

# Kök Kanal Tedavi İşlemleri Esnasında Kök Kanal İçerisinde Kırılan Kanal Aletlerinin Uzaklaştırılması: Olgu Serisi

## Retrieval of the Separated Canal Instruments Within the Root Canal During Root Canal Treatment Procedures: Case Series

### ÖZ

Kök kanal sisteminin şekillendirilmesi sırasında oluşan kanal içinde alet kırılması istenmeyen ve tedavi başarısını olumsuz etkileyebilen komplikasyonlardan biridir. Kanal aletlerine aşırı kuvvet uygulanması ve defalarca kullanılması alet kırılmasının başlıca nedenlerindedir. Klinikte alet kırığı ile karşılaşan hekim hastayı bilgilendirmeli ve aletin yanından geçme, aleti çıkarma ya da olduğu yerde bırakma gibi tedavi seçenekleri konusunda hastayı bilgilendirmelidir. Bu olgu serisinde klinikte karşımıza çıkan çeşitli alet kırığı vakaları ve tedavileri anlatılmıştır. Bu vakalarda Masserann kiti ve ultrasonikler kullanılmıştır. Alet kırıklarının çıkarılmasında gelişmiş alet ve yöntemlerin kullanılmasının yanısıra hekimin klinik tecrübesi de bu olgulardaki başarı şansını artırmaktadır.

**Anahtar sözcükler:** Masserann Kit, Ultrasonik, Kırık kanal eğesi, Kök kanal tedavisi

### ABSTRACT

Separation of endodontic instrument within the root canal is an unwanted complication during root canal preparation that could effect treatment outcome negatively. Main reasons of instrument separations are using extensive force and repeated use of file. When an instrument separation occurs clinician should inform the patients about the treatment options which are removing the fragment, bypassing the fragment or cleaning/shaping and filing of the root canal to the level of the fragment. This article reports series of separated instrument cases that occurs in clinics and its management. In these cases Masserann kit and ultrasonics were used. While removing a broken instrument, using the combination of improved armamentarium and treatment by an experienced specialist might increase the success rate..

**Key words:** Masserann Kit, Ultrasonic, Separated files, Root canal treatment

Burcu BİLGİN  
Ersan ÇİÇEK

Bülent Ecevit Üniversitesi,  
Diş Hekimliği Fakültesi,  
Endodonti Anabilim Dalı,  
Zonguldak, Türkiye



Geliş tarihi / Received : 01.11.2015  
Kabul tarihi / Accepted : 30.11.2015  
DOI: 10.21306/jids.2015.1.12

### GİRİŞ

Endodontik işlemler sırasında kanal eğelerinin kırılması tüm metalürjik gelişmelere rağmen hâlâ karşımıza çıkan ve prognozu olumsuz etkileyen klinik komplikasyonlardan biridir (1, 2). Kanal eğesinin kırılmasının birçok sebebi olmasına rağmen tam olarak nedeni anlaşılamamaktadır (3, 4). Bu durum genel nedenler (torsiyon ve bükülme) ve tamamlayıcı faktörlerin etkileşiminin yansımaları olarak klinikte karşımıza çıkmaktadır. Bu yüzden yeni geliştirilen kök kanal enstrümanlarının amacı daha iyi bir performans

### İletişim Adresi/Corresponding Adress:

Burcu BİLGİN  
Bülent Ecevit Üniversitesi,  
Diş Hekimliği Fakültesi,  
Endodonti Anabilim Dalı,  
Zonguldak, Türkiye,  
Tel/Phone: 0 372 261 3413  
E-posta/E-mail: dt.burcu\_bilgin@hotmail.com

göstermesi ve kanal eğesi kırılması da dahil olmak üzere daha az komplikasyon oluşturmasıdır.

Nikel-titanyum (Ni-Ti) kanal eğelerinin gelişmesi ile birlikte kanal eğelerinde daha az kırılma beklenmesine rağmen, durum hiç de beklenildiği gibi olmamıştır. Birçok çalışmada Ni-Ti kanal eğelerinin kırılma oranının %1.3-10 olduğu bildirilmiştir (5,6,7,8). Bunun aksine paslanmaz çelik kanal eğlerdeki kırık oranı %0.25-6 olarak bildirilmiştir (5,8).

Deneyimli hekimlerin bile karşılaştığı bu olumsuz durum klinisyenleri tedavi sırasında, hastaları da tedavinin uzun sürmesi ve fazladan diş hekimi randevusu gerektirebildiğinden dolayı zor durumda bırakmaktadır (4). Kırık aletin yanından geçilmesi (by-pass) ya da çıkartılması kanalın etkili şekilde yıkanması, şekillendirilmesi ve doldurulması için gereklidir. Uzun dönemdeki prognoz dişin tedavi öncesindeki durumuna bağlıdır (10). Aynı zamanda kanal içinde alet kırıldığı anda kanal preparasyonunun hangi aşamada olduğu, kanal anatomisi, kırılan parçanın pozisyonu ve tipi prognozu etkilemektedir (11). Enfekte pulpalı dişlerde kırık parçanın çıkartılmasının tedavi başarısını olumlu etkilediği fikri yaygın olmasına rağmen, istatistiksel olarak belirgin bir farklılık bulunmamıştır (12).

Kırık eğenin çıkartılması gerekliliğine karar verilen vakalarda kırık parçanın kanaldan çıkartılması için birçok değişik alet ve teknik kullanılmaktadır (13).

Masserann tekniği kırık eğe çıkarma tekniklerinden biridir. Masserann içinde farklı renklerle kodlanmış trepan frezler ve ekstraktör tüp içeren bir kittir. Trepan frezler saat yönünün tersine dönerek sıkışıp kanal içinde kırılmış olan eğenin çevresindeki dentini kaldırarak ekstraktör tüpün girebileceği bir boşluk oluşturmaktadır. 1.2 mm ve 1.5 mm çapında iki farklı boyutta bulunan ekstraktör tüpler oluşturulan boşluğa kırık parçayı çevreleyecek şekilde yerleştirilir. Ekstraktör tüpün içinde bulunan piston çevrildiğinde kırık parçanın sıkışıp kitlenmesini sağlar böylece kırık kanal eğesi tutulup kanaldan çıkartılabilmektedir (14-16).

Ultrasonik enstrümanlar kök kanalının farklı kısımlarında kullanılmak üzere farklı boy ve çaptaki alaşım uçları olan aletlerdir (17). Birçok ultrasonik uç elmas ya da zirkonyum nitrat kaplı paslanmaz çelik kordan oluşmaktadır. Böylece aletin hem ucu hem de yan duvarları aşındırıcı özellik kazanmaktadır. Tersine titanyum uçların sadece uç kısmı çalışır ve esnek olduklarından eğimli kanallarda kullanılabilirler yine de dentin de körlemesine yapılan bir aşındırma perforasyonlara neden olabilmek-

tedir. Ultrasonik uç düşük güçde aktive edilir ve kırık eğe parçasının etrafındaki dentin kaldırılır. Kaldırılan dentin ve oluşan vibrasyon sayesinde kırık kanal eğesi sıkıştığı yerden gevşer ve genelde kendiliğinden kanaldan dışarı doğru hareketlenir. Eğer dikkat edilmez ve ultrasonik uca aşırı baskı uygulanırsa kırık alet apikale doğru itilebilir ya da ultrasonik uç kırılıp daha karmaşık komplikasyonlara neden olabilmektedir (18-20).

Bu olgu sunumu dört farklı kanal içi eğe kırılığının messeran ve ultrasoniklerle çıkarılmasını anlatmayı amaçlamaktadır.

## OLGU SUNUMU

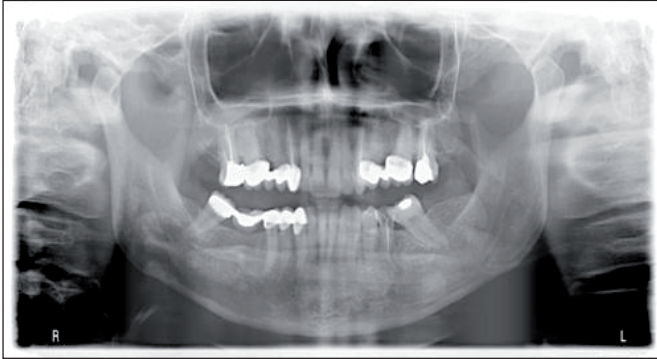
**Olgu 1:** 37 yaşında bayan hasta #35 nolu dişin protetik rehabilitasyonu amacıyla başvurduğu klinikte radyografik muayene sonucu fark edilen yetersiz kanal tedavisinin yenilenmesi amacıyla kliniğimize yönlendirilmiştir.

Hastanın belirgin bir ağrı şikayeti olmamasına rağmen, radyografik muayenede #35 nolu dişin kurvatürlü bir kökü olduğu ve kök ucunda lezyon olduğu tespit edilmiştir. İlgili dişin kök kanal tedavisinin yenilenmesi (Retreatment) planlanmıştır. Mevcut restorasyonun uzaklaştırılmasının ardından, giriş kavitesi açılarak kanal dolgusunun uzaklaştırma işlemine başlanmıştır. Kanal dolgusunun uzaklaştırılması için kök kanal sisteminin servikal bölgesinde kanal dolgusu Gates-Glidden 3-4 frezleri (Maillefer, Ballaigues, İsviçre) kullanılarak, kullanılacak olan güta-perka çözücü için rezervuar bir alan oluşturulmuştur. Güta-perka çözücü olarak hastayı rahatsız etmeyen kokuya ve organik içeriğe sahip olan portakal yağı tercih edilmiştir. Portakal yağı rezervuar alana 0.2 ml damlatılarak yaklaşık 3 dk bekledikten sonra, kök kurvatürüne kadar olan kanal dolgusunun sökümü ProTaper Retreatment NiTi döner eğe sistemi (Protaper Maillafer, Dentsply, Ballaigues, İsviçre) kullanılarak yapılmıştır. Kanal F3 (30/.06) kadar genişletilmiştir. Kurvatürden sonraki kanal dolgusunun sökümünde paslanmaz çelik el eğeleri (Kerr, Maillefer Instruments SA, İsviçre) tercih edilmiştir. Bu prosedür sırasında #25 nolu H tipi kanal eğesi kanal kurvatürü hizasında kırıldı.

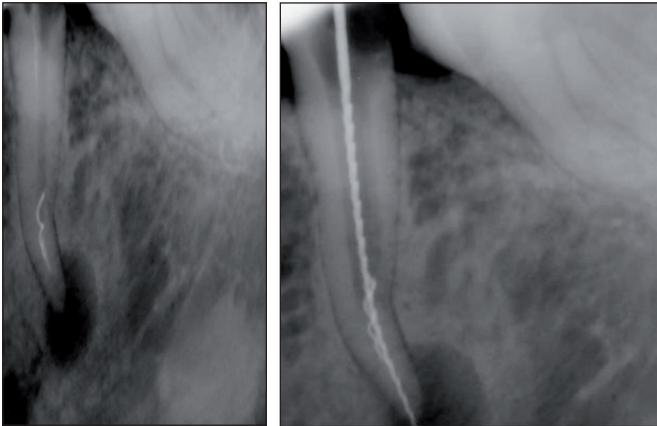
Masserann micro kit (Micro-Mega, Besancon, Fransa) ve ultrasonik ile çevresindeki dentin duvarı kaldırılmıştır. #25 nolu H tipi (Kerr, Maillefer Instruments SA, İsviçre) eğe ile kanal içerisindeki kırık aletin yanından geçildi ve daha sonra kanala #15 nolu başka bir H tipi eğe ile kırık parça sıkıştırılarak çıkartılmıştır.

Daha sonra NiTi döner (Protaper Maillafer, Dentsply, Ballaigues, İsviçre) aletlerle kök kanal preparasyonu bitirilmiştir. Şekillendirme sırasında %2.5 lik sodyum

hipoklorit kullanılmıştır. Smear tabakasının kaldırmak için final irigasyonu olarak %5.25 lik sodyum hipoklorit ve %17 lik EDTA kullanılmıştır. Pansuman amacıyla iki hafta süreyle kalsiyum hidroksitle (Cerkamed, Stalowa Wola, Polonya) bekletilmiştir. Hasta iki hafta

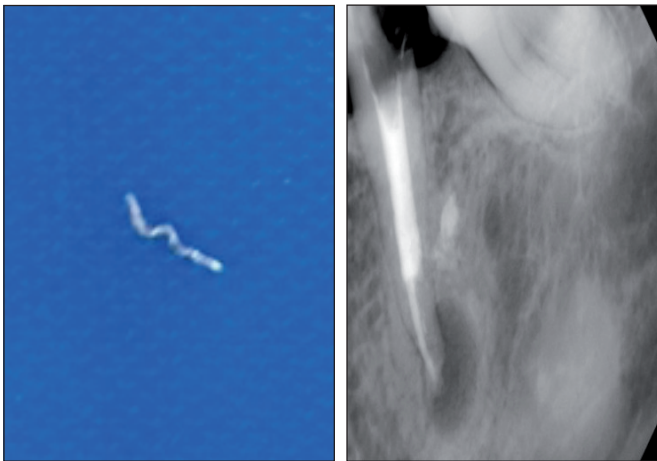


Şekil 1: Olgu 1'e ait preoperatif radyografi.



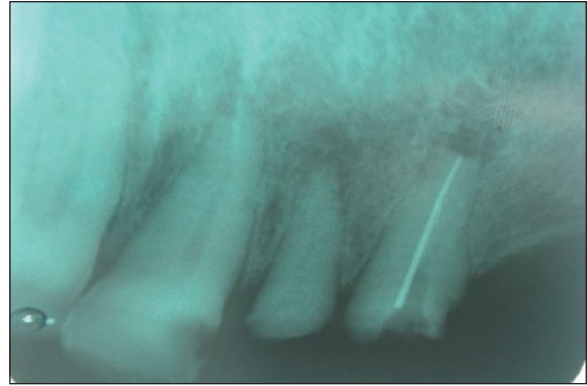
Şekil 2: Kanal içinde kırılan H tipi eğenin radyografisi.

Şekil 3: Kırık kanal eğesinin yanından geçilmesi.

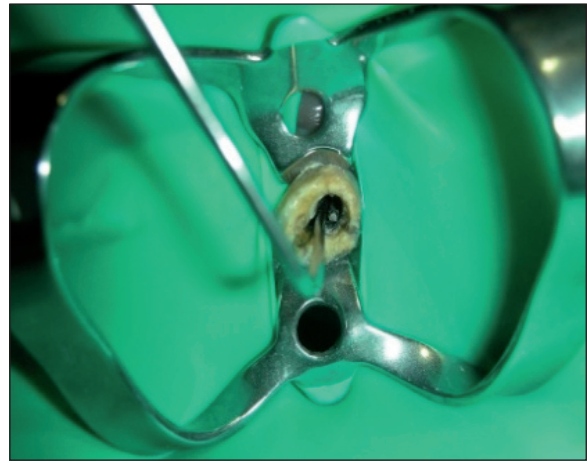


Şekil 4: Kanaldan çıkarılan kırık kanal eğesi.

Şekil 5: Kök kanal dolgusunun tamamlanmış radyografisi.



Şekil 6: Olgu 2'e ait preoperatif radyografi.



Şekil 7: Kırık kanal eğesinin intraoral olarak görüntüsü.

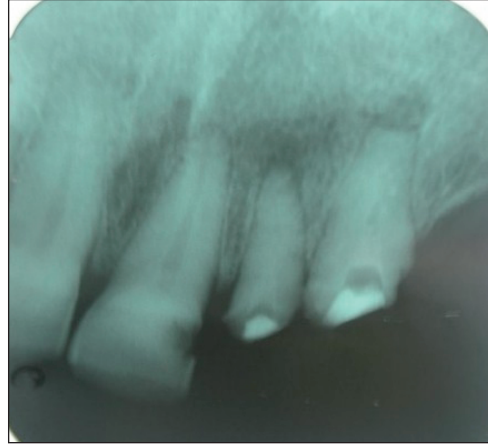
sonra semptomsuz olarak kliniğe geldiğinde kanaldan kalsiyum hidroksiti uzaklaştırmak için pasif ultrasonik irigasyonu (VDW, Munich, Almanya) kullanılmıştır.

Kanal dolgusu gutta perka ve AH Plus (Dentsply DeTrey, Konstanz, Almanya) kullanılarak, sıcak vertikal kompaksiyon yöntemiyle yapılmış ve hasta protetik rehabilitasyon için yönlendirilmiştir.

**Olgu 2:** 52 yaşında bayan hasta sol üst ön bölgesinde palpasyonda ve ısırma sırasında ağrı ile kliniğimize başvurmuştur. Alınan anemnez ve yapılan radyografik muayene sonucunda 23 nolu dişe 15 yıl önce kanal tedavisi ve apikal rezeksiyon yapıldığı öğrenilmiştir. Alınan periapikal radyografide önceki kanal tedavisi sırasında kanalda alet kırıldığı tespit edilmiştir. 22 nolu dişte de lezyon mevcut olduğu gözlenmiştir. 23 nolu dişteki kanal aleti ultrasonik (VDW, Munich, Almanya) ile çıkartılmıştır. Daha sonra kanal enstrümantasyonu paslanmaz çelik eğelerle (Kerr, Maillefer Instruments SA, İsviçre) tamamlanmıştır. Dişe daha önceden apikal rezeksiyon yapıldığı ve apikal daralım olmadığından çalışma boyu 1mm kısa tutularak apikal daralım (80/.02) oluşturul-



**Şekil 8:** Kök kanalından çıkarılan kırık kanal eğesi.



**Şekil 9:** Kırık kanal eğesi kanaldan uzaklaştırıldıktan sonraki radyografisi.



**Şekil 10:** Kök kanal dolgusunun tamamlanmış haldeki radyografisi.

muştur. Şekillendirme sırasında %2.5 lik sodyum hipoklorit kullanılmıştır. Smear tabakasının kaldırmak için final irigasyonu olarak %5.25 lik sodyum hipoklorit ve %17 lik EDTA kullanılmıştır. Pansuman amacıyla iki hafta kalsiyum hidroksitle (Calsipast Cercamed, Stalowa Wola, Polonya) bekletilmiştir. İki hafta sonra kalsiyum hidroksit pasif ultrasonik irigasyon ile uzaklaştırılmıştır. Kök kanalı lateral kompaksiyon yöntemi kullanılarak gütta perka ve AH Plus ile doldurulmuştur. Hasta bir ay sonra kontrol randevusuna çağrılmış ve kontrol radyografisi alınmıştır.

**Olgu 3:** 28 yaşındaki bayan hasta sağ üst tarafında ağrı ile kliniğe başvurmuş. Hastadan alınan anemnez ve yapılan muayene sonucunda hastanın 16 ve 17 nolu dişlerine 3 ay kadar önce kanal tedavisine başlanıldığı her iki dişte de kanal içinde alet kırığı olduğu ve kanal tedavisi tamamlanmadan son restorasyonun yapıldığı tespit edilmiştir.

Her iki dişteki kırık kanal aleti masserann micro kit (Micro-Mega, Besanc, on, Fransa) ve ultrasonik(VDW,

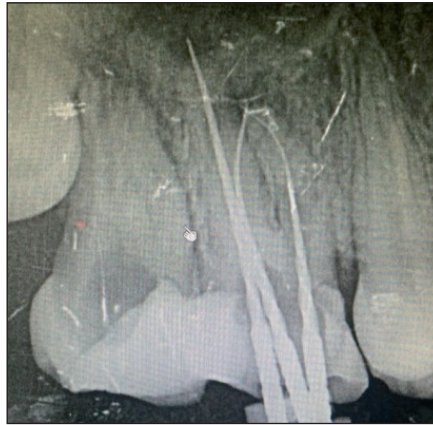
Munich, Almanya) kullanılarak çıkartılmıştır. Kanal enstürumantasyonu NiTi döner aletlerle (Protaper Mail-lafer, Dentsplay, Ballaigeus, İsviçre) apikal genişlik F3 (30/.06) olacak şekilde tamamlanmıştır. Şekillendirme sırasında %2.5 lik sodyum hipoklorit kullanılmıştır. Smear tabakasının kaldırmak için final irigasyonu olarak %5.25 lik sodyum hipoklorit ve %17 lik EDTA kullanılmıştır. Pansuman amacıyla iki kalsiyum hidroksitle (Calsipast Cercamed, Stalowa Wola, Polonya) bekletilmiştir. İki hafta sonra kalsiyum hidroksit pasif ultrasonik irigasyon ile uzaklaştırılmıştır. Kanal gütta perka ve AH Plus kullanılarak doldurulmuştur. Her iki dişinde restorasyonu amalgam ile tamamlanmıştır.

**Olgu 4:** 56 yaşında bayan hastanın ön sol üst santral dişine kanal tedavisine başlanmış daha sonra kırık alet nedeniyle kliniğimize yönlendirilmiştir.

Yapılan klinik muayene ve alınan radyografi sonrasında iki köklü olduğu anlaşılan 21 nolu dişin palatinal kanalında kırık alet tespit edilmiştir.



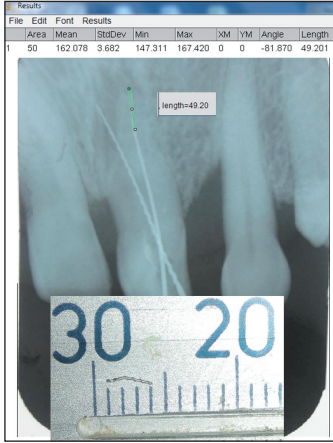
**Şekil 11:** Olgu 3'e ait preoperatif radyografi.



**Şekil 12:** Kök kanal boyunun saptanması.



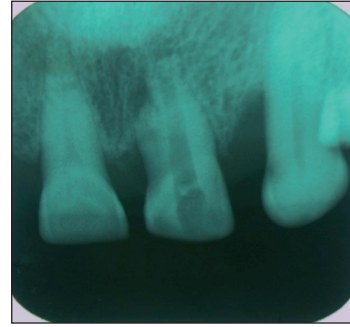
**Şekil 13:** Kök kanalı dolgusunun tamamlanmış radyografisi.



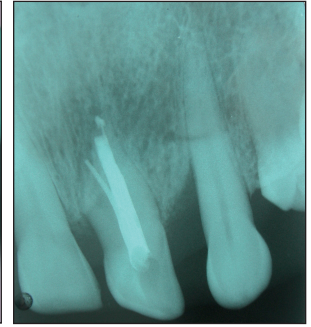
**Şekil 14:** Olgu 4'e ait çalışma uzunluğu tespit aşamasında apikalde kırılan parçanın görüntülenmesi ve uzunluğunun ölçülmesi.



**Şekil 15:** Kök kanalında kırılan eğenin Masserann ekstraktörü ile alınan radyografisi.



**Şekil 16:** Kırık kök kanal aleti çıkarıldıktan sonra alınan radyografisi.



**Şekil 17:** Kök kanal dolgusunun tamamlanmış haldeki radyografisi.

Palatinal kanalda bulunan kırık alet masserann micro kit (Micro-Mega, Besancon, Fransa) ile çıkartılmıştır. Daha sonra kanal enstrümantasyonu paslanmaz çelik eğelerle apikal çap bukkal kanalda 40/.02 (Kerr, Maillefer Instruments SA, İsviçre) olacak şekilde tamamlanmıştır. Şekillendirme sırasında %2.5 lik sodyum hipoklorit kullanılmıştır. Smear tabakasının kaldırmak için final irigasyonu olarak %5.25 lik sodyum hipoklorit ve %17 lik EDTA kullanılmıştır. Pansuman amacıyla iki kalsiyum hidroksitle (Calsipast Cercamed, Stalowa Wola, Polonya) bekletilmiştir. İki hafta sonra kalsiyum hidroksit pasif ultrasonik irigasyon ile uzaklaştırılmıştır. Kanal lateral kompaksiyon yöntemi ile gutta perka ve AH Plus kullanılarak doldurulmuştur. Hasta üç ay sonra kontrol randevusuna geldiğinde şikayetlerinin geçtiğini bildirmiştir.

## TARTIŞMA

Endodontik tedavi sırasında klinisyenin kontrolünde olan ve olmayan birçok işlemsel hata ortaya çıkabilmektedir. Paslanmaz çelik eğeler aşırı tork kuvveti nedeniyle kırılırken nikel titanyum eğeler torsiyonel kuvvetler ve döngüsel yükler nedeniyle kırılmaktadır (21). Enstrümantasyon hatalarına; aletin kor boyutu ve yüzey şekli, kanal kurvatürünün çapı, düz bir kanal girişi ve apikal rehberliğin olmayışı neden olmaktadır. Herhangi bir enstrüman son direnci aşıldığında ya da var olan bir çatlak operasyon sırasındaki yükleri karşılayamayıp boydan boya yayıldığında kanal aletinde kırık oluşabilmektedir (21). Kanal eğelerinin birçoğu kökün apikal üçlüsünde kırılmaktadır (22).

Kırık alet tek başına kök kanal tedavisinin başarısını etkilemese de kök kanal sisteminin uygun şekilde temizlenmesini engelleyebildiğinden uzun dönemdeki prognozu olumsuz olarak etkileyebilmektedir.

Kırık parçayı çıkarmak için yapılan işlemler sırasında basamak oluşumu, aşırı genişletme, apikal transportasyon ve/veya kanal perforasyonu meydana gelebilmektedir (23).

Basamak oluşumu sık karşılaşılan ve kök kanalının istenilen uzunlukta doldurulmasını engel olan bir komplikasyondur (24). Aşırı genişletme kök yapısını zayıflatan ve perforasyon riskini artıran durumlardan biridir (25,26).

Kanal perforasyonları ise kanal dolgusunun kalitesini (boşluklu ve homojen olmayan kanal dolgusu) etkileyen ve istenmeyen sonuçlara neden olan hatalardan biridir.

Apikal transportasyon preparasyonun normal kanal yolundan sapmasıdır ve özellikle düz bir giriş yolu olmadığında meydana gelmektedir. Bu da apikal tıkaç oluşturmada güçlüğüne neden olurken, ayrıca apikal sızdırmazlığı da olumsuz olarak etkileyebilmektedir (27).

Bu yüzden klinisyen kırık parçanın çıkarılması, by-pass (kırık parçanın yanından geçerek apikale ulaşılması) yapılması yada olduğu yerde bırakılması (21) seçeneklerini dikkatlice değerlendirmeli ve hastayı tedavi seçenekleri konusunda bilgilendirmelidir. Bu değerlendirme sırasında pulpanın durumu, kanal içi enfeksiyon, kanal anatomisi, kırılan aletin yapısı ve yeri göz önüne alınmalıdır. Uzun dönemdeki prognoz dişin tedavi öncesindeki durumuna bağlıdır (23).

Kırık aletin yanından geçilmesi ya da çıkartılması kanalın etkili şekilde yıkanması, şekillendirilmesi ve doldurulması için gereklidir (10).

Kırık aletin çıkarılması sırasında oluşabilecek komplikasyonları en aza indirmek için kırık parçanın çıkarılmasında önerilen rehber yol; kırık parçanın koranal kısmına direk görüş sağlanması, kök kanal anatomisinin bilinmesi, öncelikle kanal aletinin by-pass edilmesi ve doğru cihazların seçimidir (28-30).

Bu işlemler sırasında operasyon mikroskobu gibi gelişmiş cihazlar kullanılması ve deneyimli bir hekim başarı şansını artırmaktadır (19).

Yapılan kanal tedavilerin 10 yıllık takibinde kırık aletin başarı ile çıkarıldığı vakalarda tedavi başarı oranı %71.1 iken kırık aletin çıkartılmadığı vakalarda bu oran %56.6'dır. Özellikle enfekte köklü kanallarda geriye bakteri ve infekte pulpa artığı kalmaması için tüm tıkanıklıkların giderilmesi önemlidir (31).

Enfekte pulpalı dişler de dahil olmak üzere kırık parçanın çıkartılmadan kalmasının tedavi başarısının olumsuz yönde etkilemediği bildirilmiş olmasında rağmen (12), bu olgu sunumunda kırık kanal aletlerinin çıkarılmasının nedeni üç vakada hastanın semptomatik olması diğer vakada ise periapikal lezyonun olmasıdır.

Kırık aletlerin çıkarılmasında birçok farklı yöntem tanımlanmıştır. Kırık aletlerin çıkartılmasında kullanılan teknikler arasında; kimyasal solventlerle dentinin yumuşatılması, Mini forceps, hipodermik cerrahi enjektör uçları, eğelerle örgü yöntemi, Post sökücü sistemler, Masserann kiti, Ultrasonikler bulunmaktadır (13).

Bu olgu sunumunda Masserann kiti ve ultrasonikler kullanılmıştır. Masserann mikro kiti özellikle düz kanallarda kırık alet çıkartılmasında oldukça etkili bir yöntemdir. Yapılan in vivo bir çalışmada, Masserann mikro kiti kullanılarak kırık alet çıkartılmasının başarı oranı %55 bulunurken (32), Terauchi ve ark. (33) ex vivo bir çalışmada bu oranı % 91 olarak saptamışlardır. Bu yöntemin dezavantajı ise fazla miktarda sağlam dentin kaldırması ve eğimli kanallarda perforasyon riskinin yüksek olması nedeniyle kullanılamamasıdır (25, 34) Son zamanlarda, fazla miktarda sağlam dentin kaldırmadan kırık parçanın çıkarılması için en efektif yöntem ultrasonik ve uçlarıdır (24).

Ultrasonik ve uçları ile yapılan invivo çalışmalarda başarı oranı % 95 (19) ile % 67 (24) arasında değişmektedir.

Fakat kırık parça eğimli kökün dış duvarına sıkıştığında ultrasonik uçlarla gevşetirse dahi çıkartılması zor olabilir.

mektedir. Ayrıca, Ni-Ti döner aletler sürekli kırılma eğilimi gösterdiğinden ultrasonik uçlarla çıkartılması paslanmaz çelik eğelerin ultrasonik uçlarla çıkartılmasından daha zor olduğu bildirilmiştir (34).

## SONUÇ

Masseran tekniği sıkışmış kırık parçaların çıkartılmasında özellikle düz kanallarda ucuz ve etkili bir yöntemdir. Bununla birlikte, ultrasonik uçlar ise hem daha az sağlam dentin kaldırdığı hem de eğimli kanallarda da kullanılabilirdiği için günümüzde kırık alet çıkartılmasında yaygın olarak kullanılmaktadır.

## KAYNAKLAR

1. Strindberg L. The dependence of the results of pulp therapy on certain factors: an analytic study based on radiographic and clinical follow-up examination. *Acta Odontol Scand* 1956; 14: 1-175.
2. Torabinejad M, McDonald NJ. Endodontic surgery. In: Torabinejad M, Walton RE, editors. *Endodontics Principles and Practice*. 4th ed. St Louis: Elsevier Health Sciences; 2009. 357-375.
3. Bahcall JK, Carp S, Miner M, Skidmore L. The causes, prevention, and clinical management of broken endodontic rotary files. *Dent Today* 2005;24:74-80.
4. Madarati AA, Watts DC, Qualtrough AJ. Factors contributing to the separation of endodontic files. *Br Dent J* 2008; 204: 241-245.
5. Iqbal MK, Kohli MR, Kim JS. A retrospective clinical study of incidence of root canal instrument separation in an endodontics graduate program: a PennEndo database study. *J Endod* 2006; 32: 1048-1052.
6. Spili P, Parashos P, Messer HH. The impact of instrument fracture on outcome of endodontic treatment. *J Endod* 2005; 31: 845-850.
7. Wu J, Lei G, Yan M, Yu Y, Yu J, Zhang G. Instrument separation analysis of multi-used ProTaper Universal rotary system during root canal therapy. *J Endod* 2011; 37: 758-763.
8. Ramirez-Solomon M, Soler-Bientz R, de la Garza-Gonzalez R, Palacios-Garza CM. Incidence of LightSpeed separation and the potential for bypassing. *J Endod* 1997; 23: 586-587.
9. Crump MC, Natkin E. Relationship of broken root canal instruments to endodontic case prognosis: a clinical investigation. *J Am Dent Assoc* 1970; 80: 1341-1347.
10. Peters OA, Barbakow F, Peters CI. An analysis of endodontic treatment with three nickel-titanium rotary root canal preparation techniques. *Int Endod J* 2004; 37: 849-859.

11. Panitvisai P, Parunnit P, Sathorn C, Messer HH. Impact of a retained instrument on treatment outcome: A systematic review and meta-analysis. *J Endod* 2010; 36: 775-780.
12. Ungerechts C, Bårdsen A, Fristad I. Instrument fracture in root canals - where, why, when and what? A study from a student clinic. *Int Endod J* 2014; 47: 183-190.
13. Madarati AA, Hunter MJ, Dummer PM. Management of intracanal separated instruments. *J Endod* 2013; 39: 569-581.
14. Gencoglu N, Helvacioğlu D. Comparison of the different techniques to remove fractured endodontic instruments from root canal systems. *Eur J Dent* 2009; 3: 90-95.
15. Okiji T. Modified usage of the Masserann kit for removing intracanal broken instruments. *J Endod* 2003; 29: 466-467.
16. Torabinejad M, Lemon RR. Procedural accidents. In: Walton R, Torabinejad M, editors. *Principles and Practice of Endodontics*. 3rd ed. Philadelphia, Saunders; 2002. 310-330.
17. Plotino G, Pameijer CH, Grande NM, Somma F. Ultrasonics in endodontics: a review of the literature. *J Endod* 2007; 33: 81-95.
18. Krell KV, Fuller MW, Scott GL. The conservative retrieval of silver cones in difficult cases. *J Endod* 1984; 10: 269-273.
19. Cujé J, Bargholz C, Hülsmann M. The outcome of retained instrument removal in a specialist practice. *Int Endod J* 2010; 43: 545-554.
20. D'Arcangelo C, Varvara G, De Fazio P. Broken instrument removal: two cases. *J Endod* 2000; 26: 368-370.
21. Choksi D, Idnani B, Kalaria D, Patel RN. Management of an intracanal separated instrument: a case report. *Iran Endod J* 2013; 8: 205-207.
22. Al-Fouzan KS. Incidence of rotary ProFile instrument fracture and the potential for bypassing in vivo. *Int Endod J* 2003; 36: 864-867.
23. Cheung GS, Cuje J, Bargholz C, Hülsmann M. Instrument fracture: mechanisms, removal of fragments, and clinical outcomes. *Endod Topics* 2007; 16: 1-26.
24. Ward JR, Parashos P, Messer HH. Evaluation of an ultrasonic technique to remove fractured rotary nickel-titanium endodontic instruments from root canals: an experimental study. *J Endod* 2003; 29: 756-763.
25. Friedman S, Stabholtz A, Tamse A. Endodontic treatment: case selection and techniques. *J Endod* 1990; 16: 543-549.
26. Yared G. In vitro study of the torsional properties of new and used Profile nickel titanium rotary files. *J Endod* 2004; 30: 410-412.
27. Yousuf W, Khan M, Mehdi H. Endodontic procedural errors: frequency, type of error, and the most frequently treated tooth. *Int J Dent* 2015; 2015: 673914.
28. Grossman LI. Guidelines for the prevention of fracture of root canal instruments. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1969; 28: 746-752.
29. Madarati AA, Qualtrough AJ, Watts DC. Vertical fracture resistance of roots after ultrasonic removal of fractured instruments. *Int Endod J* 2010; 43: 424-429.
30. Abbott PV. Incidence of root fractures and methods used for post removal. *Int Endod J* 2002; 35: 63-67.
31. Sjogren U, Hagglund B, Sundqvist G, Wing K. Factors affecting the long-term results of endodontic treatment. *J Endod* 1990; 16: 498-504.
32. Sano S. A clinical study on the removal of the broken instrument in the root canal using Masserann kit. *Kanagawashikagu* 1974; 9: 50-57.
33. Terauchi Y, O'Leary L, Kikuchi I, Asanagi M, Yoshioka T, Kobayashi C, Suda H. Evaluation of the efficiency of a new file removal system in comparison with two conventional systems. *J Endod* 2007; 33: 585-588.
34. Suter B, Lussi A, Sequeira P. Probability of removing fractured instruments from root canals. *Int Endod J* 2005; 38: 112-123.