



Aydın Dental Journal

Journal homepage: <http://dergipark.ulakbim.gov.tr/adj>
DOI: 10.17932/IAU.DENTAL.2015.009/dental_v09i2008



Nikel Titanyum Döner Aletlere Başlangıcından Günümüze Genel Bakış An Overview of Nickel Titanium Endodontic Files from the Beginning to the Present

Süha Alpay*

ÖZET

Teknolojide yaşanan hızlı gelişmeler, hayatın her alanında yeniliklere yol açtığı gibi diş hekimliğinde de yeniliklere yol açmıştır. Özellikle endodonti diş hekimliğinde bu teknolojik gelişmelerin en fazla görüldüğü dallardan biridir. Döner alet sistemlerinin klinik pratiğine girmesiyle beraber kök kanal tedavilerinde yaşanabilecek komplikasyon riski en aza indirilip, daha başarılı kök kanal tedavileri yapılmaya başlanmıştır. Bu derlemede döner alet sistemlerinin yaşadığı tarihsel gelişmelerden ve çeşitli döner alet sistemlerinden bahsedilmektedir.

Anahtar Kelimeler: NiTi, Döner alet sistemleri, Kök kanal tedavisi

ABSTRACT

Rapid developments in technology have led to innovations in all areas of life, as well as innovations in dentistry. Especially in endodontics, it is one of the branches where these technological developments are seen the most. With the introduction of rotary systems into clinical practice, the risk of complications in root canal treatments has been minimized and more successful root canal treatments have begun. In this review, the historical developments experienced by rotary systems and various rotary systems are mentioned.

Keywords: NiTi, Rotary systems, root canal treatment

Giriş

1990'ların başından bu yana, nikel-titanyumdan (NiTi) üretilen çeşitli döner alet sistemleri endodonti pratiğinde uygulamaya sokulmuştur. Apikal boyut, koniklik açısı, eğenin yatay kesit, heliks açısı gibi özel tasarım özellikleri değişiklik gösterir. İlk sistemlerden bazıları piyasadan kaldırılmış veya sadece küçük roller oynamaktadır. ProTaper Universal gibi diğerleri hala yaygın olarak kullanılmaktadır. Sürekli olarak yeni tasarımlar üretilir, ancak klinik sonuçların (varsa) tasarım özelliklerine ne ölçüde bağlı olduğu tahmin etmek zordur.¹

Makalede açıklanan aletlerin çoğu bir taşlama işlemi ile üretilir, ancak bazıları lazerle dağlama, ısıtma altında plastik deformasyon ile üretilir. Bu işlemler sırasında, yüzey kalitesi yüksek düzeyde değildir. Yüzeyde çok fazla mikro pürüzlülük bulunmaktadır. Yüzey kalitesi önemli bir detaydır, çünkü yüzeysel kusurlardan kaynaklanan çatlaklar alet kırılmasında rol oynar.¹

Yüzeye electro-polishing işlemi uygulayarak ve titanyum nitrür ile kaplayarak yüzey kalitesi arttırılmaya çalışılmıştır. Titanyum nitrür ve benzeri işlemlerin kesme verimliliği üzerinde de olumlu bir etkisi olduğu görülmektedir.¹

NiTi metal alaşımının iki özelliği endodonti için çok önemlidir. Bunlar: süper esneklik ve döngüsel yorgunluğa karşı yüksek dirençtir. Bu iki özellik, sürekli dönen aletlerin eğimli kök kanallarında başarıyla kullanılmasına izin verir. Buna benzer pek çok değişken ve fiziksel özellik NiTi döner aletlerin klinik performansını etkiler.¹

Bu işlemlerin temel amacı, maksimum esneklik avantajının elde edilebilmesi için normal vücut sıcaklığında eğelere daha martensitik bir faz kazandırmaktır. Bu ısıl işlem görmüş kanal aletleri, geleneksel NiTi metal alaşımlarıyla karşılaştırıldığında gelişmiş döngüsel yorulma direncine sahiptir. NiTi metal alaşımları, esas olarak östenitik faz içeren aletler (geleneksel NiTi, M-Wire, R-Fazı) ve martensitik faz içerenler (CM-Wire, ProTaper Gold ve Vortex Blue) olarak alt sınıflara ayrılabilir. Östenitik alaşımlara dayalı aletler, stres kaynaklı martensitik dönüşüm nedeniyle süper elastik özelliklere sahiptir. Bunun aksine martensitik alaşımlar faz dönüşümü nedeniyle kolayca deforme olabilir ve ısıtıldıklarında şekil hafızası etkisi gösterebilirler.²

Endodontik aletlerin imalatında kullanılan NiTi alaşımları yaklaşık %56 (ağırlık) nikel ve %44 (ağırlık) titanyum içerir.⁴ Bununla birlikte, bu alaşımların bileşimindeki %0,1'lik bir değişiklik bile, dönüşüm sıcaklığında 10°C'lik bir değişikliğe neden olabilir ve bu, daha sonra bu alaşımların mekanik özelliklerini etkileyebilir. Oda sıcaklığında bu alaşımlar, kütle merkezli kübik bir yapı olan östenit formundadır. Soğuma sırasında östenit formu, klasik doğrusal termal büzülme nedeniyle martensit adı verilen monoklinik bir yapı haline gelir.²

Kök kanal aleti kırılması dahil olmak üzere NiTi döner alet sistemleri hakkında bilinenlerin çoğu klinik kullanım sonrası yapılan geri dönüşlerden alınmıştır. In-vitro araştırmalar NiTi metalurjisi ve kök kanal aleti performansı arasındaki ilişkiyi açıklığa kavuşturmaya devam etmektedir.¹

NiTi döner aletler, çeşitli klinik problemlerin insidansını önemli ölçüde azaltmıştır [örn. basamak oluşumu (zipping), transportasyon, perforasyon], ancak el aletlerinden biraz daha kolay kırıldığına inanılmaktadır. Kök kanal aleti kırılması, tek başına prognozu etkileyecek bir duruma yol açmaz. Bypass edilememesi veya çıkarılamaması durumunda kök kanalında oluşturduğu tıkanıklık nedeniyle yıkama solüsyonlarının apikal bölgeye erişimini sınırlar. Bu durum, kök kanal sisteminin yeterli derecede temizlenememesine yol açabilir.¹

NiTi metal alaşımlarının tanıtımı ve endodontik tedavinin otomasyonu, yaklaşık 200 yıllık tamamen manuel enstrümantasyon paradigmasını kıran büyük bir adımdı. Bununla birlikte, kök kanal şekillendirilmesi uygulaması, ister farklı tasarımlara sahip yeni kök kanal aletlerinin geliştirilmesi, NiTi metal alaşımların metalurjik özelliklerinin daha fazla ilerlemesi, daha dirençli ve esnek sistemler elde etme arayışı nedeniyle sürekli bir değişim halinde kalmıştır. Yeni hareket stratejilerinin (ileri geri hareket eden veya birleşik) dahil edilmesi, alet kırılma riskini azaltmıştır. Yakın zamanda yapılan çalışmalar, merkezi veya ileri geri hareket eden döner aletlerle kök kanal şekillendirilmesi sırasında duvarların önemli bir yüzdesine asla dokunulmadığını belirtmekte hemfikirlerdir. Tersine, eksantrik dönme hareketi, kök kanalı yüzeyi ile daha fazla temas noktaları oluşturduğundan, kanal aletinin döngüsel yorulma direncine katkıda bulunur. Mevcut literatür, kanal aletlerin esnekliğini arttırmak ve şekil

hafızası özelliklerini azaltmak için tasarlanmış, ısı işlem ve kontrollü hafıza ile NiTi metal alaşımlarının kullanımına yönelik bir eğilimi yansıtmaktadır. Klinik uygulamada, bu aletler önceden bükülebilir ve bu esnek şekli koruyarak, özellikle eğimli kök kanallarının şekillendirilmesini kolaylaştırır. CM aletleri, daha esnek oldukları için ve buna bağlı olarak sahip oldukları yüksek döngüsel yorulma dirençleri nedeniyle geleneksel aletlere göre daha fazla plastik deformasyon kapasitesine sahiptir. Bugüne kadar, optimal bir kök kanal hazırlığının tüm gerekliliklerini karşılayabilen bir endodontik alet mevcut değildir. Kök kanal şekillendirilmesinde etkinlik ve güvenliği birleştirebilecek bir sistem arayışında yeni materyaller ve çalışmalar geliştirilmelidir.³

Derlememizde, kök kanalı şekillendirilmesi için ABD ve Avrupa’da en yaygın olarak kullanılan döner alet sistemleri açıklanmaktadır. Bütün döner alet sistemlerinde amaç, belirli tasarım veya markadan bağımsız olarak tüm NiTi döner aletleri için geçerlidir. Ancak, beş tasarım grubunun ayrı ayrı analiz edilmesi gerekir. Bunlar:

- Grup I, LightSpeed,
- Grup II, Birçok Modeli İçeren # .04 ve # .06 Koniklik Açısına Sahip Rotasyon Yapararak Çalışan Döner Aletler,
- Grup III, Prokoniklik Gibi Değişken Koniklik Açısına Sahip Döner Aletler,
- Grup IV Respirokal Döner Aletler ve
- Grup V Özel Döner Aletler’dir.

Grup I: LightSpeed

LightSpeed eğelerinin özelliği, oldukça kısa, kök kanalı aletin boyutuna bağlı olarak 0,25 ile 1,75mm arasında çalışma uzunluğu olmasıdır. Apikal bölgede optimum kanal şekillendirilmesini sağlar. Sabit çalışma hızı 750-2500 RPM (round per minute/ dakika başı dönüş sayısı) arasındadır ve bu değer neredeyse diğer NiTi döner alet sistemlerinden hepsinden daha fazladır. Kök kanalı aletin ucunu, U-şeklinde bir kesit ve geniş lateral rehber yüzeylere sahip Batt uçtan oluşur. Kök kanalı aleti boyutu arttıkça, çalışma uzunluğu artar ve Batt ucun yiv aralıkları azalır. Kesici yüzeyleri kanal duvarına doğru nötral bir açı oluşturur. Kök kanalı aletin uzun ve ince şaftı,

geniş çaplı eğelerde bile yüksek esneklik özelliğini göstermesini sağlar. Özel tasarımı sayesinde, tüm LightSpeed eğelerinde kanal içindeki sürtünmeyi ciddi oranda azaltacak şekilde, kanal duvarı ile sadece marjinal kontakt mevcuttur. Başlangıç şekillendirmesi çalışma uzunluğu kadardır. Kök kanalı şekillendirilmesi sırasında koniklik açısının artırılması amacıyla step-back tekniği uygulanarak bitirilir.⁴

Grup II: #.04 ve #.06 koniklik açısına sahip döner aletler

Hero 642 çalışma uzunluğuna ulaşılarak kullanılan, üçgen kesitsel görüntüye ve kesici olmayan uça sahip döner alet sistemidir. Geleneksel NiTi metal yapısına sahiptir. 300-600 RPM hız değerleri arasında kullanılır. Önerilen herhangi bir tork değeri bulunmamaktadır. #20-#45 boyutlarına ve .02-.04-.06 koniklik açısına sahip seçenekleri vardır. NiTi kök kanal aletlerinin ilk örneklerinden olduğu için metalürjik olarak geleneksel yapıya sahiptir.⁵

Profile, çalışma uzunluğuna ulaşılarak kullanılan, “U” şekilli kesitsel görüntüye ve kesici olmayan uça sahip döner alet sistemidir. Geleneksel NiTi metal yapısına sahiptir. 150-350 RPM hız değerleri arasında kullanılır. Herhangi bir önerilen tork değeri yoktur. İnce bir kor yapısına sahip olduğu için esnek bir yapıya sahiptir. #10- #40 boyutunda ve .02-.04-.06 koniklik açısına sahip ege seçenekleri bulunmaktadır. İlk geliştirilen NiTi kök kanal aletlerinde sorun oluşturan döngüsel yorgunluk problemiyle karşılaşmaması için ince, esnek bir kor yapısına sahiptir.⁶

MTWO; çalışma uzunluğuna ulaşılarak kullanılan, iki tarafı aktif “S” şekilli kesitsel görüntüye sahip bir döner alet sistemidir. Kesici olmayan uç yapısına sahiptir. Geleneksel NiTi metal yapısına sahip olup, 280 RPM hızda ve 1,2 N(Newton) tork değeriyle kullanılır. 25 mm ve 31 mm boy seçeneklerine sahiptir. 10.04- 60.04 veya 10.06 – 40.06 şeklinde değişik koniklik açısına ve boyutlara sahip seçenekleri vardır. Yapısı gereği kullanılan ege, kendinden sonra kök kanalını şekillendirecek kanal aletine rehber yol oluşturur. Diğer döner aletler gibi crown-down yöntemini değil step-back yöntemini kullanarak şekillendirme yapar. Sahip olduğu NiTi yapısından dolayı döngüsel yorgunlukla karşılaşma şansı fazladır.⁷

K3 XF, çalışma uzunluğuna ulaşılarak kullanılan, pozitif rake açısına sahip üç radyal çizgili kesitsel görüntüye sahip bir döner alet sistemidir. Kesici olmayan uç yapısına sahiptir. Nikel titanyum üzerine uygulanan termal işlemler sonucu oluşan R-Fazı metal yapısına sahiptir. R-Fazı yapısına sahip olduğu için geleneksel NiTi metalik özelliklere sahip eğelere göre daha fazla esnekliğe ve kırılma direncine sahiptir. 300-350 RPM hız değerleri arasında kullanılır. Sadece üreticisinin, ürettiği endomotor ile kullanılabilirdiğinden tork değeri bilinmemektedir. #10 ile #60 arası boyuta ve 04-0,12 koniklik açısına sahip değişik seçeneklere sahiptir.⁸

Tsujimoto ve ark. yaptığı bir araştırmaya göre, R-Fazı tipi NiTi metal alaşıma sahip olduğu için K3 XF, karşılaştırılan diğer kök kanal aletlerine göre daha yüksek döngüsel yorulma direncine sahiptir.⁹

Flexmaster, çalışma uzunluğuna ulaşılarak, üçgensel kesitsel görüntüsüne ve kesici olmayan uç yapısına sahip döner alet sistemidir. Geleneksel NiTi yapısına sahiptir. 250-300 RPM hız değerleri arasında kullanılabilir. 0,7N tork değeriyle kullanılması önerilir. #15-#60 apikal boyutuna ve 0,2, 0,4, 0,6 koniklik açısına sahip eğe çeşitleri bulunmaktadır. Kesici kenarlarının sahip olduğu tasarım özelliklerinden dolayı şekillendirme esnasında vidalama benzeri hareket yapmadığı için kırılmaya karşı direnci ve esnekliği üst düzeydedir.¹⁰

Hübscher ve ark. dar kanallarda yaptıkları araştırmada Flexmaster'ın sahip olduğu kesitsel şekil sebebiyle yüksek yorulma direncine sahip olduğunu göstermiştir.¹¹

Hyflex EDM, çalışma boyu uzunluğunca kullanılan, pozitif rake açısına sahip burulmuş hedström (H-File) kesitsel görüntüsüne ve kesici olmayan uç yapısına sahip döner alet sistemidir. Eğede kullanılan NiTi, EDM (electro discharging machine) denilen işlem ile şekillendirilmiştir. Bu geçirdiği işlem sonucu yüksek kırılma ve torsiyonel dirence sahiptir. Eğenin yüksek esnekliği de bulunmaktadır. Kesici olmayan uç yapısına sahiptir. 400 RPM hız değeriyle 2,5N tork ile kullanılması önerilmektedir. #15-60 apikal boyut seçenekleri ve 0,2, 0,4, 0,6 koniklik açısına sahip seçenekleri bulunmaktadır. Sahip olduğu metalürjik özelliklerden dolayı özellikle kıvrımlı kanallarda tercih edilmektedir.¹²

Pirani ve ark. yaptıkları araştırmada, HyFlex

EDM'nin kendine ait üretim işlemi sonucu oluşan yüzeyin çoklu kök kanalı şekillendirme işleminden sonra bile düşük yüzey bozukluğu oluştuğunu gözlemlemişlerdir. Kök kanal aletleri, şaşırtıcı derecede yüksek döngüsel yorulma direnci değerleri ve ciddi şekilde kavisli kanallarda güvenli bir in vitro kullanım sergilemiştir.¹³

Hyflex CM, çalışma uzunluğuna ulaşılarak, pozitif rake açısına sahip burulmuş hedström (H-File) kesitsel görüntüsüne ve kesici olmayan uç yapısına sahip döner alet sistemidir. Eğede kullanılan NiTi, CM Wire'dır. Bu yapının en büyük özelliği, control memory denilen yüksek elastisiteye sahip olmasıdır. Bu yapısından ötürü eğe yüksek esneklik özelliğine ve şekillendirme esnasında anatomik yapıya uygun şekillendirme yapabilme özelliğine sahiptir. CM Wire eğe özelliğine sahip olmasından dolayı, ne kadar bükülürse bükülsün, otoklavdan çıktıktan sonra eski haline dönebilmektedir. 400 RPM ve 2,5N tork değeriyle kullanılması önerilmektedir. #15-40 apikal boyutuna ve 0,2, 0,4, 0,6 koniklik açısına sahip seçenekleri bulunmaktadır. Sahip olduğu metalürjik özelliklerden dolayı özellikle kıvrımlı kanallarda tercih edilmektedir.¹⁴

Koçak ve ark. tarafından yapılan araştırmada Hyflex CM, TF Adaptive, ProTaper Next ve 2Shape eğe sistemlerinden daha iyi döngüsel yorulma direnci gösterdi. Buna sebep olarak üretilmesi sırasında oluşan metalürjik özellikleri gösterilmiştir.¹⁵

ProTaper gibi değişken koniklik açısına sahip döner aletler

Protaper Universal, çalışma uzunluğuna ulaşılarak kullanılan, üçgensel kesitsel görüntüye ve kesici olmayan uç yapısına sahip döner alet sistemidir. Eğede geleneksel NiTi metali kullanılmıştır. 150-350 RPM ve 1,5-2,5N tork değerinde kullanılması önerilmektedir. Sx-S1-S2-F1-F2-F3-F4-F5 apikal boyutuna sahip eğe seçenekleri vardır. Eğelerin her bir miliminde farklı koniklik açısına sahiptir. Bu özelliğinden dolayı kendine uygun guta-perka ve paper-point ile kullanılması önerilmektedir. Geleneksel NiTi materyali kullanıldığı için döngüsel yorgunlukla karşılaşma olasılığı fazladır.¹⁶

ProTaper Gold, çalışma uzunluğuna ulaşılarak kullanılan, değişken kesitsel görüntüye ve kesici olmayan uç yapısına sahip döner alet sistemidir. Eğede geleneksel NiTi metali kullanılmıştır ve

bu metal kırılmaya direnç, mikro çatlakların azaltılması ve esnekliğin artırılması gibi özelliklerin geliştirilmesi amacıyla gold (altın) kaplama işlemine maruz bırakılmıştır. 300 RPM ve 1,5-5,1N tork değerinde kullanılması önerilmektedir. Sx-S1-S2-F1-F2-F3-F4-F5 apikal boyutuna sahip ege seçenekleri vardır. Egelerin her bir miliminde farklı koniklik açısına sahiptir. Bu özelliğinden dolayı kendine uygun guta-perka ve paper- point ile kullanılması önerilmektedir.¹⁷

Alcalde ve ark. tarafından yapılan çalışmada ProTaper Gold kök kanal aletleri, en yüksek burulma mukavemetini ve en düşük döngüsel yorulma direncini gösterdi.¹⁸

ProTaper Next, çalışma uzunluğuna ulaşarak kullanılan, dikdörtgen eksentrik kesitsel görüntüye ve kesici olmayan uç yapısına sahip döner alet sistemidir. Egede M-Wire NiTi kullanılmıştır. M-Wire metalürjik özelliği gereği, daha fazla kırılma ve torsiyonel yorgunluğa karşı dirence sahiptir. 300 RPM ve 2N tork değerinde kullanılması önerilmektedir. X1-X2-X3-X4-X5 apikal boyutuna sahip ege seçenekleri vardır. Egelerin her bir miliminde farklı koniklik açısına sahiptir. Bu özelliğinden dolayı kendine uygun guta-perka ve paper-pointle kullanılması önerilmektedir.¹⁹

Almedia ve ark. yaptıkları çalışmada ProTaper Next'in, yapay kavisli kök kanallarının şekillendirilmesi sırasında ProTaper Universal'e kıyasla daha yüksek tork değerlerine ve apikal kuvvetlere dayandığını göstermişlerdir.²⁰

Respirokal döner aletler

Reciproc, "S" şekilli kesitsel görüntüye ve kesici olmayan uç yapısına sahip döner alet sistemidir. Egede M-Wire NiTi kullanılmıştır. M-Wire metalürjik özelliği gereği, daha fazla kırılma ve torsiyonel yorgunluğa karşı dirence sahiptir. Üreticisi tarafından RPM ve tork değeri ticari sır olarak nitelendirildiği için paylaşılmamaktadır. 150° saat yönüne doğru, 30° saat yönünün tersine olacak şekilde bir tam turu üç seferde tamamlar. R25, R40 ve R50 olarak isimlendirilen üç apikal boyuta sahip seçeneği vardır. R25 25,08, R40 40,06, R50 50,05 boyutlarına sahiptir.²¹

Reciproc, "S" şekilli kesitsel görüntüye ve kesici olmayan uç yapısına sahip döner alet sistemidir. Egede geleneksel NiTi kullanılmıştır. Geleneksel

NiTi kırılmaya daha fazla direnç sağlaması ve esneklik kazanması için ısıl işleminden geçirilmiş ve bunun sonucu üzerinde mavi renkli (blue) bir yüzey oluşmuştur. Üreticisi tarafından RPM ve tork değeri ticari sır olarak nitelendirildiği için paylaşılmamaktadır. 150° saat yönüne doğru, 30° saat yönünün tersine olacak şekilde bir tam turu üç seferde tamamlar. R25, R40 ve R50 olarak isimlendirilen üç apikal boyuta sahip seçeneği vardır. R25 25,08, R40 40,06, R50 50,05 boyutlarına sahiptir.²²

İnan ve ark. yaptıkları çalışmada, Reciproc Blue'nun daha önce geliştirilen M-Wire NiTi metal alaşımının yapısına sahip kök kanal aletlerine göre daha yüksek döngüsel yorulma direnci sergilediğini bildirdi.²³

WaveOne, konveks üçgensel şekilli kesitsel görüntüye ve kesici olmayan uç yapısına sahip döner alet sistemidir. Egede M-Wire NiTi kullanılmıştır. M-Wire yapısı kök kanal aletinin kırılma direncini arttırmak amacıyla, torsiyonel yorgunluğa karşı direnç oluşturulmasını sağlar. Üreticisi tarafından RPM ve tork değeri ticari sır olarak nitelendirildiği için paylaşılmamaktadır. 170° saat yönüne doğru, 50° saat yönünün tersine olacak şekilde bir tam turu üç seferde tamamlar. 21,06, 25,08, 40,08 boyutlarına sahip eğeleri vardır.²⁴

WaveOne Gold, konveks üçgensel şekilli kesitsel görüntüye ve kesici olmayan uç yapısına sahip döner alet sistemidir. Geleneksel NiTi kırılmaya daha fazla direnç göstermesi ve esneklik kazanması için ısıl işleminden geçirilmiş ve bunun sonucu üzerinde altın renkli (gold) bir yüzey oluşmuştur. Isıl işleminden geçirilmesinin nedenlerinden biri de kök kanal aletinin oluşturulduğu M-Wire alaşımının sahip olduğu esneklik özelliklerinin geliştirilmesidir. Üreticisi tarafından RPM ve tork değeri ticari sır olarak nitelendirildiği için paylaşılmamaktadır. 170° saat yönüne doğru, 50° saat yönünün tersine olacak şekilde bir tam turu 3 seferde tamamlar. 21,06, 25,08, 40,08 boyutlarına sahip eğeleri vardır.²⁴

Bueno ve ark. yaptıkları çalışmada WaveOne Gold ile yaptıkları 1104 kök kanalı şekillendirmesi sonrası "0" kök kanal alet kırığı bildirmişlerdir. Buna sebep olarak sahip olduğu Gold kaplamayı göstermişlerdir.²⁵

Özel döner aletler

SAF (Self-Adjusting File), kor yapısı olmayan, boşluklu yapıya sahip bir ege sistemidir. Bu kora

sahip olmayan ve boşluklu yapısı sayesinde çok esnek bir yapıya sahiptir. Kırılmaya karşı direnci de üst seviyededir. Boşluklu yapısı sayesinde kullanılan endomotoruyla beraber şekillendirme sırasında kök kanalı içine devamlı bir yıkama solüsyonu akışı olur. Kesici olmayan uç yapısına sahiptir. 5000 RPM hızla kullanılması önerilmektedir. Eğe şekillendirme sırasında hıza bağlı olarak genişleyip veya daraldığı için sabit bir boyuttan bahsetmek olanaksızdır. Bu yapısına bağlı olarak üç boyutlu olarak kanal temizliği yapabildiği söylenebilir. Sahip olduğu kor yapısı ve eğenin özelliklerinden dolayı, optimum yıkama etkinliğiyle şekillendirme yapar. Kök kanalında temas edilmemiş alan kalmaması amacıyla geliştirilmiştir.²⁶

Twisted File Adaptive (TF), rotasyon hareketiyle şekillendirme yapan, ama eğenin kök kanalında şekillendirme yaptığı sırada sıkışma hissedildiği an kırılmayı önlemek amacıyla, resprikasyon veya farklı bir harekete geçmesi özelliğine sahip bir döner eğe sistemidir. Kırılma önleyici "Adaptive" özelliğinin kullanılabilmesi için üretici firmanın özel olarak bu eğe için ürettiği endomotorla kullanılmalıdır. Döner alet sistemi üçgensel kesitsel görüntüye ve kesici olmayan uca sahiptir. R-Faz NiTi metal yapısına sahiptir. R-Faz NiTi alaşım yapısının özelliği olarak, esnekliğe ve kırılmaya dirence sahiptir. 500 – 600 RPM hızda ve 4-4,5N tork değerinde kullanılması önerilmektedir. Üreticinin kendi sınıflandırdığı boyutlarda ve koniklik açısına sahip eğeleri vardır. Hem rotasyon hareketiyle hem resprikoal hareketle çalışabilme özelliğine sahip tek eğedir. Bu özelliği kırılmaya karşı kendini koruyabilme gibi bir avantaj ortaya çıkarmıştır.²⁷

Riyahi ve ark. tarafından yapılan çalışmada TF, ProTaper Next ile karşılaştırıldığında yorgunluğa önemli ölçüde daha dirençli olduğunu bulmuştur.²⁸

XP Endo Shaper, rotasyon hareketiyle çalışan, üçgensel şekilli kesitsel görüntüye ve kesici olmayan uç yapısına sahip döner alet sistemidir. Kök kanalında şekillendirme yaparken yilankavi "S" şeklinde hareket eder. Bu şekilde hareket etmesinin sebebi üç

boyutlu şekillendirme yapılabilmesidir. Max-Wire NiTi alaşıma sahiptir. Bu yapının bir özelliği olarak yüksek bir esneklik ve kırılma direncine sahiptir. Ayrıca bu yapı, yilankavi hareketten maksimum verim alınmasını sağlar. 1000 RPM hız ve 1N tork değeriyle kullanılmaktadır. Sahip olduğu kinematik ve metalürjik özellikler sebebiyle sabit bir apikal boyut ve koniklik açısından bahsetmek mümkün değildir. Üreticinin önerdiği şekillendirme prosedürleri uygulanırsa 30,04 boyutunda şekillendirme yapar.²⁹

Trushape; rotasyon hareketiyle çalışan, "S" şekilli kesitsel görüntüye ve kesici olmayan uç yapısına sahip döner alet sistemidir. Kök kanalında şekillendirme yaparken yilankavi "S" şeklinde hareket eder. Bu şekilde hareket etmesinin sebebi üç boyutlu şekillendirme yapılabilmesidir. Isıl işlem görmüş NiTi yapısına sahiptir. 300 RPM hız ve 3N tork değeriyle kullanılmaktadır. Sahip olduğu kinematik ve metalürjik özellikler sebebiyle sabit bir apikal boyut ve koniklik açısından bahsetmek mümkün değildir.³⁰

TruNatomy, kare şekilli kesite ve değişken koniklik açısına sahip döner alet sistemidir. Dönüş eksenini, eğenin ana ekseninden daha farklıdır. Bu eğeler, üreticilerin eğelerin döngüsel yorgunluğuna karşı esnekliğini ve direncini artırdığını iddia ettiği farklı tipte ısıl işlemlere tabi tutulmuştur. Rotasyon hareketiyle çalışır. 500 RPM'de 1,5 N torkla ve hafif baskı hareketiyle çalıştırılır. Orifis açıcı ve rehber yol oluşturucu alet ile altı farklı boyutta döner alete sahiptir. Bunlar: 20.04, 26.04, 36.03 ve 60.02'dir. Günümüzde kullanılan döner alet sistemlerinden farklı olarak şekillendirme sırasında konservatif endodontik kavite açılmasını önermektedir.³¹

Riyahi ve ark. tarafından yapılan çalışmada TruNatomy, TF Adaptive ve ProTaper Next kanal eğelerine kıyasla üstün bir döngüsel yorulma direncine sahip olduğu bildirilmiştir.²⁸ Endodontik tedavide kullanılan döner alet sistemlerinin genel özellikleri Tablo 1. 'de gösterilmiştir.

Tablo 1. Endodontik tedavide kullanılan döner alet sistemleri

Ege adı	Üretici firma	Çalışma şekli	Metal Alaşım özelliği	Çıkış tarihi	Kesitsel görüntü	Rotasyon Hızı(Rpm)
Lightspeed	Kerr	Rotasyon	Geleneksel NiTi	1990	“U” şekilli	750-2500
Hero 642	MicroMega	Rotasyon	Geleneksel NiTi	1990	Üçgensel	300-600
Profile	Dentsply maillefer	Rotasyon	Geleneksel NiTi	1991	“U” şekilli	150-350
mtwo	VDW	Rotasyon	Geleneksel NiTi	2003	“S” şekilli 2 tarafı aktif	280
K3 XF	Sybron Endo	Rotasyon	Geleneksel NiTi	2011	Pozitif rake açısı, 3 radial çizgi	300-350
Flexmaster	VDW	Rotasyon	Geleneksel NiTi	2007	Üçgensel	250-300
Hyflex EDM	Coltene	Rotasyon	NiTi/EDM	2011	Pozitif rake açılı çift burulmuş hedstrom	400
Hyflex CM	Coltene	Rotasyon	NiTi/CM	2016	Pozitif rake açılı çift burulmuş hedstrom	400
Protaper Universal	Dentsply Maillefer	Rotasyon	Geleneksel NiTi	2006	Üçgensel	150-350
Protaper Gold	Dentsply Maillefer	Rotasyon	NiTi/Altın, ısıtılmış işlem görmüş	2013	Değişken	300
Protaper Next	Dentsply Maillefer	Rotasyon	NiTi/M-wire	2013	Dikdörtgen eksantrik	300
Reciproc	VDW	Respirokal	NiTi/M-wire	2011	“S” şekilli	-----
Reciproc Blue	VDW	Respirokal	NiTi/Mavi, ısıtılmış işlem görmüş	2016	“S” şekilli	-----
WaveOne	Dentsply Maillefer	Respirokal	NiTi/M-wire	2011	Konveks üçgensel	-----
WaveOne Gold	Dentsply Maillefer	Respirokal	NiTi/Altın, ısıtılmış işlem görmüş	2015	Konveks üçgensel	-----
SAF(Self-Adjusting File)	Redent	Rotasyon	NiTi	2010	Boşluklu	5000
Twisted File Adaptive	Kerr	Rotasyon / adaptif	NiTi/R-Faz	2013	Üçgensel	500-600
Xp-Endo Shaper	FKG	Rotasyon	NiTi/Max-wire	2015	Üçgensel	1000
Trushape	Dentsply Maillefer	Rotasyon	NiTi/Isıl İşlem Görmüş	2015	“S” şekilli	300
TruNatomy	Dentsply Maillefer	Rotasyon	NiTi/Isıl İşlem Görmüş	2020	Kare Şekilli	500

Sonuç

Diş hekimliği pratiğinde uygulanmaya başladığından beri, döner aletler hekim ve hasta açısından kök kanal tedavisi prosedürünü kolaylaştıran bir teknolojik gelişme olmuştur. Teknolojide yaşanan gelişmeler ve metalurji alanındaki yeniliklerin kök kanal aletlerine uygulanmasıyla beraber, komplikasyon riskinin azaldığı ve daha başarılı kök kanal tedavileri yapılabildiği söylenebilir.

Çıkar Çatışması

Bu çalışma ile ilgili olarak yazarların çıkar çatışması olabilecek bilimsel ve tıbbi komite üyeliği veya üyeleri ile ilişkisi, danışmanlık, birliktelik, herhangi bir firmada çalışma durumu, hissedarlık ve benzer durumları yoktur.

Finansal Kaynak

Bu çalışma sırasında, yapılan araştırma konusu ile ilgili doğrudan bağlantısı bulunan herhangi bir ilaç firmasından, tıbbi alet, gereç ve malzeme sağlayan ve/veya üreten bir firma veya herhangi bir ticari firmadan, çalışmanın değerlendirme sürecinde, çalışma ile ilgili verilecek kararı olumsuz etkileyebilecek maddi ve/veya manevi herhangi bir destek alınmamıştır.

Kaynaklar

1. Berman LH, Hargraves KM, Cohen's Pathways of The Pulp, 12th ed. Elsevier Web Edition; 2020
2. Tabassum S, Zafar K, Umer F. Nickel-Titanium Rotary File Systems: What's New? *Eur Endod J.* 2019 Oct 18;4(3):111-117. doi: 10.14744/eej.2019.80664. PMID: 32161896; PMCID: PMC7006588.
3. Gavini G, Santos MD, Caldeira CL, Machado MEL, Freire LG, Iglecias EF, Peters OA, Candeiro GTM. Nickel-titanium instruments in endodontics: a concise review of the state of the art. *Braz Oral Res.* 2018 Oct 18;32(suppl 1):e67. doi: 10.1590/1807-3107bor-2018.vol32.0067. PMID: 30365608.
4. <https://www.kerrdental.com/tr-tr/endodontik-Ueruenler/lightspeed-endodontik-Sekillendirme#docs> 14.01.2023
5. Hero 642 Sistemi, Dt. K. Meltem Çolak- Dt. Serpil Karaoğlanoğlu, Atatürk Üniv. Diş Hek. Fak. Derg. -Cilt 11, Sayı:3, Sayfa: 57-62, 2001
6. http://www.dentsplymailefer.com/wpcontent/uploads/2016/10/Dentsply_Maillefer_PROFILE_0315_DFUE_N.pdf 07.02.2020
7. <https://www.vdw-dental.com/en/service/brochure-downloadsregistration/?file=630&isFileReference=1&productUid=75&cHash=579e8da7da2f3ee084ee2c770d3665cd>, 14.01.2023
8. <https://www.kerrdental.com/kerr-endodontics/k3xf-NiTi-endo-files-shape#docs> 14.01.2023
9. Tsujimoto M, Irifune Y, Tsujimoto Y, Yamada S, Watanabe I, Hayashi Y. Comparison of conventional and new-generation nickel-titanium files in regard to their physical properties. *J Endod.* 2014 Nov;40(11):1824-9. doi: 10.1016/j.joen.2014.06.009. Epub 2014 Sep 26. PMID: 25266465.
10. <https://www.vdw-dental.com/en/products/detail/flexmaster-instruments/> 15.01.2023
11. Hübscher W, Barbakow F, Peters OA. Root canal preparation with FlexMaster: assessment of torque and force in relation to canal anatomy. *Int Endod J.* 2003 Dec;36(12):883-90. doi: 10.1111/j.1365-2591.2003.00742.x. PMID: 14641429.
12. https://www.coltene.com/fileadmin/Data/EN/Products/Endodontics/Root_Canal_Shaping/HyFlex_EDM/31328A_HyFlexEDM_Brochure_US.pdf 15.01.2023
13. Pirani C, Iacono F, Generali L, Sassatelli P, Nucci C, Lusvarghi L, Gandolfi MG, Prati C. HyFlex EDM: superficial features, metallurgical analysis and fatigue resistance of innovative electro discharge machined NiTi rotary instruments. *Int Endod J.* 2016 May;49(5):483-93. doi: 10.1111/iej.12470. Epub 2015 Jun 19. PMID: 26011181.
14. <https://www.coltene.com/pim/DOC/BRO/docbro6846-03-18-en-hyflex-cm-edm-a4senaindv1.pdf> 15.01.2023
15. Koçak S, Şahin FF, Özdemir O, Koçak MM, Sağlam BC. A comparative investigation between ProTaper Next, Hyflex CM, 2Shape, and TF-Adaptive file systems concerning cyclic fatigue resistance. *J Dent Res Dent Clin Dent Prospects.* 2021 Summer;15(3):172-177. doi: 10.34172/joddd.2021.029. Epub 2021 Aug 25. PMID: 34712407; PMCID: PMC8538148.
16. https://www.dentsplysirona.com/content/dam/dentsply/pim/manufacture/Endodontics/Glide_Path_Shaping/Rotary_Reciprocating_Files/Shaping/ProKoniklik_Universal_Retreatment_Files/ProKoniklik-Universal-Endodontic-System-rvyvmf-en-1402 15.01.2023
17. <https://assets.dentsplysirona.com/master/product-procedure-brand-categories/endodontics/product-categories/files-motors-lubricants/rotary-files/rotary-files/prokoniklik-gold/files/documents/END-ProKoniklikGold-Brochure-EN-1502.pdf> 15.01.2023
18. Alcalde M, Duarte MAH, Amoroso Silva PA, Souza Calefi PH, Silva E, Duque J, Vivan R. Mechanical Properties of ProTaper Gold, EdgeTaper Platinum, Flex Gold and Pro-T Rotary Systems. *Eur Endod J.* 2020 Dec;5(3):205-211. doi: 10.14744/eej.2020.48658. PMID: 33353917; PMCID: PMC7881372.
19. <https://assets.dentsplysirona.com/master/product-procedure-brand-categories/endodontics/product-categories/files-motors-lubricants/rotary-files/rotary-files/prokoniklik-next/documents/END-Brochure-PROKONIKLIK-NEXT-Rotary-Files.pdf> 15.01.2023
20. de Cristofaro Almeida G, Aun DP, Resende PD, Peixoto IFDC, Viana ACD, Buono VTL, de Azevedo Bahia MG. Comparative analysis of torque and apical

force to assess the cutting behaviour of ProTaper Next and ProTaper Universal endodontic instruments. Aust Endod J. 2020 Apr;46(1):52-59. doi: 10.1111/aej.12351. Epub 2019 May 13. PMID: 31087492.

21. <https://www.vdw-dental.com/en/products/detail/reciproc/#> 15.01.2023

22. <https://www.vdw-dental.com/en/ervice/brochure/downloads/>