T.C.
SAĞLIK BİLİMLERİ ÜNİVERSİTESİ
GÜLHANE DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
ENDODONTİ ANABİLİM DALI BAŞKANLIĞI

KONİK IŞINLI BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ KULLANILARAK MANDİBULAR ARKA GRUP DİŞLERİN KÖK KANAL KONFİGÜRASYONLARIYLA BİRLİKTE C-ŞEKİLLİ KANAL YAPISININ SİMETRİĞİNE VE CİNSİYETE GÖRE ANALİZİ

Dt. Gökalp AŞKIN

DİŞ HEKİMLİĞİNDE UZMANLIK TEZİ

ANKARA

2022

T.C.
SAĞLIK BİLİMLERİ ÜNİVERSİTESİ
GÜLHANE DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
ENDODONTİ ANABİLİM DALI BAŞKANLIĞI

KONİK IŞINLI BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ KULLANILARAK MANDİBULAR ARKA GRUP DİŞLERİN KÖK KANAL KONFİGÜRASYONLARIYLA BİRLİKTE C-ŞEKİLLİ KANAL YAPISININ SİMETRİĞİNE VE CİNSİYETE GÖRE ANALİZİ

Dt. Gökalp AŞKIN

DİŞ HEKİMLİĞİNDE UZMANLIK TEZİ

DANIŞMAN

Doç. Dr. Kadriye DEMİRKAYA

ANKARA

2022

T.C. Sağlık Bilimleri Üniversitesi Gülhane Diş Hekimliği Fakültesi Dekanlığı'na;

"Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi Kullanılarak Mandibular Arka Grup Dişlerin Kök Kanal Konfigürasyonlarıyla Birlikte C-Şekilli Kanal Yapısının Simetriğine ve Cinsiyete Göre Analizi'' konulu bu çalışma jürimiz tarafından Endodonti Anabilim Dalı'nda Diş Hekimliğinde Uzmanlık Tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Danışmanı : Doç.Dr.Kadriye DEMİRKAYA
Sağlık Bilimleri Üniversitesi
Gülhane Diş Hekimliği Fakültesi
Endodonti AD

Üye : Prof.Dr.Ömer Cumhur AYDIN
Sağlık Bilimleri Üniversitesi
Gülhane Diş Hekimliği Fakültesi
Endodonti AD

Üye : Prof.Dr.Kamran Gülşahı
Başkent Üniversitesi
Diş Hekimliği Fakültesi
Endodonti AD

ONAY: Dt.Gökalp Aşkın'ın 17.06.2022 tarihinde savunduğu bu tez, Akademi Kurulu'nca belirlenen yukarıdaki jüri üyeleri tarafından uygun görülmüş ve kabul edilmiştir.

Prof.Dr.Serpil KARAOĞLANOĞLU
Sağlık Bilimleri Üniversitesi
Gülhane Diş Hekimliği Fakültesi Dekanı

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.Gökalp AŞKIN

ÖZET

Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi Kullanılarak Mandibular Arka Grup Dişlerin Kök Kanal Konfigürasyonlarıyla Birlikte C-Şekilli Kanal Yapısının Simetriğine ve Cinsiyete Göre Analizi

AMAÇ

C şekilli kök kanal sistemleri, genellikle mandibular molar dişlerde görülen kanalların birbirleriyle bağlantıda olduğu anatomik bir varyasyondur. Yapılan çalışmalar C şekilli kök kanal sistemlerinin en fazla mandibular 2.molar dişlerde görüldüğünü ve Asya topluluklarında sık rastlanıldığını bildirmiştir. Bu çalışmanın amacı, konik ışınlı bilgisayarlı tomografi kullanılarak, kliniğimize başvuran hastaların mandibular molar dişlerinin kök kanal konfigürasyonlarını incelemek, bu dişlerde görülen C-şekilli kanal yapısını aynı çenedeki simetriğine ve cinsiyete göre analiz etmek, ayrıca C-şekilli kanal yapısını üç boyutlu olarak göstermektir.

GEREÇ ve YÖNTEM

Çalışmada toplam 504 hastadan alınan KIBT görüntüleri değerlendirildi. Bunlar 13 ile 79 (ortalama 36.3) yaşları arasında değişen 244 (%48.42) kadın, 260 (%51.58) erkek hastadan alınan KIBT görüntülerinden oluşmaktadır. Daha sonra KIBT görüntüleri ile tespit edilen C-şekilli kanal yapıları 3 boyutlu modelleme yöntemiyle analiz edilmiştir.

BULGULAR

Toplam 1645 alt molar dişin incelemesi yapıldı. Çekilmiş dişler ve çalışmaya dahil olma kriterlerini sağlamayan dişler çalışmadan çıkartıldığında geriye kalan dişlerden 68 (%4.54) tanesinde C-şekilli kanal yapısı tespit edilmiştir. Cinsiyete göre yapılan analiz sonucu kadınlarda %9.8 oranında, erkeklerde ise %8.1 oranında C-şekilli kanala rastlanmıştır. C-şekilli kanal görülme sıklığı açısından yapılan Ki-Kare testi sonucunda cinsiyet ile ilişkili istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı görülmüştür ($P = 0.53$). C-şekilli kanal görülen ve simetriğinde çekilmiş diş, kanal tedavili, post ve kron restorasyonlu diş olmayan uygun kriterde 61 tane diş bulunmaktadır. Bunlardan 46 (%75.4) tanesinde simetriğinde de C-şekilli kanal yapısı görülmüştür. C-şekilli kanal yapısı görülen 45 hastanın 38'inde bilateral ikinci mandibular molar diş görülmüştür. Bu hastalardan ise 23 (%60.5)'ünde bilateral C-şekilli kanal yapısı tespit edilmiştir.

SONUÇ

KIBT ve üç boyutlu modelleme yöntemleriyle C-şekilli kanal yapıları ayrıntılı bir şekilde tespit edilebilmektedir. Bu anatomik varyasyonlu dişlerin önceden tespiti başarılı bir kanal tedavisi için hekimin işini kolaylaştırmaktadır.

Anahtar Kelimeler: C-şekilli kanal, KIBT, 3 boyutlu modelleme

ABSTRACT

Symmetrical and Gender Analysis of C-Shaped Canal Structure with Root Canal Configurations of Mandibular Posterior Teeth Using Cone-Beam Computed Tomography

AIM

C-shaped root canal systems are an anatomical variation, usually seen in mandibular molars, in which the canals are interconnected. Studies have reported that C-shaped root canal systems are most common in mandibular second molars and are common in Asian populations. The aim of this study is to examine the root canal configurations of the mandibular molar teeth of the patients who applied to our clinic using cone beam computed tomography, to analyze the C-shaped canal structure seen in these teeth according to the symmetry in the same jaw and gender, also to show the C-shaped canal structure in three dimensions.

MATERIAL and METHODS

CBCT images taken from a total of 504 patients were evaluated in the study. These consist of CBCT images taken from 244 (48.42%) female and 260 (51.58%) male patients aged between 13 and 79 (mean 36.3) years. Then, C-shaped canal structures detected with CBCT images were analyzed with using 3D modeling method.

RESULTS

A total of 1645 mandibular molar teeth were examined. When extracted teeth and teeth not meeting the inclusion criteria were excluded from the study, C-shaped canal structure was detected in 68 (4.54%) of the remaining teeth. As a result of the analysis made by gender, C-shaped canal was found at a rate of 9.8% in women and 8.1% in men. As a result of the Chi-Square test performed in terms of the incidence of C-shaped canals, it was observed that there was no statistically significant difference related to gender (P = 0.53). There are 61 teeth with appropriate criteria with C-shaped canal and don't have any extracted teeth, canal treated, post and crown restoration teeth in symmetrical jaw. C-shaped canal structure was also observed in 46 (75.4%) of them symmetrically. Bilateral second mandibular molar teeth were seen in 38 of 45 patients with C-shaped canal structure. Bilateral C-shaped canal structure was detected in 23 (60.5%) of these patients.

CONCLUSION

C-shaped canal structures can be determined in detail by CBCT and three-dimensional modeling methods. The pre-detection of these anatomically varied teeth facilitates the physician's work for a successful root canal treatment.

Keywords: C-shaped canal, CBCT, 3D modelling

TEŞEKKÜR

Uzmanlık 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 uzmanlık 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,

Çalışmamızla ilgili yardımlarını esirgemeyen Gülhane Medikal Tasarım ve Üretim Merkezi (METÜM) müdürü Prof.Dr.Simel AYYILDIZ'a,

Uzmanlık eğitimim ve tez yazım sürecinde bana destek olan Dt.Gülcan Fatma ÇİFTÇİ ÖĞÜT ve Dt.Selin Seda ÇAĞLAR'a,

Kıymetli çalışma arkadaşlarım Dt.Murat KILINÇ ve Dt.Burak AYRIK'a,

Hayatım boyunca bana destek olup bugünlere gelmemi sağlayan aileme sonsuz teşekkür eder, sevgi ve saygılarımı sunarım.

Uzmanlık eğitimi sürecinde kaybettiğim rahmetli anneanneme ithafen…

İÇİNDEKİLER

ÖZET ..... **V**

ABSTRACT ..... **VII**

TEŞEKKÜR ..... **IX**

İÇİNDEKİLER ..... **X**

TABLOLAR DİZİNİ ..... **XII**

ŞEKİLLER DİZİNİ ..... **XIII**

RESİMLER DİZİNİ ..... **XIV**

KISALTMALAR ..... **XVI**

1.GİRİŞ ve AMAÇ **1**

2. GENEL BİLGİLER **3**

2.1. DİŞ GELİŞİMİ **3**

2.1.1. Başlangıç Evresi 3

2.1.2. Tomurcuk Evresi 4

2.1.3. Takke Evresi 4

2.1.4. Çan Evresi 5

2.2. DENTİNOGENEZİS **7**

2.3. KÖK OLUŞUMU **8**

2.4. KÖK KANAL SİSTEMİ **9**

2.4.1. Pulpa Odası 9

2.4.2. Apikal Anatomi 10

2.4.3. Lateral ve Aksesuar Kanallar 11

2.5. KÖK KANAL SİSTEMİNE ETKİSİ OLAN FAKTÖRLER **11**

2.5.1. Irk 11

2.5.2. Cinsiyet 12

2.5.3. Yaş 13

2.5.4. Diş Konumu ve Simetri 13

2.5.5. Genetik ve Sistemik Hastalıklar 14

2.6. C-ŞEKİLLİ KANAL YAPISI **14**

2.7. DİŞ MORFOLOJİLERİ **18**

2.7.1. Mandibular Birinci Molar 18
2.7.2. Mandibular İkinci Molar 19
2.8. KÖK KANAL MORFOLOJİSİNİN İNCELENMESİNDE KULLANILAN YÖNTEMLER 20
2.8.1. Klinik İnspeksiyon 20
2.8.2. Dental Operasyon Mikroskobu (DOM) 20
2.8.3. Dijital Radyografi 21
2.8.4. Radyoopak Kontrast Madde 21
2.8.5. Kök Kanallarından Kopya Model Oluşturma 22
2.8.6. Kesit Alma 22
2.8.7. Boyama ve Şeffaflaştırma 22
2.8.8. Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) ile İnceleme 23
2.8.9. Bilgisayarlı Tomografi (BT) 23
2.8.9.1. Spiral Bilgisayarlı Tomografi: 24
2.8.9.2 Mikro Bilgisayarlı Tomografi (Mikro-BT): 24
2.8.10. Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi (KIBT): 24
2.8.11. Üç Boyutlu Modelleme 28
3. GEREÇ ve YÖNTEM 29
3.1. ÇALIŞMA PLANI 29
3.2. KIBT CİHAZININ TEKNİK ÖZELLİKLERİ VE GÖRÜNTÜLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ 30
3.3. DEĞERLENDİRİLEN PARAMETRELER 31
3.4. ÜÇ BOYUTLU MODELLEME YÖNTEMİ 36
3.5. VERİLERİN İSTATİSTİKSEL ANALİZİ 40
4.BULGULAR 41
4.1. ALT ÇENE 1. BÜYÜK AZI 41
4.2. ALT ÇENE 2. BÜYÜK AZI 42
4.3. C-ŞEKİLLİ KANAL YAPISI 45
5. TARTIŞMA 55
6. SONUÇ ve ÖNERİLER 69
KAYNAKLAR 71

TABLOLAR DİZİNİ

Tablo 4.1. Çalışmaya katılan hastaların demografik özellikleri……...41

Tablo 4.2. Alt çene büyük azı dişlerinde görülen kök kanal morfolojisi çeşitlerinin frekans ve yüzdesi……...……...44

Tablo 4.3. Çalışmaya katılan hastaların cinsiyete göre C-şekilli kanal görülme analizi……45

Tablo 4.4. C-şekilli kanal yapısı görülen dişlerde simetrik çenede de C-şekilli kanal görülme analizi……48

Tablo 4.5. C-şekilli kanal yapısı görülen dişlerdeki oluk pozisyonları……49

Tablo 4.6. Kök kanal sistemindeki 5 farklı seviyede görülen C-şekilli kanal türleri frekans ve analizi……...…….53

Tablo 4.7. C-şekilli kanal yapısı görülen dişlerdeki kök yapısı frekans ve yüzdesi……....53

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Fan ve ark. sınıflaması. Fan ve ark(1)' dan alınmıştır……..17

Şekil 2.2. α veya β açılarından birinin 60°'den büyük olduğu, C şeklinin kesilmesinden kaynaklanan noktalı virgül şekilli C2 kanal. Fan ve ark(1)' dan alınmıştır…….……...…..17

Şekil 2.3. α ve β açılarının 60°'den küçük olduğu, C3 kanal şekli. Fan ve ark(1)' dan alınmıştır……...18

Şekil 4.1. Alt çene 1. büyük azı dişlerinin kök kanal morfolojisi frekans grafiği……42

Şekil 4.2. Alt çene 2. büyük azı dişlerinin kök kanal morfolojisi frekans grafiği……43

Şekil 4.3. Çalışmaya katılan hastalarda cinsiyete göre C-şekilli kanal görülme frekansı……46

Şekil 4.4. C-şekilli kanal yapısı görülen hastalarda simetrik çenede de C-şekilli kanal görülme yüzdesi……..47

Şekil 4.5. Kriter dışı hastalar elimine edildiğinde simetrik çenede de C-şekilli kanal görülme yüzdesi ...……..47

Şekil 4.6. Cinsiyete göre simetrik çenede de C-şekilli kanal yapısı görülme frekansları……...……...48

Şekil 4.7. C-şekilli kanal yapısı görülen dişlerdeki oluk pozisyonları yüzde grafiği……...49

Şekil 4.8. C-şekilli kanal yapısı görülen dişlerdeki oluk pozisyonları frekans grafiği…….50

Şekil 4.9. Kanal ağzı seviyesinde görülen C-şekilli kanal türü frekans grafiği……50

Şekil 4.10. Koronal seviyede görülen C-şekilli kanal türü frekans grafiği……..…….51

Şekil 4.11. Kökün orta seviyesinde görülen C-şekilli kanal türü frekans grafiği…….51

Şekil 4.12. Apikal seviyede görülen C-şekilli kanal türü frekans grafiği…….52

Şekil 4.13. Apeks seviyesinde görülen C-şekilli kanal türü frekans grafiği…….52

Şekil 4.14. C-şekilli kanal yapısı görülen dişlerdeki kök yapısı frekans grafiği……..54

RESİMLER DİZİNİ

Resim 2.1. A, Diş gelişiminin en erken evresi. Dental lamina (DL) ağız epitelinden (AE) içeri doğru göçmeye başlar. **B**, Diş gelişiminin tomurcuk evresi. Ektomezenkim (EM) diş germinin etrafında yoğunlaşmaya başlar. **C**, Diş gelişiminin takke evresi. İçeri doğru göçme alanının içindeki yoğunlaşmış ektomezenkim dental papilladır (DP). Diş folikülü (DF) diş germinin etrafında gelişmeye başlar. **D**, Erken çan evresi. Odontoblast katmanı (OK) ve kan damarları (KD) diş pulpasının içinde görülebilmektedir. Torabinejad ve Walton(2)' dan alınmıştır…….7

Resim 2.2. Diş gelişiminin takke evresi. DP; dental papilla. DF; diş folikülü. Torabinejad ve Walton(2)' dan alınmıştır……5

Resim 2.3. Melton sınıflaması. Melton ve ark(3)' dan alınmıştır……...…..……..….16

Resim 3.1. Çalışmada kullanılan KIBT cihazı…….30

Resim 3.2. KIBT'de sagittal(a), koronal(b) ve aksiyal(c) kesitlerde görülen C1 kanal yapısı…….32

Resim 3.3. KIBT'de sagittal(a), koronal(b) ve aksiyal(c) kesitlerde görülen C2 kanal yapısı…….32

Resim 3.4. KIBT'de sagittal(a), koronal(b) ve aksiyal(c) kesitlerde görülen C3a kanal yapısı…….33

Resim 3.5. KIBT'de sagittal(a), koronal(b) ve aksiyal(c) kesitlerde görülen C3b kanal yapısı…….33

Resim 3.6. KIBT'de sagittal(a), koronal(b) ve aksiyal(c) kesitlerde görülen C4 kanal yapısı…….33

Resim 3.7. KIBT'de sagittal(a), koronal(b) ve aksiyal(c) kesitlerde görülen C5 kanal yapısı…….34

Resim 3.8. iDixel 2.0/ One Data Viewer/ One Volume Viewer; J Morita Mfg. Corp. yazılımı ile yapılan açı ölçümü ile görülen C2 kanal yapısı……...34

Resim 3.9. iDixel 2.0/ One Data Viewer/ One Volume Viewer; J Morita Mfg. Corp. yazılımı ile yapılan açı ölçümü ile görülen C3 kanal yapısı……...35

Resim 3.10. C-şekilli kanal yapısına sahip dişlerde görülen lingual(a) ve bukkal(b) oluk yapısı…….35

Resim 3.11. Üç köklü alt 1. büyük azı dişi KIBT görüntüsü……...36

Resim 3.12. Diş ve pulpalarını ön plana çıkarmak için uygulanan "thresholding" işlemi…...37

Resim 3.13. İlgili dişe odaklanmak ve kalan kısımları inceleme dışı bırakmak için yapılan cropping (kırpma) işlemi……...37

Resim 3.14. "Edit Mask" sekmesi kullanılarak oluşturulan model etrafındaki saçılmaların temizlenmesi…….38

Resim 3.15. "Edit Mask" sekmesi kullanılarak yapılan saydamlık ayarıyla diş ve pulpanın görüntülenmesi……..38

Resim 3.16. 2 kök 3 kanal yapısına sahip normal bir alt molar diş pulpası üç boyutlu model görüntüsü……...39

Resim 3.17. Koronal seviyede C1, orta seviyede C2 kanal yapısına sahip C-şekilli diş pulpası üç boyutlu model görüntüsü……..39

Resim 3.18. Apikal seviyede C3 kanal yapısına sahip C-şekilli diş pulpası üç boyutlu model görüntüsü…….…..39

Resim 3.19. Orta seviyede C3b kanal yapısına sahip C-şekilli diş pulpası üç boyutlu model görüntüsü…….……..39

KISALTMALAR

KIBT : Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi

TGF-β : Transforming büyüme faktörü-beta

BMP : Kemik Morfogenetik Protein

IGFs : İnsulin benzeri büyüme faktörleri

AD : Apikal Daralım

SDB : Semento Dentinal Birleşim

FA : Foramen Apikale

RVG : Radyo Vizyo Grafi

DOM : Dental Operasyon Mikroskobu

SEM : Taramalı Elektron Mikroskobu

BT : Bilgisayarlı Tomografi

FOV : Field of View (görüntülenme sahası)

DVT : Dental Volümetrik Tomografi

SBT : Spiral Bilgisayarlı Tomografi

Mikro-BT : Mikro-Bilgisayarlı Tomografi

MR : Manyetik Rezonans

3B : 3 boyutlu

DICOM : Digital Imaging and Communications in Medicine (Tıpta dijital görüntüleme ve iletişim)

STL : Stereolithography

1.GİRİŞ ve AMAÇ

Endodontik tedavilerde kök kanal anatomisine hakim olmanın başarılı bir tedavi ortaya çıkarmaktaki rolü çok önemlidir. Cerrahi olan veya olmayan tüm kök kanal tedavisi prosedürleri için; net bir diş morfolojisi bilgisi, dikkatli bir radyografik inceleme ve pulpa boşluğuna ulaşılabilecek düzgün bir giriş kavitesi, ön koşul olarak değerlendirilmektedir (4).

Endodontik tedavi, kök kanal sisteminin şekillendirilmesi, temizlenmesi ve hermetik olarak kapatılması aşamalarından oluşur. Başarılı bir kök kanal tedavisi için kök kanal sisteminin kompleks anatomisinin bilinmesi, büyük önem taşımaktadır. Kök kanal anatomisinin çeşitliliği ve kompleks bir yapıya sahip olduğu, kanal yapılarının ayrılıp tekrar birleşebileceği çeşitli varyasyonlar gösterebileceği 1925 yılında Hess ve ark (5) tarafından bildirildikten sonra bu konuda pek çok çalışmanın yapılmasına neden olmuş ve veri elde edilmiştir. Kök kanal anatomisindeki varyasyonlar tedavi sırasında hekime çıkaracağı zorluklar nedeniyle ve başarılı bir tedavi ortaya çıkarabilmek için tedavi öncesinde fark edilmelidir.

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 morfolojilerini 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 (6,7).

Çene ve dokularının üç boyutlu görüntüsünü oluşturabilen ekstraoral bir görüntü tarayıcısı olarak Konik ışınlı bilgisayarlı tomografi (KIBT) kullanılmasıyla da kök kanal sisteminde mevcut varyasyonların tespitinde önemli gelişmeler sağlanmıştır. Dikkat çeken varyasyonlardan biri olan C- şekilli kanal terimi Cooke ve Cox isimli araştırmacıların yaptıkları klinik vaka serisi ile tüm dünyada kullanılmaya başlanmıştır (8).

C-şekilli kanal yapısının çeşitlerinin, oluşturduğu zorlukların iyice anlaşılması ve bu karmaşık yapıya karşı yapılmış ön hazırlık, başarılı bir kanal tedavisi için gerekliliktir. Bu konuda da radyolojik değerlendirmeler bizim en iyi yardımcımızdır. Özellikle 3 boyutlu görüntü elde etmemizi sağlayan konik ışınlı bilgisayarlı tomografi, farklı kök kanal morfolojilerinin tam olarak anlaşılmasını sağlar (9).

Yapılan çalışmalar C-şekilli kök kanal sistemlerinin en fazla mandibular 2.molar dişlerde görüldüğünü ve Asya topluluklarında sık rastlanıldığını bildirmiştir (10). Ayrıca C-şekilli kanal sistemlerinin genellikle bilateral olarak bulunduğu rapor edilmiştir (11,12). Bu açıdan çenenin diğer tarafında varyasyonun görüldüğü dişin simetriğinin de incelenmesi önerilmiştir (13,14).

Bu çalışmanın amacı, konik ışınlı bilgisayarlı tomografi kullanılarak, kliniğimize başvuran hastaların mandibular molar dişlerinin kök kanal konfigürasyonlarını incelemek, bu dişlerde görülen C-şekilli kanal yapısını aynı çenedeki simetriğine ve cinsiyete göre analiz etmek, ayrıca C-şekilli kanal yapısını üç boyutlu olarak göstermektir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. DİŞ GELİŞİMİ

Embriyolojik çalışmalar, dişlerin birinci brankial arkın ve frontonazal çıkıntıların yüzey ektoderminden geliştiğini ve temelde nöral krest kaynaklı mezenşimden şekillendiğini göstermiştir (15). Nöral krest hücreleri, nöral plakanın lateral kenarları boyunca yoğun olarak göç ederler. Başın kenarlarından maksilla ve mandibulanın aşağı doğru giden bu yolculuk, diş germlerinin oluşmasına katkıda bulunur. Matür pulpanın kaynaklandığı dental papilla, ektomezenşimal hücreler çoğaldıkça ve dental lamina epitelyumuna bitişik olarak yoğunlaştıkça gelişmeye başlar. Gelişim süreci sırasında, dentin-pulpa kompleksinin oluşumuna dental papilla öncülük eder (16).

Embriyonik yaşamın altıncı haftasında, maksiller ve mandibular çıkıntılarla ilişkili lokalize bir ektoderm kalınlaşması olarak diş oluşumu başlar. Dişin yerleşeceği arkı belirten kalınlaşmış epitelyum şeklindeki bu yapılar primer dental laminalardır. Doğumdan önceki 6. haftadan doğumdan sonraki 15. yıla kadar oluşan tüm dişlerin gelişiminden dental lamina sorumludur (17).

Diş gelişirken birbirlerini takip eden evreler kalınlaşan epitelyal yapının aldığı şekle göre isimlendirilerek sınıflandırılır. Bunlar başlangıç, tomurcuk, takke ve çan evreleri şeklindedir (Resim 2.1).

2.1.1. Başlangıç Evresi

Oral epitelin şerit şeklindeki kalınlaşmalarıyla diş gelişiminin başlangıç evresi başlamış olur.

İlerde dişlerin dizileceği dental arkı temsil eden şerit epitelyum kalınlaştıktan sonra mezenşimal doku içine invaze olarak yanak ve dudakları oluşturacak olan vestibuler laminayı oluşturu. Lingualde ise oluşacak diş arkını temsil eden dental laminayı şekillendirir (18).

2.1.2. Tomurcuk Evresi

Epitelin mezenşime doğru çoğalması ile oluşan yuvarlak veya oval şekilli yapılara diş tomurcuğu denilmektedir. Tomurcuk evresinde dental laminanın epitel hücreleri çoğalır ve bitişik ektomezenşimde tomurcuk benzeri bir çıkıntı üretir (16).

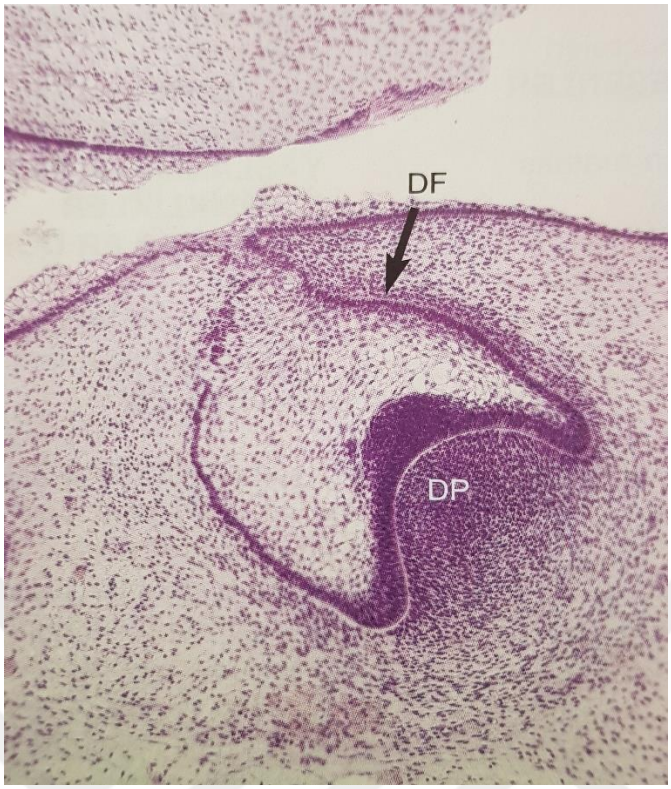
Bu evrede, dental epitel histolojik olarak, periferal bazal hücreler ve merkezde konumlanmış şekilleri yıldıza benzeyen "stellat retikulum" hücreleri olmak üzere iki farklı hücre grubuna ayrılır. Bu hücre tabakaları daha sonra gelişmekte olan dişin kök hücresinin epitelyal komponentini meydana getirecektir. (17).

2.1.3. Takke Evresi

Dental lamina hücreleri, takke görünümünde bir iç bükeylik oluşturmak için çoğaldığında bu evreye ulaşılır (Resim 2.2). Takkenin dış hücreleri küboidaldir ve dış mine epitelyumunu oluşturur. Takkenin iç veya iç bükey yönündeki hücreler biraz uzar ve iç mine epitelini temsil eder (16).

Bu evrede, mezenşimal dokuya doğru uzanan dental epitel yoğunlaşmış mezenşimal dokunun çevresinde kendisini sarar (19). Mine düğümlerinin organize ettiği diş kuronunun şekli ve boyutu yavaş yavaş belli olmaya başlar.

Diş gelişiminin bu evresinde takke şeklindeki ektoderm kökenli epitelyal büyüme "mine organı" olarak adlandırılır. "Dental papilla" ise bunun altındaki yoğunlaşmış mezenşimal hücrelere denilir. Dental papilla ve mine organını çevreleyen ektomezenşimal hücre grubuna ise "dental folikül" adı verilmektedir. Mine organı, dental papilla ve dental folikül birlikte diş germini (dental organ) oluşturmaktadır. Mine organı ileride diş minesini oluşturacaktır. Dental papilla ve dental folikül ise sırasıyla dentin ile pulpayı ve periodonsiyumu meydana getirecektir (18).



Resim 2.2. Diş gelişiminin takke evresi. DP; dental papilla. DF; diş folikülü. Torabinejad ve Walton(2)' dan alınmıştır.

2.1.4. Çan Evresi

Şapka evresinden sonra büyümeye devam eden diş germi çan evresine geçer. Bu evreye çan evresi denilmesinin sebebi; mine organının, epitelyal uzantının büyüyerek katlanmasıyla çan şeklini almasıdır. Bu safhada kuron şekilleri artık tamamen ortaya çıkmaktadır (morfodiferansiyasyon). Ayrıca dişin sert dokularını oluşturacak hücreler olan ameloblastlar ve odontoblastlar bu evrede histodiferansiyasyonlarını tamamlar (20).

Bu evrede dental lamina parçalanarak kaybolur ve diş gelişimi oral epitelden ayrılmış bir şekilde devam etmektedir(18). İç mine epitel hücreleri sayesinde kuron son şeklini alır ve kuron sert dokularını oluşturan hücreler farklılaşmaktadır. Kısa bir süre sonra iç mine epitel hücreleri bölünmelerini durdurarak silindirik şekil alırlar. Dental papillanın periferinde bulunan hücreler genişler ve bazal membran boyunca organize olurlar (20). Bu hücreler dentin yapımından sorumlu odontoblastlardır.

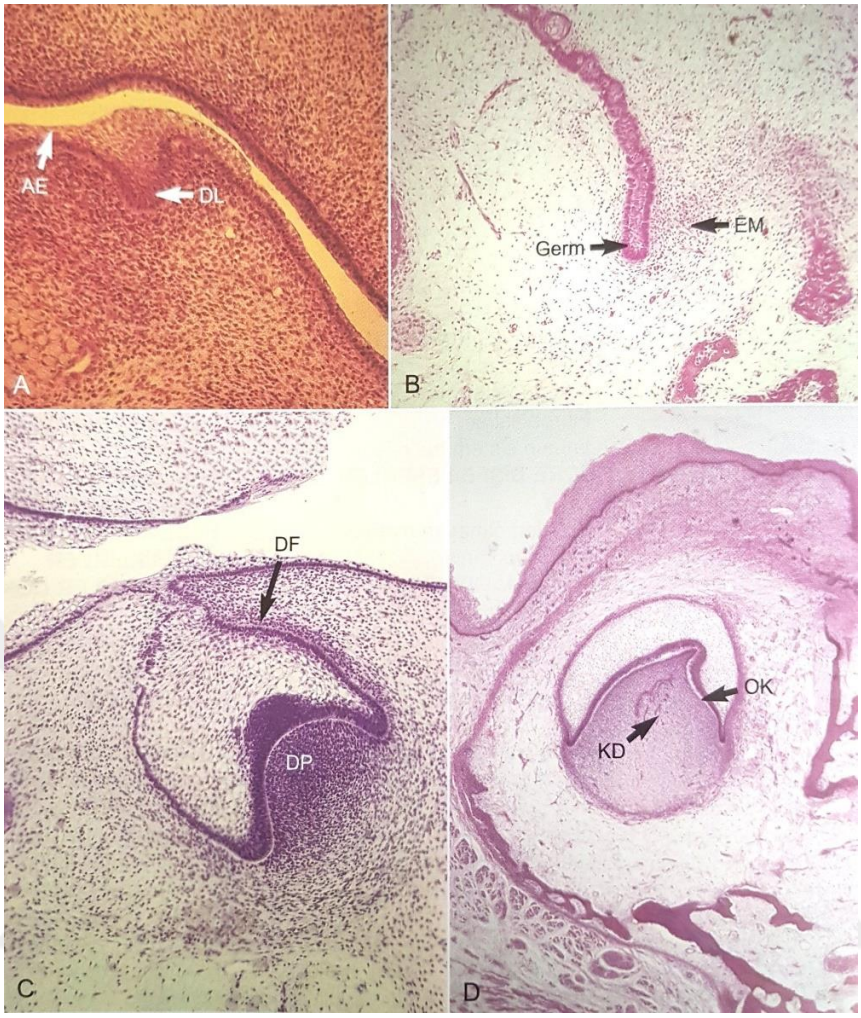
Odontoblastların predentin denilen pulpaya komşu dentin tabakasını üretmesinin ardından iç mine epitel hücrelerinden farklılaşan ameloblast hücreleri mine tabakasını

oluşturmaya başlar. Ameloblastlar zamanla kuronun dış yüzeyine doğru geri çekilip ölürler. Odontoblast hücreleri ise ameloblastların aksine iç yüzeye doğru göç edip yaşam boyu metabolik olarak aktif olurlar (21).

Mine organının alt köşesinde iç ve dış mine epitelinin karşılaştığı noktaya "servikal düğüm (loop)" denilmektedir. Bu noktada hücreler diş kuronunun tam boyutu oluşana kadar bölünmeye devam eder. Kök gelişiminin epitelyal komponentinin oluşması, diş kuronu şekillendikten sonra servikal düğüm bölgesinde hücrelerin bölünmeye devam etmesiyle gerçekleşir (18).

Servikal loopun uzaması, Hertwig epitel kök kınının oluşumunu sağlayacaktır. Daha sonra Hertwig epitel kök kılıfı ise kök şeklinin ve dentininin oluşunda rol alacaktır. Kök dentininin oluşumu akabinde Hertwig epitelyal kök kılıfı parçalanarak Malassez epitel artıkları şeklinde kalmaktadır (22).

Bu evrede dental papilla da artık "dental pulpa" olarak isimlendirilir.



Resim 2.1. **A,** Diş gelişiminin en erken evresi. Dental lamina (DL) ağız epitelinden (AE) içeri doğru göçmeye başlar. **B,** Diş gelişiminin tomurcuk evresi. Ektomezenkim (EM) diş germinin etrafında yoğunlaşmaya başlar. **C,** Diş gelişiminin takke evresi. İçeri doğru göçme alanının içindeki yoğunlaşmış ektomezenkim dental papilladır (DP). Diş folikülü (DF) diş germinin etrafında gelişmeye başlar. **D,** Erken çan evresi. Odontoblast katmanı (OK) ve kan damarları (KD) diş pulpasının içinde görülebilmektedir. Torabinejad ve Walton(2)' dan alınmıştır.

2.2. DENTİNOGENEZİS

Dentinogenez, diş pulpasının periferinde yer alan mezenkimal kökenli odontoblastlar tarafından dentin oluşumu sürecidir. Bir başka ifadeyle, hücre farklılaşması ve etkileşimi, organik matriks sentezlenmesi ve ekstraselüler matrikste mineral kristallerinin oluşması olaylarını içeren, diş gelişim sürecinin apozisyon aşamasındaki dentin matriksi oluşum aşamasıdır (23).

Dentinogenez, iç mine epitelindeki hücrelerin transforming büyüme faktörü beta (TGF-β), kemik morfogenetik protein (BMP), insulin benzeri büyüme faktörleri (IGFs) gibi büyüme faktörleri ve sinyal moleküllerini içeren mine organının indüktif etkisi ile başlatılır (24).

Odontoblastların farklılaşmasından sonra görülen dentin oluşumunun farklı safhaları sonucunda manto dentin, primer dentin, sekonder dentin ve tersiyer dentin gibi farklı dentin tipleri üretilir.

Dentin yapımında organik matriks kısmı, odontoblastların dental papillanın ektomezenşimal hücrelerinden farklılaşmasından sonra oluşur. Bu aşamada, öncelikle dentin kollajen fibrilleri sentezlenmeye başlar. Fibriller içerisinde ise, büyük çaplı tip III kollajen fibrillere görülür. Bunlara "von Korff fibrilleri" adı verilir. Odontoblastların miktarı arttıkça, gelecekteki manto dentinin organik matriksini oluşturacak olan tip I kollajen fibrilleri üretilmektedir. (25).

Organik matriksin mineralizasyonu, odontoblastlar tarafından üretilen matriks veziküllerinde kristaller halinde görülmektedir. Bu kristaller hızlıca büyüyerek vezikülleri parçalar ve bu şekilde kollajen matriks içerisine dağılarak mineralize olmuş matriksi oluşturmuş olur (23).

2.3. KÖK OLUŞUMU

Mine oluşumu tamamlandıktan sonra servikal bölgedeki iç ve dış mine epitel hücreleri bir araya gelerek servikal düğümü oluştururlar (21). Kök oluşumu bu servikal düğümde başlar. İki birleşmiş epitelin apikale doğru ilerlemesiyle oluşan epitele Hertwig epitel kök kını denir(26). Bu yapı odontoblastların diferansiyasyonlarını sağlamak için sinyal üreterek kök oluşumu adına taslak meydana getirir.

Kök kınının proliferasyon şekli genetik olarak kodlanmıştır. Bu genler kökün uzunluğunu, kalınlığını, eğriliğini ve sayısını belirler (27). Eğer diş çok köklüyse karşıt bölümlerde kök kını hem vertikal hem horizontal yönde gelişir. Yatay bölümler daha sonra birleşerek apikal olarak proliferasyona devam eder.

Kökteki dentin matriksi tabakası mineralize olduktan sonra Hertwig epitelyal kınının altındaki zar parçalanır. Dental kesedeki mezenkimal hücreler yeni oluşan dentin ile temas eder. Temas olan bölgelerdeki mezenkimal kök hücreler daha sonra sementoblastlara farklılaşarak hücresiz sement oluşumunu başlatırlar. Bu sırada Hertwig epitelyal kök kını kaynaklı bazı malassez epiteli hücreleri periodontal ligament içerisinde kalır ve kök ile ilişkide bulunur. Bunlar malassez epitel artıkları olarak adlandırılır(16) ve bu artıklar pulpal hastalığın bir sonucu olan periapikal inflamasyon gibi durumlarda kendi başlarına prolifere olarak radiküler kist oluşumuna sebep olabilir (27). Kök gelişimi sırasındaki duraksamalar sonucu periodontal damarların Hertwig epitel kök kını içerisine hapsolması ile ana kök kanalı ile periodonsiyum arasında uzanan küçük kanallar ve aksesuar kanallar oluşur. Böylece değişik kök kanal konfigürasyonları gelişmiş olur. (28)

2.4. KÖK KANAL SİSTEMİ

Pulpa odası ve kök kanalının birlikte oluşturduğu boşluğa *kök kanal sistemi* adı verilir. Dişin koronalinde bulunan bölüm pulpa odasını, kanal ağzından apekse kadar uzanan kökteki kısım ise kök kanallarını oluşturmaktadır.

Kök kanalları foramen apikaleye doğru daralarak sonlanmaktadır. Kök kanallarının şekli, bulunduğu dişin kök şekline ve boyutuna göre değişkenlik göstermektedir. Özellikle arka grup dişlerde düzensiz yapılar, çeşitli konfigürasyonlar gösterebilmektedir. Kök kanalları genellikle fasiyolingual yönde eğimlidirler. Bahsettiğimiz bu karmaşık kök kanal yapıları ve eğim ancak üç boyutlu görüntü sağlayan yöntemlerle tespit edilebilirler. Bu nedenle kök kanal sistemlerinin değerlendirilmesinde daha ileri bilgiler elde edebilmek amacıyla konik ışınlı bilgisayarlı tomografilerden yararlanılmaktadır (29).

2.4.1. Pulpa Odası

Pulpa, diş kuronunun ve kök gövdesinin merkezinde yer alan, etrafı dentin ile çevrili bir dokudur. Kuron pulpası ve kök pulpası olmak üzere bulunduğu yere göre iki kısımda

incelenebilir (30). Pulpa odası kuronun merkezinde yer alan ve dişin kuron anatomisini yansıtan bölümdür (31).

Pulpanın, pulpa odasındaki en koronaldeki dentinle kesiştiği noktaya *pulpa tavanı*, en apikaldeki dentinle komşu olan kısmı ise *pulpa tabanı*dır. Genç pulpada pulpa odası kesici dişlerde insizal kenara doğru, posterior dişlerde ise tüberküllere doğru çıkıntılar yapar. Bunlara *pulpa boynuzu* adı verilir. Pulpa odası dişin sürme döneminde ve sürdükten sonra ana hatlarıyla diş kuronunun anatomisini yansıtır. Ancak zamanla çürük, travma, atrizyon, abrazyon gibi patolojik veya fizyolojik etmenlerle pulpa boynuzu silinip ebatları küçülebilir (32,33). Tüm bu gibi etmenlerle zaman içerisinde pulpa odasının boyutları da azalmış olur (34).

Kök kanalları ise çoğu durumda servikal hat hizasında huni şeklinde bir açıklık şeklinde başlar ve apekse 3 mm'ye kadar mesafede bulunabilen foramen apikale açıklığında sonlanır. Genellikle kök kanallarının sayısı kök sayısını yansıtır. Ancak kök kanalları farklı düzlemlerden bakınca anlaşılacak şekilde oval, lobut, kum saati gibi şekillerde olarak birden fazla kanala da sahip olabilir(29).

Hemen hemen tüm kök kanalları bukkolingual bir yönde eğimlidir (35). Bu eğim kademeli veya apekse yakın bir bölgede keskin bir şekilde gözlenebilir. Açılı veya üç boyutlu görüntü veren radyografilerle bu eğimlerin tespiti, başarılı bir kök kanal tedavisi için hekime yardımcı olabilir.

2.4.2. Apikal Anatomi

Kök kanal sisteminde kanalın sonlandığı bölgeye apeks denir. Apeksin son halini apeks oluşurkenki apikal kan damarları sayısı ve lokalizasyonu belirler. Dişler sürerken açık olan apikal foramen, Hertwig epitel kını dentin oluşumunu indükleyince daralmaya başlar ve zamanla huni şeklini alır.

Apikal kök anatomisindeki önemli histolojik noktalar; apikal daralım (AD), sementodentinal birleşim (SDB) ve foramen apikale(FA)dir. Apikal daralım noktası çoğunlukla foramen apikaleden 0.5 ila 1.5 mm koronalde yer alır ve kanal tedavisi sırasındaki preparasyon, temizleme ve dolum işlemlerinin sonlandırılması gereken noktadır (36).

Sement-dentin birleşimi kanal içerisinde sementin dentin ile birleştiği ve pulpa dokusunun bitip periodontal dokunun başladığı noktadır noktadır. SDB'nin kök kanalındaki konumu dişe göre değişkenlik göstermekle beraber genellikle apikal daralma ile aynı alanda değildir ve FA'den yaklaşık 1 mm uzakta olduğu tahmin edilmektedir (37).

Apikal daralımdan yani bir diğer ifadeyle minör apikal çaptan foramen apikaleye yani majör apikal çapa doğru ilerledikçe kanal genişler. Major ve minör çaplar arasında huni şeklinde bir boşluk bulunur. İki çap arasındaki ortalama mesafe gençlerde 0.5 mm ve yaşlı bireylerde 0.67 mm olarak tespit edilmiştir (36). Yaşlandıkça sement oluşumuna bağlı olarak mesafenin arttığı görülmektedir.

2.4.3. Lateral ve Aksesuar Kanallar

Aksesuar kanal, esas kanalın dışında pulpa boşluğundan periodonsiyuma horizontal, vertikal veya lateral yönde uzanan küçük kanallara denir. Vertucci (6)'ye göre aksesuar kanallar kökte %74 oranında apikal üçte birlik kısımda, %11 oranında orta üçlüde ve %15 oranında servikal üçlüde bulunur. Lateral kanalların görülme oranıyla ilgili ise De Deus(38)'un yaptığı çalışmada kökün apikal kısmında %17, orta kısmında %9 ve koronal kısmında %2'den az olduğu bildirilmiştir.

Lateral ve aksesuar kanallar, pulpa ve periodonsiyum arasında bağlantı kuran bir nevi geçiş yollarıdır. Primer endodontik lezyonların sebebi olabileceği gibi, periodonsiyumdaki mikroorganizma ve metabolik ürünlerin pulpaya taşınmasını sağlayarak pulpal hastalıklara da sebep olabilir (39). Tam tersi şekilde, pulpal enfeksiyonların da periodonsiyuma iletilip periodontitis gelişmesine de aracılık edebilirler.

2.5. KÖK KANAL SİSTEMİNE ETKİSİ OLAN FAKTÖRLER

2.5.1. Irk

Kök kanal morfolojisi ile ilgili yapılan ırksal çalışmalar büyük öneme sahiptir. Birçok araştırmacı ırksal farklılıkların; kök kanal morfolojisi, ekstra kökler, toplam kanal sayısı, lateral kanallar gibi anatomik oluşumlara etki edebileceği görüşündedir (40–46). Bu gibi durumların

farkında olmak ise kök kanallarının başarılı bir şekilde tespit edilip temizlenmesi için önemli bir role sahiptir.

Türk toplumunda Helvacıoğlu-Yiğit ve ark.(47) yaptığı çalışmada mandibular 2. molarlarda C-şekilli kanal görülme sıklığı %8.9 iken Zheng ve ark.(12) Çin'de bu oranın %39, Jin ve ark.(10) ise Kore'de yaptıkları çalışmada bu oranın %44.5 olduğunu göstermiştir. Bu sonuçlar, C-şekilli kanal yapısının Asya'lılarda beyaz ırka göre daha yüksek olduğunu göstermektedir.

Türk toplumunda Çalışkan ve ark.(48) yaptığı tüm diş gruplarını inceledikleri çalışmada, kök kanal morfolojilerine ve dişlerin uzunluklarına bakılmıştır. Her diş grubunun ortalama uzunluk değerlerini diğer çalışmaların sonuçlarından daha kısa olarak bulmuş ve bu farklılığın ırk kaynaklı olduğunu iddia etmişlerdir.

Mandibular 1. molarlardaki üçüncü kök görülme insidansıyla ilgili yapılan çalışmalarda ise; Çolak ve ark.(49) Türk toplumunda bu oranı %1 olarak bildirirken, Huang ve ark.(50) bu oranı Tayland popülasyonunda %33.33 olarak, Zhang ve ark.(51) ise Çin halkında bu oranı %29 olarak bildirmiştir.

2.5.2. Cinsiyet

Cinsiyetin kök kanal sistemlerine olan etkisine dair birçok çalışma yapılmıştır. Cinsiyetin kök kanal anatomisine etki etmeyen bir faktör olduğunu gösteren çalışmalar olsa da tam tersi sonuca ulaşmış çalışmalar da mevcuttur. Genellikle cinsiyet çalışmalarında meziyobukkal kökteki ilave kanallar incelenmiştir.

Demirbuğa ve ark.(52) yaptığı çalışmada üst çene 1. ve 2. azı dişlerinde ikinci meziyobukkal kanal görülme insidansı erkeklerde %43.3 iken kadınlarda %39.3 olarak bulunmuştur. Lee ve ark.(53) ise üst çene 2. molarlarda ikinci meziyobukkal kanal görülme oranının erkeklerde(%48.7) daha yüksek olduğunu göstermiştir.

Neaverth ve ark.(33) ise 288 üst çene birinci molar dişi inceledikleri çalışmada, meziyobukkal kökteki ilave kanal görülme sıklığının cinsiyetle arasında herhangi bir anlamlı fark olmadığını belirtmiştir.

2.5.3. Yaş

Yaşlanmanın kök kanal morfolojisini etkileyip etkilemediği hakkında çeşitli görüşler mevcuttur. Bu görüşler genel olarak yaşlanmayla beraber sekonder dentin yapımıyla pulpa odası ve kanalların daralması, aksesuar ve lateral kanallarda kalsifikasyon, fizyolojik apeks ile anatomik apeks arasındaki mesafe artışı etkenlerine dayanmaktadır. Zamanla çürük, atrizyon, travma gibi patolojik etmenler de tersiyer dentin oluşumuyla pulpa odasının hacmini azaltan etkenlerdendir(32).

Cleghorn ve ark.(54) üst birinci azılarla yaptığı sistematik derlemede yaş faktörünün ilave kanal tespiti konusunda belirleyici faktörlerden olduğunu belirtmiştir. Thomas ve ark.(32) üst birinci molar dişlerin meziyobukkal kanal anatomilerini farklı yaş gruplarına göre değerlendirdiği çalışmasında ilerleyen yaşlarda oluşan kalsifikasyonlarla birlikte kanal yapısında değişiklikler meydana getirdiğini bildirmiştir.

Peiris ve ark.(55) yaptığı çalışmada alt birinci molarların mezial kök kanal morfolojilerini incelemiş ve çoğu hastada 11 yaşına kadar geniş tek kanal olduğunu, yaş ilerledikçe kanal morfolojisinin değişip karmaşıklaştığını ortaya koymuştur. Zheng ve ark.(56) ise, 20-30 yaşları arasında üst birinci molar dişlerde ikinci meziyobukkal kanal bulunma olasılığının en fazla olduğunu iddia etmiştir.

Yaşla birlikte fizyolojik apeks ile anatomik apeks arasındaki mesafe artışı ile ilgili Stein ve Corcoran (57) yaptıkları çalışmada, apikal foramenin yaşla birlikte dişin uzun aksının daha lateralinde yer almaya başladığını belirtmiştir.

2.5.4. Diş Konumu ve Simetri

Dişin bulunduğu yarım çenenin kök kanal anatomisine olan etkisi ile ilgili çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Zhang ve ark.(58) yaptıkları çalışmada incelediği üst birinci molarların kök kanal konfigürasyonlarının %84 oranında simetrik olduğunu tespit etmiştir. Zheng ve ark.(56) ise üst birinci molarlardaki ikinci meziyobukkal kanalın simetrikliğini inceledikleri çalışmalarında %71 oranında bilaterallik bulunduğunu tespit etmişlerdir.

Çalışmalar sonucu oluşan genel fikir; diş konumu ve simetrinin kök kanal morfolojisine etki eden bir faktör olmadığı, karşılaşılan varyasyonların genel olarak bilateral olarak görüldüğü yönündedir.

2.5.5. Genetik ve Sistemik Hastalıklar

Bazı genetik ve sistemik hastalıklar, verdikleri dental bulgularla kök kanal anatomisini etkileyebilmektedir. Alınan doğru anamnezle bu hastalıkların farkında olmak hekimin kök kanal morfolojisindeki varyasyonlara hazırlıklı olmasını sağlar.

Hipofosfatazya hastalığında genişlemiş pulpa odası ve sement defektleriyle karşılaşılmaktadır (59). Orak hücreli anemide pulpa kalsifikasyonları, pulpa nekrozu ve pulpa odasında kalsifiye yapılara rastlanabilir (60). Renal osteodistrofide küçülmüş pulpa odaları, lamina dura kayıpları ve artmış kalsifikasyonlarla karşılaşılabilmektedir (61). X ile bağlantılı hipofosfatemik rikets hastalığında ise geniş pulpa odası ve uzamış pulpa boynuzlarına rastlanabilir (62). Tricho dento osseöz sendromda daimi dişlerin pulpa odasında genişlemeler görüldüğü ispatlanmıştır(63).

2.6. C-ŞEKİLLİ KANAL YAPISI

C-şekilli kök kanal sistemleri, genellikle mandibular molar dişlerde görülen kanalların birbirleriyle bağlantıda olduğu anatomik bir varyasyondur. Bu durumun “C” harfiyle adlandırılmasının sebebi; örneğin alt molarlardaki ayrılması beklenen mezial ve distal köklerin birbirine yapışarak kesitsel olarak “C” şekli oluşturmasıdır (1). Bu birleşmenin Hertwig epitel tabakasının bifurkasyon noktasında tam ayrışamamasıyla oluştuğu düşünülmektedir (1).

Bu anomaliyle ilgili olarak yapılan ilk çalışma, 1911 yılında Keith ve Knowles adlı araştırmacılar tarafından yapılmıştır. Neandertal insan alt çene ikinci molar diş kökünde C-şekilli kanal yapısını tespit ederek resmini çizmişlerdir (11). 30 yıl sonra ise Japon araştırmacıların bu anomaliden “oluk-şekilli kök” olarak adlandırmışlardır (64,65). 1979 yılında ise Cooke ve Cox(8) isimli araştırmacılar bu kök kanal varyasyonuyla ilgili olarak klinik

bir vaka serisi yayınlayarak "C-şekilli kanal" terimini kullanmışlardır. O günden itibaren bu terim literatürde yaygın olarak kullanılır hale gelmiştir (14).

C-şekilli kanal yapısına en sık alt çene 2. molar dişlerde rastlanır (66). Bu 2. büyük azıların kanal ağzı kurdele şeklindedir ve distalden meziale 180ºlik bir açıyla bazen mesio-lingual kanal ağzını da kapsayarak ilerler. C-şekilli kanal yapısına, ayrıca maksiller ve mandibular molar, premolar ve lateral dişlerde de rastlanılmıştır (67–70). Yang ve ark.(71) Çin popülasyonunda alt birinci azılarda C-şekilli kanal görülme oranının %23, alt ikinci azılarda ise %31.5 olduğunu belirtmiştir. Cimilli ve ark.(72) ise ülkemizde 2005 yılında yaptıkları çalışmada alt ikinci molarlarda bu oranı %8.1 olarak belirlemiştir.

C-şekilli kanallarda kök kanal morfolojisi farklılık gösterdiği için, giriş kavitesinin şeklinde de farklılıklar görülür. Mevcut anatomik sapmalardan ötürü teknik güçlükler oluşmakta ve bununla birlikte üç boyutlu görüntüleme yöntemleri, operasyon mikroskobu kullanımı, sonik, ultrasonik enstrümantasyonlar ve termoplastik kök kanal dolgu yöntemleri tedavideki başarıyı arttırmaktadır (28).

C-şekilli kanal yapısı görülen dişlerde bukkal veya lingual kök yüzeyinde Hertwig epitelyal kınının kaynaşmasındaki bir kusurdan kaynaklandığı düşünülen oklüzo-apikal yönde derin oluklar izlenmektedir (66). Oluk pozisyonlarıyla ilgili olarak Jung ve ark.(73) ve Chai ve ark.(74) yaptıkları çalışmada bu olukların çoğunlukla bukkal yüzeyde bulunduğunu iddia etmişlerdir. Ancak Zheng ve ark.(12) ise yaptıkları çalışmada hiç bukkal oluğa rastlamadıklarını belirtmişlerdir.

C-şekilli kanalların kökeninin merak edilmesiyle yapılan çalışmalarda oluşmasından sorumlu gen net bir şekilde belirlenmemiş olmaklar beraber, Tashima ve ark.(64) yaptığı araştırmalarında C-şekilli kökün kaynak aldığı genin büyük ihtimalle kromozom 5 üzerinde yer aldığını bildirmiştir.

C-şekilli kanalı bulunan dişlerde pulpa boşluğunda iki veya daha fazla kanal bulunabileceği gibi C şeklinin kökün uzun ekseni boyunca devam edebildiği vakalar da yapılan çalışmalarda gösterilmiştir (74). Cheung ve ark(75). C-şekilli kanal yapısına sahip alt ikinci molar dişlerin 5 mm'lik apikal kısımlarını mikro bilgisayarlı tomografi ile inceledikleri araştırmalarında bu bölgenin %41 aksesuar kanala, %25 oranında lateral kanala, %27 transvers anastomozlara ve %11 oranında da apikal deltaya sahip olduğunu göstermiştir. Cheung ve

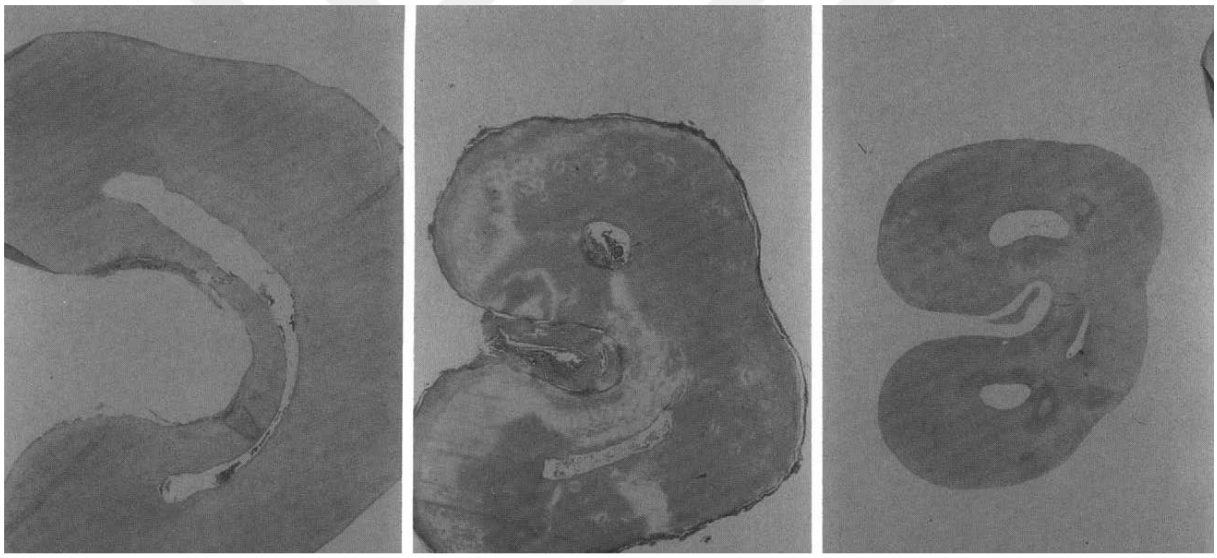
ark.(75) aynı çalışmada dişlerin %80'inde de 1 ile 3 arasında foramen apikale varlığını bildirmiştir.

C-şekilli kanal yapısına sahip olan dişlerde her zaman koronalden apikale kadar C-şekilli bir yapı görülmeyebilir. Bu durum da C-şekilli kanal yapısının da kendi içinde sınıflara ayrılması gerekliliğini oluşturmuştur. Melton ve ark.(3) bu amaçla alt ikinci molarları inceledikleri çalışma sonucu C-şekilli kanal yapısını 3 sınıfa ayırmıştır (resim 2.3):

Sınıf I: Pulpa odasından köke kadar sürekli C-şekilli kanal,

Sınıf II: Noktalı virgül şekilli C kanal,

Sınıf III: İki veya daha fazla şekilde bölünmüş ayrık kanallar.



Resim 2.3. Melton sınıflaması. Melton ve ark(3)' dan alınmıştır.

Bu sınıflamadan sonra Fan ve ark.(1) ise Melton sınıflandırmasını yetersiz görerek 2004 yılında C-şekilli kanallar üzerine yeni bir çalışma daha yapmıştır. Çalışmada 58 adet alt ikinci molar çekilmiş dişler mikro-BT kullanılarak taranmış ve dişler 11 seviyede değerlendirilerek yeni bir C-şekilli kanal sınıflandırılması yapılmıştır. Buna göre C-şekilli kanalları 5 gruba ayırmışlardır (şekil 2.1):

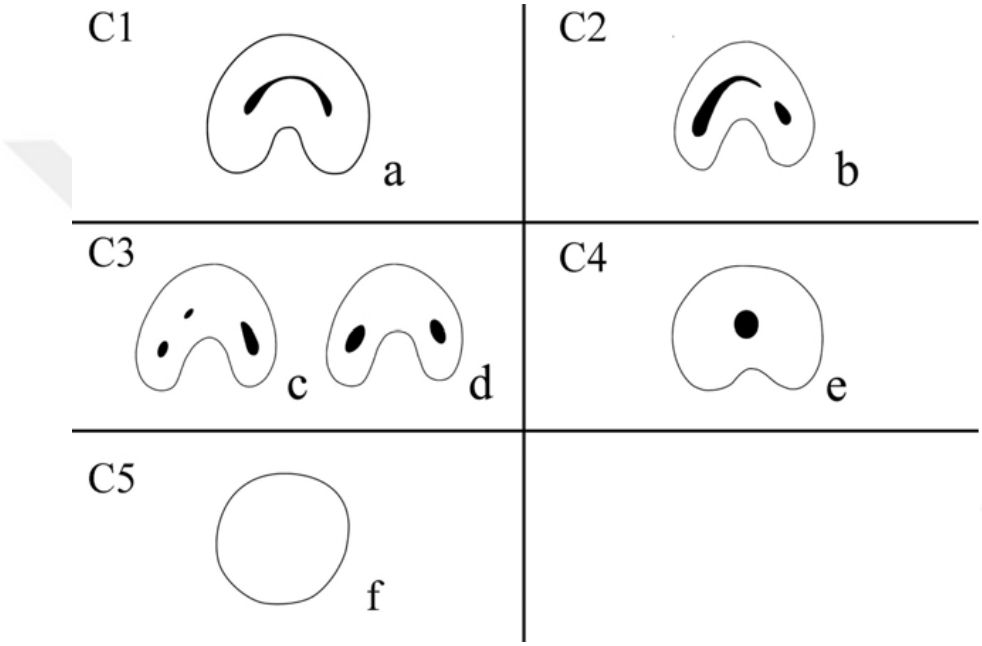
C1: Ayrılma ve bölünme olmayan sürekli C şekli,

C2: α veya β açılarından birinin 60°'den büyük olduğu, C şeklinin kesilmesinden kaynaklanan noktalı virgül şekli (şekil 2.2),

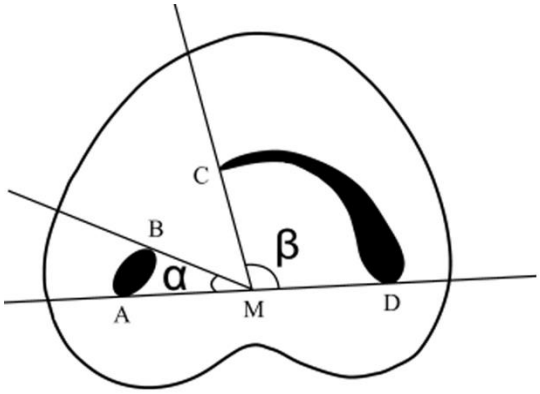
C3: α ve β açılarının 60°'den küçük olduğu, iki veya üç ayrı kanal şekli (şekil 2.3),

C4: Çapraz kesitlerde görülen tek bir yuvarlak veya oval kanal şekli,

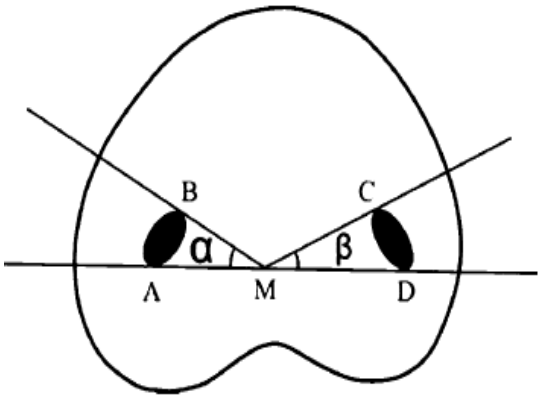
C5: Herhangi bir kanal lümeni izlenmemesi (genellikle sadece apekste).



Şekil 2.1. Fan ve ark. sınıflaması. Fan ve ark(1)' dan alınmıştır.



Şekil 2.2. α veya β açılarından birinin 60°'den büyük olduğu, C şeklinin kesilmesinden kaynaklanan noktalı virgül şekilli C2 kanal. Fan ve ark(1)' dan alınmıştır.



Şekil 2.3. α ve β açılarının 60°'den küçük olduğu, C3 kanal şekli. Fan ve ark(1)' dan alınmıştır

2.7. DİŞ MORFOLOJİLERİ

2.7.1. Mandibular Birinci Molar

Alt birinci azı dişleri en erken ağız ortamına süren dişlerdir. Bu nedenle çürüme olasılığı en fazla olan ve en çok kök kanal tedavisi prosedürü gerektiren dişlerdir. Genellikle 2 köklü dişlerdir. Nadiren üç köklü de görülebilir. İki veya üç mezial kanala, bir, iki veya üç distal kanala sahiptir. Mezial kökteki kanallar; meziyobukkal ve meziyolingual kanallardır. Kanal ağızları dişin mezial kısmında bulunur. Pulpa odası eşkenar dörtgen veya ikizkenar dörtgen şeklindedir (35).

İki ayrı distal kök varlığı nadir olsa da görülebilir. Bu gibi durumlarda distolingual kanal distobukkal kanaldan daha küçüktür ve daha kavislidir. İki kökten daha geniş olan mezial kök, kökün orta üçlüsüne kadar meziale kıvrılarak devam eder ve daha sonra apekste distale doğru açılanır. Köklerde bukkal ve lingual yüzeyler uzunlukları boyunca dışbükeydir. Mezial kökün ditali ve distal kökün mezali ise içbükey bir uzanım gösterirler (35).

Mezial kanal ağızları genel olarak pulpa odasında birbirlerinden ayrı bir şekilde konumlanmış olup gelişimsel bir oluk ile birbirlerine bağlanırlar. Meziyobukkal kanal ağzı çoğunlukla meziyobukkal tüberkülün altında yer alırken meziyolingual kanal ağzı ise santral oluğun lingualinde konumlanır. Nadiren iki mezial kanal arasındaki bir olukta orta mezial kanal ağzı bulunabilir.

Sadece bir distal kanal mevcudiyetinde kanal ağzı oval şekillidir ve genellikle bukkal oluğun distalinde yer alır. Distal kökte iki kanal var ise bu kanallar tüm kök boyunca yuvarlak şekillidirler.

Mandibular birinci molarların giriş kavitesi, kanal sayısından bağımsız olarak yamuk veya eşkenar dörtgen şeklindedir. Dört veya daha fazla kanal mevcudiyetinde ise yamuk veya eşkenar dörtgenin köşeleri kanal ağızlarının çıkışına karşılık gelmelidir.

Mandibular birinci molar kök morfolojisindeki bir varyasyon; fazladan bir distolingual kök varlığıdır (42). Bu köklere *radix entomolaris* denir ve genellikle bu kök tip I kök kanal konfigürasyonuna sahiptir. Xuan ve ark. (76) bu varyasyonun Çin popülasyonundaki alt birinci molarların üçte ikisinde görüldüğünü belirtmiştir. Bir diğer anatomik varyasyon ise meziyobukkalde yer alan ekstra bir köktür. Bu kökün ismi ise radix paramolaristir. Radix paramolarisler de sıklıkla tek kanala sahiptirler.

C-şekilli kanal varyasyonu ise nadir de olsa alt birinci molarlarda izlenebilir. Demirbuğa ve ark. (77) yaptıkları çalışmada Türk popülasyonunda alt birinci molarlarda C-şekilli kanal görülme insidansını %0.85 olarak belirtmişlerdir.

2.7.2. Mandibular İkinci Molar

Mandibular ikinci molar dişler, birinci molardan biraz daha küçük ve daha simetrik olma eğilimindedir. Kökleri birbirine yakındır. İki kök de kademeli bir şekilde distale eğimlidir. Pulpa odası ve kanal ağızları birinci molarlar kadar büyük değildir. Kök sayısı bir, iki, üç veya 4 olabilir. Kanal sayısı ise 1 ila 6 kanala kadar değişkenlik gösterebilir (35).

Mezialdeki iki kanal ağzı birbirine daha yakındır. Bazı alt ikinci molarlarda tek veya füzyona uğramış kökler görülebilir. Bu gibi durumlarda meziyobukkal kanala yerleştirilen bir eğe distal kanaldaymış gibi görülebilir. Bunun nedeni kanalların birbirleriyle bağlantılı olduğu C-şekilli kanal varlığı bulunmasıdır (35).

C-şekilli kanal yapısı en sık alt ikinci molar dişlerde görülür (51,77–79).

2.8. KÖK KANAL MORFOLOJİSİNİN İNCELENMESİNDE KULLANILAN YÖNTEMLER

Kök kanal sisteminin her açıdan doğru bir şekilde tespiti C-şekilli kanal, ekstra kanallar gibi anatomik varyasyonların oluşturduğu zorlukları en aza indirmek için hekime yardımcı olacaktır. Bu amaçla kök kanal sisteminin morfolojik yapısını incelemek için çeşitli yöntemler kullanılmaktadır.

2.8.1. Klinik İnspeksiyon

Klinik inspeksiyon, intraoral ve ekstraoral dokuların gözle muayenesi olarak açıklanabilir. Bir enstrüman yardımıyla veya herhangi bir enstrüman olmaksızın hastanın çıplak gözle muayene edilmesidir.

İnspeksiyon ile dokularda görülen renk değişikliği, ödem, şekil bozuklukları, deformiteler, simetri kaybı gibi durumların farkına varmak hekime teşhis ve tedavi için oldukça ipucu sağlamaktadır. Endodonti alanında da dişlerdeki renk değişikliği, restorasyonların değerlendirilmesi, kırık incelemesi, ilave kanal tespiti gibi durumlarda klinik inspeksiyondan yararlanılır.

Ancak birçok kök kanal anatomisi varyasyonu durumunda ve ilave kanal tespitinde sadece inspeksiyonun yetersiz kalacağı aşikardır. Günümüzde teknolojik gelişmelerle birlikte büyütme ve aydınlatma sistemleri de öne çıkmayı başarmaktadır. Klinik inspeksiyonun yetersizlikleriyle ilgili Vande ve ark.(80) ile Yoshioka ve ark.(81) yaptıkları çalışmalarında çıplak gözle muayenenin ilave kanalların tespitinde yetersiz kaldığını bildirmişlerdir.

2.8.2. Dental Operasyon Mikroskobu (DOM)

Diş hekimliğinde büyütmenin önemiyle ilgili Smadi ve Khraisat (82) yaptıkları çalışmada üst birinci molar dişte meziyobukkal kökte kaç kanal olduğunu çıplak göz, lup ve şeffaflaştırma yöntemleriyle kıyaslamıştır. Çıplak gözle ikinci kanal görülme yüzdesi %56.7 iken lupla %63.9, şeffaflaştırma yöntemiyle ise %77.3 olarak bulunmuştur. Bu da bize ilave

kanal tespiti gibi anatomik varyasyonların tespitinde büyütmenin önemini göz önüne sermektedir.

Operasyon mikroskobu birçok tıp alanında da kullanılan bir materyaldir. Diş hekimliğinde ilk defa 1978'de Apotheker ve Jako(83) dental operasyon mikroskobu kullanımı gerektiğini belirtmiştir.

Dental operasyon mikroskobunun avantajları; artırılmış görüş, teşhis ve tadavi kalitesinin artışı, ergonomik çalışma, dijital kayıt tutabilme ve entegre video çekebilme imkanı şeklinde sıralanabilir. Endodonti alanında da teşhis ve tedavi planlamasında, kırık ve çatlak diş teşhisinde, pulpa odasının ayrıntılı incelenmesinde ve ilave kanalların tespitinde dental operasyon mikroskobundan yararlanılır.

2.8.3. Dijital Radyografi

Dijital radyografiler, X ışını kullanılarak oluşturulan görüntülerin bilgisayar ortamına aktarılmasıyla oluşturulur. Diş hekimliğinde radyografiler, teşhis ve tedavi planlamasında hekime oldukça yardımcı olan tetkiklerdir. Hızlı sonuç vermesi, radyasyon dozunun yüksek olmaması, görüntünün istenildiği gibi işlenebilmesi, depolanabilmesi ve taşınır olması dijital radyografilerin avantajlarındandır (84). Dijital radyografilerin diş hekimliğine girişi 1987 yılında Dr. Francis Mouyen'in Radyo Vizyo Grafi (RVG)'si ile olmuştur (85).

Periapikal, bitewing ve oklüzal radyografiler ağız içi yapıları incelemek için kullanılır. Periapikal radyografilerle dişin kuronu, kökü, periapikal bölge, lamina dura, kemik ve periodontal aralık incelenebilir. Bitewing radyografilerle ise alt ve üst dişlerin kuronları, aproksimal çürükler, pulpa odası ve çürükler incelenebilir (86).

2.8.4. Radyoopak Kontrast Madde

Tıpta birçok alanda kullanılan bir görüntüleme olan radyoopak kontrast madde enjeksiyonu ile görüntüleme yöntemiyle endodonti alanında da kök kanal sistemlerinin tespit edilmesinde, periapikal lezyonların teşhisinde ve apeksifikasyonlarda yararlanılır (87).

Radyoopak kontrast madde enjeksiyonu ile Fan ve ark.(88) alt çene ikinci molar dişlerde C-şekilli kanal anatomisini belirlemeye çalışmışlardır. Bunun için kök kanal sistemine kontrast madde gönderip mikro-BT ile inceleme yapmışlardır.

2.8.5. Kök Kanallarından Kopya Model Oluşturma

Bu yöntem pulpanın çıkarılmasını takiben boşluğun şeklini alabilen silikon tarzı materyallerin basınçla kök kanal sistemine enjekte edilmesi esasına dayanır. Sertleşmeyi takiben dişler dekalsifiye edilerek mikroskop altında incelemeye alınır (89).

2.8.6. Kesit Alma

Bu metod, dişlerin bir disk veya taş yardımıyla enine ya da boyuna kesitlerinin alınarak incelenmesi esasına dayanır. Bu yöntem için özel mufla sistemi geliştirilmiş ve bu şekilde alınan makroskobik kesitler genişletme işlemi uygulanarak değerlendirilebilmiştir (90).

Dezavantajları ise yatay kesitlerde eğimli kanalları aynı şekilde yansıtabilmesinin güç oluşu, frez kullanımı nedeniyle oluşan madde kayıpları ve ölçümün tekrarlanamamasıdır.

2.8.7. Boyama ve Şeffaflaştırma

Boyama ve şeffaflaştırma prosedürü; dişlerin asit çözeltileri içinde dekalsifiye edilip etil alkolde dehidrate edilmesi, şeffaflaştırmak için metil salisilat solüsyonunda bekletilmesi ve daha sonra çini mürekkebi veya hematoksilen ile kök kanal sisteminin boyanması işlemlerini içerir (91).

Kök kanallarını üç boyutlu olarak görme imkânı sağlar. Ancak preparasyon öncesi ve sonrası bir arada inceleme olanağı yoktur. Pulpa odasının tavanı ve kökün apikal üçlüsünün nispeten zarar görmesi nedeniyle ince detaylarının görülmesi zordur (92).

2.8.8. Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) ile İnceleme

SEM ile incelemede, bir elektron huzmesi örneklerin üzerini tarar ve yüzeye çarpan elektronların oluşturduğu yanıt bir dedektör tarafından toplanır. Özellikle ışık mikroskobuna göre pürüzlü yüzeylerdeki büyütme özellikleri çok daha üstündür. Işık mikroskobuna göre ayırma gücü, büyütme gücü daha yüksektir ve ek olarak maddelerin kimyasal bileşenleri hakkında da bilgiler sunar. Tıpta birçok branşda, özellikle doku yüzey araştırmalarında kullanılmaktadır (93).

Diş hekimliğinde ilk defa 1962 yılında Steward ve Boyd(94) tarafından kullanılmıştır. Endodonti alanında da SEM ile, furka bölgesi ve pulpa odasındaki yan kanalların tespiti, kanallar arası anastomoz varlığı, kök ucundaki foramen ve foraminaların sayısı, kanal aletlerinin preparasyon etkinliği, irrigasyonun dentine etkisi gibi birçok durum incelenebilir (95,96).

2.8.9. Bilgisayarlı Tomografi (BT)

İngiliz fizikçi Godfrey Hounsfield tarafından 1967 yılında geliştirilen bilgisayarlı tomografi, vücudun belli bir bölgesinden geçen kesitsel x ışınlarının absorbsiyon değerlerinin bir dedektör yardımıyla ölçülerek bilgisayar üzerinde görüntü oluşturma prensibiyle çalışmaktadır (97). Geleneksel radyografiler fiziksel yoğunluğu %10 kadar fark olan dokuları tespit edebilirken, BT ile yoğunluğu %1'den daha az olan dokular bile yüksek kontrastlı çözünürlük sayesinde ayırt edilebilir (86).

Günümüzde BT görüntüleme sistemleri, tıp alanında akciğer, kalp, kafa içi, abdominal dokular, ekstremitelerdeki sert ve yumuşak dokuların incelenmesi gibi pek çok alanda kullanılmaktadır. Diş hekimliğindeki ilk kullanımını Finkle ve ark(98). maksillofasiyal travmaları incelemek için kullanmıştır. Endodonti alanında ise Tachibana ve Matsumoto(99), BT ile alt ve üst çeneyi, aynı zamanda dişleri incelemiş, kök kanal sisteminin bu yöntem ile ayrıntılı bir şekilde incelenebileceğini belirtmiştir.

BT'nin dezavantajları arasında radyasyon dozunun yüksek oluşu, pahalı oluşu, ışınlama süresinin uzun oluşu, küçük alanlar için çözünürlüğün yetersiz kalışı ve metal artefaktları gösterilebilir. Bu olumsuzlukların minimuma indirildiği konik ışınlı bilgisayarlı tomografi metodu günümüz diş hekimliğinde git gide daha yaygın kullanım alanı göstermektedir.

2.8.9.1. Spiral Bilgisayarlı Tomografi:

Spiral bilgisayarlı tomografide, konvansiyonel BT'den farklı olarak x-ışını tüpü hasta etrafında dönme hareketi yaparken hasta masası da gantri içerisine doğru hareket eder. Tüp ve hasta masasının bu şekilde hareketleri sonucu x-ışını spiral şekilde bir yörünge çizmiş olur (100).

Yumuşak dokuların ve iskelet yapısının iç anatomisinin değerlendirilmesinde kullanılan spiral bilgisayarlı tomografi, endodonti alanında da kök kanal morfolojisinin belirlenmesinde(101), farklı kök kanal varyasyonuna sahip dişlerin tedavisi sırasında(102) ve kök kanal şekillendirmesi sırasında oluşan değişikliklerin değerlendirilmesinde kullanılır (103).

2.8.9.2 Mikro Bilgisayarlı Tomografi (Mikro-BT):

1980'li yılların başında geliştirilen mikro-BT; diş, kemik, seramik, polimer dahil birçok sert doku ve malzemelerin detaylı incelenmesinde kullanılmaktadır (104). Rotasyon yapan bir zemine yerleştirilen örneğin x-ışını kaynağı ve dedektör arasına yerleştirilmesi prensibiyle çalışan mikro-BT ile konvansiyonel BT'den yaklaşık 1.000.000 kat daha düşük vokseller ile yüksek çözünürlüklü görüntüler elde edilir (105).

Mikro-BT endodontide ise; kök kanal anatomisinin incelenmesi (106), kök kanal şekillendirme materyallerinin ve tekniklerinin karşılaştırılması (107), irigasyon teknikleri sonucu uzaklaştırılan sert doku debris miktarı değerlendirilmesi (108), kök kanal şekillendirmesi sonrası oluşan mikroçatlak değerlendirilmesi(109) gibi durumlarda kullanılabilir.

Dezavantajları arasında ise; çekilmiş dişlerin kullanılabilmesi, uzun süren kesit alma ve üç boyutlu rekonstrüksiyon oluşturma süresi, bilgisayar programına hakim tecrübeli eleman gerektirmesi sayılabilir (110).

2.8.10. Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi (KIBT):

Bilgisayarlı tomografinin yüksek radyasyon dozu, uzun süren işlem süresi, gibi dezavantajlarını minimuma indiren konik ışınlı bilgisayarlı tomografi, ilk olarak 1982 yılında

anjiografi olarak geliştirilmiş ve daha sonra mamografi, maksillofaiyal görüntüleme ve radyoterapi rehberliği gibi alanlarda kullanılmaya başlanmıştır (111–113). Klinik uygulamalarda kullanılabilen, ucuz ve makul boyutlarda üretilebilen formu ancak 1990 yılının sonlarında piyasaya sürülebilmiştir. Bu ise ancak, x-ışını üreten tüplerin ucuzlaması, yüksek kaliteli flat-panel dedektörlerin üretimi, bilgisayarların ucuzlaması ve sınırlı görüntü hacimlerinin ışınlanabilmesi gibi faktörlerle mümkün olabilmiştir (114).

Görüntülenmek istenilen bölge etrafında dönen gantride bir tam ışınlama ile multipl sıralı projeksiyonlar oluşturabilmek için iki boyutlu dedektörler ve konik şekilli iyonize radyasyondan yararlanılır (115). Bu teknikte kullanılan konik ışın teknolojisi, hastanın başı etrafında 180 veya 360 derece dönerek seçilen bir hacmin görüntüsünü bilgisayara aktarır (116). Konik ışınlı bilgisayarlı tomografi görüntüleri; görüntü kazanımı, iki boyutlu kesitsel görüntülerin elde edilmesi, görüntü rekonstrüksiyonu ve görüntünün ekrana aktarılması aşamalarından oluşmaktadır (114,117).

Sagittal, koronal ve aksiyal olmak üzere üç düzlemde görüntü elde edilir. Görüntülenmek istenen hacim *görüntüleme sahası* (*field of view; FOV*) olarak tanımlanır. Görüntülenen alan bir diş arkı olabileceği gibi hastanın kafasının tamamı da olabilir. FOV'un boyutlarına bağlı olarak cihazın uyguladığı ışın dozu da farklılık göstermektedir. Günümüzde FOV, tek çene çekimlerde 4 – 5 cm'ye kadar düşürülebilirken, kraniyo-fasiyal çekimlerde 15 cm'den büyük olarak ayarlanabilir (118).

İki boyutlu görüntülerde çözünürlüğü oluşturan her bir resime piksel denirken, tomografi çekimlerinde görüntüyü oluşturan üç boyutlu resimlerin her birine voksel adı verilir. Voksel boyutu ne kadar az olursa detay o kadar fazla olur (119).

KIBT günümüz diş hekimliğinde birçok kullanım alanı bulmuştur. Teşhis ve tedavi planlamasında önemli bir yer tutmaktadır. Özellikle dentomaksillofasiyal görüntüleme ve implant cerrahisinde sıklıkla kullanılan KIBT, endodonti alanında da tanı ve tadavi amacıyla kullanılmaktadır. Konvansiyonel radyografi veya dijital sensörlerle elde edilen periapikal radyografilerde, üç boyutlu yapıların iki boyutlu görüntüsü elde edilir. Bu yöntemde yapıların birbiri üzerine süperpozisyonu söz konusu olmaktadır. Fakat KIBT ile elde edilen kesit görüntülerinde bu durum ortadan kalkmaktadır. Bu nedenle endodontik uygulamalarda küçük görüntüleme alanlı KIBT kullanılması önerilmektedir (120). Endodontide büyük bir önem arz eden kök ucundaki radyolüsent değişiklikler, periapikal radyografilerde görüntü

verebilmelerine rağmen, bu görüntünün izlenebilmesi için kemikte yıkımın ilerlemesi ve belirli bir seviyeye ulaşmış olması gerekmektedir. KIBT'de ise bu radyolüsent görüntüler ve periapikal hastalıklar henüz başlangıç aşamasındayken yani iki boyutlu radyografilerde henüz izlenemezken tespit edilebilmektedir (121). KIBT'nin endodonti alanındaki kullanım alanlarını detaylandırırsak; eksternal kök rezorbsiyonu ve kök perforasyonlarının tespiti, periapikal lezyonların tespiti ve prognozunun takibi, kök kanal morfolojisinin ayrıntılı değerlendirilmesi, kök kırıklarının teşhisi, cerrahi öncesi çevre dokuların değerlendirilmesi, klinik yöntemlerin yetersiz kaldığı durumlarda ilave olarak çalışma boyunun belirlenmesi ve in vitro çalışmalarda kanal genişletme sistemlerinin etkinliklerinin analizlenmesi gibi durumları sayabiliriz (122).

Periapikal lezyon tanısı ile ilgili Soğur ve ark.(123) yaptığı çalışmada iki boyutlu radyografilerle tespit edilemeyecek kadar küçük lezyonların KIBT ile istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde tespit edilebildiği belirtmiştir. Bir başka çalışmada 10° açı farkıyla alınan iki adet periapikal radyografi ile KIBT görüntüleri periapikal lezyon tanısı açısından karşılaştırılmış ve bu çalışmada da periapikal radyografiler ile konulan tanıların KIBT ile ulaşılan tanısal kapasiteye ulaşamadığı belirtilmiştir (124).

Matherne ve ark.(125) yaptıkları çalışmada 72 adet çekilmiş dişleri periapikal radyografi ve KIBT ile incelemişlerdir. Çalışma sonucunda periapikal radyografi ile görülmeyip KIBT ile tespit edilen %40 oranında fazla kanal olduğunu bildirmişlerdir. Üst çene birinci molar dişlerde meziyobukkal ikinci kanalın prevalansının arandığı bir başka çalışmada ise iki boyutlu konvansiyonel radyografi ile maksimum oran %55 iken KIBT ile meziyobukkal ikinci kanal görülme oranının %60 - %93 aralığına yükseldiği tespit edilmiştir (126). Neelakantan ve ark.(127) %99.7 oranında KIBT ile inceledikleri dişlerdeki kanal sayısının doğru olduğunu, iki boyutlu radyografilerle ise bu doğruluğun %23.8 oranında kaldığını belirtmişlerdir.

Horizontal veya vertikal kök kırıklarında ve dental travmalarda da kesitsel görüntüleri sayesinde KIBT, periapikal radyografilere göre oldukça üstündür (128). Kırıkların saptanmasının yanısıra lüksayon yaralanmalarına bağlı olarak oluşan dişlerdeki yer değişiklikleri, yönü ve miktarı da KIBT ile kolayca saptanabilmektedir (129). Bernardes ve ark.(130) yaptıkları çalışmada 20 hastanın görüntülerini periapikal radyografi ve KIBT kullanarak incelemiş, kök kırıklarını periapikal radyografi ile %30-40 oranında tespit edebilirken KIBT ile %90 oranında doğru saptamayı yapmayı başarmışlardır.

İki boyutlu radyografilerde internal ve eksternal rezorpsiyonları ayırt etmek zaman zaman zor olabilmektedir. KIBT kullanmıyla bu zorluklar ortadan kalkmakla birlikte rezorpsiyonun hangi aşamada olduğu, tam anlamıyla lokalizasyonu ve de patolojilerden ayırımı yapılabilir (131).

Kanal tedavisi sonrası iyileşme takibi yapılırken de KIBT, boyutsal olarak gerçekle eşdeğer oluşu, anatomik süperpozisyonları içermemesi ve lezyonlardaki küçülmeleri üç boyutlu olarak göstermesiyle hekime büyük kolaylık sağlar. Paula Silva ve ark.(132) araştırmalarında endodontik tedavi sonrası iyileşme oranlarını karşılaştırmışlar ve periapikal radyografilerle %79 iyileşme oranı kaydederken, KIBT ile ise %35 iyileşme saptamışlardır.

Kanal tedavisinin başarısını belirleyen önemli faktörlerden bir tanesi de kanal obturasyonu ve sızdırmazlıktır. Liang ve ark.(133) bu konuda yaptıkları çalışmada periapikal radyografiler ve KIBT ile kanal dolumlarının kalitelerini karşılaştırmışlar ve KIBT ile %41 oranında daha fazla başarısız kök kanal tedavisi saptamışlardır. Başarıyı etkileyen bir diğer faktör kanal tedavisi sırasında oluşan perforasyon, alet kırılması gibi komplikasyonların lokalizasyonlarının tespitidir. Üç boyutlu görüntüleme imkanıyla bu konuda da KIBT kullanımı hekime oldukça doğru fikirler vermektedir (134).

Endodontik cerrahi uygulamalarda da KIBT'nin önemli avantajları vardır. Rigolone ve ark.(135) KIBT görüntülerinin, özellikle sinüse komşu üst çene molar dişlerin palatinal kökünün opere edilmesi ile ilgili verilecek kararı oldukça kolaylaştırdığını ifade etmişlerdir. Low ve ark.(136) da KIBT görüntülerinin lezyon sınırları, maksiller sinüsün sınırları ve doldurulmamış kanal varlığı gibi konularda hekime yardımcı çok önemli bilgiler sunabileceğini belirtmiştir.

Üç boyutlu görüntü olanağı sunan KIBT kesitleri ile cerrahi uygulanacak dişin veya bölgenin özellikleri rahatlıkla belirlenebilmektedir. Dişlerin vital dokular ile komşuluğu, bölgedeki kemik dokusunun detayları, kök eğimi, kök kanal anatomisi, mandibular kanal sınırları gibi bulguların belirlenmesinde oldukça yardımcıdır (137). Bu bilgiler de dişe cerrahi bir operasyon uygulanıp uygulanmayacağı kararı için büyük önem taşımaktadır.

Dental volumetrik tomografi (DVT) olarak da geçen KIBT'nin dezavantajları arasında konvansiyonel film veya dijital periapikal radyografilere göre çözünürlüğünün daha düşük olmasını sayabiliriz (138). Farklı radyodensitedeki dokuları görüntülemeye yarayan kontrast

çözünürlüğü de yetersizdir. Bir diğer dezavantajı ise cihazın hasta etrafında dönüşü sırasındaki her yönde oluşan saçılma radyasyonlarının detektöre çarparak oluşturduğu görüntülerdeki parazit (noise) oranıdır (139). Bununla birlikte metal yüzeylerden etkilenerek oluşan artefaktlar da görüntüyü bozabilmektedir. KIBT çekimlerinin yaklaşık 15-20 sn arası sürmesi de hastanın sabit durması gereken sürenin artması açısından bir dezavantaj olarak sayılabilir (122).

2.8.11. Üç Boyutlu Modelleme

Geleneksel intraoral ve dijital radyografiler iki boyutlu görseller üretir. KIBT ise istenilen bölgeyi kesitler halinde üç boyutlu olarak gösterebilir. Ancak bazı durumlarda hacimsel görüş tüm kök yapılarının ve kanal formasyonunun daha iyi bir şekilde görülüp anlaşılmasına olanak sağlayabilir.

Dentisyonu değerlendirme, hacimsel ölçümler yapma gibi amaçlarla çeşitli programlar sayesinde üç boyutlu modelleme yönteminden de yararlanılabilir. Kesitsel görüntüleme yazılımları ile KIBT verilerini işleyerek üç boyutlu modeller elde edilir. Segmentasyonla, farklı dokuların sınırlarınının belirlenmesi için dokular üzerinde piksellerin gruplanmasını ve toplanmasını sağlar. Çevre dokularla arasındaki grilikteki farklılıklara dayanılarak hacim hesaplamaları da yapılabilir (140,141). KIBT'den elde edilen kesitsel verileri işleyerek üç boyutlu modellere dönüştüren Mimics (Materialise, Leuven, Belgium), Dolphin3D (Dolphin Imaging & Management Solutions, Chatsworth, California), 3D Slicer, InVivo-Dental (Anatomage, San Jose, California), OnDemand3D (CyberMed, Seoul, Korea) gibi yazılımlar mevcuttur (142).

Mimics yazılımı, iki boyutlu görüntü verilerinin (BT, µBT, MR, vb.) işlenmesine ve düzeltilmesine imkân tanıyarak üç boyutlu modeller üretilmesini sağlar. Medikal tomografi ve MR görüntülerinin segmente edilmesini, ayrıştırılmasını, ölçümünün yapılmasını; üç boyutlu modellerin doğrudan mühendisliğini, güçlü segmantasyon araçları sayesinde yapar. Üç boyutlu dataların daha başka mühendislik uygulamalarına dönüştürülmesine imkân tanır (143).

3. GEREÇ ve YÖNTEM

Çalışmada Mart 2016 – Eylül 2021 tarihleri arasında Gülhane Diş hekimliği Fakültesi Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi Anabilim Dalı'na başvurmuş hastaların KIBT görüntüleri retrospektif olarak tarandı. Çalışma, Sağlık Bilimleri Üniversitesi Gülhane Bilimsel Araştırmalar Etik Kurulu (Protokol No:2021/206) tarafından onaylanmıştır. Alınan görüntüler implant planlaması, maksillofasiyal tümör ve kistlerin görüntülenmesi, ortodontik planlama, gömülü dişlerin teşhis ve tedavi planlaması gibi çeşitli sebeplerle alınmıştır.

3.1. ÇALIŞMA PLANI

Çalışmada 3D Accutomo 170 (Morita Manufacturing Corp., Kyoto, Japonya) KIBT cihazı ile elde edilen görüntüler kullanıldı (Resim 3.1).

Çalışmaya 12 yaşından büyük hastalar dahil edilmiş olup herhangi bir cinsiyet sınırlaması planlanmamıştır. Periapikal lezyonsuz, kök gelişimi tamamlanmış, rezorbsiyon ya da kalsifikasyonu bulunmayan daimi alt molar dişler araştırmaya dahil edilecektir. Dişlerin dahil edilmeme kriterleri ise; incelenecek dişte kök kanal tedavisi bulunması ve post, kuron kaplama restorasyonları bulunmasıdır. Ayrıca, tam dişsizliği olan 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 edildi.



Resim 3.1. *Çalışmada kullanılan KIBT cihazı*

3.2. KIBT CİHAZININ TEKNİK ÖZELLİKLERİ VE GÖRÜNTÜLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Çalışmada kullanılan verilerin elde edildiği KIBT taramaları, 90 kV ve 5 mA değerleri ile çalışan 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^3 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 açı ölçümleri için üreticinin kendi tescilli yazılımı (iDixel 2.0/ One Data Viewer/ One Volume Viewer; J Morita Mfg. Corp.) kullanıldı (Resim 3.8-3.9). 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, 50 cm uzaklıkta oturularak incelendi. Çalışmadaki tüm incelemeler, 1 ay boyunca deneyimli bir Ağız Diş ve Çene Radyolojisi uzmanınca KIBT değerlendirme eğitimi verilen bir endodontist tarafından yapıldı. Kararsızlık durumlarında ise bir radyolog ile tekrar değerlendirme yapılarak bir sonuca varılmıştır. 2 hafta sonra görüntülerin %20'si rastgele seçilerek tekrar incelenmiştir.

3.3. DEĞERLENDİRİLEN PARAMETRELER

Yapılan çalışmada mandibular 1. molar ve mandibular 2. molar dişlerin kök kanal morfolojileri incelenmiş olup (Resim 3.11), bu diş gruplarında C-şekilli kanal yapısı görülme sıklığı analiz edildi. Kök kanal morfolojileri incelenirken, mandibular 1. molar ve mandibular 2. molar dişlerinin kök sayısı ve dişlerin apekste sonlanan kanal sayıları analiz edildi.

C-şekilli kanal yapısı izlenen dişlerde bu yapı beş farklı seviyede değerlendirildi. Bu değerlendirme yapılırken Fan ve ark.(1)'nın yaptığı sınıflama esas alındı (Resim 3.2-3.7).

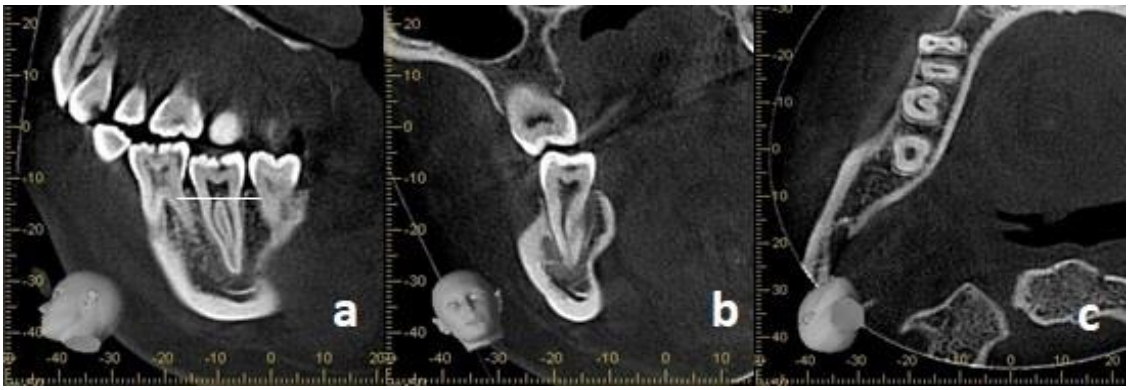
C-şekilli kanal yapısı görülen dişlerde yer alan oluk pozisyonları analiz edildi. (Resim 3.10)

Farklı C-şekilli kanal türleri üç boyutlu modelleme yöntemiyle gösterildi (Resim 3.16-19).

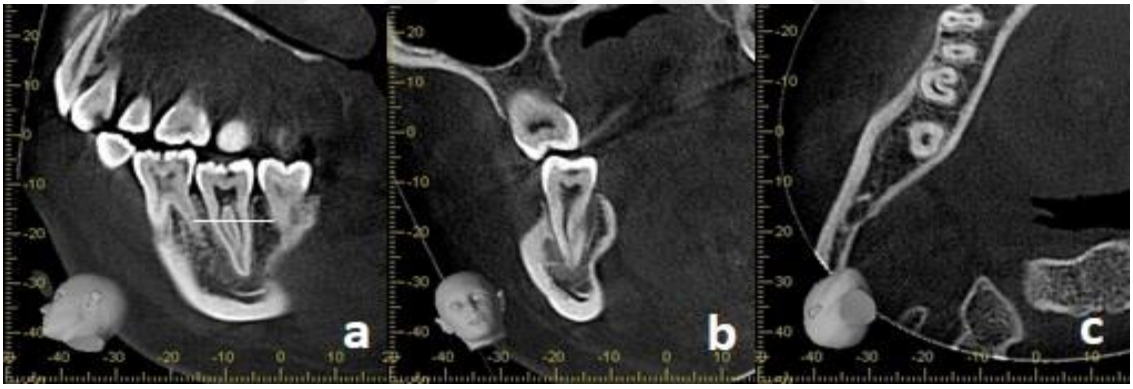
Daha sonra elde edilen veriler cinsiyete göre ve aynı çenedeki simetriğine göre karşılaştırılarak analiz edildi.

Çalışmada başlangıçta toplam 555 hastadan alınan KIBT görüntüleri değerlendirildi. Daha sonra istenilen kriterlere uygun olan 504 KIBT görüntüleri çalışmada değerlendirmeye

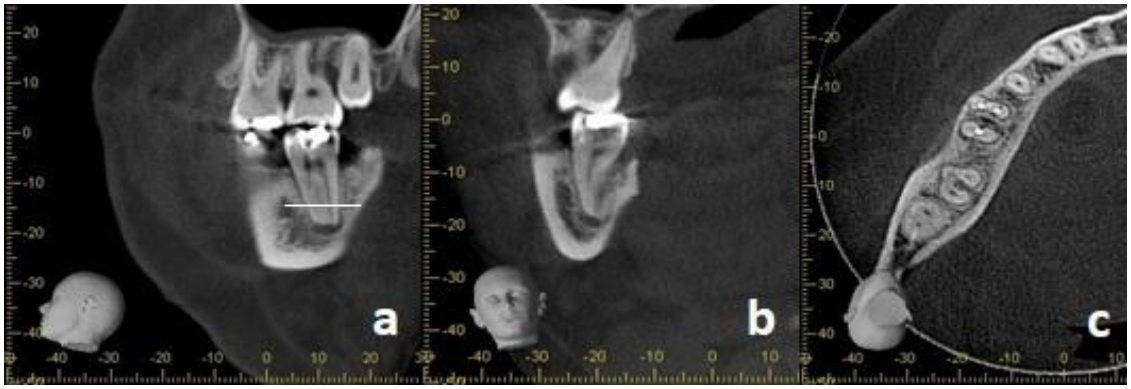
alındı. Bunlar 13 ile 79 (ortalama 36.3) yaşları arasında değişen 244 (%48.42) kadın, 260 (%51.58) erkek hastadan alınan KIBT görüntülerinden oluşmaktadır.



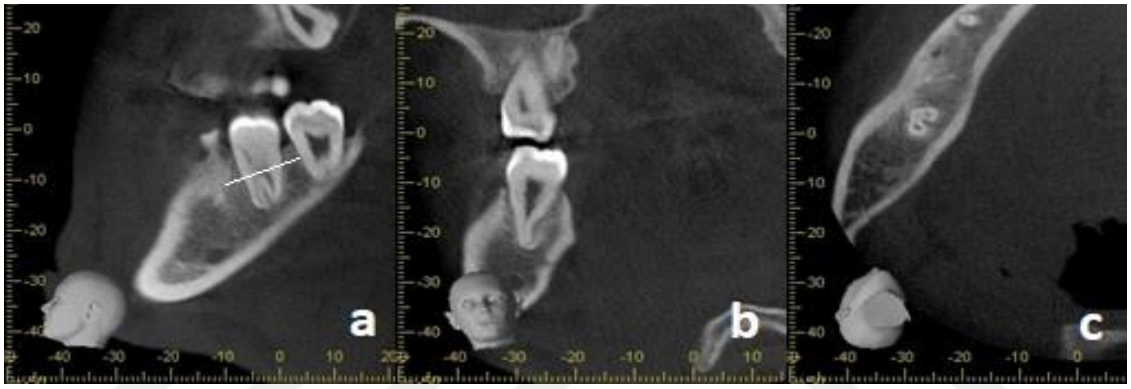
Resim 3.2. *KIBT'de sagittal(a), koronal(b) ve aksiyal(c) kesitlerde görülen C1 kanal yapısı*



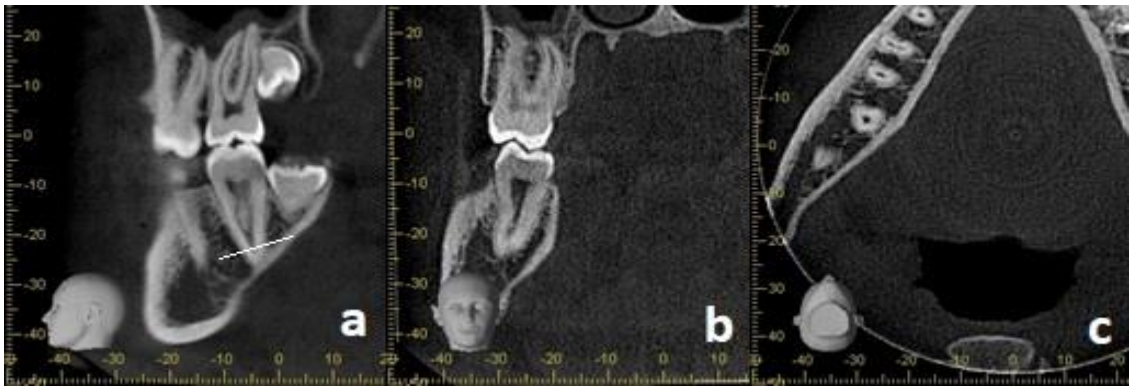
Resim 3.3. *KIBT'de sagittal(a), koronal(b) ve aksiyal(c) kesitlerde görülen C2 kanal yapısı*



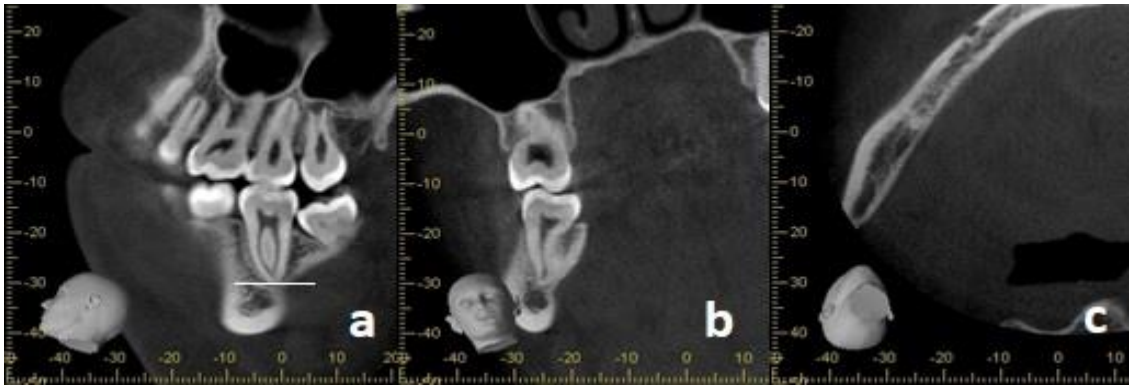
Resim 3.4. *KIBT'de sagittal(a), koronal(b) ve aksiyal(c) kesitlerde görülen C3a kanal yapısı*



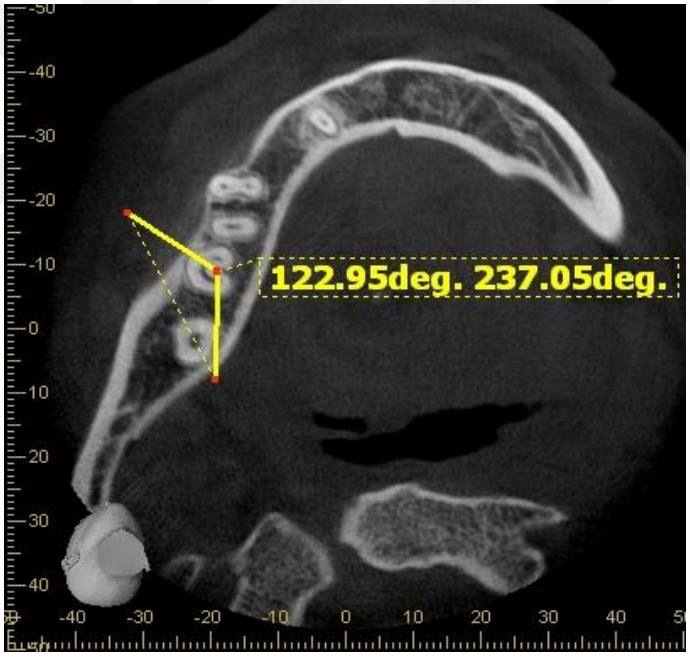
Resim 3.5. *KIBT'de sagittal(a), koronal(b) ve aksiyal(c) kesitlerde görülen C3b kanal yapısı*



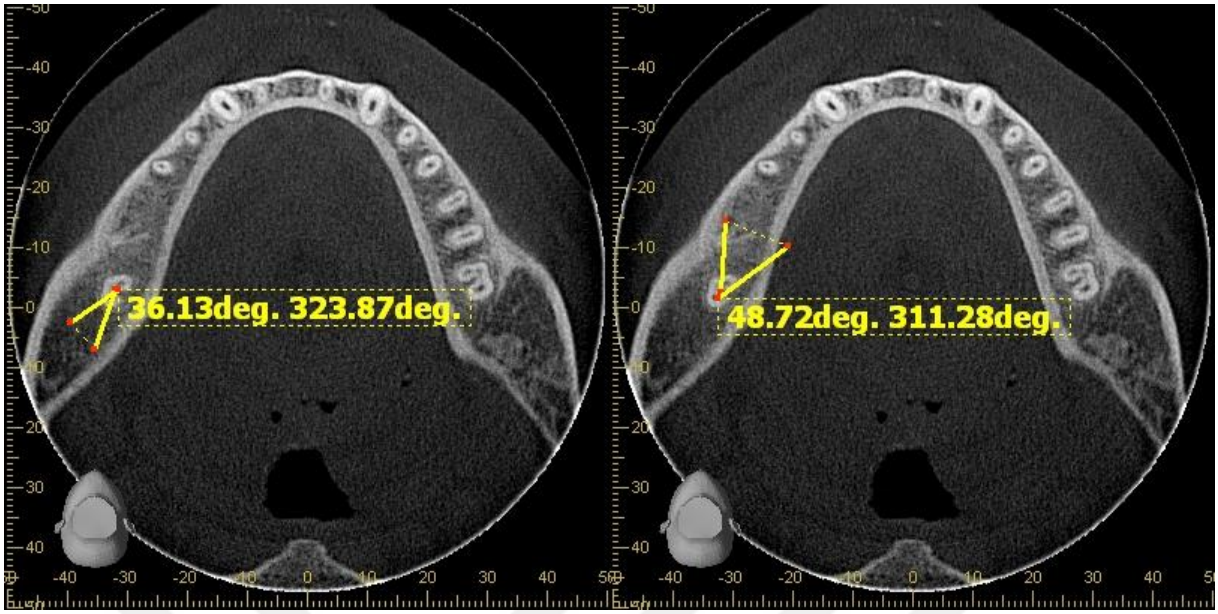
Resim 3.6. *KIBT'de sagittal(a), koronal(b) ve aksiyal(c) kesitlerde görülen C4 kanal yapısı*



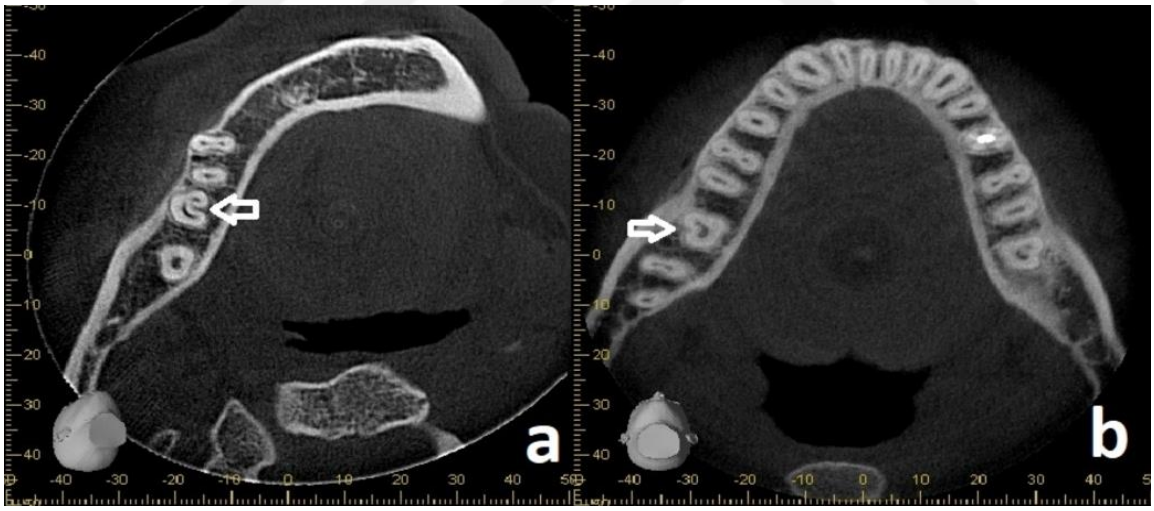
Resim 3.7. *KIBT'de sagittal(a), koronal(b) ve aksiyal(c) kesitlerde görülen C5 kanal yapısı*



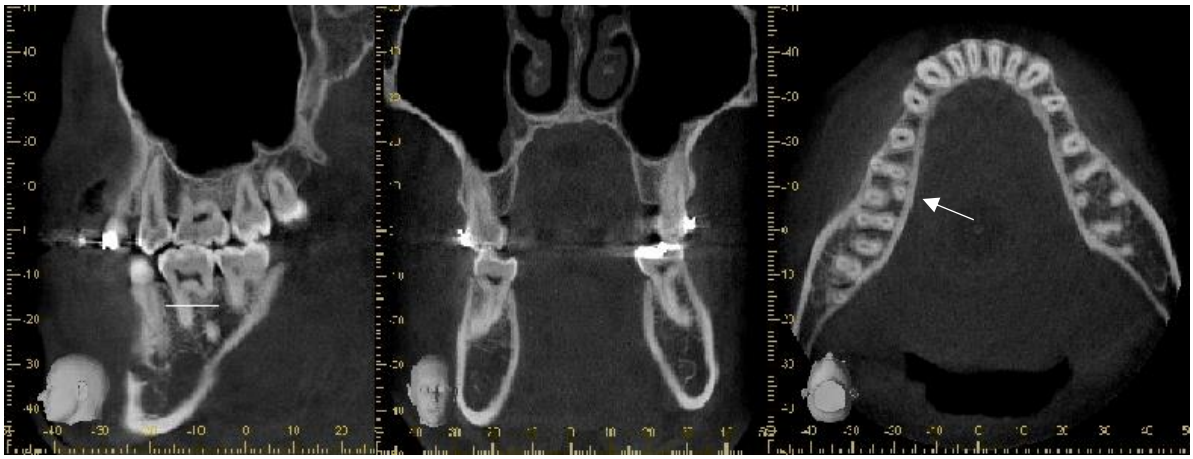
Resim 3.8*. iDixel 2.0/ One Data Viewer/ One Volume Viewer; J Morita Mfg. Corp. yazılımı ile yapılan açı ölçümü ile görülen C2 kanal yapısı*



Resim 3.9. *iDixel 2.0/ One Data Viewer/ One Volume Viewer; J Morita Mfg. Corp. yazılımı ile yapılan açı ölçümü ile görülen C3 kanal yapısı*



Resim 3.10. *C-şekilli kanal yapısına sahip dişlerde görülen lingual(a) ve bukkal(b) oluk yapısı*

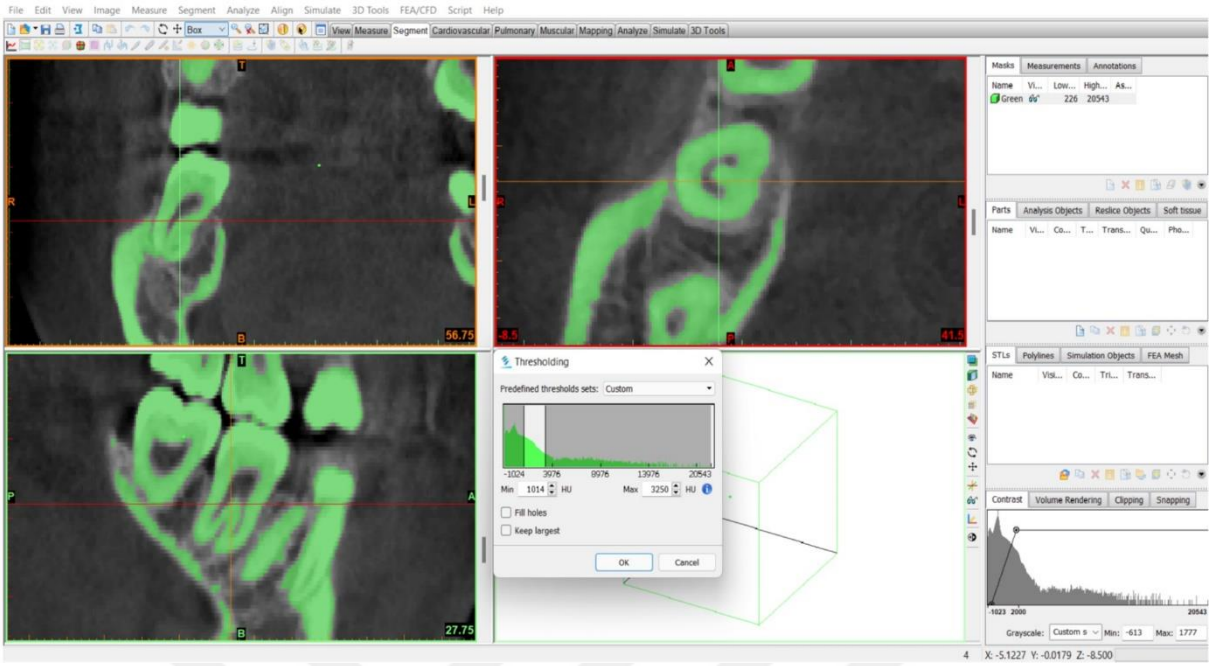


Resim 3.11. *Üç köklü alt 1. büyük azı dişi KIBT görüntüsü*

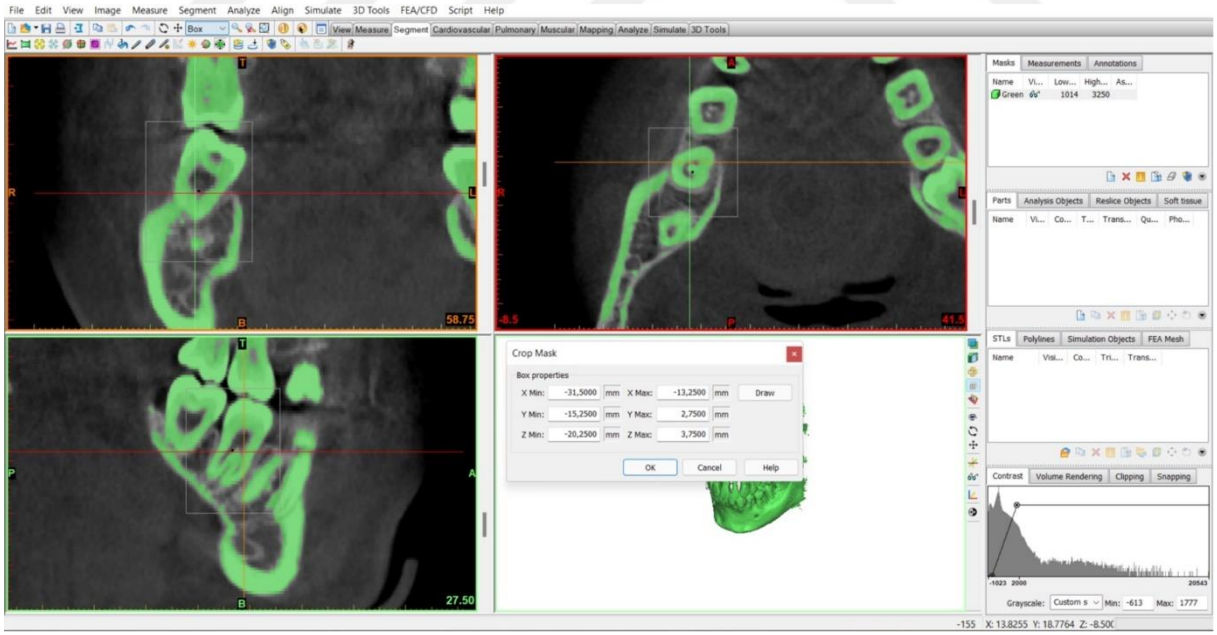
3.4. ÜÇ BOYUTLU MODELLEME YÖNTEMİ

KIBT görüntülerinden üç boyutlu model elde etmek amacıyla Mimics Medical 20.0(Materialise, Leuven, Belgium) programından yararlanılmıştır. KIBT'den elde edilen C-şekilli kanal yapısına sahip hastaların DICOM formatındaki görüntüleri Mimics Medical programına aktarıldı. Görüntüler bu programda işlenerek STL formatında üç boyutlu modellere dönüştürüldü.

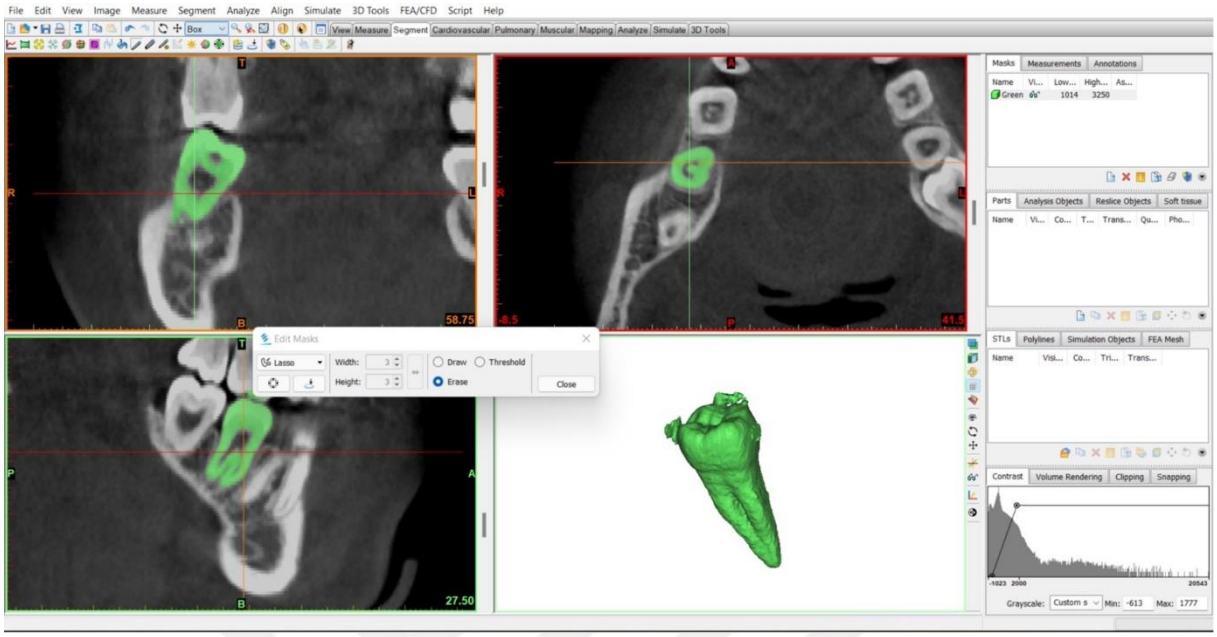
DICOM formatındaki görüntüler programa aktarıldıktan sonra alt çene ikinci büyük azı dişi ve pulpasını ön plana çıkarmak için thresholding (eşik değer) işlemi yapıldı (Resim 3.12). Daha sonra sadece ilgili dişe odaklanmak ve kalan kısımları inceleme dışı bırakmak için cropping (kırpma) işlemi yapıldı (Resim 3.13). Kırpma işleminden sonra "Edit Mask" sekmesi kullanılarak oluşturulan model etrafındaki saçılmalar her seviyede temizlendi (Resim 3.14). "Edit Mask" sekmesi ayrıca elde edilen model üzerinde saydamlık, yumuşatma, keskinleştirme, çoğaltma gibi birçok fonksiyona da imkân tanımaktadır (Resim 3.15). Elde edilen üç boyutlu model örnekleri Resim 3.16-19'de gösterildi.



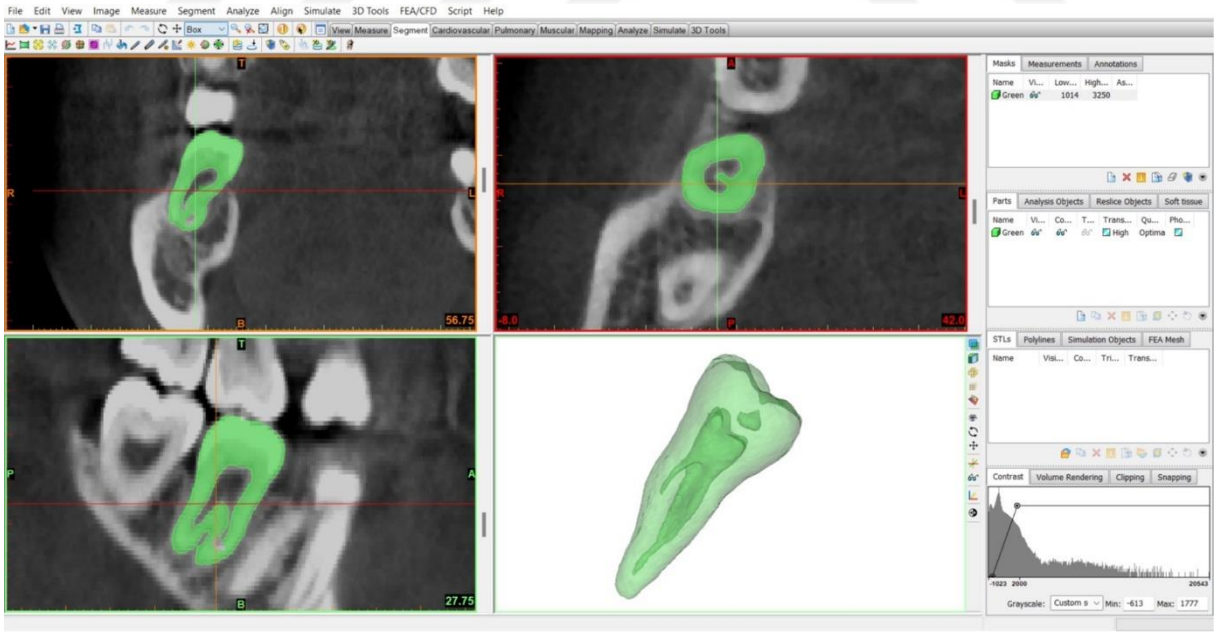
Resim 3.12. *Diş ve pulpalarını ön plana çıkarmak için uygulanan "thresholding" işlemi*



Resim 3.13. *İlgili dişe odaklanmak ve kalan kısımları inceleme dışı bırakmak için yapılan cropping (kırpma) işlemi*



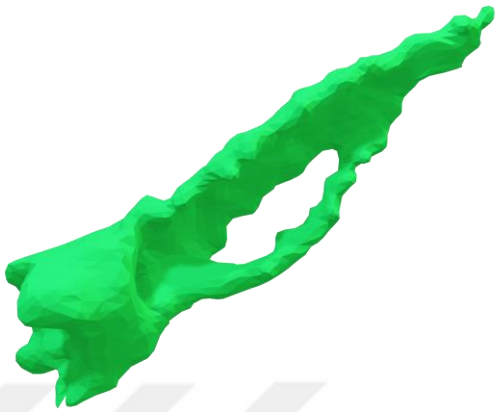
Resim 3.14. *"Edit Mask" sekmesi kullanılarak oluşturulan model etrafındaki saçılmaların temizlenmesi*



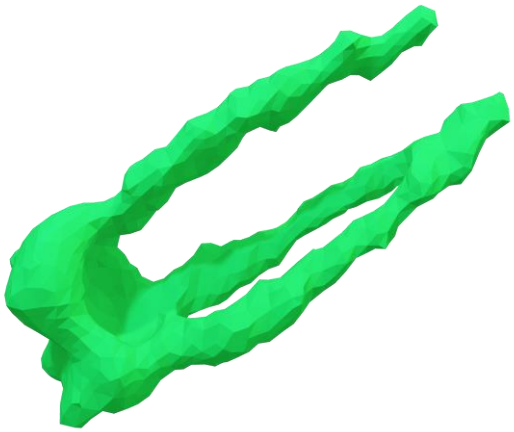
Resim 3.15. *"Edit Mask" sekmesi kullanılarak yapılan saydamlık ayarıyla diş ve pulpanın görüntülenmesi*



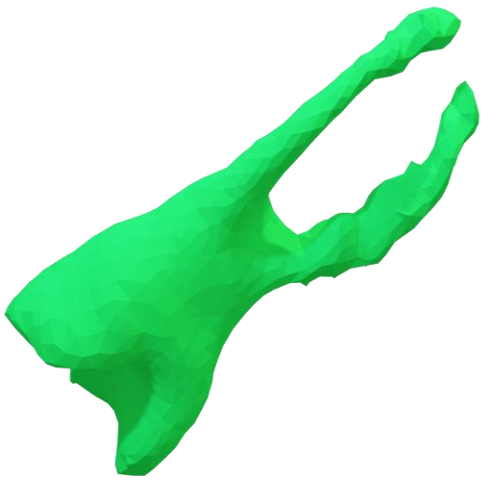
Resim 3.16. *2 kök 3 kanal yapısına sahip normal bir alt molar diş pulpası üç boyutlu model görüntüsü*



Resim 3.17. *Koronal seviyede C1, orta seviyede C2 kanal yapısına sahip C-şekilli diş pulpası üç boyutlu model görüntüsü*



Resim 3.18. *Koronal ve orta seviyede C3a kanal yapısına sahip C-şekilli diş pulpası üç boyutlu model görüntüsü*



Resim 3.19. *Orta seviyede C3b kanal yapısına sahip C-şekilli diş pulpası üç boyutlu model görüntüsü*

3.5. VERİLERİN İSTATİSTİKSEL ANALİZİ

Çalışmada kullanılacak örneklem büyüklüğü G Power analizi kullanılarak hesaplanmıştır. Örneklem büyüklüğünün hesaplamasında %5 tip I hata seviyesi, % 80 güç, orta etki büyüklüğü (0,3) baz alındı.

Çalışmada incelenen görüntülerden elde edilen veriler IBM SPSS Statistics 24.0 (SPSS, Chicago, IL, ABD) paket programı ile değerlendirildi. Sürekli değişkenleri tanımlamak için deskriptif istatistikler kullanılmıştır. (ortalama, standart sapma, minimum, medyan, maksimum). Kategorik değişkenleri tanımlamak için frekanslar (n) ve yüzdeler (%) kullanılmıştır. C-şekilli kanal varlığı ve C-şekilli kanal türlerinin ayrımı yapılarak cinsiyete ve simetriğine göre analizi Ki-kare testi (ya da uygun yerlerde Fisher Exact test) ile değerlendirildi.

4.BULGULAR

Çalışmada toplam 555 hastadan alınan KIBT görüntüleri incelendi. 51 hastanın istenilen kriterlere uygun olmayan KIBT görüntüleri çalışmadan çıkarılarak, 504 hastanın KIBT görüntüleri değerlendirildi. Bunlar 13 ile 79 (ortalama 36.3) yaşları arasında değişen 244 (%48.42) kadın, 260 (%51.58) erkek hastadan alınan KIBT görüntülerinden oluşmaktadır (Tablo 4.1). Çalışmada toplam 1645 alt molar dişin incelemesi yapıldı (Tablo 4.2). Çekilmiş dişler ve çalışmaya dahil olma kriterlerini sağlamayan dişler çalışmadan çıkartıldığında geriye kalan 1495 dişin değerlendirmesi yapıldı.

		N	**%**
Cinsiyet	**Kadın**	244	48,42
	Erkek	260	51,58
		Ort.±SS	**Med.(Min. Maks.)**
Yaş		36,38±14,36	34 (13-79)

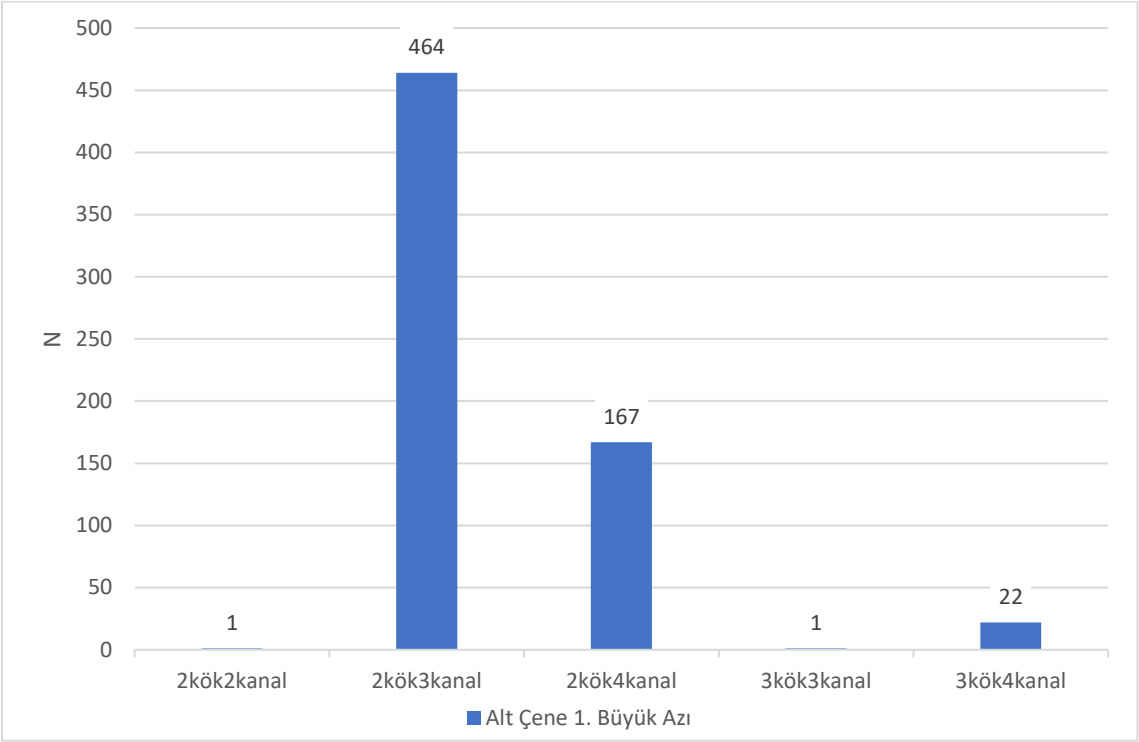
Tablo 4.1. *Çalışmaya katılan hastaların demografik özellikleri*

4.1. ALT ÇENE 1. BÜYÜK AZI

Çalışmada toplam 760 adet alt birinci molar diş incelenmiştir. Bunlardan kanal tedavili, post ve kron restorasyonlu dişler çıkartıldığında değerlendirme kriterlerine uygun olan 655 diş, kök kanal morfolojisi açısından incelendi. Kanal sayısı hesaplanırken apekste sonlanan kanal sayısı esas alındı.

İncelenen dişlerde %70.8 oranında 2 köklü 3 adet kanal içeren morfolojik yapıya rastlandı. Daha sonra sırasıyla %25.5 oranında 2 köklü 4 adet kanal içeren yapıya, %3.3 oranında 3 kök 4 adet kanal içeren yapıya, %0.1 oranında 2 kök 2 adet kanal içeren yapıya ve %0.1 oranında da 3 kök 3 adet kanal içeren yapıya rastlandı (Şekil 4.1).

Değerlendirilen Gülhane Diş hekimliği Fakültesi Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi Anabilim Dalı'na başvurmuş hasta popülasyonundaki tüm alt çene 1. büyük azı dişlerinde C-şekilli kanal yapısı tespit edilmedi.

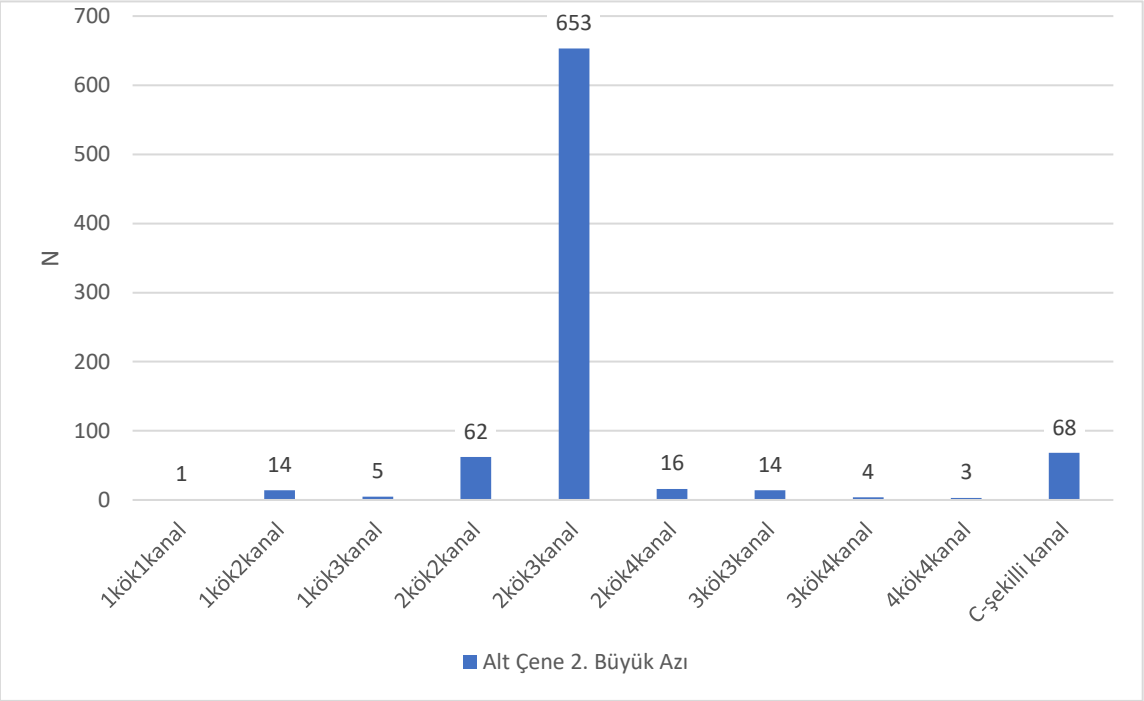


Şekil 4.1. *Alt çene 1. büyük azı dişlerinin kök kanal morfolojisi frekans grafiği*

4.2. ALT ÇENE 2. BÜYÜK AZI

Çalışmada incelenen 885 alt çene ikinci molar diş arasından değerlendirme kriterlerine uygun 840 diş olduğu tespit edildi. Kanal sayısı hesaplanırken apekste sonlanan kanal sayısı esas alındı. Bu dişlerde %77.7 oranında 2 köklü 3 adet kanal içeren kök kanal morfolojisi görüldü. %7.4 oranında 2 kök 2 kanallı yapı, %1.9 oranında 2 kök 4 kanal içeren yapı, %1.7 oranında tek köklü 2 kanal içeren yapı ve 3 köklü 3 adet kanal içeren kök kanal yapısı, %0.6 oranında tek köklü 3 adet kanallı yapı ve sırasıyla 0.5, 0.4, 0.1 oranlarında 3 kök 4 kanallı yapı, 4 kök 4 kanallı yapı ve tek kök tek kanallı kök kanal yapısı tespit edildi (Şekil 4.2).

Değerlendirilen alt çene 2. büyük azı dişlerinde 68 dişte (%8.1) C-şekilli kanal yapısı görüldü.



Şekil 4.2. *Alt çene 2. büyük azı dişlerinin kök kanal morfolojisi frekans grafiği*

		N	%
47	**1kök 2kanal**	5	1,0
	1kök 3kanal	3	0,6
	2kök 2kanal	35	6,9
	2kök 3kanal	324	64,3
	2kök 4kanal	6	1,2
	3kök 3kanal	7	1,4
	3kök 4kanal	1	0,2
	4kök 4kanal	2	0,4
	C-şekilli kanal	38	7,5
	Kanallı diş	12	2,4
	Kuronlu diş	9	1,8
	Çekilmiş diş	62	12,3
46	**2kök 2kanal**	1	0,2
	2kök 3kanal	234	46,4
	2kök 4kanal	85	16,9
	3kök 3kanal	1	0,2
	3kök 4kanal	11	2,2
	Kanallı diş	41	8,1
	Kuronlu diş	7	1,4
	Çekilmiş diş	124	24,6
36	**2kök 3kanal**	230	45,6
	2kök 4kanal	82	16,3
	3kök 4kanal	11	2,2
	Kanallı diş	45	8,9
	Kuronlu diş	12	2,4
	Çekilmiş diş	124	24,6
37	**1kök 1kanal**	1	0,2
	1kök 2kanal	9	1,8
	1kök 3kanal	2	0,4
	2kök 2kanal	27	5,4
	2kök 3kanal	329	65,3
	2kök 4kanal	10	2,0
	3kök 3kanal	7	1,4
	3kök 4kanal	3	0,6
	4kök 4kanal	1	0,2
	C-şekilli kanal	30	6,0
	Kanallı diş	21	4,2
	Kuronlu diş	3	0,6
	Çekilmiş diş	61	12,1

Tablo 4.2. *Alt çene büyük azı dişlerinde görülen kök kanal morfolojisi çeşitlerinin frekans ve yüzdesi*

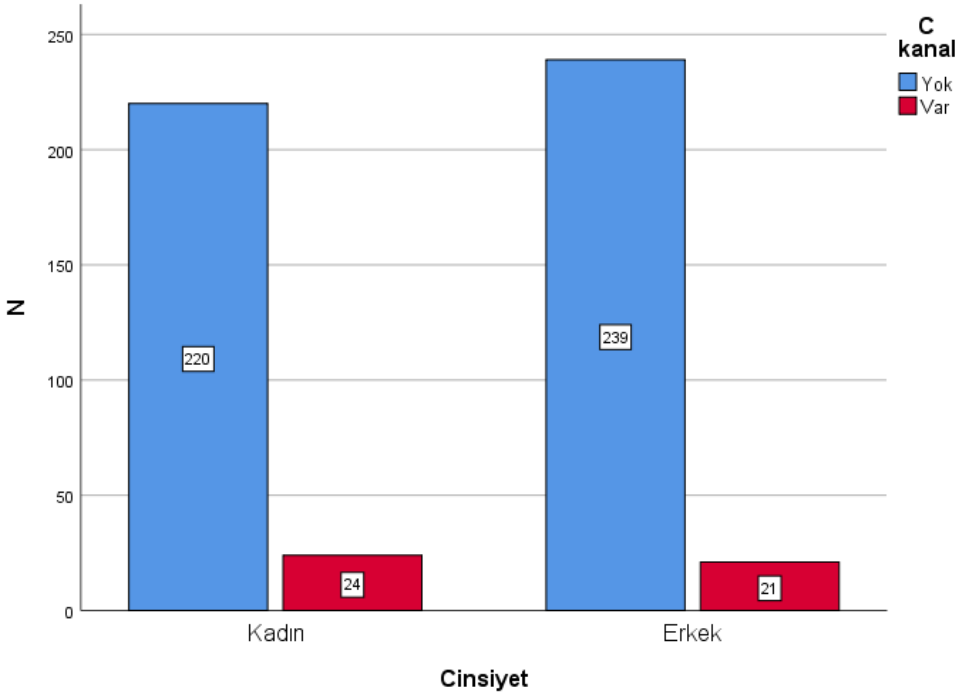
4.3. C-ŞEKİLLİ KANAL YAPISI

Çalışmada toplam 1645 alt molar dişin incelemesi yapıldı. Çekilmiş dişler ve çalışamaya dahil olma kriterlerini sağlamayan dişler çalışmadan çıkartıldığında geriye kalan 1495 dişten 68 (%4.54) tanesinde C-şekilli kanal yapısı tespit edildi. Değerlendirilen 504 hastanın 45 (%8.9) tanesinde C-şekilli kanal yapısı tespit edildi.

Cinsiyete göre yapılan analiz sonucu kadınlarda %9.8 oranında, erkeklerde ise %8.1 oranında C-şekilli kanal yapısına rastlandı (Şekil 4.3). C-şekilli kanal görülme sıklığı açısından yapılan Ki-Kare testi sonucunda cinsiyet ile ilişkili istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı görüldü (*P* = 0.53*)* (Tablo 4.3).

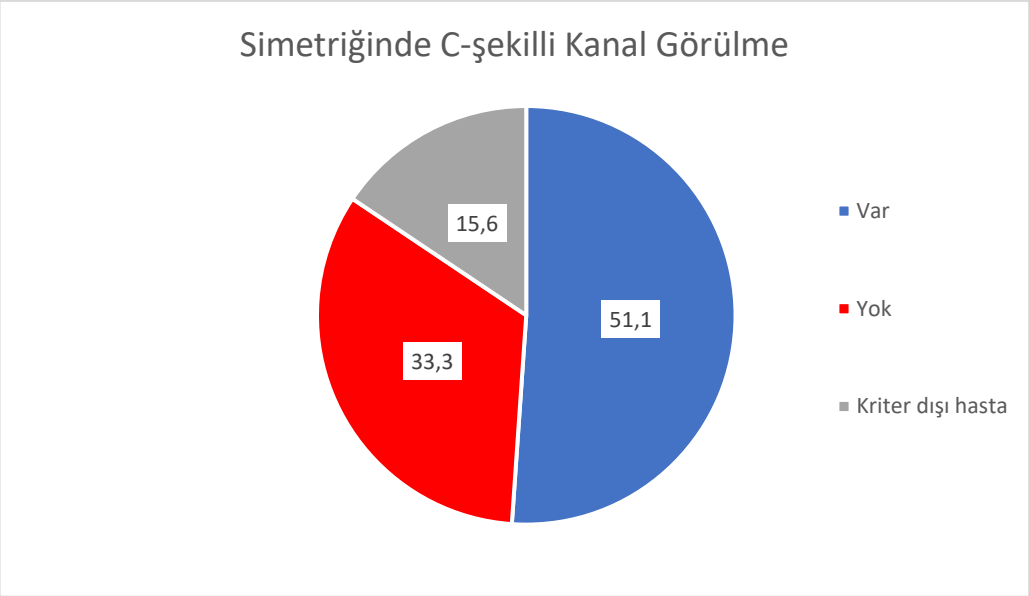
C-şekilli kanal	**Kadın**		**Erkek**		
	N	**%**	**N**	**%**	**p**
Yok	220	90,2	239	91,9	0,534
Var	24	9,8	21	8,1	

Tablo 4.3. *Çalışmaya katılan hastaların cinsiyete göre C-şekilli kanal görülme analizi*

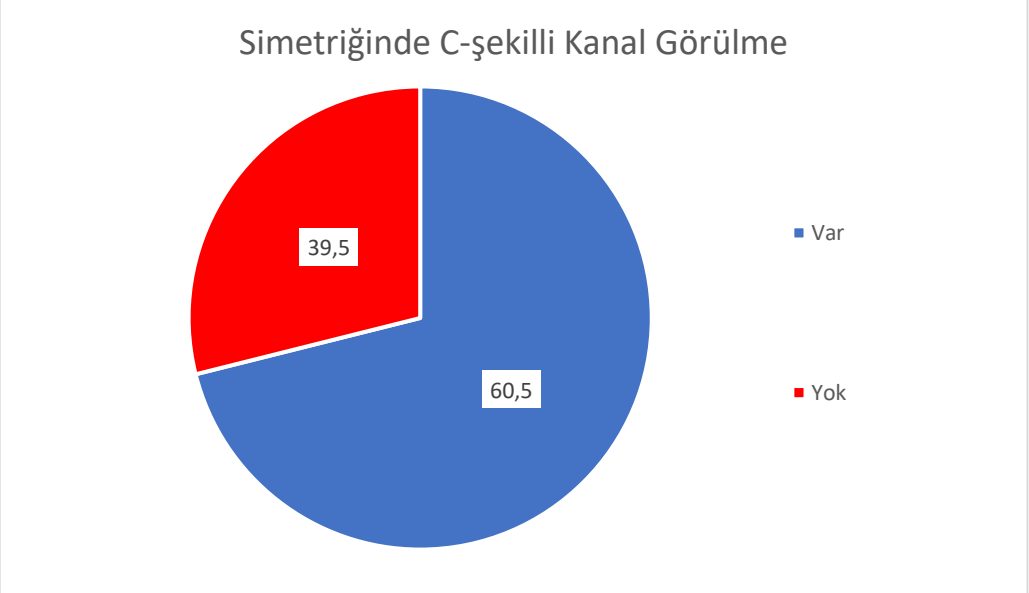


Şekil 4.3. *Çalışmaya katılan hastalarda cinsiyete göre C-şekilli kanal görülme frekansı*

C-şekilli kanal yapısı görülen 45 hastanın 38'inde bilateral, 17'sinde ise unilateral ikinci mandibular molar diş varlığı mevcuttur. Bu 38 hastanın ise 23 (%60.5)'ünde bilateral C-şekilli kanal yapısı tespit edildi (Şekil 4.4-5). Çalışmada, C-şekilli kanal yapısı görülen ve simetriğinde de çekilmiş diş, kanal tedavili, post ve kron restorasyonlu diş olmayan 61 tane diş bulunmaktadır. Bu dişlerden 46 (%75.4) tanesi, simetrik olarak C-şekilli kanal yapısı varlığı gösterdi.



Şekil 4.4. *C-şekilli kanal yapısı görülen hastalarda simetrik çenede de C-şekilli kanal görülme yüzdesi*



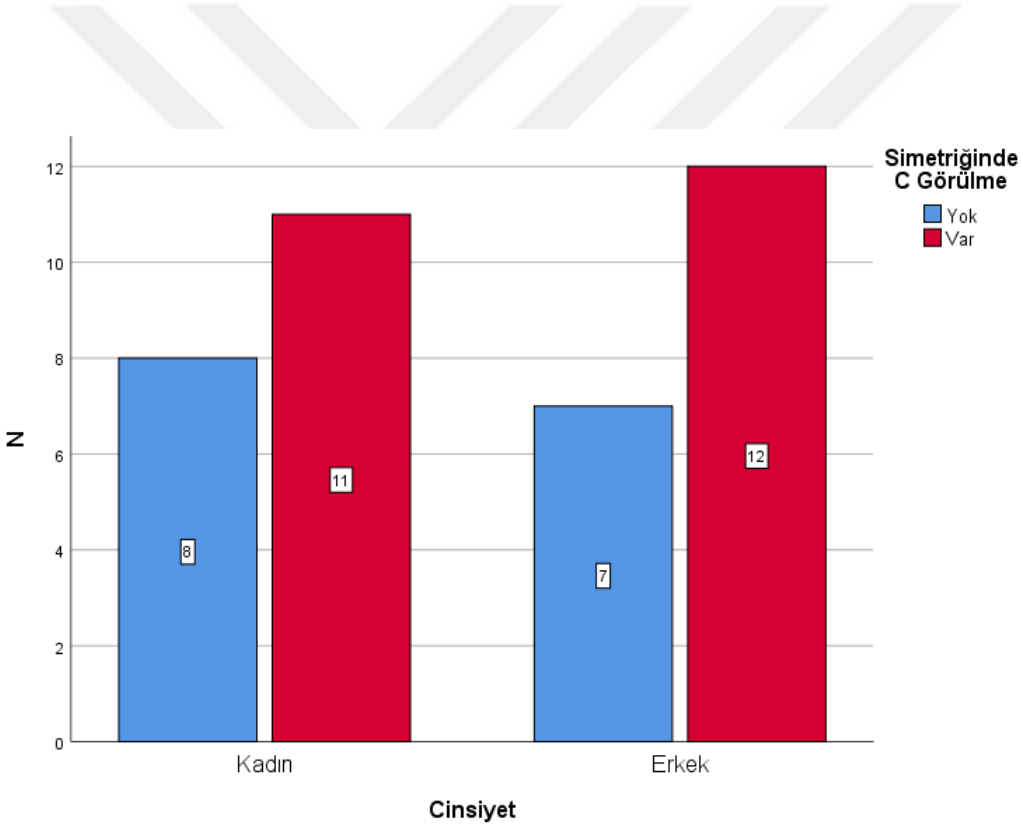
Şekil 4.5. *Kriter dışı hastalar elimine edildiğinde simetrik çenede de C-şekilli kanal görülme yüzdesi*

Değerlendirme kriterlerine uymayan dişler çıkartıldığında, kadınlarda %57.9 oranında aynı çenede bulunan simetriğinde de C-şekilli kanal yapısı tespit edilirken, erkeklerde simetriğinde C-şekilli kanal yapısı görülme oranı %63.2 olarak tespit edildi (Şekil 4.6). Yapılan

analizde cinsiyet ile simetrik çenede C-şekilli kanal yapısı görülme oranı arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı (*P >0.05*) (Tablo 4.4).

Simetriğinde C-şekilli kanal		Kadın		Erkek		
		N	%	N	%	p
	Yok	8	42,1	7	36,8	1,000
	Var	11	57,9	12	63,2	

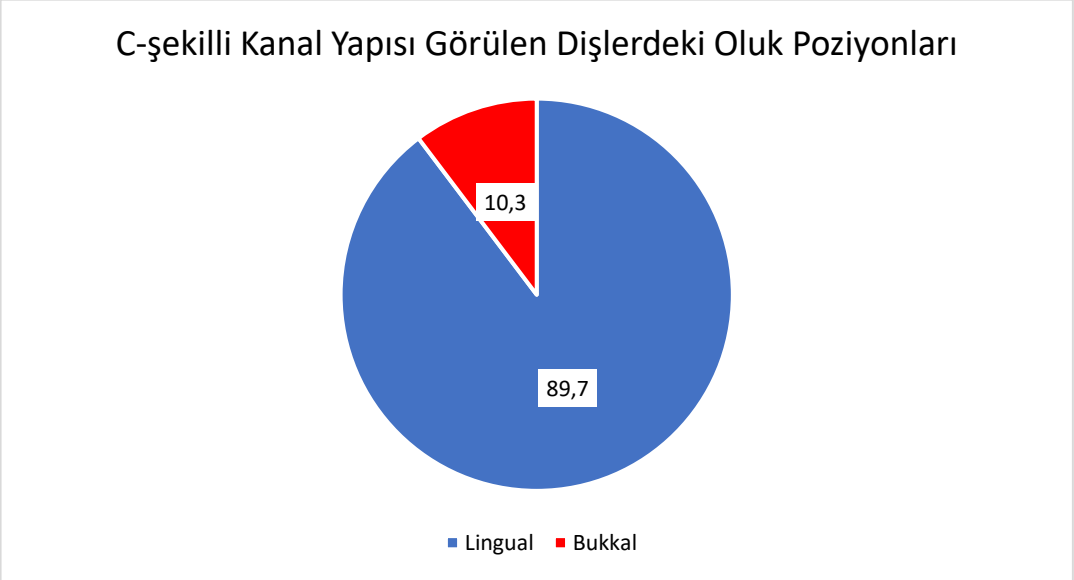
***Tablo 4.4**. C-şekilli kanal yapısı görülen dişlerde simetrik çenede de C-şekilli kanal görülme analizi*



***Şekil 4.6**. Cinsiyete göre simetrik çenede de C-şekilli kanal yapısı görülme frekansları*

Çalışmada C-şekilli kanal yapısı görülen tüm dişler alt çene ikinci büyük azı dişleriydi (Tablo 4.5). İncelenen alt çene birinci büyük azı dişlerinde herhangi bir C-şekilli kanal yapısı izlenmemektedir. C-şekilli kanal yapısı görülen 68 tane alt çene ikinci büyük azı dişlerinde ise

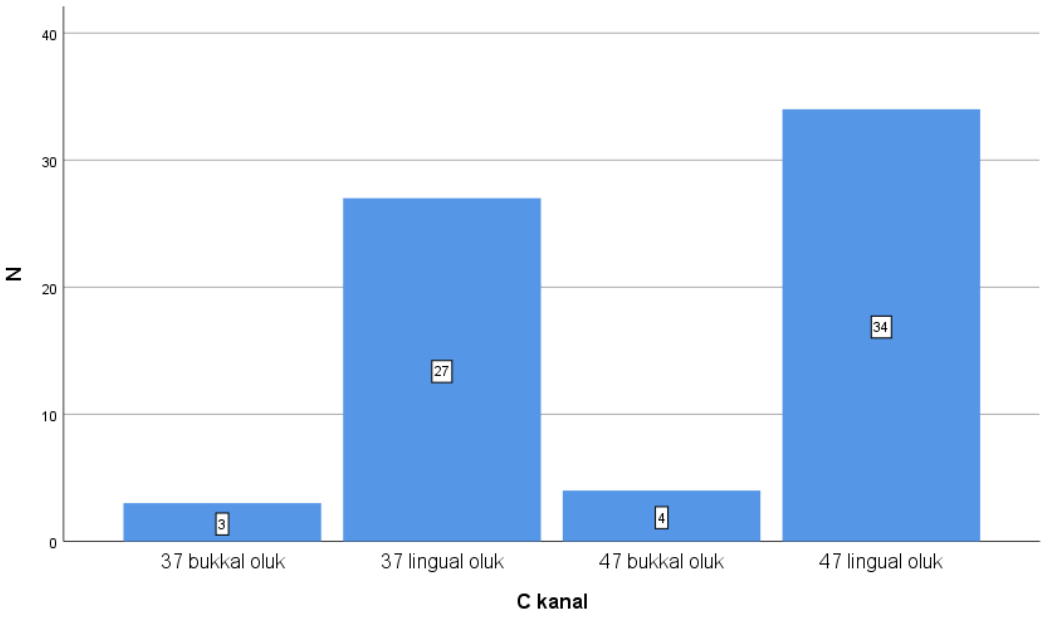
61 (%89.7) tanesinde lingual oluk, 7 (%10.3) tanesinde ise bukkal oluk gözlendi (Tablo 4.5 - Şekil 4.7-8).



Şekil 4.7. *C-şekilli kanal yapısı görülen dişlerdeki oluk pozisyonları yüzde grafiği*

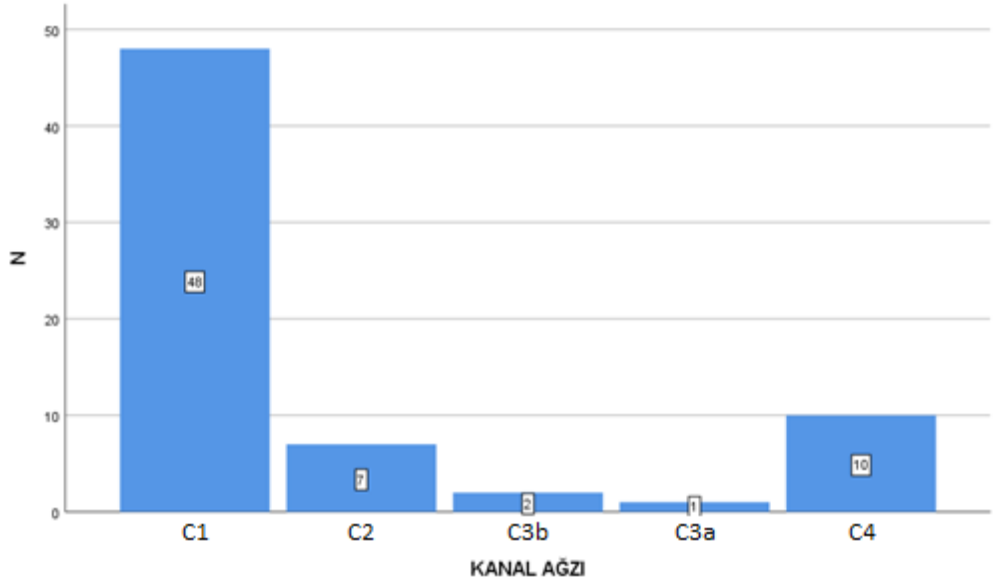
		N	%
C-şekilli kanal	**37 bukkal oluk**	3	4.4
	37 lingual oluk	27	39.7
	47 bukkal oluk	4	5.9
	47 lingual oluk	34	50
Toplam		68	100

Tablo 4.5. *C-şekilli kanal yapısı görülen dişlerdeki oluk pozisyonları*

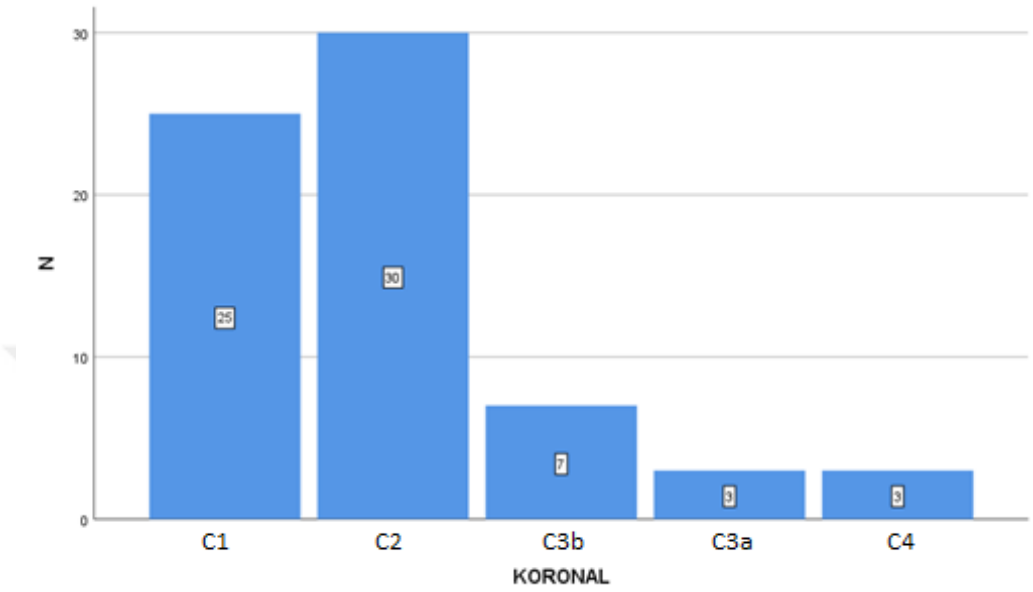


Şekil 4.8. *C-şekilli kanal yapısı görülen dişlerdeki oluk pozisyonları frekans grafiği*

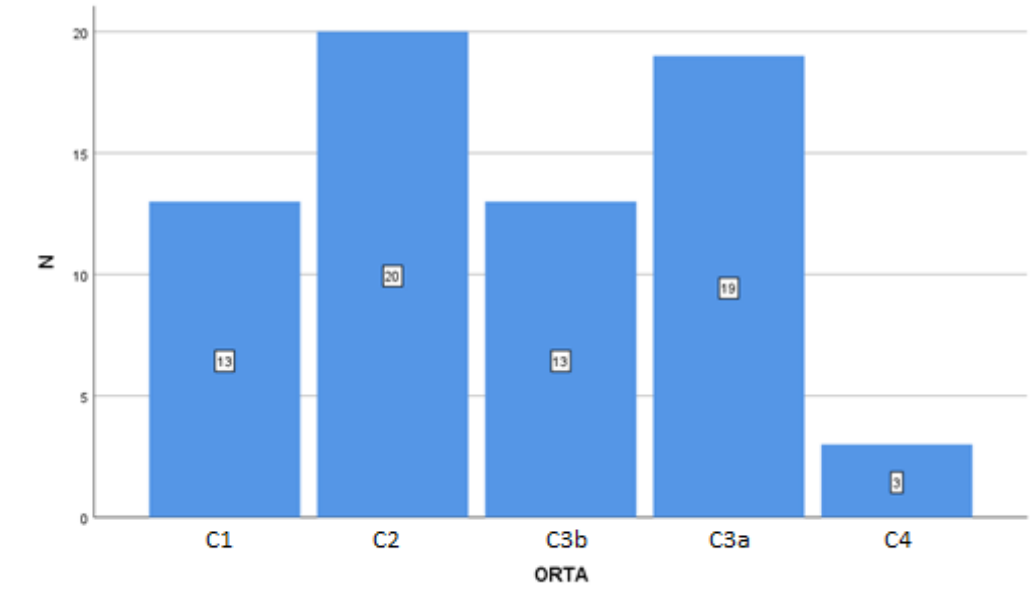
C-şekilli kanal yapısı izlenen dişlerin kök kanal sistemindeki beş farklı seviyede bulunan kesitlerde görülen Fan ve ark.(1)'nın sınıflamasına göre yapılan C-şekilli kanal türleri Tablo 4.6 ve Şekil 4.9-13'de gösterildi. Ayrıca C-şekilli kanal yapısı izlenen dişlerin kök morfolojilerinin analizi de Tablo 4.7 ve Şekil 4.14'te gösterildi.



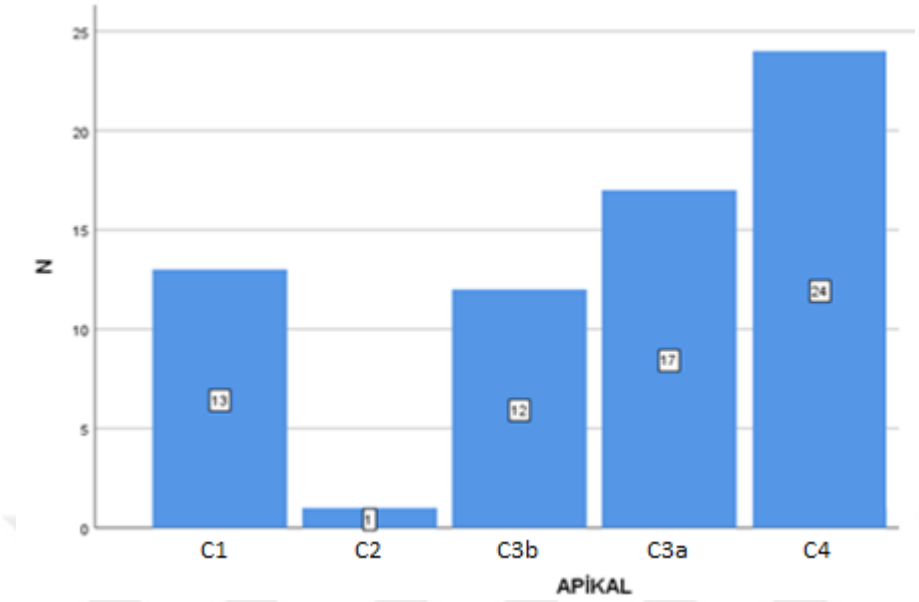
Şekil 4.9. *Kanal ağzı seviyesinde görülen C-şekilli kanal türü frekans grafiği*



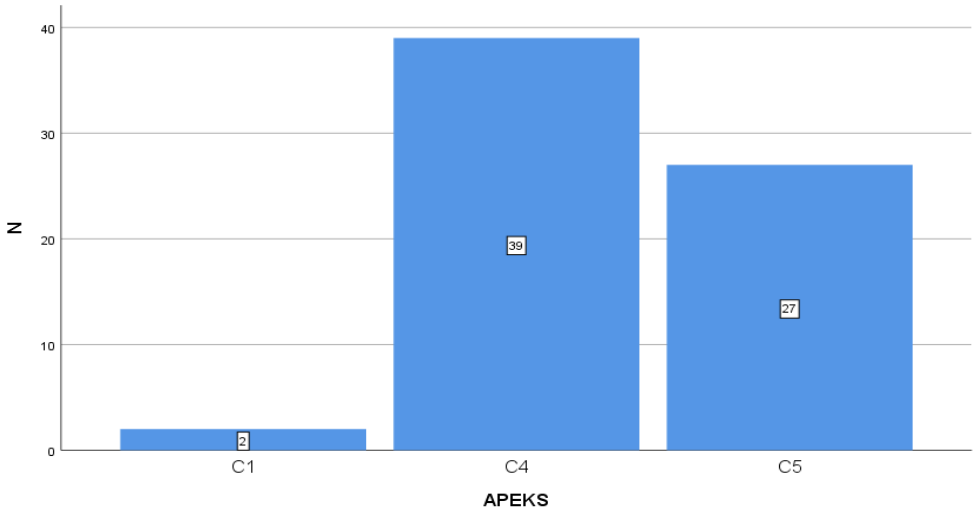
Şekil 4.10. *Koronal seviyede görülen C-şekilli kanal türü frekans grafiği*



Şekil 4.11. *Kökün orta seviyesinde görülen C-şekilli kanal türü frekans grafiği*



Şekil 4.12. *Apikal seviyede görülen C-şekilli kanal türü frekans grafiği*



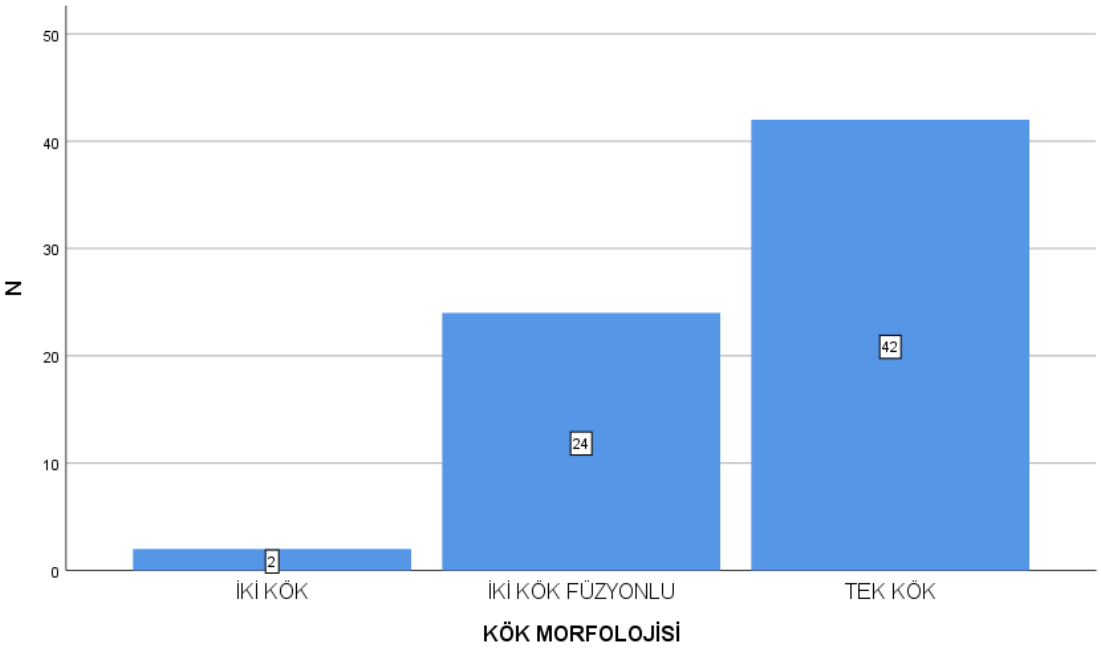
Şekil 4.13. *Apeks seviyesinde görülen C-şekilli kanal türü frekans grafiği*

		N	%
KANAL AĞZI	**C1**	48	70,6%
	C2	7	10,3%
	C3b	2	2,9%
	C3a	1	1,5%
	C4	10	14,7%
KORONAL	**C1**	25	36,8%
	C2	30	44,1%
	C3b	7	10,3%
	C3a	3	4,4%
	C4	3	4,4%
ORTA	**C1**	13	19,1%
	C2	20	29,4%
	C3b	13	19,1%
	C3a	19	27,9%
	C4	3	4,4%
APİKAL	**C1**	13	19,1%
	C2	1	1,5%
	C3b	12	17,6%
	C3a	18	26,5%
	C4	24	35,3%
APEKS	**C1**	2	2,9%
	C4	39	57,4%
	C5	27	39,7%

Tablo 4.6*. Kök kanal sistemindeki 5 farklı seviyede görülen C-şekilli kanal türleri frekans ve yüzdeleri*

		N	%
C-şekilli kanal	**Tek kök**	42	61,8
	İki kök	2	2,9
	İki kök füzyonlu	24	35,3
	Toplam	68	100,0

Tablo 4.7*. C-şekilli kanal yapısı görülen dişlerdeki kök yapısı frekans ve yüzdesi*



Şekil 4.14*. C-şekilli kanal yapısı görülen dişlerdeki kök yapısı frekans grafiği*

5. TARTIŞMA

Dişlerin kök kanal anatomileri, çoğunlukla tahmin edilebilir olsalar da çeşitli varyasyonlara sahip olabilir. Bu varyasyonlar kök kanal tedavisi sırasında hekime çeşitli zorluklar oluşturabilmektedir. Bu nedenle tedavi öncesinde kök kanal morfolojilerine hakim olmak, hekimin karşılaşacağı güçlüklere karşı daha hazırlıklı olmasını ve bunları en aza indirgemesini sağlayacaktır.

Kök kanal morfolojilerinin tespiti için kullanılan birçok yöntem vardır. Dijital radyografiler, radyoopak kontrast madde, kopya model oluşturma, kesit alma, boyama ve şeffaflaştırma, BT, KIBT, SBT ve mikro-BT bu yöntemlerdendir.

Tedavi öncesi kök kanal morfolojisi tespitinde rutin olarak kullanılan en önemli yardımcılarımız radyografilerdir. Ancak, kullanılan bu periapikal ve panoromik radyografiler bize iki boyutlu görüntüler sağlar. Endodonti alanında ise ilave kanal tespiti, periapikal lezyon belirlenmesi, kırık alet lokalizasyonu, çeşitli kök kanal varyasyonlarının tespiti gibi durumlarda zaman zaman üç boyutlu görüntülere de ihtiyaç duyulmaktadır (122).

Sousa ve ark.(144) yaptıkları çalışmada 114 çekilmiş insan premolar dişlerinin kök kanal konfigürasyonlarını; periapikal radyografi, konik ışınlı bilgisayarlı tomografi ve mikro bilgisayarlı tomografi ile incelemişlerdir. Mikro-BT görüntülerini altın standart kabul ettikleri çalışmada KIBT ile %89 oranında doğruluk elde ederken periapikal radyografide bu oran %55'te kalmıştır. Periapikal lezyon tespitinde ise Soğur ve ark.(124) yaptığı çalışmada 10° yatay açı farkıyla alınan iki periapikal radyografi dahi KIBT ile elde edilen doğruluk seviyesine ulaşamamıştır.

Yakın zamanda kullanıma sunulan dental volümetrik tomografi (DVT) olarak da geçen KIBT ile belirli bir alana odaklanabilen, daha düşük dozda radyasyonla, kısa sürelerde, daha küçük boyutta cihazlarla üç boyutlu görüntüler elde etmek mümkün olmuştur. Endodonti alanında da sıkça kullanım alanı bulan KIBT ile karmaşık kök kanal anatomileri dahil pek çok ayrıntılar tespit edilebilmektedir. Bu nedenle, çalışmamızda hastalardan çeşitli sebeplerle KIBT görüntüleme yöntemi ile in-vivo olarak alınmış veriler kullanıldı. Çalışmaya dahil edilen dişler,

kök sayıları, kanal sayıları, C-şekilli kanal yapısı varlığı, C-şekilli kanal yapısının cinsiyete ve simetriğine göre analizini değerlendirerek, belirli bir popülasyonda retrospektif tarama yapıldı.

Çalışmamızda KIBT görüntüleme yöntemiyle kök kanal morfolojisi tespiti yapılmış olup değerlendirilen alt çene 1.molar dişlerde %70.8 oranında 2 köklü 3 adet kanal içeren yapıya, %25.5 oranında 2 köklü 4 adet kanal içeren yapıya, %3.3 oranında 3 kök 4 adet kanal içeren yapıya, %0.1 oranında 2 kök 2 adet kanal içeren yapıya ve yine %0.1 oranında da 3 kök 3 adet kanal içeren yapıya rastlandı. Alt çene 2.molar dişlerde ise %77.7 oranında 2 köklü 3 adet kanal içeren kök kanal morfolojisi görüldü. %8.1 oranında C-şekilli kanal yapısı, %7.4 oranında 2 kök 2 kanallı yapı, %1.9 oranında 2 kök 4 kanal içeren yapı, %1.7 oranında tek köklü 2 kanal içeren yapı ve 3 köklü 3 adet kanal içeren kök kanal yapısı, %0.6 oranında tek köklü 3 adet kanallı yapı ve sırasıyla 0.5, 0.4, 0.1 oranlarında 3 kök 4 kanallı yapı, 4 kök 4 kanallı yapı ve tek kök tek kanallı kök kanal yapısı tespit edildi.

G.Chen, H.Yao ve C.Tong,(43) Tayvan popülasyonu üzerinde boyama ve şeffaflaştırma yöntemi kullanarak yaptıkları çalışmada alt çene birinci büyük azı dişlerinin kök kanal morfolojilerini incelemişlerdir. Sonuç olarak inceledikleri dişlerde %3 oranında tek kök, %20 oranında üç kök ve %77 oranında iki kök tespit etmişlerdir. Ayrıca bu dişlerde %3 oranında iki kanal, %46 oranında dört kanal ve %51 oranında üç kanal bulunduğunu belirtmişlerdir.

A.A.Al-Qudah ve L.A.Awawdeh,(145) Ürdün popülasyonunda birinci ve ikinci mandibular büyük azı dişlerinin kök kanal morfolojilerini boyama ve şeffaflaştırma tekniğini kullanarak incelemişlerdir. Mandibular 1. büyük azı dişlerinde; %1 oranında iki kanal, %6 oranında beş kanal, %46 oranında dört kanal ve %48 oranında üç adet kanal tespit etmişlerdir. Ayrıca bu dişlerde %96 oranında iki kök ve %4 oranında da üç kök görüldüğünü belirtmişlerdir. İnceledikleri alt çene 2. büyük azı dişlerinde ise; %2 oranında beş adet kanal, %5 oranında tek kanal, %17 oranında dört kanal, %19 oranında iki kanal ve %58 oranında üç adet kanal izlendiğini belirtmişlerdir. Ayrıca incelenen bu kanal yapılarının %10'unun C-şekilli kanal yapısına sahip olduğunu belirtmişlerdir. Alt çene 2. büyük azı dişlerinde %82 oranında iki ayrık kök ve geri kalan kısımda da füzyonlu iki kök veya tek bir konik kök bulunduğunu ispat etmişlerdir.

Gulabivala ve ark.(91)'nın yaptığı boyama ve şeffaflaştırma çalışmasında ise Birmanya popülasyonundaki alt çene büyük azı dişlerinin kök kanal morfolojileri incelenmiştir. Çalışmada, mandibular 1. molar dişte %89.9 oranında iki kök ve %10.1 oranında ekstra kök

tespit edilmiştir. Mandibular 2. molar dişte ise %58.2 oranında iki ayrı kök tespit ederlerken, %22.4 oranında C-şekilli kök kanal yapısı, %14.9 füzyonlu iki kök ve %4.5 oranında tek köklü yapı bildirmişlerdir.

Siu-chun Yew ve Kam Chan (146), Çin popülasyonunda periapikal radyografi kullanarak mandibular 1. büyük azı dişlerinde görülen kök kanal morfolojilerini ve ekstra kök görülme oranını incelemişlerdir. %62.5 oranında 2 kök 3 kanallı yapı, %21.5 oranında 3 kök 4 kanallı yapı, %10 oranında 2 kök 4 kanal ve %6 oranında ise 2 kök 2 adet kanallı yapı izlendiğini belirtmiştir.

Hint popülasyonu üzerinde Garg ve ark.(147)'nın tüm dişlere 30 derece mezial açılamayla aldığı periapikal radyografileri incelediği bir diğer çalışmada ise alt çene 1. büyük azı dişlerinde %4.55 oranında üç adet kök görüldüğünü belirtmiştir. Çolak ve ark.(49)'nın aynı yöntemle Türk popülasyonu üzerinde yaptığı çalışmada ise bu oran %1 olarak belirtilmiştir.

Spiral Bilgisayarlı Tomografi (SBT) tekniğiyle de kök kanal anatomilerinin araştırıldığı çalışmalar mevcuttur. SBT, kök kanal morfolojisinin belirlenmesinde(101), farklı kök kanal varyasyonuna sahip dişlerin tedavisi sırasında(102) ve kök kanal şekillendirmesi sırasında oluşan değişikliklerin değerlendirilmesinde kullanılabilir (103). Ancak yüksek doz radyasyon üretmesi ve ayrıntılı görüntü sunmaması dezavantajlarındandır. Garg ve ark.(148) alt çene 1. molarlardaki ekstra kök oranını araştırdıkları çalışmalarında SBT görüntülerini kullanmışlardır. İnceledikleri 500 adet alt çene 1. büyük azı dişlerinde %5 oranında üç köklü dişe rastlamışlardır.

Farklı yöntemlerle farklı etnik kökenlerde yapılmış olan bu çalışmalarda, çalışmamıza yakın veriler elde edilmiştir. Sonuçlardaki farklılıkların ise; kullanılan yöntem ve incelenen popülasyon kaynaklı olduğunu düşünmekteyiz.

Türk popülasyonunda ise boyama ve şeffaflaştırma yöntemiyle geniş kapsamlı bir kök kanal anatomisi çalışmasını S.Sert, V.Aslanalp ve J.Tanalp(44) ekibi yapmıştır. Çalışmada toplam 1400 çekilmiş diş kullanarak tüm alt çene diş gruplarının kök kanal morfolojilerini incelemişlerdir. Yaptıkları değerlendirme sonucu alt çene 1. molarlarda mezial kökte %98 oranında iki kanal izlendiğini ve bunların içinde %44 oranında Vertucci tip 2 ve %43 oranında Vertucci tip 4 kanal yapısı izlendiğini belirtmiştir. Distal kökte ise %54 oranında Vertucci tip 1 yani tek kanal yapısı görüldüğünü belirtmişlerdir. Alt çene 2. büyük azı dişlerinde ise distal kökte %76 oranında tek kanal yapısı; mezial kökte ise %87.5 oranında iki adet kanal yapısı

görüldüğünü raporlamışlardır. Bu çalışmaya göre farklı bir yöntemle yapılan çalışmamızda, bu çalışmaya benzer sonuçlara ulaşıldı.

Çalışmamızla aynı şekilde KIBT kullanarak Miloğlu ve ark.(149) yaptıkları çalışmada Türk popülasyonunda alt çene 1. büyük azı dişlerinin kök kanal anatomilerini incelemiştir. Değerlendirdikleri dişlerde %95.7 oranında iki adet ayrık kök, %2.4 oranında üç kök, %1.9 oranında ise birleşik iki kök tespit etmişlerdir. Kanal sayılarına baktığımızda ise %69.9 üç kanal, %28.7 oranında dört adet kanal, %1 oranında beş kanal ve %0.4 oranında 2 adet kanal izlendiğini belirtmiştir. Elde edilen veriler bizim çalışmamıza yakın değerler olup bu çalışma, verilerimizi destekler niteliktedir.

Demirbuğa ve ark.(77), 605 hasta üzerinde yaptıkları çalışmada KIBT ile alt çene molar dişlerin kök kanal morfolojilerini incelemiştir. 1. molarlarda; %0.12 oranında tek kök, %95.8 iki ayrı kök, %2.06 oranında üç kök, %0.24 dört kök ve %1.2 oranında birleşen tek bir kök raporlamışlardır. Kanal sayısı olarak da; %0.12 tek kanal, %4.25 iki kanal, %79.9 üç kanal, %15.4 dört kanal ve %0.24 oranında beş kanal tespit edildiğini belirtmişlerdir. 2. molarlarda ise; %1.29 oranında tek kök, %85.4 iki ayrı kök, %3.45 oranında üç kök, %0.86 dört kök ve %4.97 oranında birleşen tek bir kök varlığını bildirmişlerdir. İncelenen kanal sayılarının ise; %2.05 oranında tek kanal, %22.8 iki kanal, %72.8 oranında üç kanal, %2.27 oranla dört kanal olarak tespit edildiği belirtilmiştir. Kök sayıları açısından çalışmamızla benzer sonuçlar görülmekle birlikte, çalışmamızda 4 köklü 1. molar dişe rastlanmadı. Kanal sayılarına baktığımızda da benzer sonuçlar ağırlıkta olmakla birlikte, her iki dişte de çalışmamızda 2 adet kanal içeren diş sayısı oranı daha az olarak bulundu.

Türk popülasyonunda yapılan bir diğer çalışmada ise Nur ve ark.(150), Güneydoğu Anadolu Bölgesi popülasyonundaki hastaların mandibular molar dişlerinde görülen kök kanal morfolojilerini KIBT ile incelemiştir. Alt çene 1. büyük azı dişlerinde; %99.2 oranında bir mezial bir distal olmak üzere iki kök görüldüğünü, %0.5 oranında üç kök ve %0.3 oranında tek kök görüldüğünü belirtmiştir. Kanal sayısı olarak ise mezial kökte %96.8 oranında iki adet kanala, %3 tek kanala ve %0.2 oranında üç adet kanala rastlandığını; distal kökte ise %49.8 oranında olmak üzere eşit oranda bir ve iki adet kanala rastlandığını, %0.4 oranında ise üç kanal izlendiğini bildirmişlerdir. Alt çene 2. büyük azı dişleri için ise %90 oranında iki köklü yapı bulunduğunu ve %10 oranında tek kök izlendiğini raporlamıştır. Kanal sayısında ise mezial kökte %90 oranında iki kanal yapısına, %10 oranında ise tek kanal yapısına rastlanmıştır. Distal

kökte de %97 oranında tek kanal yapısı ve %3 oranında iki kanal yapısına rastlanıldığını belirtmiştir. Çalışmamıza oranla 1. molar dişlerde ekstra kök oranını daha az olarak tespit etmişlerdir. Bu farklılığın sebebinin örneklem büyüklüğü farkı ve değerlendirilen subpopülasyon bölgesi farkından kaynaklanabileceğini düşünmekteyiz. 2. molar dişler için ise veriler çalışmamızla uyumludur.

Ahmetoğlu ve ark.(151)'nın Türkiye'nin doğu bölgesi popülasyonu üzerinde yaptığı bir başka KIBT çalışmasında ise alt çene 1. molar dişlerde %94.2, alt çene 2. molar dişlerde ise %81.7 oranında iki ayrı köklü yapıya rastlanırken 1. molarlarda %4.6 oranında, 2. molarlarda ise %2.1 oranında üçüncü köke rastlanıldığı belirtilmiştir. Ayrıca 1. molarlarda %65.3 oranında üç kanallı yapı, %32.3 oranında dört kanal içeren yapı, %1.2'sinde ise iki kanallı yapı; 2. molarlarda ise, %78.7 oranında üç kanallı yapı, %8.9 oranında iki kanal, %3.8 oranında dört kanallı yapı, %2.1 ise tek kanal yapısı tespit edilmiştir. İncelenen bu 1.molar ve 2.molar dişlerde sırasıyla %1.2 ve %12.3 oranlarında ise C-şekilli kanal yapısına rastlanıldığını belirtmişlerdir.

Çelikten ve ark.(152)'nın Kıbrıslı Türk popülasyonunda yaptığı bir başka KIBT ile kök kanal anatomisi çalışmasında alt çene 1. büyük azı dişlerinde %95.5 oranında iki kök, %3.6 oranında üç kök, %0.5 C-şekilli tek kök ve %0.2 oranında tek kök bulunduğunu bildirmişlerdir. Alt çene 2. büyük azı dişlerinde de %95.7 oranında iki kök, %1.9 oranında C-şekilli tek kök, %1.6 oranında tek kök, %0.4 üç kök ve % 0.2 oranında dört adet kök bulunduğunu belirtmişlerdir. Kanal sayılarına baktığımızda ise 1. molarlarda %83.3 oranında üç kanallı yapı, %15.3 dört kanal, %0.7 oranında tek kanal ve %0.5 oranında iki kanallı yapıya; 2. molarlarda %86.4 oranında üç kanallı yapıya, %6.3 iki kanala ve %3.5'er oranda tek ve dört kanallı yapıya rastlandığını bildirmişlerdir.

Ahmetoğlu ve ark.(151) ile Çelikten ve ark.(152)'nın çalışmaları incelendiğinde çalışmamızla benzer sonuçlar içeren bulgular çoğunluktadır. İki çalışmada da, çalışmamızdan farklı olarak alt çene 1.molar dişlerde C-şekilli kanal yapısı tespit edilmiştir. Alt çene 2. molar dişlerde ise çalışmamızda Çelikten ve ark.(152)'a göre daha fazla, Ahmetoğlu ve ark.(151)'a göre daha az oranda C-şekilli kanal yapısı tespit edildi. Bu farklılıkların nedeni olarak; iki çalışmayla farklı örneklem büyüklüğü kullanmamız ve farklı subpopülasyonları incelememiz olduğunu düşünmekteyiz.

Ülkemiz dışında yapılan diğer KIBT çalışmalarına baktığımızda, Kantilieraki ve ark.(153) Yunan popülasyonu üzerinde yaptıkları çalışmada alt çene 1. ve 2. büyük azı

dişlerinin kök kanal morfolojilerini incelemiştir. Çalışmada 1.molarlar için %96.4 oranında iki kök görüldüğünü raporlamışlar ve %3.3 oranında üç köklü yapıya ve %0.2 oranında tek köklü yapıya rastladıklarını bildirmişlerdir. 2. büyük azı dişlerinde ise sırasıyla %12.2, %82.8 ve %4.9 oranlarında tek, iki ve üç köklü yapı izlendiğini belirtmişlerdir. Yunan popülasyonu ile yapılan bu çalışmayla çalışmamız arasında benzer sonuçlar görüldü.

İspanya popülasyonundaki Pérez-Heredia ve ark.(154)'nın yaptığı KIBT çalışmasında alt çene 1. büyük azı dişlerinde sırasıyla %1.7, %94.2 ve %4.1 oranlarında bir, iki ve üç adet köke; alt çene 2. büyük azı dişlerinde ise sırasıyla %16.5, %83.5 oranlarında tek ve iki adet köke rastlandığını belirtmişlerdir. Çalışmamızla farklı olarak, inceledikleri alt çene 2. büyük azı dişlerinin hiçbirinde üçüncü köke rastlamadıklarını bildirmişlerdir. Kalan sonuçlar çalışmamızla benzerdir.

Andres Torres ve ark.(155)'nın KIBT görüntülerini kullanarak yaptıkları retrospektif tarama çalışmasında, Belçika ve Şili popülasyonlarındaki mandibular molar dişlerin kök kanal morfolojileri karşılaştırılmıştır. 1. molarlarda; Belçika popülasyonunda %2.7 oranında üçüncü kök izlenirken Şili popülasyonunda bu oranın %6.1 olduğunu; 2.molarlar için ise bu oranın Belçika halkında %0.8, Şili halkında ise %3.57 olduğunu belirtmişlerdir. Çalışmada, 1. molarlarda 4 adet kök yapısı hiç izlenmezken 2.molarlarda her iki popülasyonda da %0.8 oranında dört adet kök bulunduğu belirtilmiştir. Sonuçlara baktığımızda; Şili popülasyonunda çalışmamıza oranla her iki dişte de daha yüksek ekstra kök oranı görülürken, Belçika popülasyonun sonuçları çalışmamızla benzerdir. Şilinin farklı bir kıtada yer almasından kaynaklanan incelenen popülasyon farklılığının bu farklı sonuçları oluşturduğunu düşünmekteyiz.

Diğer kıtalardaki çalışmalara baktığımızda Ju-Kyong Jang ve ark.(156) Kore popülasyonunda KIBT kullanarak alt çene 1. büyük azı dişlerinin kök kanal morfolojilerini incelemiştir. Çalışmamızla benzer şekilde kök ve kanal sayısının birlikte değerlendirildiği çalışmada 2 kök 2 kanal içeren yapı tip I, 2 kök 3 kanal içeren yapı tip II, 2 kök 4 kanal içeren yapı tip III ve 3 kök 4 kanal içeren kök kanal yapısı ise tip IV olarak adlandırılmıştır. Değerlendirilen KIBT görüntüleri sonrası %64.62'lik oranla en fazla tip II kök kanal yapısı görülürken onu sırasıyla %24.49 ve %9.74'luk oranlarla tip IV ve tip III kök kanal yapısı izlemiş ve en az görülen morfoloji ise %1.15'lik oranla tip I kök kanal yapısı olmuştur.

Xin Qiao ve ark.(157)'nın Batı Çin popülasyonunda mandibular 1. molar dişlerde yaptığı KIBT çalışmasında ise kök sayılarına baktığımızda %76.1 oranında iki kök görülürken %23.9 oranında üç adet kök görüldüğü bildirilmiştir. Kanal sayılarında ise %56.5 oranla üç kanallı yapının en fazla görüldüğü belirtilirken onu %38.3 oranla dört kanal, %4.5 oranla iki kanal ve %0.7 oranla beş adet kanal içeren kök kanal yapısı takip etmiştir.

Kore ve Çin popülasyonlarındaki sonuçlara baktığımızda, çalışmamıza oranla benzer bulgular görülse de; ekstra kök oranında iki popülasyonda da çalışmamıza göre bariz yüksek sonuçlar elde edilmiştir. Bu farklılığın ırksal farklılıktan kaynaklandığını düşünmekteyiz.

Güney Amerika'da Brezilya popülasyonu üzerinde Silva ve ark.(78) KIBT ile mandibular 1. ve 2. molarların kök kanal morfolojilerini incelemiştir. Değerlendikleri alt çene 1. büyük azı dişlerinde en sık görülen morfoloji, çalışmamızda da aynı şekilde 2 kök 3 adet kanal içeren yapı olmuştur (%74). Çalışmada incelenen alt çene 1. molarlarda 3 köklü herhangi bir diş tespit edilmezken, %3 oranda tek kök iki kanal içeren kök kanal yapısı tespit edilmiştir. %12 oranında da 2 kök 4 kanal içeren kök kanal yapısı bulunduğu bildirilmiştir. Alt çene 2. büyük azı dişlerine baktığımızda %54 oranında 2 kök 3 kanal içeren yapı en sık görülürken onu %32 oranla 2 kök 2 adet kanal içeren kök kanal yapısı takip etmektedir. Değerlendirilen alt çene 2. büyük azı dişlerinde %3.5 oranında 3 kök 3 kanal içeren yapıya rastlanırken 4 adet kök içeren herhangi bir morfolojiye rastlanmamıştır. Çalışmamızla benzer sonuçlar görülse de 1.molar dişlerde ekstra kök tespit edilemeyişi ve 2. molar dişlerde 4 kök içeren yapıya rastlanmaması çalışmamızla ayrılan bulgulardır.

Shemesh ve ark.(158)'nın İsrail Popülasyonunda yaptıkları bir diğer KIBT çalışmasında ise 1. ve 2. molarlardaki üç ve dört kök görülme insidansını araştırmışlardır. Yaptıkları çalışma sonucunda alt çene 1. büyük azı dişlerinde üç adet kök görülme oranını %2.6 olarak tespit ederler iken, alt çene 2. büyük azı dişlerinde ise bu oranı %1.78 olarak belirtmişlerdir. Değerlendirilen tüm mandibular 1. molarlarda dört köklü bir diş tespit edilmez iken mandibular 2. molarlarda ise %0.55 oranında dört köklü dişlere rastladıklarını bildirmişlerdir. Çalışmada incelenen üç köklü birinci ve ikinci büyük azı dişlerinde cinsiyet ve çenedeki bulunduğu taraf açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunamadığı da belirtilmiştir. Çalışmadaki bulgular çalışmamızla örtüşmektedir.

İlk olarak Cooke ve Cox(8) isimli araştırmacıların yaptıkları çalışmada bahsettiği C-şekilli kök kanal sistemleri, genellikle alt çene molar dişlerde görülen, kanalların birbirleriyle

bağlantıda olduğu anatomik bir varyasyondur. Bu birleşmenin Hertwig epitel tabakasının bifurkasyon noktasında tam ayrışamamasıyla oluştuğu düşünülmektedir (1). C-şekilli kanal yapısına sahip dişlerde, kanal ağzında görülen "C" harfi şeklindeki kanal varyasyonu apikale doğru aynı şekilde devam etmeyebilir (1). Bu nedenle iki boyutlu radyografiler ile bu varyasyonları tespit etmek ve kesitsel değerlendirme yapmak, literatürde tartışmalı bir konudur. Cooke ve Cox (8) C-şekilli kanal yapısının iki boyutlu radyografilerle tespitinin imkânsız olduğunu savunurken, Lambrianidis ve ark.(159) da yaptıkları klinik vaka çalışmasında bu savunmayı destekler nitelikte, az sayıda olgunun radyografi ile tespit edilebildiğini belirtmiştir. Buna karşın Fan ve ark.(160) ve Jerome(161) ise iki boyutlu radyografilerden C-şekilli kök kanal konfigürasyonu tespitinin yapılabileceğini savunmuşlardır. İleri görüntüleme sistemleri düşünüldüğünde kesitsel olarak C-şekilli kanal yapılarının detaylı incelemesi bilgisayarlı tomografi ile mümkün olmaktadır. Özellikle aksiyal düzlemdeki kesitsel görüntülerle yapılan incelemeler, kökün tüm seviyelerindeki morfolojik varyasyonların değerlendirilebilmesine olanak sağlamaktadır. Bu nedenle günümüz çalışmalarında genellikle konik ışınlı bilgisayarlı tomografilerden yararlanılmaktadır (12). Bu literatürler ışığında, çalışmamızda KIBT ile elde edilen kesitsel görüntüleri kullanarak C-şekilli kök kanal morfolojilerini tespit etmeyi uygun bulduk. Ayrıca çalışmamızda uyguladığımız üç boyutlu modelleme yöntemiyle de C-şekilli kanal yapısı tiplerinin her anlamda ve her yönde anlaşılmasının sağlanması amaçlanmıştır.

KIBT kullanarak retrospektif olarak yaptığımız çalışmada, değerlendirilen 504 hastanın alt çene 2. büyük azı dişlerinde %8.1 oranında C-şekilli kanal yapısı tespit edildi. Aynı çenede karşılıklı olarak alt çene 2. molara sahip hastaların ise %60.5'inde simetriğinde de C-şekilli kanal yapısına rastlandı. Çalışmamızda yapılan değerlendirme sonucu C-şekilli kanal yapısı görülme sıklığıyla cinsiyet arasında anlamlı bir farklılık bulunamadı. Ayrıca yapılan analizde cinsiyet ile simetrik çenede C-şekilli kanal görülme oranı arasında da istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamadı. C-şekilli kanal yapısı tespit edilen dişlerin oluk pozisyonlarına baktığımızda ise %89.7 oranında lingual oluk, %10.3 oranında bukkal oluk görüldü. Kök kanal sistemindeki farklı seviyelerde bulunan C-şekilli kanal türlerine baktığımızda kanal ağzında en sık %70.6 oranla C1, koronalde en baskın olarak %44.1 oranla C2, orta bölgede %29.4 oranla yine C2, apikal bölgede %35.3 oranla C4 ve apekste %57.4 oranla ağırlıklı olarak yine C4 kanal yapısına rastlandı.

Rahimi ve ark.(162) İran popülasyonunda yaptıkları C-şekilli kanal prevalansını araştırdıkları çalışmalarında boyama ve şeffaflaştırma tekniğini kullanmışlardır. İncelediklerı

139 çekilmiş mandibular 2. molar dişlerde %86.3 oranda iki kök, %9.3 oranda tek kök ve %4.3 oranda da üç köklü diş tespit etmişlerdir. Bu dişlerden 10(%7.2) tanesinde C-şekilli kanal yapısı bulunduğunu belirtmişlerdir. C-şekilli kanal yapısı görülen dişlerin 7(%5) tanesinin tek köklü, 3(%2.2) tanesinin ise iki köklü dişler olduğunu da raporlamışlardır. 2 boyutlu radyografi kullanılarak yapılan çalışmalardan Haddad ve ark.(163) Lübnan popülasyonundaki mandibular 2. molarlarda C-şekilli kanal bulunma frekansını araştırmıştır. İncelediklerı dişlerde %19.1 oranında C-şekilli kanal yapısı tespit etmişlerdir. Bu çalışmalara göre farklı yöntem kullanılarak yaptığımız çalışmamızda, İran popülasyonundaki sonuçlarla uyumlu, Lübnan popülasyonundaki sonuçlara göre ise daha düşük C-şekilli kanal yapısı prevalansı görüldü.

Helvacıoğlu-Yiğit ve Sinanoğlu(47) yaptıkları KIBT çalışmasında Türk popülasyonunda, alt çene 2. büyük azı dişlerindeki C-şekilli kanal yapılarını retrospektif olarak incelemişlerdir. Değerlendirdikleri dişlerde %8.9 oranında C-şekilli kanal yapısı tespit etmişlerdir. Bilateral alt 2. moları bulunan ve C-şekilli kanal yapısı görülen hastalardan %50'sinde ise bilateral C-şekilli kanal yapısı bulunduğunu belirtmişlerdir. Yaptıkları analizde yaş gruplarının ve cinsiyetin C-şekilli kanal yapısı görülme sıklığı üzerinde istatistiksel olarak herhangi bir anlamlı farklılık oluşturmadığını rapor etmişlerdir. Oluk pozisyonlarına baktığımızda ise %58.3 oranında lingual oluk, %33.3 oranında hem lingual hem bukkal oluk ve %8.3 oranında bukkal oluk görüldüğü bildirilmiştir. Çalışmada, kök kanal sistemindeki farklı seviyelerde bulunan C-şekilli kanal türlerine baktığımızda; kanal ağzında %50 oranla en sık görülen tür C1, kökün koronal seviyesinde en sık görülen tür %33.3 oranla C3b, orta kısımda en fazla %50 oranla C3a, apikalde en baskın %37.5 oranla C4 ve kökün apeks seviyesinde ise en sık görülen C-şekilli kanal türü %66.7 oranla yine C4 olmuştur. Sonuçlar çalışmamızla benzerdir.

Türk popülasyonunda yapılan diğer çalışmalara baktığımızda Kaya Büyükbayram ve ark.(164) alt çene büyük azı dişlerinde üçüncü kök varlığını ve C-şekilli kanal yapısı görülme oranını araştırmışlardır. İncelediklerı alt 1. büyük azı dişlerinde %2.07 oranında üçüncü kök ve %0.41 oranında C-şekilli kanal yapısı görüldüğünü, 2. büyük azı dişlerinde ise %1.05 oranına üçüncü kök ve %9.6 oranında C-şekilli kanal yapısı bulunduğunu belirtmişlerdir. C-şekilli kanal görülen hastaların %29.4'ünde bu yapı bilateral olarak izlenmiştir. Çalışmada cinsiyete göre yapılan karşılaştırmalarda istatistiksel olarak anlamlı bir sonuç elde edilmemiştir. Çalışmamızda, bu çalışmadan farklı olarak alt 1. molar dişlerde C-şekilli kanal yapısı tespit edilemezken, C-şekilli kanal yapısının simetrik çenedeki bulunma oranı bu çalışmaya göre daha

yüksek olarak tespit edildi. Bu farkın örneklem büyüklüğü arasındaki farktan kaynaklandığını düşünmekteyiz.

Ülkemizdeki bir diğer çalışmada ise Taşsöker ve Şener (165), KIBT ile mandibular 2. molar dişlerdeki kök kanal konfigürasyonlarını ve C-şekilli kanal görülme frekansını araştırmışlardır. Yapılan çalışma sonucunda %10.6 oranında C-şekilli kanal yapısı tespit edilmiştir. Ayrıca tespit edilen C-şekilli kanal yapısına sahip dişlerin, çalışmamızdan daha yüksek bir oranla; %88 oranında bilateral olarak izlendiği bildirilmiştir. Çalışmada, cinsiyet ve C-şekilli kanal görülme sıklığı arasında yapılan analiz sonucu istatistiksel olarak anlamlı bir ilişkiye rastlanmamıştır. Çalışmamızda, bu çalışmayla benzer şekilde C-şekilli kanal yapısına sahip dişlerde kanal ağzı seviyesinde en sık C1 (%72) kanal tipine rastlandı. Ancak bu çalışmada kök kanal sisteminin diğer seviyelerinde C-şekilli kanal tiplerine dair değerlendirme yapılmamıştır.

S.Y.Kim ve ark.(166) Kore popülasyonunda yaptıkları çalışmada KIBT görüntüleri ile mandibular 2. molar dişlerin kök kanal morfolojilerini ve C-şekilli kanal yapısı görülme sıklığını incelemişlerdir. Değerlendirilen dişlerde %41 oranında tek kök, %58 oranında iki kök ve %1 oranında üç kök izlendiğini belirtmişler ve %40 oranında da C-şekilli kanal yapısı tespit etmişlerdir. C-şekilli kanal yapısının %82 oranında bilateral olarak görüldüğü de çalışmada bildirilmiştir. Kanal ağzı seviyesinde %66 oranla C1, apikalde ise %56 oranla C3 en baskın olarak görülen kanal tipleri olmuştur.

Zheng ve ark.(12)'nın KIBT kullanarak Çin popülasyonunda alt çene 2. büyük azı dişlerinin kök kanal sistemlerini inceledikleri çalışmalarında ise %39 oranında C-şekilli kanal yapısı bulunduğu bildirilmiştir. C-şekilli kanal yapısı bulunan dişlerde %81 oranda karşıt çenede de C-şekilli kanal yapısı izlenmiştir. Değerlendirilen kadın hastaların %41.6'sında, erkeklerin ise %36.4'ünde C-şekilli kanal tespit edilmiştir. Çalışmada; cinsiyet, yaş ve dişin bulunduğu pozisyon ile C-şekilli kanal görülme sıkılığı arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır. Çalışmamızla benzer şekilde kök kanal sisteminin kanal ağzı seviyesinde %72.5 oranda en sık C1 kanal tipi izlenirken koronal seviyede %47.5 oranında yine C1, orta seviyede en baskın %39.2 oranında C3b, apikalde ise %45.4 oranında C3a kanal tipi tespit edilmiştir. Apeks seviyesi için herhangi bir ölçüm yapılmamıştır.

Çalışmamızda, Kore ve Çin popülasyonunlarına oranla çok düşük oranlarda C-şekilli kanal yapısı tespit edilmiştir. Bu farklılığın etnik köken kaynaklı olduğunu düşünmekteyiz.

Hint popülasyonunda ise Pawar ve ark.(167)'nın yaptığı KIBT çalışmasında mandibular 2. molar dişlerde %13.12 oranında C-şekilli kanal yapısı tespit edilmiştir. C-şekilli kanal yapısı görülme sıklığı ve cinsiyet arasında anlamlı bir fark tespit edilemeyen çalışmada farklı seviyelerdeki C-şekilli kanal türlerine baktığımızda ise koronal üçte bir seviyede ağırlıklı olarak C2 tipi (%9.26), orta seviyede yine en sık C2 tipi (%8.25) ve apikal üçte bir seviyesinde ise C3b (%3.96) en baskın olarak görülen kanal tipleri olmuştur. Hint popülasyonundaki sonuçlar ile çalışmamızın bulguları benzerdir.

Yunan popülasyonunda ise Kantilieraki ve ark.(153) KIBT ile alt çene 1. ve 2. molar dişlerin kök kanal morfolojilerini incelemişler ve 1. molar dişlerde herhangi bir C-şekilli kanal yapısı izlenmezken 2. molar dişlerde %10.8 oranında C-şekilli kanal yapısı bulunduğunu bildirmişlerdir. C-şekilli kanal yapısı görülen bu dişlerin %24.5'inde bu yapının bilateral olarak izlendiği belirtilmiştir. Çalışmada kök kanal sisteminin 4 farklı seviyesinde C-şekilli kanal tipleri incelenmiştir. Kanal ağzı seviyesinde %77.4 oranla en sık görülen tip C1 iken kökün koronal üçlüsü seviyesinde en sık görülen C-şekilli kanal tipi %49.1 oranla C3a olmuştur. Kökün orta üçlüsünde de en sık görülen tip %47.1 oranla C3a olurken, apikal üçlüde en sık görülen C-şekilli kanal tipi %49.1'lik oranla C3b olmuştur. Çalışmada apeks seviyesinde herhangi bir ölçüm yapılmamıştır. Çalışmamızda, Yunan popülasyonuna benzer sonuçlar elde edildi.

Rogazkyn ve ark.(168), Rus popülasyonunda KIBT görüntüleri ile mandibular 2. molar dişlerde C-şekilli kanal görülme sıklığını ve simetriğine göre analizini yapmışlardır. Simetrik alt çene 2. molar dişleri olmayan hastaları çalışma dışı bıraktıkları araştırmalarında %14 oranında C-şekilli kanal yapısı tespit etmişlerdir. C-şekilli kanal yapısı görülen bu dişlerde %54.8 oranında karşıt çenede de simetrik olarak bu yapının bulunduğunu tespit etmişlerdir. Çalışmada C-şekilli kanal tipi analizi yapılmamıştır. Çalışmamızda görülen C-şekilli kanal yapısı oranı, Rus popülasyonuna oranla daha düşük olarak tespit edildi. Oluşan farklı sonucu, bu çalışmada incelenen örneklem büyüklüğünün çalışmamıza kıyasla daha küçük oluşuna ve ırksal farklılığa bağlamaktayız.

Martins ve ark.(169) ise KIBT ile Portekiz popülasyonunda mandibular molardaki C-şekilli kanal prevalansını araştırmıştır. Yapılan çalışma sonucu mandibular 1. molar dişlerde %0.6, mandibular 2. molar dişlerde ise %8.5 oranında C-şekilli kanal yapısı tespit edilmiştir. C-şekilli kanal yapısı gösteren 2. molar dişlerden %81'inde lingual oluk ve %19'unda bukkal

oluk görüldüğü bildirilmiştir. Çalışmada, kadınlarda anlamlı derecede daha yüksek oranda C-şekilli kanal yapısı görüldüğü analizlenmiştir. C-şekilli kanal tiplerine baktığımızda ise koronal seviyede en sık %35.5'er oranla C1 ve C3 kanal tipi, aksiyal 1/3'lük seviyede en baskın olarak %38.1 oranla C3, orta seviyede %50.5 oranla yine C3, kökün 2/3'lük seviyesinde %41.9 oranla C3, apikal seviyede ise en sık görülen tipin %61.3 oranla C4 olduğu belirtilmiştir. Portekiz popülasyonunda yapılan bu çalışamaya baktığımızda, çoğu oranın çalışmamızla benzer şekilde olduğunu görmekle birlikte, çalışmamızda farklı olarak 1. molar dişlerde herhangi bir C-şekilli kanal yapısı tespit edilmedi.

Shemesh ve ark.(170)'nın İsrail popülasyonunda KIBT ile alt çene 1. ve 2. büyük azı dişlerinin kök kanal morfolojilerini inceledikleri çalışmada 1. molarlarda %0.16, 2. molarlarda ise %4.6 oranında C-şekilli kanal yapısı tespit etmişlerdir. C-şekilli kanal yapısı bulunan dişler %45 oranla bilaterallik göstermiştir. Çalışmada, C-şekilli kanal yapısı görülme insidansı ile cinsiyet ve çenede dişin bulunduğu konum arasında anlamlı bir farklılık bulunmadığı belirtilmiştir. Shemesh ve ark. C-şekilli kanal türlerini 4 tipe ayırmışlardır. Tip 1'i kesintisiz "C" şeklinde kanal, tip 2'yi noktalı virgül şeklinde kanal, tip 3'ü iki veya üç ayrı kanal, tip 4'ü ise piramidal tek geniş kanal olarak tanımlamışlardır. Yaptıkları araştırma sonucunda koronal üçlü seviyesinde en sık %51 oranla tip 1 kanal yapısı, orta üçlüde %44 oranla tip 3 ve apikal üçlüde %53.5 oranla tip 1 kanal yapısı en baskın olarak görülen C-şekilli kanal türleri olmuştur. Çalışmamızda, İsrail popülasyonundaki bu çalışma ile farklı olarak 1. molar dişlerde C-şekilli kanal yapısı tespit edilmezken; 2. molar dişlerde ise bu çalışmaya göre daha yüksek oranda C-şekilli kanal yapısı tespit edildi.

Khawaja ve ark.(171)'nın Birleşik Arap Emirlikleri popülasyonunda yaptıkları KIBT çalışmasında alt çene 2. büyük azı dişlerinde %1.9 oranında C-şekilli kanal yapısı tespit etmişlerdir. Çalışmalarında bu varyasyonun kadınlarda istatistiksel olarak anlamlı şekilde daha sık görüldüğünü iddia etmişlerdir. Tespit edilen C-şekilli kanal yapıları %71.7 oranında bilateral olarak karşıt çenede de izlenmiştir. Çalışmamızla benzer şekilde bu çalışmada da farklı C-şekilli kanal türlerini göstermek üzere 3 boyutlu modelleme yönteminden de yararlanılmıştır. Çalışmamızda bu çalışmadan farklı olarak daha yüksek oranda C-şekilli kanal yapısı tespit edildi. Bu farklılığın ırksal kaynaklı olduğunu düşünmekteyiz.

Brezilya popülasyonunda ise Ladeira ve ark.(172), yaptıkları çalışmada KIBT görüntülerini kullanarak mandibular 2. molar dişlerde C-şekilli kanal yapısı prevalansını

araştırmışlardır. Çalışmada %15.3 oranında C-şekilli kanal yapısı tespit edilmiştir. C-şekilli kanal görülme sıklığının cinsiyet ve yaş ile istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermediği belirtilmiştir. Tespit edilen C-şekilli kanal yapıları %68.3 unilateral, %31.7 bilateral olarak görülmüştür. Ayrıca yine çalışmamızdan farklı olarak C-şekilli kanal yapısı görülen dişlerde %69.4 oranında bukkal oluk, %30.6 oranında lingual oluk izlendiği belirtilmiştir. Bu farklılığın araştırılan popülasyondaki etnik kökenle ilgili olabileceğini düşünmekteyiz. Çalışmada kök kanal sisteminin farklı seviyelerinde görülen C-şekilli kanal türleriyle ilgili herhangi bir araştırma yapılmamıştır. Çalışmamızda C-şekilli kanal yapısı prevalansı, bu çalışmaya oranla daha düşük olarak bulundu. Ayrıca oluk pozisyonu ve simetri analizinde de çalışmamızda, bu çalışmaya göre tam tersi sonuçlar elde edildi. Sonuçlardaki farklılıkların etnik köken ve örneklem büyüklüğü farkından kaynaklanabileceğini düşünmekteyiz.

Çalışmamızda incelenen C-şekilli kanal yapısına sahip dişlerin kök morfolojilerine baktığımızda; %61.8 oranında tek kök yapısına, %35.3 oranında füzyonlu iki kök yapısına ve %2.9 oranında ise iki köklü yapıya rastlandı. Çalışmamızı destekler nitelikte olarak Fan ve ark.(160) da yaptıkları çalışmada köklerde füzyon görülmesinin C-şekilli kanal yapısını düşündürmesi gerektiğini belirtmiş, ayrıca Sinanoğlu ve Helvacıoğlu-Yiğit(47) de yaptıkları çalışmada konverjan yapı gösteren ancak birbirinden ayrı kök yapısına sahip dişlerden de şüphelenilmesi gerektiğini belirtmiştir.

C-şekilli kanal yapısına sahip dişlerde kök yüzeylerinde bulunan derin oluklar, tedavi aşamasında çeşitli zorluk ve komplikasyonlara sebep olabilmektedir (10). Jung ve ark.(73) ve Chai ve ark.(74) yaptıkları çalışmada bu olukların çoğunlukla bukkal yüzeyde bulunduğunu iddia etmişlerdir. Ancak Zheng ve ark.(12) ise yaptıkları çalışmada hiç bukkal oluğa rastlamadıklarını belirtmişlerdir. Çalışmamızda da bu çalışmayla benzer şekilde, çoğunluk olarak bukkal oluktan ziyade lingual oluğa rastlandı. Sinanoğlu ve Helvacıoğlu-Yiğit(47) de ülkemizde yaptıkları çalışmada çoğunlukla lingual oluğa rastlandığını bildirmişleridir. Çalışmamız ve diğer çalışmalar da oluk pozisyonunun etnik kökene göre değişebilen bir anatomik varyasyon olduğunu önermektedir.

Çalışmamızla birlikte incelediğimiz diğer tüm çalışmalara baktığımızda benzer sonuçlara da farklı sonuçlara da ulaşılmıştır. Oluşan bu farklı sonuçların sebepleri arasında çalışmaların farklı etnik kökenleri içermesi, farklı kök kanal morfolojisi inceleme tekniklerinin

kullanılması, farklı koşullarda, programlarda, çözünürlüklerde inceleme yapılması, farklı sayıda örneklem büyüklüklerinin incelenmesi gibi faktörlerin sayılabileceğini düşünmekteyiz.

Üç boyutlu modelleme yapan yazılım programlarıyla hacimsel olarak kök kanal sistemi tüm ayrıntılarıyla görüntülenebilmektedir. Bu şekilde değişik kök kanal varyasyonlarının hekim tarafından anlaşılması mümkün olmaktadır. Çalışmamızda da kökte, koronalden apikale kadar görülen C-şekilli kanal tipi varyasyonlarını üç boyutlu model olarak göstermeyi amaçladık. Böylelikle beş farklı kök seviyesinde yaptığımız C-şekilli kanal tipi analizi ile elde ettiğimiz verileri üç boyutlu olarak görerek, kişisel bazdaki hataları minimuma indirip teyit etme imkânı bulduk. Üç boyutlu görüntüleme teknolojisinin ilerlemesiyle kök kanal morfolojilerindeki varyasyonlar daha da iyi anlaşılacaktır. Bu ilerlemenin klinik uygulamalara da yansıması için ileri çalışmalara ihtiyaç vardır.

6. SONUÇ ve ÖNERİLER

- Dişlerin kök kanal anatomileri, çoğunlukla tahmin edilebilir olsalar da çeşitli varyasyonlara sahip olabilir. Tedavi öncesinde kök kanal morfolojilerine hakim olmak, hekimin karşılaşacağı güçlüklere karşı daha hazırlıklı olmasını ve bunları en aza indirgemesini sağlayacaktır.

- Kök kanal morfolojilerinin tespiti için kullanılan birçok yöntem vardır. Çalışmamızda da kullanılan KIBT görüntüleme sistemiyle kısa sürede yüksek çözünürlük, düşük kesit ağırlığı gibi avantajlarıyla kök kanal sistemini üç boyutlu incelememize imkân sağlamıştır. Tedavi öncesi karmaşık kök kanal varyasyonlarını tespit edebilmek için KIBT yöntemi başarılı bir şekilde kullanılabilecek bir yöntemdir.

- Çalışmada alt çene 1. ve 2. büyük azı dişlerinin kök kanal morfolojileri incelenmiş ve her iki dişte de en sık görülen kök kanal morfolojisi 2 adet kök 3 adet kanal içeren yapı olmuştur. İncelenen 1. molar dişlerde %3.4 oranında, 2. molar dişlerde ise %2.6 oranında ekstra kök tespit edildi.

- Çalışmamızda KIBT ile elde edilen kesitsel görüntüleri kullanarak C-şekilli kök kanal morfolojilerinin tam olarak anlaşılmasının mümkün olduğu gösterildi.

- C-şekilli kanal yapılarına baktığımızda mandibular 1. molar dişlerde bu yapı tespit edilemezken, mandibular 2. molar dişlerde %8.1 oranında tespit edildi. Kadınlarda ve erkeklerde görülme sıklığına baktığımızda istatistiksel olarak anlamlı bir sonuca ulaşılamadı. C-şekilli kanal yapısının simetrik çenede görülme analizlerine baktığımızda da kadınlarda ve erkeklerde anlamlı bir farklılık tespit edilmedi.

- Çalışmamızda incelenen C-şekilli kanal yapısına sahip dişlerin kök morfolojilerine baktığımızda en sık tek kök yapısı görülmektedir. İki köklü füzyonlu dişlerde de C-şekilli kanal yapısından şüphelenilmesi gerekmektedir.

- C-şekilli kanal yapısına sahip dişlerde görülen oluk yapılarına en fazla lingual pozisyonda rastlandı. C-şekilli kanal yapısına sahip dişlerin tüm kök kanal seviyelerine baktığımızda en sık rastlanılan tip C1 oldu.

- Türk popülasyonunda yaptığımız çalışmamızda elde edilen veriler, hastalarda görülebilecek kök kanal varyasyonları ve C-şekilli kanal yapısı ile ilgili olarak hekimlerin ön hazırlığa sahip olmasını sağlayacaktır. Çalışmamız bu konuda hekimlere güncel verilerle kök kanal tedavisi öncesi ve sırasında hekime yardımcı olabilir.

- Üç boyutlu modelleme yapan yazılım programlarıyla hacimsel olarak kök kanal sistemi tüm ayrıntılarıyla görüntülenebilmektedir. Bu şekilde değişik kök kanal varyasyonlarının hekim tarafından anlaşılması mümkün olmaktadır. Üç boyutlu görüntüleme teknolojisinin ilerlemesiyle kök kanal morfolojilerindeki varyasyonlar daha da iyi anlaşılacaktır. Bu ilerlemenin klinik uygulamalara da yansıması için ileri çalışmalara ihtiyaç vardır.

KAYNAKLAR

1. Fan B, Cheung GSP, Fan M, Gutmann JL, Bian Z. C-shaped canal system in mandibular second molars: Part I - Anatomical features. J Endod. 2004;30(12):899–903.
2. Torabinejad M, Walton RE. Endodontics: principles and practice 4th edition Elsevier Limited. 2011. 1–20 p.
3. Melton DC, Krell K V, Fuller MW. Anatomical and histological features of C-shaped canals in mandibular second molars. J Endod. 1991;17(8):384–8.
4. Rubinstein RA, Kim S. Long-term follow-up of cases considered healed one year after apical microsurgery. J Endod. 2002;28(5):378–83.
5. Hess W, Zürcher E. The anatomy of the root-canals of the teeth of the permanent dentition. J. Bale, sons & Danielsson, Limited; 1925.
6. Vertucci FJ. Root canal anatomy of the human permanent teeth. Oral Surgery, Oral Med Oral Pathol. 1984;58(5):589–99.
7. Sert, S., Bayirli GS. Investigation of the root canal configurations of mandibular permanent teeth in the Turkish population. Int Endod J. 2004;37(7):494–9.
8. Cooke HG, Cox FL. C-shaped canal configurations in mandibular molars. J Am Dent Assoc. 1979;99(5):836–9.
9. Venskutonis T, Plotino G, Juodzbalys G, Mickevičiene L. The importance of cone-beam computed tomography in the management of endodontic problems: A review of the literature. J Endod. 2014;40(12):1895–901.
10. Jin GC, Lee SJ, Roh BD. Anatomical study of C-shaped canals in mandibular second molars by analysis of computed tomography. J Endod. 2006;32(1):10–3.
11. Kato A, Ziegler A, Higuchi N, Nakata K, Nakamura H, Ohno N. Aetiology, incidence and morphology of the C-shaped root canal system and its impact on clinical endodontics. Int Endod J. 2014;47(11):1012–33.
12. Zheng Q, Zhang L, Zhou X, Wang Q, Wang Y, Tang L, et al. C-shaped root canal system

in mandibular second molars in a Chinese population evaluated by cone-beam computed tomography. Int Endod J. 2011;44(9):857–62.

13. Fava LRG, Weinfeld I, Fabri FP, Pais CR. Four second molars with single roots and single canals in the same patient. Int Endod J. 2000;33(2):138–42.

14. Helvacioglu Yiğit D, Sinanoğlu A. C-Şekilli Kök Kanal Sistemleri: Tanı ve Endodontik Yaklaşım. Ege Üniversitesi Diş Hekim Fakültesi Derg. 2015;36(1):19–24.

15. Thesleff I. The genetic of tooth development and dental defects. In: American Journal of Medical Genetics, Part A. 2006. p. 2530–5.

16. Cohen S, Hargreaves K, Berman L. Cohen's pathways of the pulp. Mosby Elsivier. 2011. 602–54 p.

17. Thesleff I, Tummers M. Tooth organogenesis and regeneration. Harvard Stem Cell Institute, Cambridge (MA); 2008. 1–12 p.

18. Ten Cate A, Sharpe P, Roy S, Nanci A. Development of the Tooth and Its Supporting Tissues. Ten Cate's Oral Histology: Development, Structure and Function. 6 ed. St. Louis: Mosby Elsevier; Rudolp P, Alvis K, editors. 2003. 79–110 p.

19. Jernvall J, Thesleff I. Tooth shape formation and tooth renewal: Evolving with the same signals. Dev. 2012;139(19):3487–97.

20. Hargreaves KM. Development of the Pulpodentin Complex. Seltzer and Bender's Dental Pulp. Carol Stream, IL: Quintessence Publishing Co, Inc. In: Goodis HE, editor. 2002. p. 13–40.

21. James KA, Daniel JC. Development of Teeth. Essentials of Oral Histology and Embryology: A Clinical Approach. St. Louis, Missouri: Mosby. Rudolph P, editor. 2005. 63–80 p.

22. Bath-Balogh M, Fehrenbach MJ. Tooth Development and Eruption. Illustrated dental embryology, histology, and anatomy. 2 ed. St. Louis: Elsevier Health Sciences. Rudolph P, Sprehe C, editors. 2006. 61–91 p.

23. Linde A, Goldberg M. Dentinogenesis. Crit Rev Oral Biol Med. 1993;4(5):679–728.

24. Luukko K, Kettunen P, Fristat I, Berggreeen E. Structure and Functions of the Dentin-

Pulp Complex. Cohen's Pathways of the Pulp. 10 ed. St. Louis: Mosby Elsevier; Hargreaves K, Cohen S, editors. 2012. 452–503 p.

25. Nancy A. Dentin-Pulp Complex. Ten Cate's Oral Histology Development, Structure and Function. 6 ed. St.Louis: Mosby; Rudolp P, Alvis K, editors. 2003. 192–239 p.

26. Luan X, Ito Y, Diekwisch TGH. Evolution and development of Hertwig's epithelial root sheath. Dev Dyn an Off Publ Am Assoc Anat. 2006;235(5):1167–80.

27. Holland GR, Torabinejad M. The dental pulp and periradicular tissues. Endod Princ Pract. 2015;1–20.

28. Alaçam T. Endodonti. Pulpa ve Periapikal Dokuların Biyolojisi. Özyurt Matbaacılık. 2012;41–67.

29. Gutmann J, Fan B. Tooth morphology, isolation, and access. Cohen's pathways of the pulp. Elsevier; 2016. 130–208 p.

30. San Chong B. Pulp space anatomy and access cavities(Watson ADM). Harty's Endodontics in Clinical Practice. Elsevier Health Sciences; 2016. 35–53 p.

31. Krasner P, Rankow HJ. Anatomy of the pulp-chamber floor. J Endod. 2004;30(1):5–16.

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

33. Neaverth EJ, Kotler LM, Kaltenbach RF. Clinical investigation (in vivo) of endodontically treated maxillary first molars. J Endod. 1987;13(10):506–12.

34. Pashley, D. H., Walton, R. E.Slavkin HC. Histology and Physiology of The Dental Pulp, Endodontics. Ingle JI, Bakland LK, editors. Decker; 2002. 25–61 p.

35. Vertucci FJ, Haddix JE. Tooth morphology and access cavity preparation. In: Hargreaves KM, Cohen S, Berman LH, editors. Cohen's Pathways of the Pulp. Elsevier; 2011. p. 136–222.

36. Kuttler Y. Microscopic investigation of root apexes. J Am Dent Assoc. 1955;50(5):544–52.

37. Saad AY, Al-Yahya AS. The location of the cementodentinal junction in single-rooted

mandibular first premolars from Egyptian and Saudi patients: a histological study. Int Endod J. 2003;36(8):541–4.

38. De Deus QD. Frequency, location, and direction of the lateral, secondary, and accessory canals. J Endod. 1975;1(11):361–6.

39. Weine FS. The enigma of the lateral canal. Dent Clin North Am. 1984;28(4):833–52.

40. 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.

41. Dahlberg A. Geographic distribution and origin of dentitions. Int Dent J. 1965;15(3):348–55.

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

43. Chen G, Yao H, Tong C. Investigation of the root canal configuration of mandibular first molars in a Taiwan Chinese population. Int Endod J. 2009;42(11):1044–9.

44. Sert S, Aslanalp V, Tanalp J. Investigation of the root canal configurations of mandibular permanent teeth in the Turkish population. Int Endod J. 2004;37(7):494–9.

45. Kartal N, Yanıkoğlu FÇ. Root canal morphology of mandibular incisors. J Endod. 1992;18(11):562–4.

46. 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;30(6):391–8.

47. Helvacioglu-Yigit D, Sinanoglu A. Use of cone-beam computed tomography to evaluate C-shaped root canal systems in mandibular second molars in a Turkish subpopulation: A retrospective study. Int Endod J. 2013;46(11):1032–8.

48. Çalişkan MK, Pehlivan Y, Sepetçioğlu F, Türkün M, Tuncer SŞ. Root canal morphology of human permanent teeth in a Turkish population. J Endod. 1995;21(4):200–4.

49. Çolak H, Özcan E, Hamidi MM. Prevalence of three-rooted mandibular permanent first molars among the Turkish population. Niger J Clin Pract. 2012;15(3):306–10.

50. Huang C-C, Chang Y-C, Chuang M-C, Lai T-M, Lai J-Y, Lee B-S, 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;109(4):303–8.

51. Zhang R, Wang H, Tian Y, 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;44(11):990–9.

52. Demirbuğa S, Büyük SK, Şekerci AE, Çayabatmaz M, Dinçer AN, Topçuoğlu HS, et al. Bir Grup Türk Populasyonunda Üst Birinci ve İkinci Büyük Azı Dişlerinin Kök Kanal Konfigürasyonlarının Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi ile İncelenmesi. Turkiye Klin Dishekim Bilim Derg. 2015;21(1).

53. Lee J-H, Kim K-D, Lee J-K, Park W, Jeong JS, Lee Y, et al. Mesiobuccal root canal anatomy of Korean maxillary first and second molars by cone-beam computed tomography. Oral Surgery, Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endodontology. 2011;111(6):785–91.

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

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

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

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

58. 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;44(2):162–9.

59. Herasse M, Spentchian M, Taillandier A, Keppler-Noreuil K, Fliorito ANM, Bergoffen J, et al. Molecular study of three cases of odontohypophosphatasia resulting from

heterozygosity for mutations in the tissue non-specific alkaline phosphatase gene. J Med Genet. 2003;40(8):605–9.

60. Da Fonseca MA, Oueis HS, Casamassimo PS. Sickle cell anemia: a review for the pediatric dentist. Pediatr Dent. 2007;29(2):159–69.

61. Antonelli JR, Hottei TL. Oral manifestations of renal osteodystrophy: case report and review of the literature. Spec care Dent. 2003;23(1):28–34.

62. Murayama T, Iwatsubo R, Akiyama S, Amano A, Morisaki I. Familial hypophosphatemic vitamin D-resistant rickets: dental findings and histologic study of teeth. Oral Surgery, Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endodontology. 2000;90(3):310–6.

63. Wright JT, Roberts MW, Wilson AR, Kudhail R. Tricho-dento-osseous syndrome: features of the hair and teeth. Oral surgery, oral Med oral Pathol. 1994;77(5):487–93.

64. Tashima I, Arita K, Asada Y. Genetic study of gutter-shaped root (GSR) in AKXL RI mouse strains using QTL analysis. J Oral Sci. 2010;52(2):213–20.

65. Nakayama A. Gutter-shaped root in human mandibular molars. Kokubyo Zasshi. 1941;15:275–81.

66. Manning SA. Root canal anatomy of mandibular second molars: Part II C-shaped canals. Int Endod J. 1990;23(1):40–5.

67. Bóveda C, Fajardo M, Millán B. Root canal treatment of an invaginated maxillary lateral incisor with a C-shaped canal. Quintessence Int (Berl). 1999;30(10):707–11.

68. Carlsen O, Alexandersen V, Heitmann T, Jakobsen P. Root canals in one-rooted maxillary second molars. Eur J Oral Sci. 1992;100(5):249–56.

69. Lu TY, Yang SF, Pai SF. Complicated Root Canal Morphology of Mandibular First Premolar in a Chinese Population Using the Cross Section Method. J Endod. 2006;32(10):932–6.

70. Yilmaz Z, Tuncel B, Serper A, Calt S. C-shaped root canal in a maxillary first molar: A case report. Int Endod J. 2006;39(2):162–6.

71. Yang Z, Yang S, Lin Y, Shay J, Chi C. C-shaped root canals in mandibular second molars

in a Chinese population. Dent Traumatol. 1988;4(4):160–3.

72. Cimilli H, Cimilli T, Mumcu G, Kartal N, Wesselink P. Spiral computed tomographic demonstration of C-shaped canals in mandibular second molars. Dentomaxillofacial Radiol. 2005;34(3):164–7.

73. Jung H-J, Lee S-S, Huh K-H, Yi W-J, Heo M-S, Choi S-C. Predicting the configuration of a C-shaped canal system from panoramic radiographs. Oral Surgery, Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endodontology. 2010;109(1):e37–41.

74. Chai WL, Thong YL. Cross-sectional morphology and minimum canal wall widths in C-shaped roots of mandibular molars. J Endod. 2004;30(7):509–12.

75. Cheung GSP, Yang J, Fan B. Morphometric study of the apical anatomy of C-shaped root canal systems in mandibular second molars. Int Endod J. 2007;40(4):239–46.

76. 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;20:563–7.

77. Demirbuga S, Sekerci AE, Dinçer AN, Cayabatmaz M, Zorba YO. Use of cone-beam computed tomography to evaluate root and canal morphology of mandibular first and second molars in Turkish individuals. Med Oral Patol Oral Cir Bucal. 2013;18(4):737–44.

78. Silva EJNL, Nejaim Y, Silva A V, Haiter-Neto F, Cohenca N. Evaluation of root canal configuration of mandibular molars in a Brazilian population by using cone-beam computed tomography: an in vivo study. J Endod. 2013;39(7):849–52.

79. Park J-B, Kim N, Park S, Kim Y, Ko Y. Evaluation of root anatomy of permanent mandibular premolars and molars in a Korean population with cone-beam computed tomography. Eur J Dent. 2013;7(1):94.

80. Vande Voorde HE, Odendahl D, Davis J. Molar 4th canals: frequent cause of endodontic failure? Ill Dent J. 1975;44(12):779–86.

81. Yoshioka T, Kobayashi C, Suda H. Detection rate of root canal orifices with a microscope. J Endod. 2002;28(6):452–3.

82. Khraisat A, Smadi L. Canal configuration in the mesio-buccal root of maxillary first molar teeth of a Jordanian population. Aust Endod J. 2007;33(1):13–7.

83. Apotheker H, Jako GJ. A microscope for use in dentistry. Microsurgery. 1981;3(1):7–10.

84. Wu DM, Wu YN, Guo W, Sameer S. Accuracy of direct digital radiography in the study of the root canal type. Dentomaxillofacial Radiol. 2006;35(4):263–5.

85. Benz C, Mouyen F. Evaluation of the new RadioVisioGraphy system image quality. Oral surgery, oral Med oral Pathol. 1991;72(5):627–31.

86. White SC, Pharoah MJ. Imaging Principles and Techniques. Oral radiology; Principles and interpretation 5 ed. Rudolp P, Alvis K, editors. Elsevier Health Sciences; 2014. 71–277 p.

87. Bedford JM, Martin DM, Youngson CC. Assessment of a contrast medium as an adjunct to endodontic radiography. Int Endod J. 2004;37(12):806–13.

88. Fan W, Fan B, Gutmann JL, Cheung GSP. Identification of C-shaped canal in mandibular second molars. Part I: radiographic and anatomical features revealed by intraradicular contrast medium. J Endod. 2007;33(7):806–10.

89. Erdoğan AŞ, Köseoğlu M. Kök kanal morfolojisinin belirlenmesi için kullanılan metodlar. Atatürk Üniversitesi Diş Hekim Fakültesi Derg. 1998(1).

90. McCann JT, Keller DL, LaBounty GL. A modification of the muffle model system to study root canal morphology. J Endod. 1990;16(3):114–5.

91. Gulabivala K, Aung TH, Alavi A, Ng YL. Root and canal morphology of Burmese mandibular molars. Int Endod J. 2001;34(5):359–70.

92. Kim Y, Perinpanayagam H, Lee J-K, Yoo Y-J, Oh S, Gu Y, et al. Comparison of mandibular first molar mesial root canal morphology using micro-computed tomography and clearing technique. Acta Odontol Scand. 2015;73(6):427–32.

93. Savaşkan T. Elektron Mikroskoplarının Endüstriyel Problemlere Uygulanması. Karadeniz Üniversitesi Basımevi, Genel Yayın. 1986;(108).

94. Stewart ADG, Boyde A. Ion etching of dental tissues in a scanning electron microscope.

Nature. 1962;196(4849):81–2.

95. Morabito A, Defabianis P. A SEM investigation on pulpal-periodontal connections in primary teeth. ASDC J Dent Child. 1992;59(1):53–7.

96. Şen BH. Endodontik Araştırmalarda Tarama Elektron Mikroskobu Kullanımı. Türkiye Klin J Endod Top. 2017;3(1):15–23.

97. Frederiksen NL. Specialized radiographic techniques. Oral Radiol. 1994;266–90.

98. Finkle DR, Ringler SL, Luttenton CR, Beernink JH, Peterson NT, Dean RE. Comparison of the diagnostic methods used in maxillofacial trauma. Plast Reconstr Surg. 1985;75(1):32–41.

99. Tachibana H, Matsumoto K. Applicability of x-ray computerized tomography in endodontics. Dent Traumatol. 1990;6(1):16–20.

100. Kalender WA. CT: the unexpected evolution of an imaging modality. Eur Radiol Suppl. 2005;15(4):d21–4.

101. Reuben J, Velmurugan N, Kandaswamy D. The evaluation of root canal morphology of the mandibular first molar in an Indian population using spiral computed tomography scan: an in vitro study. J Endod. 2008;34(2):212–5.

102. Singla M, Aggarwal V. C-Shaped palatal canal in maxillary second molar mimicking two palatal canals diagnosed with the aid of spiral computerized tomography. Oral Surgery, Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endodontology. 2010;109(6):e92–5.

103. Venkateshbabu N, Emmanuel S, Santosh GK, Kandaswamy D. Comparison of the canal centring ability of K3, Liberator and EZ Fill Safesiders by using spiral computed tomography. Aust Endod J. 2012;38(2):55–9.

104. Swain M V, Xue J. State of the art of Micro-CT applications in dental research. Int J Oral Sci. 2009;1(4):177–88.

105. Kuhn JL, Goldstein SA, Feldkamp LA, Goulet RW, Jesion G. Evaluation of a microcomputed tomography system to study trabecular bone structure. J Orthop Res. 1990;8(6):833–42.

106. Wolf TG, Paqué F, Woop A-C, Willershausen B, Briseño-Marroquín B. Root canal

morphology and configuration of 123 maxillary second molars by means of micro-CT. Int J Oral Sci. 2017;9(1):33–7.

107. de Albuquerque MS, Nascimento AS, Gialain IO, de Lima EA, Nery JAF, de Souza Araujo PR, et al. Canal transportation, centering ability, and dentin removal after instrumentation: a micro-CT evaluation. J Contemp Dent Pract. 2019;20(7):806–11.

108. Rödig T, Koberg C, Baxter S, Konietschke F, Wiegand A, Rizk M. Micro-CT evaluation of sonically and ultrasonically activated irrigation on the removal of hard-tissue debris from isthmus-containing mesial root canal systems of mandibular molars. Int Endod J. 2019;52(8):1173–81.

109. Rödig T, Krämer J, Müller C, Wiegand A, Haupt F, Rizk M. Incidence of microcracks after preparation of straight and curved root canals with three different NiTi instrumentation techniques assessed by micro-CT. Aust Endod J. 2019;45(3):394–9.

110. Uzun Ö. Deneysel endodontide üç boyutlu rekonstrüksiyon çalışmaları. Gazi Üniversitesi Diş Hekim Fakültesi Derg. 24(3):181–6.

111. Cho PS, Johnson RH, Griffin TW. Cone-beam CT for radiotherapy applications. Phys Med Biol. 1995;40(11):1863.

112. Robb RA. The dynamic spatial reconstructor: an x-ray video-fluoroscopic CT scanner for dynamic volume imaging of moving organs. IEEE Trans Med Imaging. 1982;1(1):22–33.

113. Chen B, Ning R. Cone-beam volume CT breast imaging: Feasibility study. Med Phys. 2002;29(5):755–70.

114. Scarfe WC, Farman AG. What is cone-beam CT and how does it work? Dent Clin North Am. 2008;52(4):707–30.

115. Scarfe WC, Farman AG. Cone-beam computed tomography: volume acquisition. In: White SC, Pharoah MJ, eds. Oral Radiology, Principles and Interpretation. 7th ed. St. Louis: Mosby Elsevier; 2014;185–98.

116. Danforth RA, Dus I, Mah J. 3-D volume imaging for dentistry: a new dimension. J Calif Dent Assoc. 2003;31(11):817–23.

117. Pauwels R. What Is CBCT and How Does It Work? In: Maxillofacial Cone Beam Computed Tomography. Springer; 2018. p. 13–42.

118. Miles DA, McClammy T V. Cone Beam Imaging for Endodontic Procedures. In: Cohen's Pathways of the Pulp. Elsevier; 2011. p. 1007–18.

119. Vizzotto MB, Silveira PF, Arús NA, Montagner F, Gomes B, Silveira HED da. CBCT for the assessment of second mesiobuccal (MB 2) canals in maxillary molar teeth: effect of voxel size and presence of root filling. Int Endod J. 2013;46(9):870–6.

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

121. Patel S, Dawood A, Mannocci F, Wilson R, Pitt Ford T. Detection of periapical bone defects in human jaws using cone beam computed tomography and intraoral radiography. Int Endod J. 2009;42(6):507–15.

122. Şen GB, Şen BH. Endodontide Dental Volümetrik Tomografi Kullanımı. Turkiye Klin J Endod-Special Top. 2015;1(3):19–31.

123. Sogur E, Baksi BG, Grondahl HG, Lomcali G, Sen BH. Detectability of chemically induced periapical lesions by limited cone beam computed tomography, intra-oral digital and conventional film radiography. Dentomaxillofacial Radiol. 2009;38(7):458–64.

124. Soğur E, Gröndahl H-G, Baksı BG, Mert A. Does a combination of two radiographs increase accuracy in detecting acid-induced periapical lesions and does it approach the accuracy of cone-beam computed tomography scanning? J Endod. 2012;38(2):131–6.

125. Matherne RP, Angelopoulos C, Kulild JC, Tira D. Use of cone-beam computed tomography to identify root canal systems in vitro. J Endod. 2008;34(1):87–9.

126. Ramamurthy R, Scheetz JP, Clark SJ, Farman AG. Effects of imaging system and exposure on accurate detection of the second mesio-buccal canal in maxillary molar teeth. Oral Surgery, Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endodontology. 2006;102(6):796–802.

127. Neelakantan P, Subbarao C, Subbarao C V. Comparative evaluation of modified canal staining and clearing technique, cone-beam computed tomography, peripheral

quantitative computed tomography, spiral computed tomography, and plain and contrast medium–enhanced digital radiography in studying root c. J Endod. 2010;36(9):1547–51.

128. May JJ, Cohenca N, Peters OA. Contemporary management of horizontal root fractures to the permanent dentition: diagnosis—radiologic assessment to include cone-beam computed tomography. Pediatr Dent. 2013;35(2):120–4.

129. Terakado M, Hashimoto K, Arai Y, Honda M, Sekiwa T, Sato H. Diagnostic imaging with newly developed ortho cubic super-high resolution computed tomography (Ortho-CT). Oral Surgery, Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endodontology. 2000;89(4):509–18.

130. Bernardes RA, de Moraes IG, Duarte MAH, Azevedo BC, de Azevedo JR, Bramante CM. Use of cone-beam volumetric tomography in the diagnosis of root fractures. Oral Surgery, Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endodontology. 2009;108(2):270–7.

131. Maini A, Durning P, Drage N. Resorption: within or without? The benefit of cone-beam computed tomography when diagnosing a case of an internal/external resorption defect. Br Dent J. 2008;204(3):135–7.

132. de Paula-Silva FWG, Júnior MS, Leonardo MR, Consolaro A, da Silva LAB. Cone-beam computerized tomographic, radiographic, and histologic evaluation of periapical repair in dogs' post-endodontic treatment. Oral Surgery, Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endodontology. 2009;108(5):796–805.

133. Liang Y-H, Li G, Wesselink PR, Wu M-K. Endodontic outcome predictors identified with periapical radiographs and cone-beam computed tomography scans. J Endod. 2011;37(3):326–31.

134. Young GR. Contemporary management of lateral root perforation diagnosed with the aid of dental computed tomography. Aust Endod J. 2007;33(3):112–8.

135. Rigolone M, Pasqualini D, Bianchi L, Berutti E, Bianchi SD. Vestibular surgical access to the palatine root of the superior first molar:"low-dose cone-beam" CT analysis of the pathway and its anatomic variations. J Endod. 2003;29(11):773–5.

136. 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;34(5):557–62.

137. Mao T, Neelakantan P. Three-dimensional imaging modalities in endodontics. Imaging Sci Dent. 2014;44(3):177–83.

138. Farman AG, Farman TT. A comparison of 18 different x-ray detectors currently used in dentistry. Oral Surgery, Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endodontology. 2005;99(4):485–9.

139. Soğur E, Baksı BG, Gröndahl H. Imaging of root canal fillings: a comparison of subjective image quality between limited cone-beam CT, storage phosphor and film radiography. Int Endod J. 2007;40(3):179–85.

140. Forst D, Nijjar S, Flores-Mir C, Carey J, Secanell M, Lagravere M. Comparison of in vivo 3D cone-beam computed tomography tooth volume measurement protocols. Prog Orthod. 2014;15(1):1–13.

141. Clarke LP, Velthuizen RP, Camacho MA, Heine JJ, Vaidyanathan M, Hall LO, et al. MRI segmentation: methods and applications. Magn Reson Imaging. 1995;13(3):343–68.

142. El H, Palomo JM. Measuring the airway in 3 dimensions: a reliability and accuracy study. Am J Orthod Dentofac Orthop. 2010;137(4):S50-e1.

143. 4C Medikal. 2015. 2 Boyutlu Görüntü Verileri ile 3 Boyutlu Mühendislik Uygulamaları Arasındaki Köprü [Internet]. Available from: http://www.4cmedikal.com.tr/tr/mimics-innovation-suite

144. Sousa TO, Haiter-Neto F, Nascimento EHL, Peroni LV, Freitas DQ, Hassan B. Diagnostic accuracy of periapical radiography and cone-beam computed tomography in identifying root canal configuration of human premolars. J Endod. 2017;43(7):1176–9.

145. Al-Qudah AA, Awawdeh LA. Root and canal morphology of mandibular first and second molar teeth in a Jordanian population. Int Endod J. 2009;42(9):775–84.

146. Yew S, Chan K. A retrospective study of endodontically treated mandibular first molars in a Chinese population. J Endod. 1993;19(9):471–3.

147. Garg AK, Tewari RK, Kumar A, Hashmi SH, Agrawal N, Mishra SK. Prevalence of

three-rooted mandibular permanent first molars among the Indian population. J Endod. 2010;36(8):1302–6.

148. Garg AK, Tewari RK, Agrawal N. Prevalence of three-rooted mandibular first molars among Indians using SCT. Int J Dent. 2013;2013.

149. Miloglu O, Arslan H, Barutcigil C, Cantekin K. Evaluating root and canal configuration of mandibular first molars with cone beam computed tomography in a Turkish population. J Dent Sci. 2013;8(1):80–6.

150. Nur BG, Ok E, Altunsoy M, Aglarci OS, Colak M, Gungor E. Evaluation of the root and canal morphology of mandibular permanent molars in a south-eastern Turkish population using cone-beam computed tomography. Eur J Dent. 2014;8(02):154–9.

151. Ahmetoğlu F, Altun O, Şimşek N, Ocak MS, Dedeoglu N. Evaluating root and canal configuration of mandibular molars with cone-beam computed tomography in an eastern region of Turkish population. Cumhur Dent J. 2014;17(3):223–34.

152. Celikten B, Tufenkci P, Aksoy U, Kalender A, Kermeoglu F, Dabaj P, et al. Cone beam CT evaluation of mandibular molar root canal morphology in a Turkish Cypriot population. Clin Oral Investig. 2016;20(8):2221–6.

153. Kantilieraki E, Delantoni A, Angelopoulos C, Beltes P. Evaluation of root and root canal morphology of mandibular first and second molars in a Greek population: a CBCT study. Eur Endod J. 2019;4(2):62.

154. Pérez-Heredia M, Ferrer-Luque CM, Bravo M, Castelo-Baz P, Ruíz-Piñón M, Baca P. Cone-beam computed tomographic study of root anatomy and canal configuration of molars in a Spanish population. J Endod. 2017;43(9):1511–6.

155. Torres A, Jacobs R, Lambrechts P, Brizuela C, Cabrera C, Concha G, et al. Characterization of mandibular molar root and canal morphology using cone beam computed tomography and its variability in Belgian and Chilean population samples. Imaging Sci Dent. 2015;45(2):95–101.

156. Jang J-K, Peters OA, Lee W, Son S, Park J-K, Kim H-C. Incidence of three roots and/or four root canals in the permanent mandibular first molars in a Korean sub-population. Clin Oral Investig. 2013;17(1):105–11.

157. Qiao X, Zhu H, Yan Y, Li J, Ren J, Gao Y, et al. Prevalence of middle mesial canal and radix entomolaris of mandibular first permanent molars in a western Chinese population: an in vivo cone-beam computed tomographic study. BMC Oral Health. 2020;20(1):1–8.

158. Shemesh A, Levin A, Katzenell V, Itzhak J Ben, Levinson O, Zini A, et al. Prevalence of 3-and 4-rooted first and second mandibular molars in the Israeli population. J Endod. 2015;41(3):338–42.

159. Lambrianidis T, Lyroudia K, Pandelidou O, Nicolaou A. Evaluation of periapical radiographs in the recognition of C-shaped mandibular second molars. Int Endod J. 2001;34(6):458–62.

160. Fan B, Cheung GSP, Fan M, Gutmann JL, Fan W. C-shaped canal system in mandibular second molars: part II—radiographic features. J Endod. 2004;30(12):904–8.

161. Jerome CE. C-shaped root canal systems: diagnosis, treatment, and restoration. Gen Dent. 1994;42(5):424–34.

162. Rahimi S, Shahi S, Lotfi M, Zand V, Abdolrahimi M, Es' haghi R. Root canal configuration and the prevalence of C-shaped canals in mandibular second molars in an Iranian population. J Oral Sci. 2008;50(1):9–13.

163. Haddad GY, Nehme WB, Ounsi HF. Diagnosis, classification, and frequency of C-shaped canals in mandibular second molars in the Lebanese population. J Endod. 1999;25(4):268–71.

164. Kaya-Büyükbayram I, Çolakoğlu G, Elçin M, Sübay R. Alt Çene Büyük Azı Dişlerinde Radks Entomolaris ve Radiks Paramolaris ile C-Şekilli Kanal Varlığının Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi ile Değerlendirilmesi. Atatürk Üniversitesi Diş Hekim Fakültesi Derg. 2021 Oct 26;

165. Tassoker M, Sener S. Analysis of the root canal configuration and C-shaped canal frequency of mandibular second molars: a cone beam computed tomography study. Folia Morphol (Warsz). 2018;77(4):752–7.

166. Kim SY, Kim BS, Kim Y. Mandibular second molar root canal morphology and variants in a Korean subpopulation. Int Endod J. 2016;49(2):136–44.

167. Pawar AM, Pawar M, Kfir A, Singh S, Salve P, Thakur B, et al. Root canal morphology and variations in mandibular second molar teeth of an Indian population: an in vivo cone-beam computed tomography analysis. Clin Oral Investig. 2017;21(9):2801–9.

168. Rogazkyn D, Metzger Z, Solomonov M. The prevalence and asymmetry of C-shaped root canals in second mandibular molars in a European–Russian population: a cone-beam computed tomography study in vivo. Int J Endod Rehabil. 2016;2(1):12–6.

169. Martins JNR, Mata A, Marques D, Caramês J. Prevalence of C-shaped mandibular molars in the Portuguese population evaluated by cone-beam computed tomography. Eur J Dent. 2016;10(04):529–35.

170. Shemesh A, Levin A, Katzenell V, Itzhak J Ben, Levinson O, Avraham Z, et al. C-shaped canals—prevalence and root canal configuration by cone beam computed tomography evaluation in first and second mandibular molars—a cross-sectional study. Clin Oral Investig. 2017;21(6):2039–44.

171. Khawaja S, Alharbi N, Chaudhry J, Khamis AH, Abed R El, Ghoneima A, et al. The C-shaped root canal systems in mandibular second molars in an Emirati population. Sci Rep. 2021;11(1):1–9.

172. Ladeira DBS, Cruz AD, Freitas DQ, Almeida SM. Prevalence of C-shaped root canal in a Brazilian subpopulation: a cone-beam computed tomography analysis. Braz Oral Res. 2013;28:39–45.