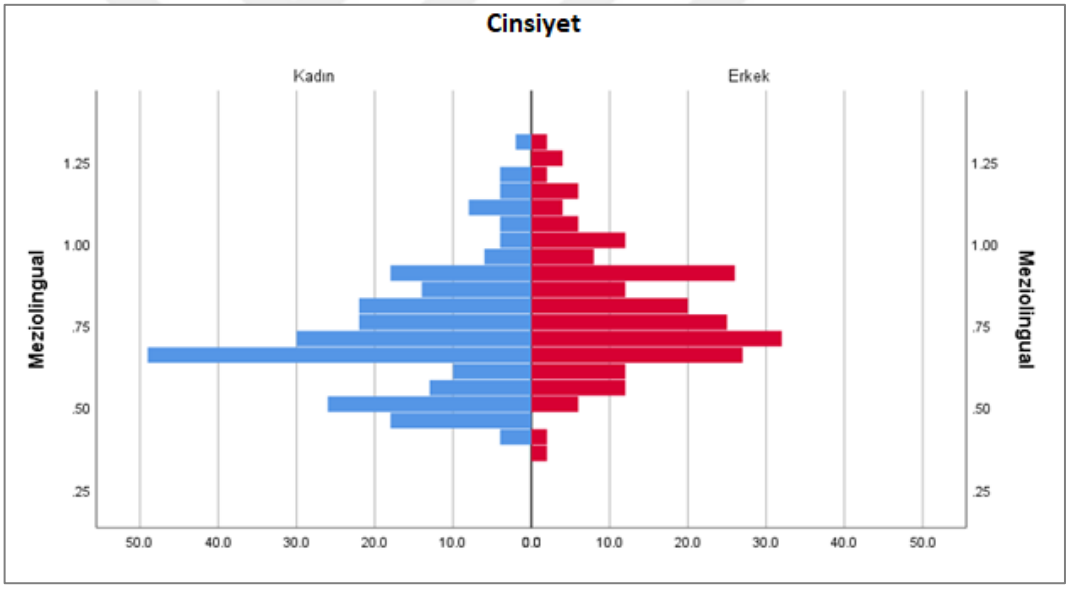
Karşılaştırma analizleri



Şekil 4.2. Cinsiyete göre derinlik değerleri



Şekil 4.3. Cinsiyete göre meziobukkaldentin kalınlığı değerleri



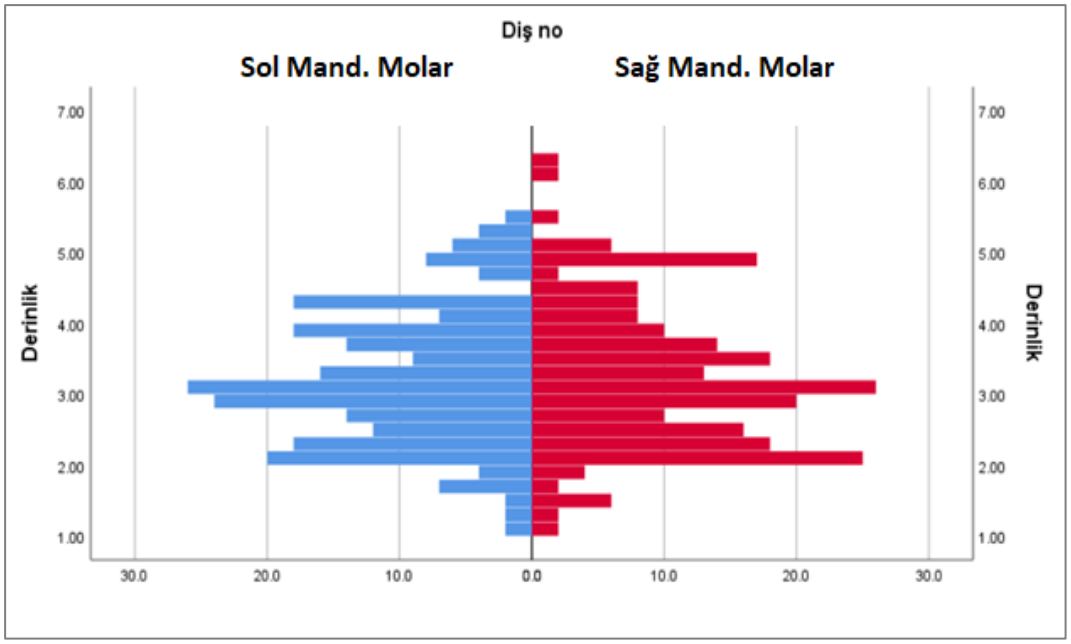
Şekil 4.4. Cinsiyete göre meziolingual dentin kalınlığı değerleri

Çizelge 4.4. Cinsiyete göre tehlikeli bölge derinliği, meziobukkal dentin kalınlığı ve meziolingual dentin kalınlığı değerlerin karşılaştırılması

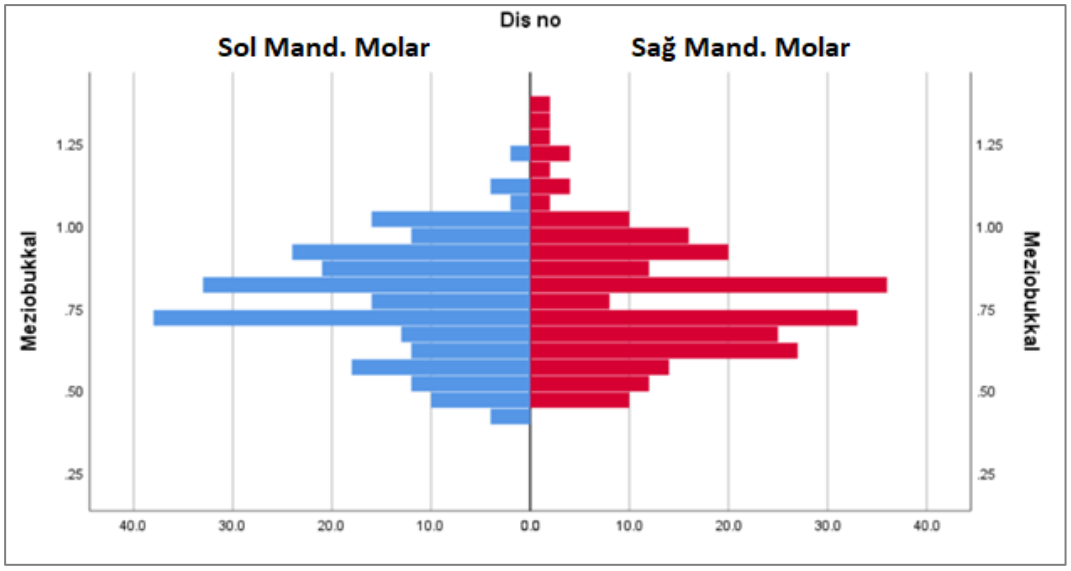
	Derinlik		Meziobukkal DK		Meziolingual DK	
Cinsiyet	M, (Min,-Maks,)	Ort,±S,s,	M, (Min,-Maks,)	Ort,±S,s,	M, (Min,-Maks,)	Ort,±S,s,
Kadın	2,90 (1-5,1)	2,90±0,86	0,7 (0,42-1,32)	0,73±0,18	0,70 (0,39-1,29)	0,73±0,19
Erkek	3,55 (1-6,2)	3,54±1,04	0,82 (0,47-1,37)	0,82±0,17	0,77 (0,36-1,30)	0,80±0,18
Test istatistiği	Z=-6,697		Z=-6,026		Z=-4,323	
p	0,000*		0,000*		0,000*	

*p<0,05, Z: Mann Whitney U test istatistiği

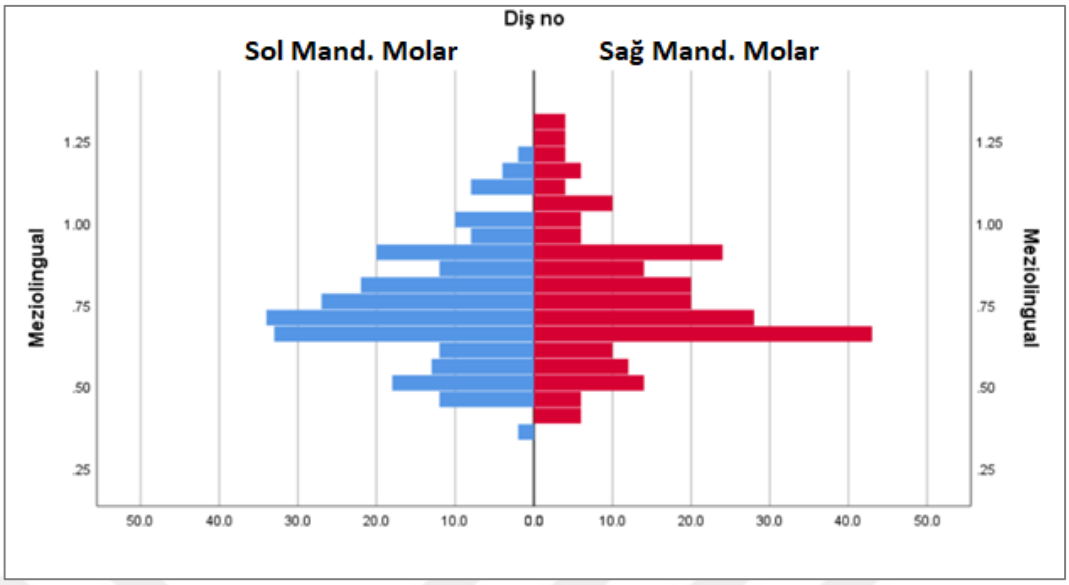
Katılımcıların cinsiyetlerine göre TB Derinliği, MB DK ve ML DK değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olup olmadığı Mann Whitney U testi ile analiz edilmiştir. Analiz sonucunda cinsiyete göre TB Derinliği ($Z=-6,697$, $p<0,05$), MB DK ($Z=-6,026$, $p<0,05$) ve ML DK ($Z=-4,323$, $p<0,05$) değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olduğu tespit edilmiştir. Buna göre erkeklerin TB derinliği, MB DK ve ML DK değerleri kadınlara göre daha yüksektir.



Şekil 4.5. Simetrik dişe göre derinlik değeri



Şekil 4.6. Simetrik dişe göre meziobukkal dentin kalınlığı değeri



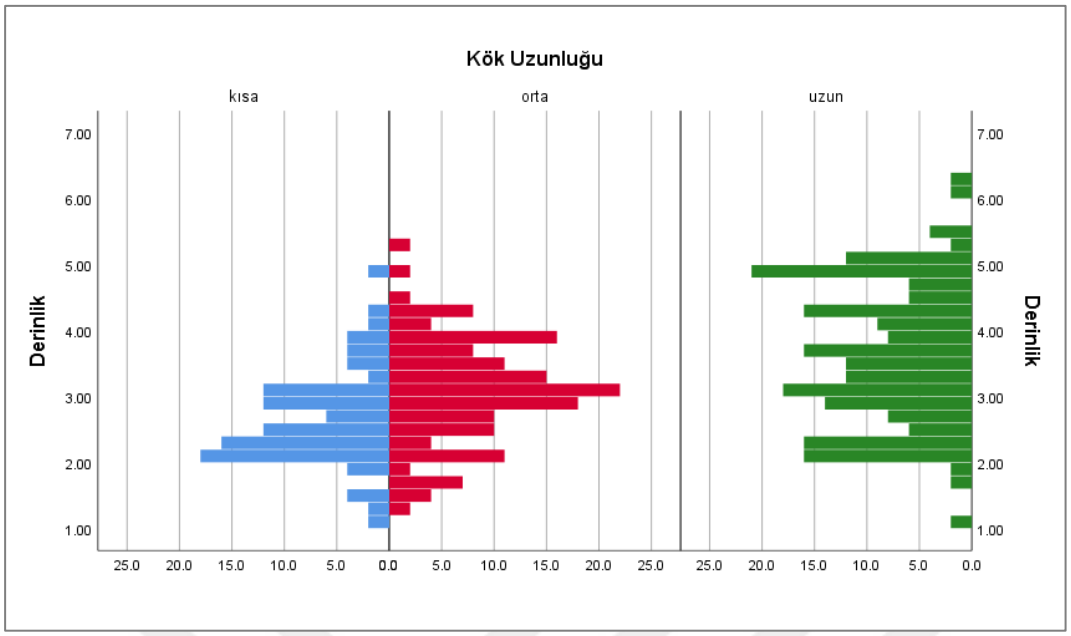
Şekil 4.7. Simetrik dişe göre meziolingual dentin kalınlığı değeri

Çizelge 4.5. Simetrisine göre tehlikeli bölge derinlik, meziobukkal dentin kalınlığı ve meziolingual dentin kalınlığı değerlerin karşılaştırılması

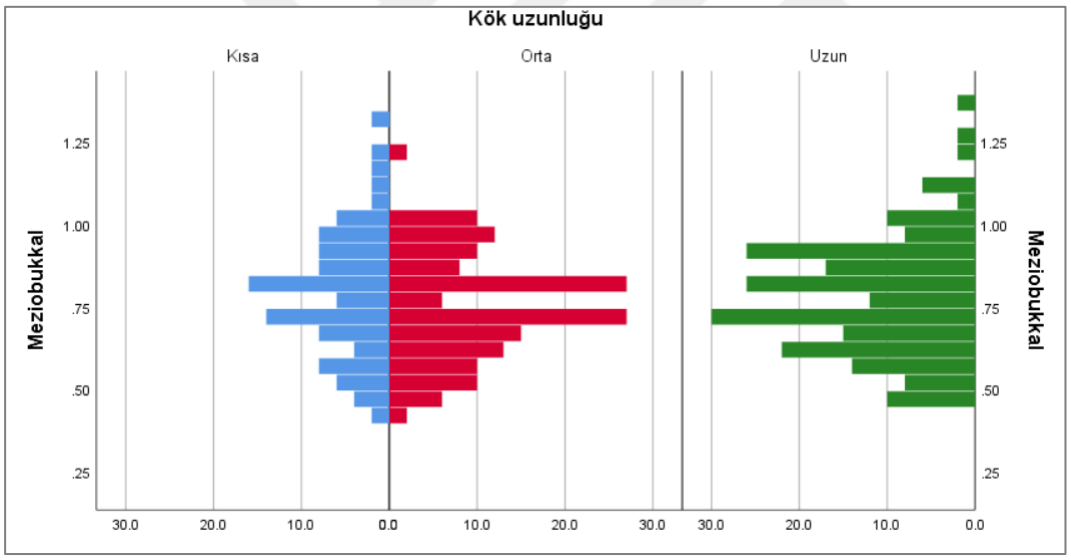
	Derinlik		Meziobukkal		Meziolingual	
Diş no	M, (Min,-Maks,)	Ort,±S,s,	M, (Min,-Maks,)	Ort,±S,s,	M, (Min,-Maks,)	Ort,±S,s,
Sol Mand Molar	3,03 (1-5,5)	3,18±0,96	0,78 (0,42-1,2)	0,77±0,17	0,72 (0,36-1,22)	0,74±0,17
Sağ Mand. Molar	3,09 (1-6,2)	3,21±1,04	0,74 (0,46-1,37)	0,78±0,19	0,74 (0,39-1,3)	0,78±0,2
Test istatistiği	Z=-0,022		Z=-0,005		Z=-1,291	
p	0,982		0,996		0,197	

Z: Mann Whitney U test istatistiği

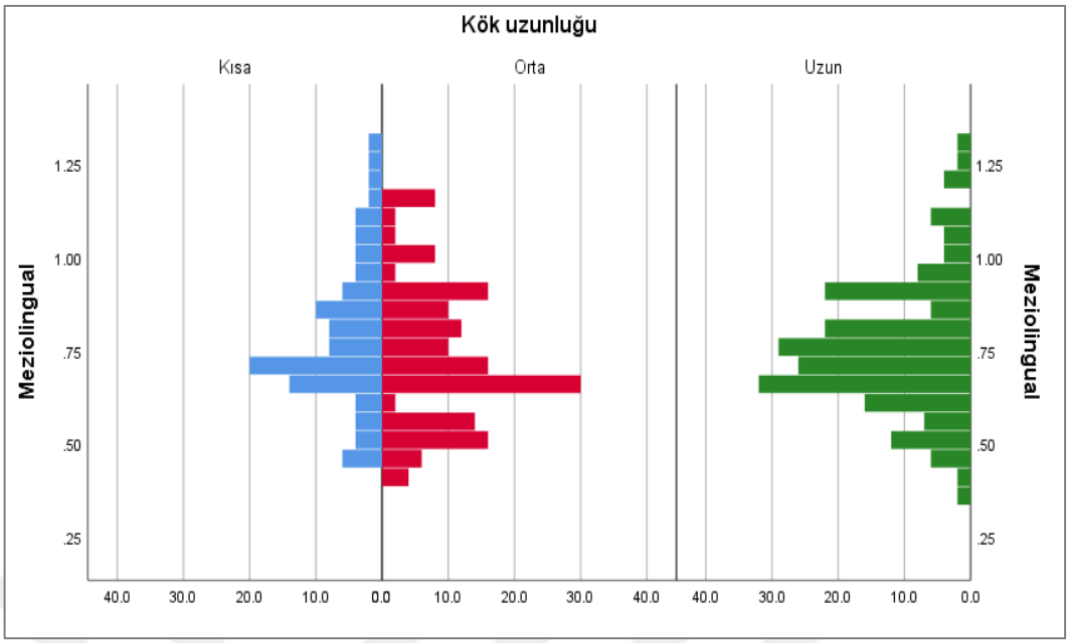
Katılımcıların simetrik dişlerinin karşılaştırılmasına göre TB derinlik, MB DK ve ML DK değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olup olmadığı Mann Whitney U testi ile analiz edilmiştir. Analiz sonucunda simetriye göre TB derinlik, MB DK ve ML DK değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olmadığı tespit edilmiştir ($p>0,05$).



Şekil 4.8. Kök uzunluğuna göre tehlikeli bölge derinlik değeri



Şekil 4.9. Kök uzunluğuna göre meziobukkal dentin kalınlığı değeri



Şekil 4.10. Kök uzunluğuna göre meziolingual dentin kalınlığı değeri

Çizelge 4.6. Kök uzunluğuna göre tehlikeli bölge derinlik, meziobukkal dentin kalınlığı ve meziolingual dentin kalınlığı değerlerin karşılaştırılması

	Derinlik		Meziobukkal		Meziolingual	
Kök uzunluğu	M, (Min,-Maks,)	Ort,±S,s,	M, (Min,-Maks,)	Ort,±S,s,	M, (Min,-Maks,)	Ort,±S,s,
Kısa (1)	2,50 (1-4,9)	2,63±0,77	0,80 (0,42-1,32)	0,79±0,2	0,75 (0,47-1,29)	0,80±0,20
Orta (2)	3,10 (1,3-5,35)	3,07±0,81	0,74 (0,42-1,22)	0,75±0,16	0,7 (0,39-1,17)	0,74±0,19
Uzun (3)	3,55 (1-6,2)	3,58±1,07	0,79 (0,45-1,37)	0,78±0,18	0,74 (0,36-1,3)	0,76±0,18
Test istatistiği	KW=63,270		KW=2,583		KW=6,117	
p	0,000*		0,275		0,047*	
Bonferroni	1<2; 1<3; 2<3				2<1	

*p<0,05, KW: Kruskal Wallis test istatistiği

Katılımcıların kök uzunluklarına göre TB derinlik, MB DK ve ML DK değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olup olmadığı Kruskal Wallis testi ile analiz edilmiştir. Analiz sonucunda kök uzunluklarına göre MB DK değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olmadığı (p>0,05), TB derinlik ve ML DK değerleri arasında ise istatistiksel olarak anlamlı farklılık olduğu tespit edilmiştir (p<0,05). Farklılığın hangi iki grup arasında olduğunu tespit edebilmek için Bonferroni analizi yapılmıştır. Analiz sonucuna göre TB derinlik değeri için farklılığın tüm gruplar arasında olduğu görülmüştür. TB minimum derinlik değeri kök uzunluğu kısa olan grupta, maksimum derinlik değerinin ise kök uzunluğu uzun olan grupta

olduğu görülmektedir. ML DK için farklılığın kök uzunluğu kısa ile orta kök uzunluğu arasında olduğu ve orta kök uzunluğu olanların ML DK değeri, kısa olanlara göre daha düşüktür.

Çizelge 4.7. Yaş ile karşılaştırma sonuçları

		Meziobukkal	Meziolingual	Yaş
Tehlikeli Bölge Derinlik	r	-0,014	0,009	0,044
	p	0,759	0,840	0,340
Meziobukkal Dentin Kalınlığı	r	1,000	0,728	0,311
	p		0,000*	0,000*
Meziolingual Dentin Kalınlığı	r		1,000	0,274
	p			0,000*

*p<0,05, r: Spearman korelasyon katsayısı

TB Derinlik, MB DK, ML DK, yaş değişkenleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olup olmadığı Spearman korelasyon analizi ile test edilmiştir. Analiz sonucuna göre TB derinlik ile MB DK, ML DK, Yaş değişkenleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olmadığı ($p>0,05$), MB DK ile ML DK arasında istatistiksel olarak anlamlı pozitif yönlü güçlü bir ilişki ($r=0,728$, $p<0,05$), MB DK ile yaş ($r=0,311$, $p<0,05$) arasında istatistiksel olarak anlamlı pozitif yönlü orta düzeyde bir ilişki olduğu tespit edilmiştir. ML DK ile yaş ($r=0,274$, $p<0,05$) arasında istatistiksel olarak anlamlı pozitif yönlü düşük düzeyde bir ilişki olduğu tespit edilmiştir.

5. TARTIŞMA

Kök kanal tedavisinde başarıyı etkileyen temel unsurlar kanalların preperasyonu, dezenfeksiyonu ve sızdırmaz bir biçimde doldurulmasıdır. Temel olarak görülen bu üç aşamanın ideal şekilde yapılmaması kanal tedavisinde başarısızlığı getirecektir(94).

Başarılı bir endodontik tedavi için öncelikle, kök kanal sisteminin etkili olarak temizlenmesine ve doldurulmasına olanak sağlayacak şekilde kök kanal sistemine ulaşılmaya çalışılır. Son dönemlerde dişin yapısal bütünlüğünün korunması, uzun süreli sağkalımı ve optimum fonksiyonları için peri-servikal dentinin, kritik olduğu düşünülmektedir(95).

Bu nedenledir ki çalışmamızda dişlerin yapısal bütünlüğünü mümkün olabildiğince koruyarak iatrojenik olarak yapılabilecek perforasyonları minimuma indirebilmek, endodontik tedavilerin başarı şansı artırmada yol gösterici olabilecek dentin duvar kalınlığını incelemeyi uygun bulduk.

Daha önce birçok araştırmacı farklı teknikler kullanarak (kanal boyama, şeffaflaştırma, kesit alma, geleneksel radyografi, bilgisayarlı tomografi, konik ışınlı bilgisayarlı tomografi, mikro bilgisayarlı tomografi) çeşitli dişlerin kök kanal anatomisini incelemişlerdir. Çalışmalarda kök kanal yapılarının diş gruplarına göre ortak özellikleri bulunmakla birlikte cinsiyet, yaş gibi bireysel faktörlerden ve de genetik, ırk gibi toplumsal faktörlerden de etkilenebileceği sonucuna varılmıştır(96,97).

Bu nedenle çalışmamızda simetrik dişlerin kök boyları, yaş ve cinsiyet gibi demografik değişkenlere göre incelenerek karşılaştırıldı.

Yapılan endodontik tedavilerde diş dokularına en az zarar verme amacı güdülürken aynı zamanda dişlerin dayanıklılığının ve işlevselliğinin korunması hedeflenir. Bu perspektifte ideal sonuçların alınması iyi bir anatomik bilgi gerektirir. Tedavi öncesinde kök kanal anatomisine hâkim olmak, hekimin karşılaşacağı

güçlüklere karşı daha hazırlıklı olmasını ve bunları en aza indirgemesini sağlayacaktır. Genellikle kök kanalları kesitleri asimetrik ya da oval, kanal duvarlarında girintiler ve kavisler olan, dallanmalar gösterebilen karmaşık anatomiye sahiptirler(98).

İyi bir endodontik tedavi gerçekleştirebilmek için karmaşık kök kanal anatomisine uygun maniplasyon yapılması gereklidir. Mandibular molar dişler ilk oklüzyona gelen azı dişlerdir ve uzun süre ağızda kalarak daha çok dış etkene maruz kalmaktadır bu nedenledir ki özellikle alt 1. Molar diş %17,0 gibi yüksek oranda endodontik olarak en sık tedavi edilen dişler olduğu bildirilmektedir(99). Literatürde mandibular azı dişlerinin karmaşık kök ve kanal morfolojilerini inceleyen birçok çalışma olmasına rağmen, mandibular azı dişlerinin dentin kalınlığını araştıran sınırlı sayıda çalışma vardır. Bu nedenle çalışmamızda mandıbular molar dişler ana örneklem grubu olarak seçilmiştir.

Preperasyon sırasında en çok yapılan iatrojenik hata perforasyonlardır. Özellikle alt ve üst birinci molar dişlerin mezial köklerinin distal dentin kalınlıkları daha azdır. Bu durum strip perforasyon riskini arttırır. Strip perforasyonlar kanal tedavisi veya post boşluğu hazırlanması sırasında kök lateral duvarının fazla preperasyonu nedeniyle oluşur. Bu perforasyonlar furkasyonun yaklaşık 3-4 mm altında ‘tehlikeli bölge’ olarak adlandırılan alanda görülmektedir. Perforasyon bölgesinin gözle görülmeyen bölgede olması, geniş etkilenme alanı, sınırlarının belirlenememesi ve kenarlarının düzensiz olması nedeniyle diğer perforasyonlardan ayrılır. Bu özelliklerden dolayı perforasyonun tamiri oldukça zordur(100). Tehlikeli bölgedeki dentin duvarı kalınlığının bilinmesi, buna göre daha düşük açılı eğe kullanılarak fazla preperasyondan kaçınılması ile perforasyon önlenebilir(101).

Mandibular azı dişlerinin mesial kanalları genellikle kökte merkezi bir pozisyon almazlar ve distal yüzeyinde daha fazla içbükeylik vardır, kanal ile kök bifürkasyonu arasındaki distal alan nispeten incedir tehlikeli alan olarak adlandırılır. Tehlike bölgelerindeki aşırı yapı kaybı da fonksiyonel yükler altında kök kırılmasına neden olabilir. Bu bölge hakkında bilgi sahibi olmak hekimler için yol gösterici olacaktır.

Tehlikeli bölge incelenmesi için çeşitli yöntemler kullanılmıştır. Bu yöntemler arasında histolojik kesit alma, taramalı elektron mikroskobu (SEM), radyografik analizler, BT, KIBT ve mikro bilgisayarlı tomografi (Mikro-BT) gibi taramalar mevcuttur(102,103). Ancak histolojik kesit alırken madde kaybının yoğun olması ve ölçümlerin tekrarlanamaması gibi özellikleri bu yöntemin dezavantajları arasındadır. SEM genelde kanal içinde kalan artık pulpanın ve mikroorganizmaların değerlendirilmesinde kullanılır. Kök kanal genişletmesinden önce veya kanal tedavisi bitiminden sonra ölçüm yapılması olanaksızdır (104–107). Radyo vizyo grafi analizlerinde 2B görüntüler bukkolingual yönde bir bilgi vermediğinden yapılan çalışmaların limitasyonları sınırlıdır. Görüntüler farklı açılarla karşılaştırılarak ölçümler yapılır fakat çıkan sonuçlar görüntüleme açılarındaki değişiklik nedeniyle tutarlı olmayabilir(108,109).

Endodontik değerlendirmede KIBT ve mikro-BT, geleneksel radyografilerden daha üstün oldukları kanıtlanmış yöntemler arasındadır. Mikro-BT 5-50 μm voksel boyutunda görüntü verebilmesi nedeniyle kök kanal anatomisi incelemede etkili bir yöntem olarak kabul görmüştür. Fakat bu görüntüleme yönteminde tarama süresinin uzun olması, radyasyon seviyesinin yüksekliği ve pahalı olması klinik süreçte kullanımını engeller(110–114). Mikro-BT in vitro çalışmalar için uygunken in vivo çalışmalar için kullanımı uygun değildir.

Domark ve ark.(111) 185 kadavrada üst çene molar dişlerinin MB kökündeki kanal sayısını belirlemek için dijital periapikal, KIBT ve mikro-BT görüntülerini karşılaştırmışlardır. Sonuç olarak mikro-BT ile yapılan kanal sayımları dijital periapikal radyografi sayımlarından anlamlı derecede farklıdır ancak KIBT sayımlarından farklı değildir. Xu ve ark.(115) yaptıkları çalışmalarında mikro-BT ile KIBT ölçümlerini karşılaştırmışlardır. Sonuç olarak KIBT ölçümlerinin doğru sonuçlar verdiğini belirtmişlerdir.

Bizim tez çalışmamızda KIBT kullanılmasının nedeni diğer çalışmalarda da bahsedildiği gibi kısa ışınlama süresi, düşük dozda radyasyon miktarı, hassas görüntü alınması ve doğru, güvenilir, tekrarlanabilir ölçüm sağlanmasıdır(114,116,117).

Tehlike bölgesindeki dentin kalınlıklarıyla ilgili yapılan bazı araştırmalarda, ortalama dentin kalınlığının 0.78 ile 1.27 mm arasında değiştiğini, minimum dentin kalınlığının ise 0.4 mm olduğunu gösterilmektedir(118–124). Örneğin, Bryant ve ark.(125) 200 kanal için TB ortalama distal dentin kalınlığının 0.79 mm olduğunu bildirmişlerdir. Keles ve ark.(126) MB kanallarının en ince duvarının 1.16 ± 0.20 mm, ML kanallarının ise 1.19 ± 0.18 mm olduğunu belirtmiştir. De-Deus ve ark.(127) MB kanallarındaki tehlike bölgesi değerlerinin 0.67 ile 1.93 mm arasında değiştiğini ve ortalamanın 1.13 ± 0.21 mm olduğunu belirtmişlerdir. ML kanallarında ise 0.77 ile 1.89 mm arasında ortalamanın 1.10 ± 0.21 mm olduğunu tespit etmişlerdir. Zhou ve ark.(128) Çin popülasyonunda yaptığı çalışmada MB ve ML kanallarının minimum distal dentin kalınlıklarının ortalama 0.78-0.80 mm olduğunu göstermişlerdir.

Bolbolian ve ark.(129) tarafından yapılan çalışma geniş kapsamlı ve güncel olması nedeniyle önem taşımaktadır. Bu kesitsel çalışmada; kök kanal tedavisi, ortodonti, implant cerrahisi, gömülü diş çekimi ve travma gibi tedavi planlaması için istenen görüntülerden 210 adet mandibular birinci molar dişin KIBT görüntüsü incelenmiştir. Bu araştırma sonuçları MB kanalındaki tehlike bölgesinin minimum dentin kalınlığının 0.32 mm ile 1.72 mm arasında değiştiğini ve ortalama 0.885 ± 0.259 mm olarak ölçüldüğünü göstermektedir. ML kanalında ise minimum dentin kalınlığı 0.42 mm ile 1.59 mm arasında olup ortalama 0.906 ± 0.206 mm olarak ölçülmüştür.

Çalışmamızda KIBT görüntüleme yöntemiyle TB dentin kalınlıkları MB kanalda ortalama 0,77±0,18 mm, ML kanalda ortalama 0,76±0,19 mm olarak bulunmuştur. Bu değerler, literatürde tehlikeli bölge için bildirilen 0,78-0,85 mm aralığındaki ortalama dentin kalınlıklarıyla büyük ölçüde uyumludur.(118,123,124,127,128) Kısmi farklılıklar tehlike bölgesindeki kök kanal duvar kalınlığını ölçmek için farklı yöntemler kullanmalarından ve farklı ölçüm aralıkları seçimlerinden kaynaklanmaktadır.

Minimum dentin kalınlığı için; bizim çalışmamızda MB kanal tehlike bölgesinin minimum dentin kalınlığı 0,42 mm ile 1,37 mm arasında (Ort. 0,77±0,18 mm) ve ML kanal dentin kalınlığı 0,36 mm ile 1,3 mm arasında (Ort. 0,76±0,19 mm) bulunmuştur. MB ve ML kanallarda minimum dentin kalınlığı sonuçlarımız Bolbolian

ve ark.(129) tarafından yapılan çalışmayla ve litaretürdeki diğer çalışmalar ile uyumludur(118,124). Bu bulgular, mandibular birinci molarların mezial köklerinde yer alan tehlikeli bölgede dentin duvarlarının oldukça ince olduğunu ve endodontik şekillendirme sırasında aşırı dentin uzaklaştırılmasının perforasyon riskini artırabileceğini ortaya koymaktadır. Özellikle minimum dentin kalınlığının 0,5 mm'nin altına inmesi, şekillendirme aşamasında daha kontrollü ve minimal invaziv tekniklerin kullanılmasını gerektirmektedir.

Daimî dişlerin kök ve kanal morfolojisi, yaş ve cinsiyetle yakın ilişkiler göstermektedir(13,130). Pulpa-dentinal kompleks, yaşam boyunca sekonder dentin birikimi ile değişir; bu durum, pulpa odasının boyutunu ve kök kanal çapını azaltır(131,132). Sonuç olarak, yaşlı bireylerde kanallar keskin ve dar olurken, genç hastalarda genellikle büyük tek kanallar ve pulpa odaları görülmektedir(132). Ayrıca, sementum birikimi zamanla artarak yaşlılıkta karmaşık bir kök morfolojisi oluşturur(133). Bu nedenle, pulpa-dentinal kompleksin zaman içindeki kalsifik değişiklikleri klinisyen için zorluklar yaratmaktadır(134).

Bolbolian ve ark.(129) tarafından yapılan çalışma dentin kalınlığını etkileyebilecek demografik değişikenler olarak yaş ve cinsiyet değerlendirilmiştir. Çalışmada MB kanaldaki tehlike bölgesinin dentin kalınlığı ile yaş arasında anlamlı bir ilişki saptanmazken, ML kanalda yaşla pozitif yönde anlamlı bir ilişki tespit edilmiştir. Ayrıca cinsiyet ile dentin kalınlığı arasında, her iki kanal için de istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır.

Bizim çalışmamızda ise, MB kanalında tehlike bölgesi dentin kalınlığı ile yaş arasında orta düzeyde pozitif yönlü anlamlı bir ilişki, ML kanalında ise düşük düzeyde pozitif bir ilişki gözlemlenmiştir. Yaş arttıkça minimum dentin kalınlığı da artmaktadır. Bu bulgular, Bolbolian ve ark.(129)'nın yaptıkları çalışmaya göre ML kanal açısından örtüşmekle birlikte, MB kanal sonuçlarıyla kısmi bir farklılık göstermektedir. Bu uyumsuzluk; yaş aralığındaki farklılıklar, etnik yapı ve örneklem büyüklüğündeki değişkenliklerle açıklanabilir.

Cinsiyet açısından değerlendirildiğinde, çalışmamızda hem MB hem de ML kanallarında erkek bireylerde minimum dentin kalınlığının kadınlara göre daha yüksek olduğu görülmüştür. Bu bulgu, Zhou ve ark.(128) tarafından yapılan daha geniş kapsamlı bir çalışmayla da desteklenmektedir. Zhou ve ark.(128), Çinli bireylerden elde edilen 1792 mandibular birinci molar dişin konik ışınlı bilgisayarlı tomografi (KIBT) görüntülerini analiz ederek, her yaş grubunda ve her iki cinsiyette de dentin kalınlığının yaşla birlikte arttığını ve erkek bireylerde kadınlara kıyasla istatistiksel olarak anlamlı derecede daha fazla olduğunu raporlamışlardır(128).

Bu bağlamda, yaş ve cinsiyetin dentin kalınlığı üzerindeki etkisini ortaya koyan çalışmamızın sonuçları, Zhou ve ark.(128) bulgularıyla büyük ölçüde uyumluluk göstermekte ve elde edilen verilerin geçerliliğini güçlendirmektedir.

Bu çalışmada elde edilen bulgular, dentin kalınlığı üzerinde yaş ve cinsiyet gibi bireysel değişkenlerin anlamlı etkiler gösterebileceğini ortaya koymaktadır. Özellikle genç bireylerde sekonder dentin birikiminin sınırlı olması nedeniyle, tehlikeli bölge olarak tanımlanan alanlarda dentin duvar kalınlıklarının daha düşük olduğu gözlemlenmiştir. Bu durum, endodontik şekillendirme işlemleri sırasında kök perforasyonu, strip perforasyon ya da yapısal zayıflama gibi iatrojenik komplikasyon risklerini artırabilir. Bu nedenle, genç yaş grubundaki hastalarda, minimal invaziv tekniklerin tercih edilmesi ve şekillendirme işlemlerinin daha dikkatli gerçekleştirilmesi önerilmektedir.

Ayrıca çalışmamızda, erkek bireylerde hem MB hem de ML kanallarda minimum dentin kalınlıklarının kadınlara kıyasla daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Dentin duvarlarının daha kalın olması, biyomekanik dayanıklılığı artırabilecek potansiyele sahip olsa da, bu durum klinisyenlerde yanlış bir güven algısı oluşturarak daha agresif şekillendirme yaklaşımlarına neden olabilir. Bu nedenle, her hastanın kök morfolojisinin bireysel olarak değerlendirilmesi ve tedavi planlamasında cinsiyet kaynaklı anatomik varyasyonların da dikkate alınması büyük önem taşımaktadır.

CBCT gibi üç boyutlu görüntüleme yöntemlerinin endodontik tedavi öncesinde kullanılması, kök kanal sisteminin karmaşık morfolojisinin ve dentin duvar

kalınlıklarının doğru şekilde değerlendirilmesine olanak tanıyarak, perforasyon gibi istenmeyen komplikasyonların önüne geçilmesini sağlayabilir. Bu bağlamda, çalışmamızın bulguları, anatomik varyasyonların klinik başarı üzerindeki belirleyici rolünü bir kez daha vurgulamakta ve bireyselleştirilmiş tedavi yaklaşımlarının gerekliliğine dikkat çekmektedir.

Literatürde, kök uzunluğu ile dentin kalınlığı arasındaki ilişkinin değerlendirilmesine yönelik çalışmalar tutarsız sonuçlar ortaya koymuştur. Bolbolian ve ark. (129) 2023 yılında yaptıkları çalışmalarında kök uzunluğuna göre TB dentin kalınlıklarını incelemiş hem MB hem de ML kanallarında kök uzunluğu sınıflamaları ile dentin kalınlığı arasında anlamlı bir ilişki bulamamışlardır. Benzer şekilde De-Deus ve ark. (127) 2021 yılında yaptıkları çalışmalarında kök uzunluğuna dayalı gruplamalar ile dentin kalınlığı arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit etmemiştir. Öte yandan, Zhou ve ark. (128) kısa ve uzun köklü mandibular molarların TB dentin kalınlıklarını karşılaştırmış ve kısa köklerin anlamlı şekilde daha az dentin kalınlığına sahip olduğunu bildirmiştir. Bunun birlikte, Dwivedi ve ark. (135) 2023 yılında yaptıkları çalışma ile Sauáia ve ark. (136) 2022 yılında yaptıkları çalışmalarında uzun köklü dişlerin mezial köklerinin distal duvar kalınlıklarının, kısa köklü olanlara kıyasla daha ince olduğu belirtilmiştir.

Mevcut çalışmamızda MB kanalda TB dentin kalınlığı ile kök uzunluğu arasında anlamlı bir ilişki saptanmamıştır. Ancak ML kanalda, kök uzunluğu ile dentin kalınlığı arasında anlamlı bir farklılık gözlenmiştir. Özellikle orta uzunluktaki köklere sahip dişlerin ML kanalında, kısa köklere kıyasla daha düşük dentin kalınlığına sahip olduğu belirlenmiştir. Yani ML kanalında, kısa köklü dişlerde dentin kalınlığı daha yüksek bulunmuştur. Bu farklılıkların, çalışma yöntemleri, örneklem büyüklüğü, etnik yapı ve kullanılan kök uzunluğu referans noktalarının farklılığı (dişin tepesi yerine furkasyonun esas alınması gibi) ile açıklanabileceği düşünülmektedir. Nitekim Dwivedi ve ark. (135) ile Sauáia ve ark. (136) çalışmaları tepe referanslı ölçümlerle yapılmışken, bizim çalışmamızda ve Bolbolian ile Zhou'nun çalışmaları furkasyondan ölçüm yapmıştır(128,129).

Bizim bulgularımızda; kısa köklü dişlerde, ML kanalının tehlikeli bölgesinde daha kalın dentin duvarlarının bulunması, bu bireylerde şekillendirme sırasında iatrojenik komplikasyon riskinin nispeten daha düşük olabileceğini düşündürmektedir. Bu durum, klinik uygulamada kök uzunluğuna bağlı olarak kanal morfolojisinin farklılık gösterebileceğini ve her kökün bireysel olarak değerlendirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır. Özellikle ML kanalda kök uzunluğuna duyarlılık gösteren bu farklılık, kanal şekillendirme esnasında daha dikkatli bir yaklaşımı zorunlu kılmaktadır. Bu nedenle, kanal sisteminin üç boyutlu görüntüleme teknikleriyle detaylı analizi ve kök uzunluğuna göre kişiselleştirilmiş şekillendirme stratejileri, perforasyon gibi komplikasyonların önlenmesinde önemli rol oynayacaktır.

Tehlikeli bölgenin furkasyona olan ortalama uzaklığı (dikey derinliği) çeşitli çalışmalarda farklı şekillerde bildirilmiştir. Bolbolian ve ark. (2023), TB'nin en sık furkasyondan 0–1 mm mesafede yer aldığını ve %93,4 oranında 0–3 mm aralığında gözlemlendiğini raporlamışlardır(129). Zhou ve ark. (2020) tarafından yapılan çalışmada ise hem erkek hem kadın bireylerde bu bölgenin genellikle 3–4 mm aralığında yer aldığını belirtmiştir(128). De-Deus ve ark. (2021) tarafından yapılan çalışmada TB'nin furkasyondan 4–7 mm derinlikte, kökün orta üçlüsünde konumlandığını ve ortalama değer olarak 4,37 ± 1,68 mm ölçüldüğünü bildirmiştir(127). Diğer çalışmalarda da, tehlikeli bölgenin anatomik konumunun furkasyondan yaklaşık 4 mm derinlikte yoğunlaştığı ifade edilmiştir(121–124,136,137).

Bu çalışmada tehlikeli bölgenin furkasyona olan ortalama dikey mesafesi 3,19 ± 1,00 mm olarak ölçülen (min: 1 mm, maks: 6,2 mm) bulgularımız De-Deus ve arkadaşlarının sonuçlarından bir miktar sapma göstermesine rağmen, literatürdeki diğer çalışmalarda bildirilen değer aralıklarıyla uyumluluk göstermekte ve çalışmamızın bulgularını desteklemektedir.

Tehlikeli bölgenin furkasyona olan dikey derinliğini etkileyebilecek faktörlerin belirlenebilmesi amacıyla, bu çalışmada yaş, cinsiyet, diş simetrisi ve kök uzunluğu gibi değişkenler karşılaştırılmıştır. Elde edilen verilere göre, cinsiyet yönünden değerlendirildiğinde erkek bireylerde TB derinliğinin kadınlara göre daha yüksek

olduğu gözlemlenmiştir. Dişin sağ ve sol tarafı arasında (simetri) ise anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Kök uzunluğu arttıkça TB derinliği de artma eğilimi göstermiştir. Yaş değişkeni açısından ise TB derinliği ile yaş arasında anlamlı bir ilişki saptanmamıştır.

Çalışmamızda, mandibular birinci molarların mezial köklerinde tehlikeli bölgenin furkasyona olan ortalama dikey uzaklığı 3,19 ± 1,00 mm (min: 1 mm – maks: 6,2 mm) olarak saptanmıştır. Bu bulgu, özellikle şekillendirme işlemlerinin bu mesafeye yaklaşan kısımlarında daha büyük bir özen gösterilmesini gerektirmektedir. Çünkü bu seviyede dentin duvarları en ince haline ulaşmakta ve strip perforasyon riski artmaktadır. Ayrıca çalışmamızda, TB derinliğinin erkek bireylerde daha yüksek olduğu, kök uzunluğu arttıkça TB derinliğinin de arttığı gözlenmiştir. Bu durum, uzun köklü ve erkek bireylerde tehlikeli bölgenin daha derinde konumlandığını göstermekte, dolayısıyla daha uzun çalışma boyları kullanılan tedavilerde dikkatli şekillendirme gerekliliğini ortaya koymaktadır. Yaş ve simetri değişkenlerinin TB derinliği üzerinde anlamlı bir etkisinin olmaması, her iki taraftaki dişlerin benzer anatomik özelliklere sahip olduğunu ve yaşa bağlı dikey yer değişimin belirgin olmadığını düşündürmektedir.

Çalışmamızda toplam 478 KIBT görüntüsü incelenmiştir. Literatürde TB incelemek için yapılan çalışmalarda çalışma metoduna göre örneklem büyüklüğünün değişiklik gösterdiği görülmüştür. Pinto ve ark(118). 50 adet diş üzerinde, Dwivedi ve ark(135). ise 98 diş üzerinde inceleme yapmıştır. De Deus ve ark(127). 100 mikro-BT görüntüsü incelemiştir. Bolbolian ve ark(129). 210 KIBT görüntüsü, Zhou ve ark(128). 1792 KIBT görüntüsü incelemişlerdir.

Çalışmamızın limitasyonları olarak; diş seçiminde yaşanan kısıtlamalar (alt birinci ve alt ikinci molar dişler karışık olarak incelenmesi), hastaların klinik geçmişlerinin bilinmemesi, çalışmada analiz edilen dişlerin geçmişte restoratif tedavi, travma veya oklüzal aşınmaya maruz kalıp kalmadığına dair bilgi bulunmaması, simetri analizinde dominant taraf gibi bireysel fonksiyonel özelliklerin bilinmemesi kabul edilebilir.

Sonuç olarak, klinisyenlerin hem kök uzunluğunu hem de tehlikeli bölgenin furkasyona olan konumunu dikkate alarak bireyselleştirilmiş bir endodontik planlama yapmaları, komplikasyonları azaltmak ve tedavi başarısını artırmak açısından büyük önem taşımaktadır.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışmamızda dişlerin TB derinliği, MB DK, ML DK değerlerinin hastaların yaş, cinsiyet, simetri ve kök uzunluğu gibi demografik değişkenlere göre analizleri KIBT görüntüleri ile yapılmıştır. Elde ettiğimiz sonuçlar özetle şu şekildedir:

- Minimum dentin kalınlığı için; bizim çalışmamızda MB kanal tehlike bölgesinin minimum dentin kalınlığı 0,42 mm ile 1,37 mm arasında (Ort. 0,77±0,18 mm) ve ML kanal dentin kalınlığı 0,36 mm ile 1,3 mm arasında (Ort. 0,76±0,19 mm) bulunmuştur. Tehlikeli bölge dentin kalınlığı, özellikle bazı bireylerde 0.5 mm'nin altına inebilecek düzeyde incelmektedir. Bu durum, kanal şekillendirme sırasında perforasyon veya kök kırığı gibi iatrojenik komplikasyon risklerini artırabileceğinden, minimal invaziv yaklaşımların benimsenmesini zorunlu kılmaktadır.
- Yaş ile dentin kalınlığı arasında MB kanalında orta düzeyde, ML kanalında ise düşük düzeyde pozitif korelasyon saptanmıştır. Bu durum, sekonder dentin birikiminin yaşla artışını yansıtmaktadır. Özellikle genç bireylerde TB dentin duvarlarının daha ince olması, dikkatli şekillendirme gerekliliğini ortaya koymaktadır.
- Cinsiyete göre değerlendirmede, erkek bireylerde hem MB hem de ML kanallarında minimum dentin kalınlıklarının kadınlara kıyasla daha yüksek olduğu bulunmuştur. Bu bulgu, cinsiyete bağlı morfolojik farklılıkların klinik tedavi planlamasında dikkate alınması gerektiğini vurgulamaktadır.
- Kök uzunluğu ile ilişkili olarak, MB kanalında anlamlı bir ilişki saptanmazken, ML kanalında kısa köklü dişlerde dentin kalınlığının daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca kök uzunluğu arttıkça TB derinliği de artmaktadır. Bu durum, uzun köklü dişlerde perforasyon riskinin daha apikale kayabileceğini ve daha dikkatli şekillendirme gerektiğini göstermektedir.
- Furkasyona olan dikey uzaklık, ortalama 3,19±1,00 mm olarak ölçülmüştür. Bu mesafede dentin duvarlarının inceldiği ve strip perforasyon riskinin arttığı göz önünde bulundurularak, 3 mm'ye kadar olan bölgelerde aşırı dentin kaldırmaktan kaçınılması önerilmektedir.

- Simetrik dişler arasında dentin kalınlığı ve TB derinliği açısından anlamlı bir fark saptanmamıştır. Bu durum, klinik değerlendirmelerde karşıt dişlerin referans alınabileceğini göstermektedir.
- Klinik uygulamalar açısından, CBCT gibi üç boyutlu görüntüleme yöntemlerinin rutin kullanımının, kanal anatomisinin daha doğru analiz edilmesini sağlayarak tedavi başarısını artırabileceği düşünülmektedir. Özellikle karmaşık morfolojiye sahip mezial köklerde, bu teknolojilerin kullanımı şekillendirme stratejilerinin bireyselleştirilmesini mümkün kılacaktır.
- Türk popülasyonuna özgü veriler, bu alanda yapılan sınırlı sayıdaki çalışmaya katkı sağlamaktadır. Çalışmamızda elde edilen bulgular, diş hekimlerine perforasyon ve kırık gibi komplikasyonlardan kaçınmak için bireysel anatomik varyasyonları göz önünde bulundurarak daha güvenli bir tedavi planı oluşturma imkânı sunmaktadır.
- Gelecekte yapılacak prospektif çalışmalar, daha geniş örneklem grupları ve farklı etnik kökenlerden bireylerle zenginleştirilerek, elde edilen bulguların genellenebilirliğini artırabilir. Ayrıca, endodontik tedavide kullanılan eğe sistemlerinin bu tür tehlikeli bölgelerdeki etkilerinin karşılaştırmalı olarak incelenmesi, daha güvenli tekniklerin geliştirilmesine katkı sağlayacaktır.

  Bu çalışmanın bulguları, klinik uygulamalarda daha bireyselleştirilmiş ve anatomik bilgilere dayalı bir yaklaşımın önemini ortaya koymakta ve gelecekte yapılacak prospektif çalışmalara zemin hazırlamaktadır.

7. KAYNAKLAR

1. Rubinstein R, Kim S. Long-Term Follow-Up of Cases Considered Healed One Year After Apical Microsurgery. J Endod. 2002 May;28(5):378–83.
2. Hess W. The Anatomy of the Root-Canals of the Teeth of the Permanent Dentition, Part 1. William Wood and Co., New York. 1925;
3. Estrela C, Decurcio D de A, Rossi-Fedele G, Silva JA, Guedes OA, Borges ÁH. Root perforations: a review of diagnosis, prognosis and materials. Braz Oral Res. 2018 Oct 18;32(suppl 1):e73.
4. Abou-Rass M, Frank AL, Glick DH. The anticurvature filing method to prepare the curved root canal. J Am Dent Assoc. 1980 Nov;101(5):792–4.
5. Gutmann J., Fan B. Tooth morphology, isolation, and access. Cohen's pathways of the pulp. Elsevier; 2016. 130–208 p.
6. Andre V. Ritter, Lee W. Boushell, Ricardo Walter. Sturdevant's Art and Science of Operative Dentistry, 7th Edition. Elsevier; 2018. 2–11 p.
7. Barry KB Berkovitz, GR Holland, B.J Moxham. Oral Anatomy, Histology and Embryology. 5th ed. Elsevier; 2018. 123–399 p.
8. James K. Avery, Pauline F. Steele. Essentials of Oral Histology and Embryology: A Clinical Approach 2nd Edition. Mosby; 2000. 134–154 p.
9. Kuttler Y. Microscopic investigation of root apexes. J Am Dent Assoc. 1955 May;50(5):544–52.
10. Vertucci FJ. Root canal anatomy of the human permanent teeth. Oral Surg Oral Med Oral Pathol. 1984 Nov;58(5):589–99.
11. De Deus QD. Frequency, location, and direction of the lateral, secondary, and accessory canals. J Endod. 1975 Nov;1(11):361–6.
12. Weine FS. The enigma of the lateral canal. Dent Clin North Am. 1984 Oct;28(4):833–52.
13. Sert S, Bayirli GS. Evaluation of the root canal configurations of the mandibular and maxillary permanent teeth by gender in the Turkish population. J Endod. 2004 Jun;30(6):391–8.
14. Shields ED, Altschuller B, Choi EY, Michaud M. Odontometric variation among American black, European, and Mongoloid populations. J Craniofac Genet Dev Biol. 1990;10(1):7–18.
15. Calişkan MK, Pehlivan Y, Sepetçioğlu F, Türkün M, Tuncer SS. Root canal morphology of human permanent teeth in a Turkish population. J Endod. 1995 Apr;21(4):200–4.
16. Colak H, Ozcan E, Hamidi MM. Prevalence of three-rooted mandibular permanent first molars among the Turkish population. Niger J Clin Pract. 2012;15(3):306–10.
17. Huang CC, Chang YC, Chuang MC, Lai TM, Lai JY, Lee BS, et al. Evaluation of root and canal systems of mandibular first molars in Taiwanese individuals using cone-beam computed tomography. J Formos Med Assoc. 2010 Apr;109(4):303–8.
18. Zhang R, Wang H, Tian YY, Yu X, Hu T, Dummer PMH. Use of cone-beam computed tomography to evaluate root and canal morphology of mandibular molars in Chinese individuals. Int Endod J. 2011 Nov;44(11):990–9.
19. Demirbuğa S, Büyük SK, Şekerci AE, Çayabatmaz M, Dinçer AN, Topçuoğlu HS, et al. Investigation of the Root Canal Configuration of Maxillary Permanent First and Second Molars Using Cone-Beam Computed Tomography in a Turkish Population. Turkiye Klinikleri Journal of Dental Sciences. 2015;21(1):1–9.
20. Neaverth EJ, Kotler LM, Kaltenbach RF. Clinical investigation (in vivo) of endodontically treated maxillary first molars. J Endod. 1987 Oct;13(10):506–12.

21. Thomas RP, Moule AJ, Bryant R. Root canal morphology of maxillary permanent first molar teeth at various ages. Int Endod J. 1993 Sep;26(5):257–67.

22. Cleghorn BM, Christie WH, Dong CCS. Root and root canal morphology of the human permanent maxillary first molar: a literature review. J Endod. 2006 Sep;32(9):813–21.

23. Peiris HRD, Pitakotuwage TN, Takahashi M, Sasaki K, Kanazawa E. Root canal morphology of mandibular permanent molars at different ages. Int Endod J. 2008 Oct;41(10):828–35.

24. Zheng Q hua, Wang Y, Zhou X dong, Wang Q, Zheng G ning, Huang D ming. A cone-beam computed tomography study of maxillary first permanent molar root and canal morphology in a Chinese population. J Endod. 2010 Sep;36(9):1480–4.

25. Stein TJ, Corcoran JF. Anatomy of the root apex and its histologic changes with age. Oral Surg Oral Med Oral Pathol. 1990 Feb;69(2):238–42.

26. Zhang R, Yang H, Yu X, Wang H, Hu T, Dummer PMH. Use of CBCT to identify the morphology of maxillary permanent molar teeth in a Chinese subpopulation. Int Endod J. 2011 Feb;44(2):162–9.

27. Sperber GH, Moreau JL. Study of the number of roots and canals in Senegalese first permanent mandibular molars. Int Endod J. 1998 Mar;31(2):117–22.

28. Han X, Yang H, Li G, Yang L, Tian C, Wang Y. A study of the distobuccal root canal orifice of the maxillary second molars in Chinese individuals evaluated by cone-beam computed tomography. J Appl Oral Sci. 2012;20(5):563–7.

29. van der Stelt PF. Filmless imaging: the uses of digital radiography in dental practice. J Am Dent Assoc. 2005 Oct;136(10):1379–87.

30. Mol A. Imaging methods in periodontology. Periodontol 2000. 2004;34:34–48.

31. Bagis N, Kolsuz ME, Kursun S, Orhan K. Comparison of intraoral radiography and cone-beam computed tomography for the detection of periodontal defects: an in vitro study. BMC Oral Health. 2015 May 28;15:64.

32. Rushton VE, Horner K. The use of panoramic radiology in dental practice. J Dent. 1996 May;24(3):185–201.

33. Cohenca N, Simon JH, Roges R, Morag Y, Malfaz JM. Clinical indications for digital imaging in dento-alveolar trauma. Part 1: traumatic injuries. Dent Traumatol. 2007 Apr;23(2):95–104.

34. Patel S, Dawood A, Whaites E, Pitt Ford T. New dimensions in endodontic imaging: part 1. Conventional and alternative radiographic systems. Int Endod J. 2009 Jun 28;42(6):447–62.

35. Nance R, Tyndall D, Levin LG, Trope M. Identification of root canals in molars by tuned-aperture computed tomography. Int Endod J. 2000 Jul;33(4):392–6.

36. Webber RL, Messura JK. An in vivo comparison of diagnostic information obtained from tuned-aperture computed tomography and conventional dental radiographic imaging modalities. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 1999 Aug;88(2):239–47.

37. Vande Voorde HE, Bjorndahl AM. Estimating endodontic “working length” with paralleling radiographs. Oral Surg Oral Med Oral Pathol. 1969 Jan;27(1):106–10.

38. Gröndahl H, Huumonen S. Radiographic manifestations of periapical inflammatory lesions. Endod Topics. 2004 Jul 17;8(1):55–67.

39. FORSBERG J. Estimation of the root filling length with the paralleling and bisecting-angle techniques performed by undergraduate students. Int Endod J. 1987 Nov 25;20(6):282–6.

40. Navarrete A. Dental Applications of Computerized Tomography: Surgical Planning for Implant Placement. Journal of Prosthodontics. 2007 May 16;16(3):226–7.

41. Çağlayan F, Harorlı A. diş Hekimliğinde dijital görüntüleme sistemleri. Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi. 2019 Apr 25;

42. Curry TS, Dowdey JE, Jr. Murry RC. Christensen's physics of diagnostic radiology. Lippincott Williams & Wilkins; 1990. 354–359 p.

43. Resnik R. Contemporary implant dentistry-E-Book. 4th ed. St.Louis: Elsevier Health Sciences; 2020.

44. Whaites E, Drage N. Essentials of dental radiography and radiology. Essentials of dental radiography and radiology. 5th ed. London,England: Churchill Livingstone Elsevier; 2013. 92–171 p.

45. White SC, Pharoah MJ. Imaging Principles and Techniques. Oral radiology; Principles and interpretation. 5th ed. Elsevier Health Sciences; 2014. 71–277 p.

46. Walter C, Weiger R, Zitzmann NU. Accuracy of three-dimensional imaging in assessing maxillary molar furcation involvement. J Clin Periodontol. 2010 May 9;37(5):436–41.

47. Qiao J, Wang S, Duan J, Zhang Y, Qiu Y, Sun C, et al. The accuracy of cone-beam computed tomography in assessing maxillary molar furcation involvement. J Clin Periodontol. 2014 Mar;41(3):269–74.

48. Misch KA, Yi ES, Sarment DP. Accuracy of Cone Beam Computed Tomography for Periodontal Defect Measurements. J Periodontol. 2006 Jul;77(7):1261–6.

49. Scarfe WC, Farman AG. What is Cone-Beam CT and How Does it Work? Dent Clin North Am. 2008 Oct;52(4):707–30.

50. ergün S, güneri P. Dental dijital görüntülemede üçüncü boyut. Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi. 2019 Jan 15;133–42.

51. Yosue T, Brooks SL. The appearance of mental foramina on panoramic and periapical radiographs. II. Experimental evaluation. Oral Surg Oral Med Oral Pathol. 1989 Oct;68(4):488–92.

52. Arai Y, Tammisalo E, Iwai K, Hashimoto K, Shinoda K. Development of a compact computed tomographic apparatus for dental use. Dentomaxillofac Radiol. 1999 Jul;28(4):245–8.

53. Ngeow WC, Dionysius DD, Ishak H, Nambiar P. Effect of ageing towards location and visibility of mental foramen on panoramic radiographs. Singapore Dent J. 2010 Jun;31(1):15–9.

54. Harorlı A. Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi. 1st ed. Vol. 1. İstanbul: Nobel Tıp Kitapevleri Tic. Ltd. Şti; 2014. 477–481 p.

55. Tyndall DA, Kohltfarber H. Application of cone beam volumetric tomography in endodontics. Aust Dent J. 2012 Mar;57 Suppl 1:72–81.

56. Li F, Jia PY, Ouyang XY. Comparison of Measurements on Cone Beam Computed Tomography for Periodontal Intrabony Defect with Intra-surgical Measurements. The Chinese journal of dental research. 2015 Sep;18(3):171–6.

57. Zhang W, Foss K, Wang BY. A retrospective study on molar furcation assessment via clinical detection, intraoral radiography and cone beam computed tomography. BMC Oral Health. 2018 May 3;18(1):75.

58. Komšić S, Plančak D, Kašaj A, Puhar I. A Comparison of Clinical and Radiological Parameters in the Evaluation of Molar Furcation Involvement in Periodontitis. Acta Stomatol Croat. 2019 Dec;53(4):326–36.

59. Schulze D, Heiland M, Thurmann H, Adam G. Radiation exposure during midfacial imaging using 4- and 16-slice computed tomography, cone beam computed tomography systems and conventional radiography. Dentomaxillofac Radiol. 2004 Mar;33(2):83–6.

60. Scarfe WC, Farman AG, Sukovic P. Clinical applications of cone-beam computed tomography in dental practice. J Can Dent Assoc. 2006 Feb;72(1):75–80.

61. Ketabi AR, Zelka A, Lauer HC, Hassfeld S. The comparison of roof visibility of the mandibular canal between cone-beam computed tomography scans and panoramic radiograph images as

dependent on the cortical bone thickness of the mandible. Int J Implant Dent. 2021 May 18;7(1):39.

62. Scarfe WC, Levin MD, Gane D, Farman AG. Use of cone beam computed tomography in endodontics. Int J Dent. 2009;2009:634567.

63. Tyndall DA, Rathore S. Cone-beam CT diagnostic applications: caries, periodontal bone assessment, and endodontic applications. Dent Clin North Am. 2008 Oct;52(4):825–41, vii.

64. Petersson A, Axelsson S, Davidson T, Frisk F, Hakeberg M, Kvist T, et al. Radiological diagnosis of periapical bone tissue lesions in endodontics: a systematic review. Int Endod J. 2012 Sep;45(9):783–801.

65. Patel S, Dawood A, Ford TP, Whaites E. The potential applications of cone beam computed tomography in the management of endodontic problems. Int Endod J. 2007 Oct;40(10):818–30.

66. Patel S, Wilson R, Dawood A, Mannocci F. The detection of periapical pathosis using periapical radiography and cone beam computed tomography - part 1: pre-operative status. Int Endod J. 2012 Aug;45(8):702–10.

67. Lofthag-Hansen S, Huumonen S, Gröndahl K, Gröndahl HG. Limited cone-beam CT and intraoral radiography for the diagnosis of periapical pathology. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 2007 Jan;103(1):114–9.

68. Low KMT, Dula K, Bürgin W, von Arx T. Comparison of periapical radiography and limited cone-beam tomography in posterior maxillary teeth referred for apical surgery. J Endod. 2008 May;34(5):557–62.

69. Friedman S. Prognosis of initial endodontic therapy. Endod Topics. 2002 Jul 2;2(1):59–88.

70. Cotton TP, Geisler TM, Holden DT, Schwartz SA, Schindler WG. Endodontic applications of cone-beam volumetric tomography. J Endod. 2007 Sep;33(9):1121–32.

71. Nakata K, Naitoh M, Izumi M, Inamoto K, Ariji E, Nakamura H. Effectiveness of dental computed tomography in diagnostic imaging of periradicular lesion of each root of a multirooted tooth: a case report. J Endod. 2006 Jun;32(6):583–7.

72. Estrela C, Bueno MR, Leles CR, Azevedo B, Azevedo JR. Accuracy of cone beam computed tomography and panoramic and periapical radiography for detection of apical periodontitis. J Endod. 2008 Mar;34(3):273–9.

73. Kakehashi S, Stanley HR, Fitzgerald RJ. The effects of surgical exposures of dental pulps in germ-free and conventional laboratory rats. Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology. 1965 Sep;20(3):340–9.

74. Nair PN, Sjögren U, Figdor D, Sundqvist G. Persistent periapical radiolucencies of root-filled human teeth, failed endodontic treatments, and periapical scars. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 1999 May;87(5):617–27.

75. Siqueira JF, Rôças IN. Clinical implications and microbiology of bacterial persistence after treatment procedures. J Endod. 2008 Nov;34(11):1291-1301.e3.

76. Lin LM, Ricucci D, Lin J, Rosenberg PA. Nonsurgical root canal therapy of large cyst-like inflammatory periapical lesions and inflammatory apical cysts. J Endod. 2009 May;35(5):607–15.

77. Nisha Garg, Amit Garg, Anil Chandra. Textbook of Endodontics. 3.ed. New Delhi: Jaypee Brothers Medical Pub; 2013. 10–600 p.

78. de Chevigny C, Dao TT, Basrani BR, Marquis V, Farzaneh M, Abitbol S, et al. Treatment outcome in endodontics: the Toronto study--phase 4: initial treatment. J Endod. 2008 Mar;34(3):258–63.

79. Sjogren U, Hagglund B, Sundqvist G, Wing K. Factors affecting the long-term results of endodontic treatment. J Endod. 1990 Oct;16(10):498–504.

80. Frank AL. Resorption, Perforations, and Fractures. Dent Clin North Am. 1974 Apr;18(2):465–87.

81. Aguirre R, Eldeeb ME, ElDeeb ME. Evaluation of the repair of mechanical furcation perforations using amalgam, gutta-percha, or indium foil. J Endod. 1986 Jan;12(6):249–56.

82. Fuss Z, Trope M. Root perforations: classification and treatment choices based on prognostic factors. Endod Dent Traumatol. 1996 Dec;12(6):255–64.

83. Lim SS, Stock CJR. The risk of perforation in the curved canal: Anticurvature filing compared with the stepback technique. Int Endod J. 1987 Jan 25;20(1):33–9.

84. Krause TA, Liewehr FR, Hahn CL. The antimicrobial effect of MTAD, sodium hypochlorite, doxycycline, and citric acid on Enterococcus faecalis. J Endod. 2007 Jan;33(1):28–30.

85. Grossman LI. The Management of Accidents Encountered in Endodontic Practice. Dent Clin North Am. 1957 Nov;1(3):903–12.

86. Kaufman AY, Keila S. Conservative treatment of root perforations using apex locator and thermatic compactor--case study of a new method. J Endod. 1989 Jun;15(6):267–72.

87. Bakland LK. Endodontic mishaps: perforations. J Calif Dent Assoc. 1991 Apr;19(4):41–4, 46–8.

88. Saed SM, Ashley MP, Darcey J. Root perforations: aetiology, management strategies and outcomes. The hole truth. Br Dent J. 2016 Feb 26;220(4):171–80.

89. Taatz H, Stiefel A. [On the therapy of tooth perforation]. Zahnarztl Welt Zahnarztl Rundsch ZWR Zahnarztl Reform. 1965 Nov 25;66(22):814–9.

90. Bhuva B, Ikram O. Complications in Endodontics. Prim Dent J. 2020 Dec;9(4):52–8.

91. Glickman GN, Gutmann JL. Contemporary perspectives on canal obturation. Dent Clin North Am. 1992 Apr;36(2):327–41.

92. Alaçam Tayfun, Alaçam Alev. Endodonti. Yurtmim Yayıncılık ; 2012. 41–70 p.

93. Mahmoud Torabinejad, Richard E. Walton. Endodontics: Principles and Practice. 4th ed. Elsevier Health Sciences; 2015. 258–322 p.

94. Vertucci FJ. Root canal morphology and its relationship to endodontic procedures. Endod Topics. 2005 Mar 18;10(1):3–29.

95. Clark D, Khademi JA. Case studies in modern molar endodontic access and directed dentin conservation. Dent Clin North Am. 2010 Apr;54(2):275–89.

96. Mitsiadis TA, Chéraud Y, Sharpe P, Fontaine-Pérus J. Development of teeth in chick embryos after mouse neural crest transplantations. Proc Natl Acad Sci U S A. 2003 May 27;100(11):6541–5.

97. Miletich I. Normal and abnormal dental development. Hum Mol Genet. 2003 Apr 2;12(90001):69R – 73.

98. Wu MK, Dummer PMH, Wesselink PR. Consequences of and strategies to deal with residual post-treatment root canal infection. Int Endod J. 2006 May;39(5):343–56.

99. Thesleff I. Tooth organogenesis and regeneration. Stembook. 2008;

100. Allam CR. Treatment of stripping perforations. J Endod. 1996 Dec;22(12):699–702.

101. Shahravan A, Rekabi A, Shahabi H, Ashuri R, Mirzazadeh A, Rad M, et al. A digital stereomicroscopic study of the furcation wall thickness of mesiobuccal roots of maxillary first and second molars. Iran Endod J. 2010;5(2):88–92.

102. Poly A, AlMalki F, Marques F, Karabucak B. Canal transportation and centering ratio after preparation in severely curved canals: analysis by micro-computed tomography and double-digital radiography. Clin Oral Investig. 2019 Dec;23(12):4255–62.

103. Hassan R, Roshdy N, Issa N. Comparison of canal transportation and centering ability of Xp Shaper, WaveOne and Oneshape: a cone beam computed tomography study of curved root canals. Acta Odontol Latinoam. 2018 Jun;31(1):67–74.

104. Walton RE. Histologic evaluation of different methods of enlarging the pulp canal space. J Endod. 1976 Oct;2(10):304–11.

105. Hülsmann M, Rümmelin C, Schäfers F. Root canal cleanliness after preparation with different endodontic handpieces and hand instruments: a comparative SEM investigation. J Endod. 1997 May;23(5):301–6.

106. Mizrahi SJ, Tucker JW, Seltzer S. A scanning electron microscopic study of the efficacy of various endodontic instruments. J Endod. 1975 Oct;1(10):324–33.

107. Bramante CM, Berbert A, Borges RP. A methodology for evaluation of root canal instrumentation. J Endod. 1987 May;13(5):243–5.

108. Backman CA, Oswald RJ, Pitts DL. A radiographic comparison of two root canal instrumentation techniques. J Endod. 1992 Jan;18(1):19–24.

109. Southard DW, Oswald RJ, Natkin E. Instrumentation of curved molar root canals with the Roane technique. J Endod. 1987 Oct;13(10):479–89.

110. Arıcan Öztürk B, Atav Ateş A, Fişekçioğlu E. Cone-Beam Computed Tomographic Analysis of Shaping Ability of XP-endo Shaper and ProTaper Next in Large Root Canals. J Endod. 2020 Mar;46(3):437–43.

111. Domark JD, Hatton JF, Benison RP, Hildebolt CF. An ex vivo comparison of digital radiography and cone-beam and micro computed tomography in the detection of the number of canals in the mesiobuccal roots of maxillary molars. J Endod. 2013 Jul;39(7):901–5.

112. Zuolo ML, Zaia AA, Belladonna FG, Silva EJNL, Souza EM, Versiani MA, et al. Micro-CT assessment of the shaping ability of four root canal instrumentation systems in oval-shaped canals. Int Endod J. 2018 May;51(5):564–71.

113. Liu J, Luo J, Dou L, Yang D. CBCT study of root and canal morphology of permanent mandibular incisors in a Chinese population. Acta Odontol Scand. 2014 Jan;72(1):26–30.

114. Hartmann MSM, Barletta FB, Camargo Fontanella VR, Vanni JR. Canal transportation after root canal instrumentation: a comparative study with computed tomography. J Endod. 2007 Aug;33(8):962–5.

115. Xu J, He J, Yang Q, Huang D, Zhou X, Peters OA, et al. Accuracy of Cone-beam Computed Tomography in Measuring Dentin Thickness and Its Potential of Predicting the Remaining Dentin Thickness after Removing Fractured Instruments. J Endod. 2017 Sep;43(9):1522–7.

116. Zanette F, Grazziotin-Soares R, Flores ME, Camargo Fontanella VR, Gavini G, Barletta FB. Apical root canal transportation and remaining dentin thickness associated with ProTaper Universal with and without PathFile. J Endod. 2014 May;40(5):688–93.

117. Hashem AAR, Ghoneim AG, Lutfy RA, Foda MY, Omar GAF. Geometric analysis of root canals prepared by four rotary NiTi shaping systems. J Endod. 2012 Jul;38(7):996–1000.

118. Leite Pinto SS, Lins RX, Videira Marceliano-Alves MF, Guimarães MDS, Da Fonseca BA, Radetic AE, et al. The internal anatomy of danger zone of mandibular molars: A cone-beam computed tomography study. J Conserv Dent. 2018;21(5):481–4.

119. Lim SS, Stock CJR. The risk of perforation in the curved canal:anticurvature filing compared with the stepback technique. Int Endod J. 1987 Jan 25;20(1):33–9.

120. Montgomery S. Root canal wall thickness of mandibular molars after biomechanical preparation. J Endod. 1985 Jun;11(6):257–63.

121. Kessler JR, Peters DD, Lorton L. Comparison of the relative risk of molar root perforations using various endodontic instrumentation techniques. J Endod. 1983 Oct;9(10):439–47.

122. Garcia Filho PF, Letra A, Menezes R, Carmo AMR do. Danger zone in mandibular molars before instrumentation: an in vitro study. J Appl Oral Sci. 2003 Dec;11(4):324–6.

123. Tabrizizadeh M, Reuben J, Khalesi M, Mousavinasab M, Ezabadi MG. Evaluation of radicular dentin thickness of danger zone in mandibular first molars. J Dent (Tehran). 2010;7(4):196–9.

124. Berutti E, Fedon G. Thickness of cementum/dentin in mesial roots of mandibular first molars. J Endod. 1992 Nov;18(11):545–8.

125. Bryant ST, Dummer PM, Pitoni C, Bourba M, Moghal S. Shaping ability of .04 and .06 taper ProFile rotary nickel-titanium instruments in simulated root canals. Int Endod J. 1999 May;32(3):155–64.

126. Keles A, Keskin C, Alqawasmi R, Versiani MA. Evaluation of dentine thickness of middle mesial canals of mandibular molars prepared with rotary instruments: a micro-CT study. Int Endod J. 2020 Apr;53(4):519–28.

127. De-Deus G, Rodrigues EA, Belladonna FG, Simões-Carvalho M, Cavalcante DM, Oliveira DS, et al. Anatomical danger zone reconsidered: a micro-CT study on dentine thickness in mandibular molars. Int Endod J. 2019 Oct;52(10):1501–7.

128. Zhou G, Leng D, Li M, Zhou Y, Zhang C, Sun C, et al. Root dentine thickness of danger zone in mesial roots of mandibular first molars. BMC Oral Health. 2020 Feb 6;20(1):43.

129. Bolbolian M, Ramezani M, Valadabadi M, Alizadeh A, Tofangchiha M, Ghonche MRA, et al. Dentin Thickness of the Danger Zone in the Mesial Roots of the Mandibular Molars: A Cone Beam Computed Tomography Analysis. Frontiers in Bioscience-Scholar. 2023 Feb 20;15(1):3.

130. Martins JNR, Ordinola-Zapata R, Marques D, Francisco H, Caramês J. Differences in root canal system configuration in human permanent teeth within different age groups. Int Endod J. 2018 Aug;51(8):931–41.

131. Reis AG de AR, Grazziotin-Soares R, Barletta FB, Fontanella VRC, Mahl CRW. Second canal in mesiobuccal root of maxillary molars is correlated with root third and patient age: a cone-beam computed tomographic study. J Endod. 2013 May;39(5):588–92.

132. Gani OA, Boiero CF, Correa C, Masin I, Machado R, Silva EJNL, et al. Morphological changes related to age in mesial root canals of permanent mandibular first molars. Acta Odontol Latinoam. 2014;27(3):105–9.

133. Wu D, Zhang G, Liang R, Zhou G, Wu Y, Sun C, et al. Root and canal morphology of maxillary second molars by cone-beam computed tomography in a native Chinese population. J Int Med Res. 2017 Apr;45(2):830–42.

134. Johnstone M, Parashos P. Endodontics and the ageing patient. Aust Dent J. 2015 Mar;60 Suppl 1:20–7.

135. Dwivedi S, Dwivedi CD, Mittal N. Correlation of root dentin thickness and length of roots in mesial roots of mandibular molars. J Endod. 2014 Sep;40(9):1435–8.

136. Sauáia TS, Gomes BPFA, Pinheiro ET, Zaia AA, Ferraz CCR, Souza-Filho FJ, et al. Thickness of dentine in mesial roots of mandibular molars with different lengths. Int Endod J. 2010 Jul;43(7):555–9.

137. Akhlaghi NM, Bajgiran LM, Naghdi A, Behrooz E, Khalilak Z. The minimum residual root thickness after using ProTaper, RaCe and Gates-Glidden drills: A cone beam computerized tomography study. Eur J Dent. 2015;9(2):228–33.

8. ÖZGEÇMİŞ VE İLETİŞİM BİLGİLERİ

I- Bireysel Bilgiler

Adı-Soyadı	: EMRE MAÇ
Doğum yeri ve tarihi	:
Uyruğu	:
E-posta	:
Yabancı dili	: İNGİLİZCE

II- Eğitim Bilgileri

Doktora: Sağlık Bilimleri Üniversitesi Gülhane Diş Hekimliği Fakültesi (2020 – 2025)

Lisans: Hacettepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi (2011-2016)

Lise: Afyon Süleyman Demirel Fen Lisesi (2007 – 2011)

III- Mesleki Deneyimi

Diş Hekimi: 2016-2025