

C-Şekilli Kök Kanal Sistemleri: Tanı ve Endodontik Yaklaşım

C-Shaped Root Canal Systems: Diagnosis and Endodontic Treatment

Dilek Helvacıoğlu Yiğit¹, Alper Sinanoğlu²

¹Kocaeli Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Endodonti Anabilim Dalı, Kocaeli

²Kocaeli Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi Anabilim Dalı, Kocaeli

Özet

C-şekilli kök kanal sistemleri, diş kök kanallarının bir bağlantı ile birleştiği anatomik bir varyasyondur. Bu olgularda, preoperatif bulgular başarılı bir tedavi için önem taşımaktadır. Özellikle radyolojik değerlendirme esnasında bu karmaşık yapıya ait bulguların ayırt edilmesi, morfolojik özelliklerinin tam 5 anlaşılması gerekmektedir. Klinik olarak ise C-şekilli kanallarda görülen farklı pulpa odası tabanı özelliklerine dikkat edilmelidir. Kök kanal yapısı boyunca değişkenlik gösteren kompleks yapıları, endodontik tedavi sürecinde kök kanal şekillendirme ve dolum işlemlerinde bir takım zorluklara sebep olmaktadır. Yapılan çalışmalarda, C-şekilli kök kanal sistemlerinin daha çok mandibula 2. molar dişlerde rastlandığı ve Asya topluluklarında görülme sıklığının diğerlerine göre fazla olduğu bildirilmiştir. Sunulan 10 bu derlemede, C-şekilli kök kanal sistemlerinin morfolojik özellikleri, tanı açısından radyolojik özellikleri ve tedavi yaklaşımı değerlendirilecektir.

Anahtar Kelimeler: Kök kanalı, morfoloji, endodonti, radyoloji

Abstract

C-shaped root canal systems are anatomic variations presenting a connection of root canals. Evaluation of preoperative findings are crucial for successful treatment of such cases. In radiological evaluation, comprehension of their morphological features is required for identification of specific findings. Clinically, C-shaped root canals may present different configurations of pulp-chamber and must be considered with 20 caution. It has been reported that a high incidence of C-shaped root canal systems have been shown in mandibular second molars and in Asian populations. In this review, morphological features, radiological diagnostic aspects and management of C-shaped canals are presented.

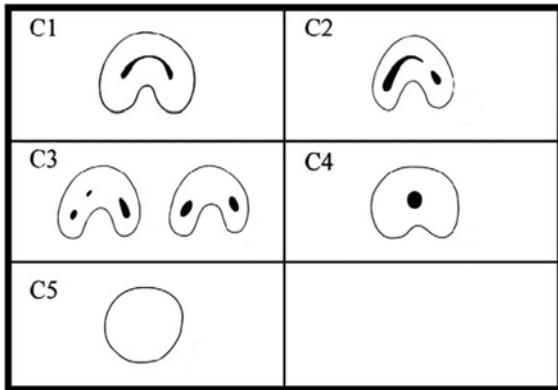
Key words: Root canal, morphology, endodontics, radiology

GİRİŞ

Kök kanal morfolojisinin enine kesitlerle değerlendirmesi, bu sistemlerin sahip oldukları potansiyel anatomik varyasyonların anlaşılması ve uygun tedavinin planlanması açısından önem taşımaktadır. Bu amaç doğrultusunda, çekilmiş dişler üzerinde daha çok şeffaştırma metodu olmak üzere; boya filtrasyon metodu ve kesit alma metodu ile birçok çalışma yapılmıştır.¹⁻³ Öte yandan çekilmiş dişlerin tanımlanmasında ve dişin sahibi ile ilgili bilgiye ulaşmakta zorluklar yaşanabildiği belirtilmiştir.⁴ Bu durumla beraber, *ex vivo* metotlardaki süreçler esnasında, pulpa-dentin kompleksindeki meydana gelen değişikliklerin kök kanal morfolojisini etkileyebileceği ve kesit hazırlama safhalarında örneklerin zarar görebileceğinden bahsedilmiştir.⁵ Mikro bilgisayarlı tomografi ile yapılan çalışmalar, hasar oluşturmayan ve en güvenilir yöntem olarak ön plana çıkmaktadır, ancak cihaz yapısı itibarıyla *in vitro* sınırlaması içerisinde kalmaktadırlar.⁶ Konik ışınli bilgisayarlı tomografi (KIBT) bulgularının değerlendirilmesinin, hem çekilmiş dişlere ihtiyaç duyulmaması hem de invaziv bir yöntem olmaması açısından avantajlı olduğu bildirilmiştir.⁷

Enine kesit çalışmalarında tespit edilmiş "C" harfini andıran morfolojik yapıya sahip dişlere ait kök kanal sistemleri "C-şekilli kanal" ve "C-şekilli kök" olarak adlandırılmaktadır. Bu durumun bu harfle ifade edilmesinin ana sebebi, ayrılması beklenen köklerin (örn. alt molar dişlerde mezyal ve distal kökler) devamlılık gösterecek şekilde bir bağlantı ile birbirine yapışık olması ve kesitsel olarak bunun bir "C" harfini andırmasıdır.⁸ Kato ve Ziegler⁹ 2014 yılında yaptıkları derleme çalışmasında; tarihte bu konu ile ilgili ilk çalışmanın 1911 yılında Keith ve Knowles tarafından Neandertal insan mandibular ikinci molar diş kökünde rastladıkları C-şekilli kanalı resmetmeleri ile ortaya konduğunu bildirmişlerdir. 1941 yılında ise Japon araştırmacıların bu morfolojideki köklerden terminolojide "oluk-şekilli kök" ve kök kanallarından ise "C-kanal" olarak bahsettiklerini ifade etmişlerdir. 30 yıl sonra Cooke ve Cox¹⁰ isimli araştırmacıların bu varyasyonu klinik vaka serisi olarak gösterdikleri çalışmaları sonrasında "C-şekilli kanal" terimi kullanımı tüm dünyada yaygınlaşmıştır.

C şekilli kanal sistemlerine daha çok mandibula 2. molar dişlerde rastlanılmaktadır.¹ Öte yandan, maksiller ve mandibular molar, premolar ve lateral dişlerde de görüldüğü bildirilmiştir.¹¹⁻¹⁵ Literatürde C-şekilli kanal nadir rastlanan bir anatomik varyasyon olarak karşımıza çıkmakta ve görülme sıklığı coğrafyaya ve farklı etnik yapıya göre değişmektedir.¹⁶⁻¹⁹ Bu oranın %2,7 ve %8 arasında olduğu belirtilmiştir.^{5, 20} Yapılan çalışmalarda Asya topluluklarında görülme sıklığı diğerlerine göre fazla olmakla beraber %45,5 gibi yüksek oranlar dahi rapor edilmiştir.²¹ Ülkemizde ise az sayıda çalışmada bu oran %4,1 ve %8,9 arasında tespit edilmiştir.²²⁻²⁵ (Tablo 1) C-şekilli kanal sistemlerinin genellikle bilateral olarak bulunduğu rapor edilmiştir.^{9, 19} Bu açıdan çenenin diğer tarafında varyasyonun görüldüğü dişin simetrisinin de incelenmesi önerilmiştir.²⁶ Öte yandan asimetrik olarak, sadece bir tarafta bulunduğu vakalarda bildirilmiştir.^{12, 27} Ülkemizde yapılan bir çalışmada bu oran yarı yarıya bulunmuştur.²²



Resim 1. C-şekilli kanal tiplerinin sınıflandırılması (Fan ve ark. 2004).

- C1: Tam "C" şekilli kanal tipi
 C2: "C" şeklinin tam devam etmemesi ile virgül benzeri kanal tipi
 C3: İki veya üç ayrı kanal bulunan tip
 C4: Tek bir oval veya yuvarlak kesitli kanal tipi
 C5: Kanal boşluğunun görülmediği tip

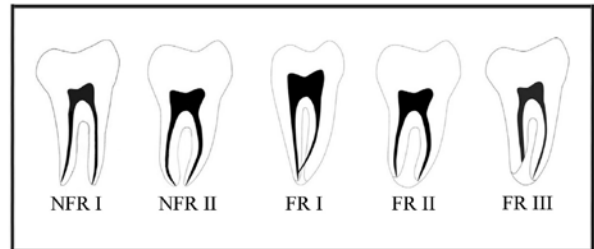
Bu kök kanal sistemine sahip dişlerin kök yüzeyinde bulunan derin oluklar, tedavi aşamasında komplikasyonlara sebep olabilmektedir.²¹ Yapılan çalışmalarda çoğunlukla bukkal yüzeyde derin oluk tespit edilirken,^{21, 28, 29} Zheng ve ark.¹⁹ ise yaptıkları çalışmada hiç bukkal oluğa rastlamadıklarını rapor etmişlerdir. Oluk lokalizasyonunun etnik yapıya göre değişebilen bir anatomik varyasyon olduğu önerilmiştir.²² Enine kesitlerle yapılan çalışmalarında, Melton ve ark.,² bu kök kanal sistemlerini 3 kategoride incelemiştir. İlerleyen yıllarda Fan ve ark.⁸ bu sınıflamayı kategoriler arasında daha belirgin bir ayırım yapabilecek şekilde modifiye etmişler ve C-şekilli kanal tanımı için bazı kriterler önermişlerdir. Bu kriterlerde önemli noktalar,

birbirine kaynaşmış/füzyon görülen köklerde kök yapısı üzerinde bukkal ya da lingual yüzeyde oluk gözükmemesi ve enine kesitlerden en az birinde önerdikleri kategorilerden en az birinin tespit edilebilmesidir (Resim1).⁸

RADYOLOJİK DEĞERLENDİRME

C şekilli kanalların kompleks yapısı endodontik tedavi sürecinde prosedürlerin efektif olarak yerine getirilmesini zorlaştırmaktadır.² Kanal ağzında karşılaşılan bu anormal morfolojinin kök boyunca "C" harfi şeklinde devam edip etmeyeceğini klinik olarak tahmin etmek zordur ve apikale doğru değişik kesitsel morfolojik özellikler sergileyebilirler.^{8, 22} Öte yandan 2 boyutlu radyografilerle kesitsel olarak değerlendirme yapmak tartışmalı bir konudur. Bu durum preoperatif hazırlık safhasında detaylı bir radyolojik değerlendirmeyi gerektirmektedir.

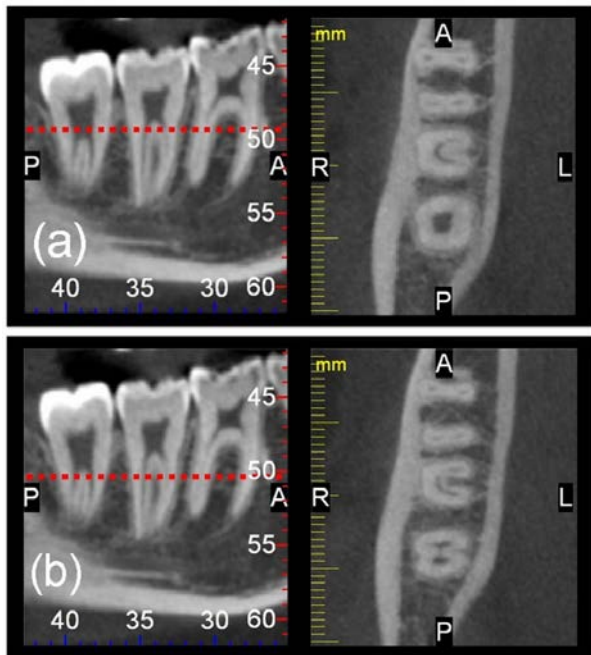
İlk yapılan çalışmalarda Cooke ve Cox¹⁰ C-şekilli kanalların radyografiden teşhis edilmesinin imkânsız olduğunu savunmuşlardır. Lambrianidis ve ark.³⁰ C-şekilli kanallara sahip 480 olgu içeren klinik çalışmalarında, az sayıda olgunun preoperatif radyografi ile teşhis edildiğini bildirmişlerdir. Diğer taraftan, Fan ve ark.³¹ ve Jerome³² radyografiden C-şekilli kanalların varlığının ve konfigürasyonunun teşhis edilebileceğini bildirmiştir. İntraoral ve panoramik radyografilerden ancak sınırlı bilgi edilebilmektedir, çünkü distal ve mezyal kökleri bağlayan dentin çok ince olduğunda veya kemik trabekülleri kalınlığına bağlı olarak C-şekilli kanalların radyolojik teşhisi zorlaşmaktadır. Bir çalışmada teşhis amaçlı çekilen radyografiden çok çalışma boyu için çekilen radyografilerin daha faydalı olduğu belirtilmiştir.³⁰ Ayrıca değişik açılardan yapılan çekimlerin de yardımcı oldukları belirtilmiştir.⁹ Radyolojik olarak Fan ve ark.³¹ bu sistemleri 3 kategoride sınıflamıştır ve genel olarak köklerde füzyon görülmesi C-şekilli kanal sistemlerini düşündürmektedir.²⁰



Resim 2. Preoperatif radyolojik değerlendirilmede C-şekilli kanal sistemleri genellikle füzyon göstermektedir. Öte yandan konverjan yapı gösteren ancak birbirinden ayrı kök yapılarında da rastlanılabilmektedir.³³ (FR: Füzyon görülen, NFR: Füzyon gözükmeyen)

2014 yılında yapılan bir çalışmada ise Sinanoğlu ve Helvacıoğlu-Yiğit³³ panoramik radyografilerde bu sınıflamaya ek olarak konverjan yapı gösteren ancak birbirinden ayrı kök yapısına sahip dişlerden de şüphelenilmesi gerektiğini belirtmişlerdir (Resim 2).

İleri görüntüleme sistemleri açısından değerlendirildiğinde, C-şekilli kanal sistemlerinin değerlendirilmesi için enine kesitlerin araştırılması bilgisayarlı tomografi ile mümkündür. Aksiyal düzlemde kök yapısının segmental olarak incelenmesi morfolojik özelliklerin ortaya konmasına yardımcı olmaktadır. Bu açıdan geçmişte spiral BT ile yapılan çalışmaların^{23, 34} yerini günümüzde KIBT ile yapılan çalışmalar almaktadır (Resim 3).^{19, 22}



Resim 3. Mandibular 2. molar dişe ait KIBT sagittal ve aksiyal kesit görüntüleri. a) Fan sınıflamasına göre C1 kategorisinin izlendiği görüntü. b) Aynı diş üzerinde apikale doğru Fan sınıflamasına göre C2 kategorisinin izlendiği görüntü²²

KLİNİK DEĞERLENDİRME

Klinik olarak rutin endodontik giriş kavitesi açıldığında ve pulpa dokusu çıkarıldığında C-şekilli kanal tanısı koymanın daha kolaylaştığı bildirilmiştir.^{30, 35} Yapılan çalışmalarda C-şekilli kanal olduğu saptanan dişlerin C-şekilli girişi bulunması çok yüksek bir olasılık olarak karşımıza çıkmaktadır.^{28, 36} Yang ve ark.³⁵ C-şekilli kanal varlığında, giriş kavitesinde Melton sınıflamasının ilk iki kategorisi görüldüğünü bildirmişlerdir.² Min ve ark.³⁶ ise C-şekilli kanalların girişlerini mikro bilgisayarlı tomografi ile inceledikleri çalışmalarında, pulpa odasını dört kategoride sınıflamışlar ve C-şekilli olmayan kanal girişinin de bu dişlerde mevcut olduğunu göstermişlerdir.

Kanal girişlerinin lokalize edilmesi sırasında kullanılan fiberoptik transilüminasyon aydınlatma yönteminin, C-şekilli kanal sisteminin ayırt edilmesinde etkili olduğu bildirilmiştir.³² Ek olarak, dental operasyon mikroskobu kullanılması da kanal girişinin görülmesini kolaylaştırır ve daha efektif bir tedavi yapılmasını sağlar.^{13, 37, 38}

TEDAVİ YAKLAŞIMI

Endodontik tedavi yapılmasına karar verilen dişlerde, klinik ve radyografik değerlendirmeden sonra ilk aşama giriş kavitesinin açılmasıdır. C-şekilli kanallarda görülen farklı pulpa odası morfolojileri, giriş kavitesi esnasında bir takım iyatrojenik komplikasyonlara yol açabileceğinden pulpa odası tabanının anatomisini doğru kavramak çok önemlidir.³⁶ Krasner ve Rankow³⁹ çekilmiş dişlerin pulpa odaları ve kanal girişlerini inceledikleri çalışmalarında, bazı kurallar ortaya koymuşlardır. C-şekilli kanallar bu kurallardan; pulpa odasının tabanının renginin duvarlardan daha koyu olması ve kanal girişlerinin pulpa odası duvarları ile tabanının birleşiminde yer alması gibi kurallara uyum göstermektedir.³⁹ Fan ve ark.⁸ C-kanala sahip mandibular ikinci molar dişlerin %83.3'ünde kanal girişlerinin mine-sement sınırının 2 mm altında, %98.1'inde ise 3 mm altında yer aldığını göstermişlerdir.

C-şekilli kanal morfolojisinin komplike bir yapıya sahip olması, kanal içerisinde düzensiz alanlara ve dolayısıyla yumuşak doku kalıntıları veya enfekte debris için retantif alanlara zemin oluşturur. Bu alanların yetersiz temizlenmesi ve doldurulması da kanal tedavisinin başarısını olumsuz yönde etkilemektedir. Bu nedenle, normal tedavi prosedürlerine ek bazı uygulamalar ve modifiye edilmiş teknikler ile bu olumsuzluklar elimine edilmeye çalışılır.⁴⁰⁻⁴² Giriş kavitesi açılması, şekillendirme, dolun ve kanal postu yerleştirilmesine kadar tüm endodontik tedavi aşamalarında birtakım zorluklarla karşılaşmaktadır.²⁰

Kanalların temizlenmesi ve şekillendirilmesi esnasında kanal arası bağlantılar tedavi başarısı açısından çok önem taşımaktadır. Köklerin füzyonu genellikle bukkalde olduğundan, furkal tarafa bakan kanal duvarı çok incedir. Apikalde ise kanal boşluğu kökün ortasında yer aldığından durum farklıdır.⁴¹ Şekillendirme sırasında ince olan furkal duvarda perforasyon riski yüksektir. Kanallar arasındaki bağlantılar çok fazla genişletilmemelidir, aksi halde perforasyon olası bir komplikasyondur.³⁷ Kanal

boşluğu ince bir şerit şeklinde ve genelde kökün lingual kısmında bulunduğundan, koronalde antıkurvatür eğeleme tekniği kullanılması perforasyonların önlenmesini sağlayacaktır. Eğeleme bukkal yönde yapıldığında perforasyon riski azalır.³² Öte yandan, kanallar arasındaki bağlantılar pulpa kalıntıları ve debris içerebileceğinden bakterilerin en fazla bulunacağı yerler olarak değerlendirilir.⁴³ C-şekilli kanalların temizlenme etkinliğinin incelendiği çalışmalarda temas edilemeyen alanların varlığı gösterilmiştir.^{2,41,44} Şekillendirilme sırasında el aletlerinin kullanımı düzensiz alanlar ve bağlantılarda debris birikimi ile sonuçlanmaktadır.² Ancak, el aletleri ile çevresel ve antıkurvatür eğeleme yapıldığında, Nikel-Titanyum (Ni-Ti) döner aletlere göre daha az enstrumante edilmemiş alanın görüldüğü rapor edilmiştir.⁴⁴ Aynı çalışmada el aletleri ile birlikte kullanılan Gates-Glidden frezlerinin kökün koronal ve orta bölgelerinde fazla dentin kaldırılmasına yol açtığı bildirilmiştir.⁴⁴ Kanallar arası bağlantıda en fazla 25 numaralı ege kullanılması gerektiği söylenmiştir.³² Ni-Ti döner aletlerin ise anormal bir kanal şekline veya kanal duvarlarında fazla bir incelmeye yol açmadığı vurgulanmıştır.⁴¹

Sadece mekanik preparasyonun C-şekilli kanalların kompleks yapısının temizlenmesinde yeterli olmayacağı düşünülmektedir. Çünkü C-şekilli kanal sisteminin ana kanallarını birbirine bağlayan şerit şeklindeki bağlantılara Ni-Ti aletlerin girmesi çok zordur. Ayrıca özel tasarımları ve yüksek elastiklik özellikleri ana kanalların merkezinde kalmalarını sağlamaktadır.⁴⁴ Bu nedenle irigasyon ve dezenfeksiyon bu kanallar için ayrı bir önem taşımaktadır. Kök kanallarında etkin bir temizleme sağlanabilmesi için ultrasonik irigasyon ile desteklenmesi gerektiği çalışmalarda vurgulanmaktadır.^{41, 44} Ancak ultrasonik aletlerin de agresif kullanımı perforasyona yol açabileceğinden dikkatli kullanılmalıdır.³² Fotodinamik tedavinin de bu tür dişlerde etkin bir dezenfeksiyon yöntemi olduğu bildirilmiştir.⁴⁵ C-şekilli kanalların temizlenmesinde etkili olabileceği düşünülmüş başka bir sistem de yeni geliştirilen ve ağımsı yapısı ile kanal duvarlarına adapte olabilen ve anatomik şekillendirme yapan Self-Adjusting File (SAF) (Re-Dent, Nova, İsrail) sistemidir. Yapılan bir çalışmada, SAF sisteminin C-şekilli kanallarda ProTaper Universal döner alet sistemine göre daha etkili olduğu, kanal duvarları ile diğer sistemlere göre daha fazla temas sağladığı gösterilmiştir.⁴⁶ Bu tip morfolojiye sahip dişlerde Ni-Ti döner sistemler ile bahsedilen yardımcı tekniklerin kombine edilmesi tedavi başarısını artırmada önemli rol oynayacaktır.⁹

Kök kanallarının hermetik sızdırmaz bir şekilde doldurulması ve bakteri geçişinin engellenmesi çok önemli bir safhadır. C-şekilli kanalların doldurulmasında klasik dolum teknikleri modifiye edilebilir. Mezyolingual ve distal kanallar standart kanallar gibi doldurulabilir ancak bukkaldeki isthmusun sadece lateral kondensasyon kullanılarak doldurulması imkânsızdır. Bu bölgede spreader uygulaması zor olacağından termoplastik dolum yöntemleri tercih edilebilir.²⁰ Microseal tekniğinin modifiye edilerek C-şekilli kanalların doldurulduğu bir çalışmada en az güta-perka görülen alan apikal bölge olmuştur, C-kanal konfigürasyonları ve kök tipleri arasında dolum açısından bir farklılık gözlenmemiştir.⁴² Bu dişlerde kanal içi post yapılacağı zaman distal kök tercih edilmelidir.⁴⁷ Mezyobukkal ve mezyolingual alanlara post yerleştirilmeye çalışılması perforasyona yol açabilir. Ayrıca post kalınlığı da mümkün olduğunca ince tutulmalıdır.²⁰ Caputo ve Standlee⁴⁸ kanal postlarının etrafında en az 1mm sağlıklı dentin bulunması gerektiğini vurgulamışlardır. C-şekilli kanallarda özellikle furkal tarafa bakan kanal duvarının 1mm'den daha fazla olmadığı gözlemlenmiştir.⁴¹ Bu durumda prefabrike postlar yerine, amalgam, kompozit, veya örgü fiberler kullanılarak korona-radiküler post kor tekniği tercih edilebilir. Ayrıca Grande ve ark.⁴⁹ bu dişlerde anatomik olarak adapte edilen fiber post tekniğinin de kullanılabileceğini bildirmişlerdir.

Endodontik cerrahi gerektiğinde ise, hekim bu kompleks anatominin zorluklarının farkında olmalıdır. Furkasyonun olmayışı bu dişlerde hemiseksiyon ve kök amputasyonu gibi tedavi seçeneklerini ortadan kaldırır. Retropreparasyon ve retrograd dolgu aşamalarında kanallar arasındaki bağlantılar birtakım zorluklar oluşturmaktadır. Bu aşamada dişin çekilmesi, retrograd dolgu yerleştirilmesi ve istemli replantasyonu düşünülebilir.²⁰ Kökün konik şeklinden dolayı dişin kırılmadan çekilebilmesinin olası olduğu bildirilmiştir.³²

SONUÇ

Bu anatomik varyasyonun teşhis ve tedavi başarısı, preoperatif olarak elde edilen radyolojik bulguların klinik bulgular ile kombine edilmesine bağlıdır. Morfolojik özelliklerin detaylı analizi konvansiyonel radyografilere ek olarak, gerekli olan durumlarda faydalanılan ve kök kanal sisteminin üç boyutlu ve kesitsel olarak incelenmesine olanak sağlayan KIBT ile mümkündür. C-şekilli kanal sistemleri için planlanan endodontik tedavi öncesi klinisyen,

gelişebilecek komplikasyonlar hakkında bilgi sahibi ve hazırlıklı olmalıdır.

KAYNAKLAR

- Manning SA. Root canal anatomy of mandibular second molars. Part II. C-shaped canals. *Int Endod J* 1990; 23: 40-45.
- Melton DC, Krell KV, Fuller MW. Anatomical and histological features of C-shaped canals in mandibular second molars. *J Endod* 1991; 17: 384-388.
- Seo MS, Park DS. C-shaped root canals of mandibular second molars in a Korean population: clinical observation and in vitro analysis. *Int Endod J* 2004; 37: 139-144.
- Zhang R, Wang H, Tian YY, et al. Use of cone-beam computed tomography to evaluate root and canal morphology of mandibular molars in Chinese individuals. *Int Endod J* 2011; 44: 990-999.
- Weine FS, Pasiewicz RA, Rice RT. Canal configuration of the mandibular second molar using a clinically oriented in vitro method. *J Endod* 1988; 14: 207-213.
- Fan W, Fan B, Gutmann JL, Cheung GS. Identification of C-shaped canal in mandibular second molars. Part I: radiographic and anatomical features revealed by intraradicular contrast medium. *J Endod* 2007; 33: 806-810.
- Zheng Q, Zhang L, Zhou X, 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: 857-862.
- Fan B, Cheung GS, Fan M, Gutmann JL, Bian Z. C-shaped canal system in mandibular second molars: Part I--Anatomical features. *J Endod* 2004; 30: 899-903.
- Kato A, Ziegler A, Higuchi N, et al. Aetiology, incidence and morphology of the C-shaped root canal system and its impact on clinical endodontics. *Int Endod J* 2014.
- Cooke HG, 3rd, Cox FL. C-shaped canal configurations in mandibular molars. *J Am Dent Assoc* 1979; 99: 836-839.
- Carlsen O, Alexandersen V, Heitmann T, Jakobsen P. Root canals in one-rooted maxillary second molars. *Scand J Dent Res* 1992; 100: 249-256.
- De Moor RJ. C-shaped root canal configuration in maxillary first molars. *Int Endod J* 2002; 35: 200-208.
- 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: 162-166.
- 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: 932-936.
- Boveda C, Fajardo M, Millan B. Root canal treatment of an invaginated maxillary lateral incisor with a C-shaped canal. *Quintessence Int* 1999; 30: 707-711.
- Al-Fouzan KS. C-shaped root canals in mandibular second molars in a Saudi Arabian population. *Int Endod J* 2002; 35: 499-504.
- 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: 268-271.
- Weine FS, Hayami S, Hata G, Toda T. Canal configuration of the mesiobuccal root of the maxillary first molar of a Japanese sub-population. *Int Endod J* 1999; 32: 79-87.
- Zheng Q, Zhang L, Zhou X, 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: 857-862.
- Jafarzadeh H, Wu YN. The C-shaped root canal configuration: a review. *J Endod* 2007; 33: 517-523.
- 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: 10-13.
- Helvacioğlu-Yigit D, Sinanoğlu 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.
- Cimilli H, Cimilli T, Mumcu G, Kartal N, Wesselink P. Spiral computed tomographic demonstration of C-shaped canals in mandibular second molars. *Dentomaxillofac Radiol* 2005; 34: 164-167.
- 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: 494-499.
- Demirbuga S, Sekerci AE, Dincer 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: e737-744.
- Fava LR, Weinfeld I, Fabri FP, Pais CR. Four second molars with single roots and single canals in the same patient. *Int Endod J* 2000; 33: 138-142.
- He W, Wei K, Chen J, Yu Q. Endodontic treatment of maxillary first molars presenting with unusual asymmetric palatal root

- morphology using spiral computerized tomography: a case report. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2010; 109: e55-59.
28. Chai WL, Thong YL. Cross-sectional morphology and minimum canal wall widths in C-shaped roots of mandibular molars. *J Endod* 2004; 30: 509-512.
 29. Jung HJ, Lee SS, Huh KH, et al. Predicting the configuration of a C-shaped canal system from panoramic radiographs. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2010; 109: e37-41.
 30. Lambrianidis T, Lyroutdia K, Pandelidou O, Nicolaou A. Evaluation of periapical radiographs in the recognition of C-shaped mandibular second molars. *Int Endod J* 2001; 34: 458-462.
 31. Fan B, Cheung GS, Fan M, Gutmann JL, Fan W. C-shaped canal system in mandibular second molars: Part II--Radiographic features. *J Endod* 2004; 30: 904-908.
 32. Jerome CE. C-shaped root canal systems: diagnosis, treatment, and restoration. *Gen Dent* 1994; 42: 424-427; quiz 433-424.
 33. Sinanoglu A, Helvacioglu-Yigit D. Analysis of C-shaped Canals by Panoramic Radiography and Cone-beam Computed Tomography: Root-type Specificity by Longitudinal Distribution. *J Endod* 2014; 40: 917-921.
 34. 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: 212-215.
 35. Yang ZP, Yang SF, Lin YC, Shay JC, Chi CY. C-shaped root canals in mandibular second molars in a Chinese population. *Endod Dent Traumatol* 1988; 4: 160-163.
 36. Min Y, Fan B, Cheung GS, Gutmann JL, Fan M. C-shaped canal system in mandibular second molars Part III: The morphology of the pulp chamber floor. *J Endod* 2006; 32: 1155-1159.
 37. Vertucci FJH, J.E., Tooth Morphology and Access Cavity Preparation. S.H. Cohen, K.M., Ed Pathways of the Pulp. St.Louis. Mosby; 2011, p. 217-219.
 38. Boveda C, Fajardo M, Millan B. Root canal treatment of an invaginated maxillary lateral incisor with a C-shaped canal. *Quintessence Int* 1999; 30: 707-711.
 39. Krasner P, Rankow HJ. Anatomy of the pulp-chamber floor. *J Endod* 2004; 30: 5-16.
 40. Liewehr FR, Kulild JC, Primack PD. Obturation of a C-shaped canal using an improved method of warm lateral condensation. *J Endod* 1993; 19: 474-477.
 41. Cheung LH, Cheung GS. Evaluation of a rotary instrumentation method for C-shaped canals with micro-computed tomography. *J Endod* 2008; 34: 1233-1238.
 42. Ordinola-Zapata R, Bramante CM, de Moraes IG, et al. Analysis of the gutta-percha filled area in C-shaped mandibular molars obturated with a modified MicroSeal technique. *Int Endod J* 2009; 42: 186-197.
 43. Vertucci FJ. Root canal morphology and its relationship to endodontic procedures. *Endodontic Topics* 2005; 10: 3-29.
 44. Yin X, Cheung GS, Zhang C, et al. Micro-computed tomographic comparison of nickel-titanium rotary versus traditional instruments in C-shaped root canal system. *J Endod* 2010; 36: 708-712.
 45. Hamblin MR, Hasan T. Photodynamic therapy: a new antimicrobial approach to infectious disease? *Photochem Photobiol Sci* 2004; 3: 436-450.
 46. Solomonov M, Paque F, Fan B, Eilat Y, Berman LH. The challenge of C-shaped canal systems: a comparative study of the self-adjusting file and ProTaper. *J Endod* 2012; 38: 209-214.
 47. Grocholewicz K, Lipski M, Weyna E. Endodontic and prosthetic treatment of teeth with C-shaped root canals. *Ann Acad Med Stetin* 2009; 55: 55-59.
 48. Caputo AA, Standlee JP. Pins and posts--why, when and how. *Dent Clin North Am* 1976; 20: 299-311.
 49. Grande NM, Butti A, Plotino G, Somma F. Adapting fiber-reinforced composite root canal posts for use in noncircular-shaped canals. *Pract Proced Aesthet Dent* 2006; 18: 593-599; quiz 600.

Yazisma Adresi:

Yard. Doç. Dr. Dilek Helvacioğlu Yiğit
Kocaeli Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Endodonti
Anabilim Dalı, Yuvacık, Başiskele, 41190 Kocaeli,
Türkiye
Tel: +90 532 526 76 08
E-posta: dhelvacioglu@gmail.com