

Yazışma adresi  
Correspondence address

Bircan KULOĞLU  
Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi,  
Endodonti Anabilim Dalı  
Alanya, Antalya, Türkiye

bircan.kuloglu@alanya.edu.tr

Geliş tarihi / Received : 09 Aralık 2025

Kabul tarihi / Accepted : 15 Aralık 2025

Bu makalede yapılacak atıf

Cite this article as

Kuloğlu B., Çoban A., Büyükozer Özkan H.  
EndoMagic Gold M06 Eğelerinde Boyut  
ve Konikliğin Döngüsel Yorgunluğa Etkisi:  
In Vitro Çalışma

Akd Diş Hek 2025;4(3):212-217

ID

Bircan KULOĞLU  
Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi,  
Diş Hekimliği Fakültesi,  
Endodonti Anabilim Dalı,  
Alanya, Antalya, Türkiye

ID

Ayşe ÇOBAN  
Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi,  
Diş Hekimliği Fakültesi,  
Endodonti Anabilim Dalı,  
Alanya, Antalya, Türkiye

ID

Hatice BÜYÜKÖZER ÖZKAN  
Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi,  
Diş Hekimliği Fakültesi,  
Endodonti Anabilim Dalı,  
Alanya, Antalya, Türkiye

# EndoMagic Gold M06 Eğelerinde Boyut ve Konikliğin Döngüsel Yorgunluğa Etkisi: Bir *In Vitro* Çalışma

## Effect of Size and Taper on Cyclic Fatigue in EndoMagic Gold M06 Files: An *In Vitro* Study

### ÖZ

#### Amaç

Bu çalışmanın amacı, EndoMagic Gold M06 döner ege sistemine ait farklı boyut ve koniklik kombinasyonlarının döngüsel yorgunluk direnci ve kırık parça uzunluğu üzerindeki etkilerini değerlendirmek ve ege geometrisinin mekanik performansa katkısını incelemektir.

#### Gereç ve Yöntemler

Toplam 120 adet yeni EndoMagic Gold M06 ege (10/06, 15/06, 19/08, 20/06, 25/06, 30/06; her grup  $n = 20$ ) kullanıldı. Eğeler,  $35 \pm 1$  °C'de distile su içinde, kurvatür merkezi uçtan 5 mm uzaklıkta olacak şekilde; 60° eğrilik açısı, 5 mm yarıçap ve 1,5 mm iç çapa sahip metal blokta sabitlendi. Üretici önerilerine uygun olarak 300 rpm ve 2.2 N/cm tork ile rotary modda kırılıncaya kadar çalıştırıldı. Kırılmaya kadar tur sayısı, kırılma süresinin rpm değeri ile çarpılmasıyla hesaplandı. Kırık parça uzunlukları dijital kumpas ile ölçüldü. Veriler tek yönlü ANOVA ve post-hoc Tukey testi ile değerlendirildi ( $P < 0.05$ ).

#### Bulgular

Ege grupları arasında kırılmaya kadar tur sayısı açısından istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu ( $P < 0.05$ ). 19/08 egesi, 15/06 ve 25/06 gruplarından anlamlı düzeyde daha düşük kırılmaya kadar tur sayısı değerleri gösterdi; diğer gruplar arasında fark izlenmedi. Kırık parça uzunluğu açısından 19/08 egesi tüm gruplardan daha uzun kırık fragmanı oluşturdu ( $P < 0.05$ ).

#### Sonuç

EndoMagic Gold M06 sisteminde ege boyutu ve koniklik artışı döngüsel yorgunluk direncini ve kırık davranışını belirgin biçimde etkilemektedir. Yüksek konikliğe sahip 19/08 egesi, daha düşük döngüsel yorgunluk direnci ve daha koronal kırık eğilimiyle artmış mekanik gerilime daha duyarlıdır. Klinik açıdan, yüksek koniklikteki egerlerin şiddetli eğimli kanallarda uzun süreli kullanımından kaçınılması önerilmektedir.

#### Anahtar Sözcükler

Döngüsel yorgunluk, EndoMagic Gold M06, Kırılmaya kadar tur sayısı, Kırık parça uzunluğu

## ABSTRACT

### Objectives

The aim of this study was to evaluate the effects of different size and taper combinations of the EndoMagic Gold M06 rotary file system on cyclic fatigue resistance and fragment length, and to investigate the contribution of file geometry to overall mechanical performance.

### Material and Methods

A total of 120 new EndoMagic Gold M06 files (10/06, 15/06, 19/08, 20/06, 25/06, 30/06;  $n = 20$  for each group) were used. The files were tested in distilled water at  $35 \pm 1$  °C and positioned in a stainless-steel block with a 60° curvature angle, 5 mm radius, 1.5 mm inner diameter, with the curvature center located 5 mm from the file tip. Files were operated in rotary motion at 300 rpm and 2.2 N/cm torque, following the manufacturer's instructions, until fracture occurred. The number of cycles to fracture (NCF) was calculated by multiplying the fracture time by the rpm value. Fragment lengths were measured using a digital caliper. Data were analyzed using one-way ANOVA followed by post-hoc Tukey tests ( $P < 0.05$ ).

### Results

A statistically significant difference was found among the file groups in terms of the number of cycles to fracture ( $P < 0.05$ ). The 19/08 file exhibited significantly lower NCF values compared to the 15/06 and 25/06 groups, while no significant differences were observed among the other groups. Regarding fragment length, the 19/08 file produced significantly longer fragments than all other file groups ( $P < 0.05$ ).

### Conclusion

In the EndoMagic Gold M06 system, increases in file size and taper significantly influence cyclic fatigue resistance and fracture behavior. The 19/08 file, with its greater taper, demonstrated lower fatigue resistance and a more coronal fracture pattern, indicating higher susceptibility to mechanical stress. Clinically, prolonged use of high-taper instruments in severely curved canals should be approached with caution.

### Key Words

Cyclic fatigue, EndoMagic Gold M06, Fragment length, Number of cycles to fracture

## GİRİŞ

Endodontik tedavide başarı için kök kanallarının uygun şekilde şekillendirilmesi, etkili irrigasyonu ve 3 boyutlu sızdırmaz kanal dolumu gerekmektedir. Bu nedenle kök kanal sisteminin mekanik olarak genişletilmesi, endodontik tedavinin önemli bir parçasıdır (1,2). Endodontik ege tasarımındaki en dikkat çekici gelişme, kullanımı artık rutin haline gelen nikel-titanyum (NiTi) döner eğerlerin geliştirilmesidir. NiTi eğerler, eğimli kanalların şekillendirilmesini kolaylaştırmak ve kanal transportasyonunu en aza indirmek için geliştirilmiştir. NiTi eğerler süper elastik yapıları sayesinde paslanmaz çelik eğerlere kıyasla elastik sınırlara ulaşmadan çok daha fazla esnerler (3). NiTi eğerler birçok avantajına rağmen, klinik kullanım sırasında beklenmedik kırıklar meydana gelmesi gibi dezavantaja sahiptir (4). NiTi eğerler kavslu bir kanalda döndürüldüğünde, tekrarlanan basınç ve çekme kuvvetlerine maruz kaldığında, döngüsel yorgunluğa (DY) bağlı olarak kırık meydana gelebilir (5). Kanal sisteminde meydana gelen kırık parçaların çıkarılması mümkün olmayabilir ve bu da kök kanal tedavisinin başarısını etkileyebilir. DY hasarı, ege kinematığı, ege nin metalurjik özellikleri, kesit alanı, çekirdek kütlesi, boyut, konikliği ve çalışma ortamı gibi birçok faktörle ilişkilendirilmiştir (5-9).

EndoMagic Gold M06 (All In Dental, Kocaeli, Türkiye) ege sistemi, ısı işlem görmüş NiTi alaşımı, modifiye kesit tasarımı ve optimize edilmiş çekirdek kütlesi ile esneklik ve kırılma direncini artırmayı amaçlayan bir döner ege sistemidir. Üreticiye göre sistem, martensitik fazda çalışma olanağı sunan düşük dönüşüm sıcaklığı, optimize edilmiş çekirdek kütlesi ve sürtünmeyi azaltan düzgün yüzey morfolojisi gibi çeşitli teknik özellikler taşımaktadır (10-12). Bununla birlikte, bu sistemin koniklik-boyut ilişkisi ve metalurjik özellikleri ile DY davranışı arasındaki ilişkiyi inceleyen bilimsel bir çalışma literatürde bulunmamaktadır. Ayrıca, DY testlerinde oluşan kırık parça uzunluğunun değerlendirilmesi, kırığın kanaldaki konumuna ilişkin önemli bilgiler sağlayarak ege tasarımı ve kullanım güvenliği açısından değerli bir parametre oluşturmaktadır. Bu nedenlerle, bu çalışmanın amacı, EndoMagic Gold M06 sistemine ait farklı boyut ve koniklik özelliklerine sahip eğerlerin DY dirençlerini ve kırık parça uzunluklarını karşılaştırmak, boyut ve koniklik artışının mekanik performans üzerindeki etkisini değerlendirmektir. Çalışmanın sıfır hipotezi (H0), farklı boyut ve konikliklerde EndoMagic Gold M06 eğerleri arasında DY direnci açısından anlamlı bir fark olmadığını yönündedir.

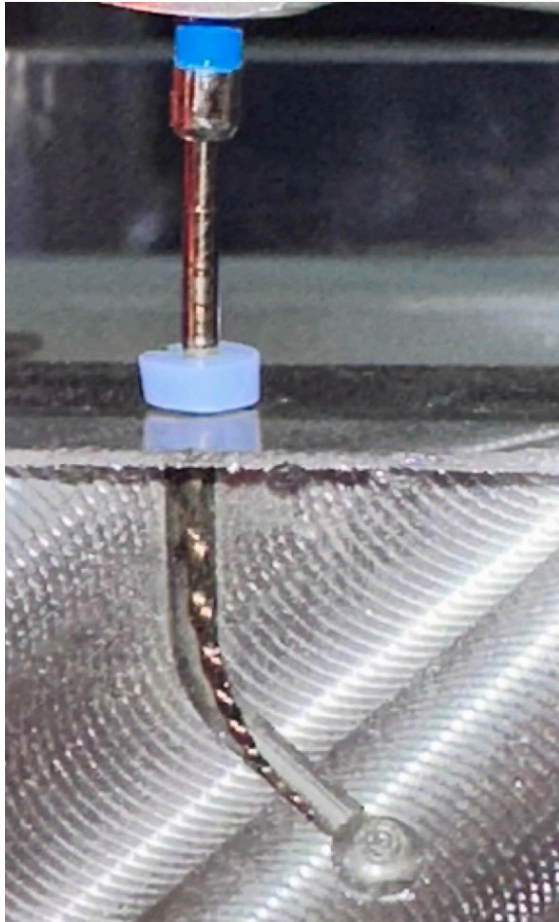
## GEREÇ ve YÖNTEMLER

### Örnekleme büyüklüğü hesaplanması

Bu çalışmada insan ve hayvan ögesi bulunmadığı ve herhangi bir canlıya zarar verilmediğinden dolayı etik kurul kararı ve hasta onamı alınmadı. Önceki benzer çalışmalardan elde edilen DY verileri temel alınarak yapılan güç analizinde (G\*Power 3.1.5), alfa = 0.05 ve güç = 0.80 kabul edilerek tek yönlü ANOVA için gerekli minimum örneklem büyüklüğü her grup için 18 ege olarak hesaplandı. Olası hataların ve kırılma sırasında oluşabilecek veri kayıplarının önüne geçmek amacıyla mevcut çalışmada örneklem büyüklüğü artırıldı ve her grup için 20 ege olmak üzere toplam 120 ege değerlendirildi.

### Test protokolü ve ölçümler

Bu çalışmada Endo Magic Gold M06 25 mm daha önce kullanılmamış 10/06, 15/06, 19/08, 20/06, 25/06, 30/06 boyutlarındaki eğeler kullanıldı. Testten önce tüm eğeler stereomikroskop (Zumax OMS2380, Suzhou, Çin) ile 10x büyütme altında incelendi. Eğelerde herhangi bir deformasyon veya kusur görülmedi. Deney düzeneği distile su ile doldurulup  $35 \pm 1$  °C 'ye sabitlendi. Ardından eğeler kurvatür merkezi uçtan 5 mm olmak üzere toplam 17 mm uzunluğunda, 5 mm kurvatür yarıçapına, 60°'lik kurvatür açısına ve 1.5 mm iç çapındaki özel üretim paslanmaz çelik metal bir blokta sabit tutularak test edildi (Şekil 1).



Şekil 1. 5 mm kurvatür yarıçapına, 60°'lik kurvatür açısına ve 1.5 mm iç çapına sahip metal blok test modelinde EndoMagic Gold M06 30/06 egesinin kırılma test görüntüsü.

Eğeler üretici firmanın önerdiği uygun hız (300 rpm) ve tork (2.2 N/cm) ayarında BR Rap endomotor (Perfect, Shenzhen, Çin) ile rotary modda kırılıncaya kadar kullanıldı. Eğelerin kırılma süresini belirlemek için bir kronometre kullanıldı ve tüm denemeler videoya kaydedildi. Her ege için kırılmaya kadar tur sayısı (KKTS), kırılma süresi dakikadaki dönüş sayısı (rpm) çarpılarak hesaplandı. Her bir parçanın uzunluğu dijital bir kumpas (AbsoluteDigimatic, Mitutoyo Corp, Kawasaki, Japonya) kullanılarak ölçüldü.

$$KKTS = \text{rpm}/60 \times \text{kırılma süresi (sn)}$$

### İstatistiksel analiz

Çalışmada elde edilen verilerin istatistiksel analizi SPSS 24 (IBM, Chicago, IL, ABD) paket programı kullanılarak yapıldı. Verilerin normalliğini ve varyans homojenliğini değerlendirmek için Shapiro-Wilk testi kullanıldı. Normal dağılım gösteren KKTS verilerinin istatistiksel analizi, tek yönlü ANOVA ile yapıldı ve ardından gruplar arasındaki anlamlılığı belirlemek için post-hoc Tukey testi uygulandı. Kırık parça uzunluğuna ilişkin veriler tek yönlü ANOVA ile değerlendirildi ve  $P < 0.05$  istatistiksel anlamlılığı gösterdi.

### BULGULAR

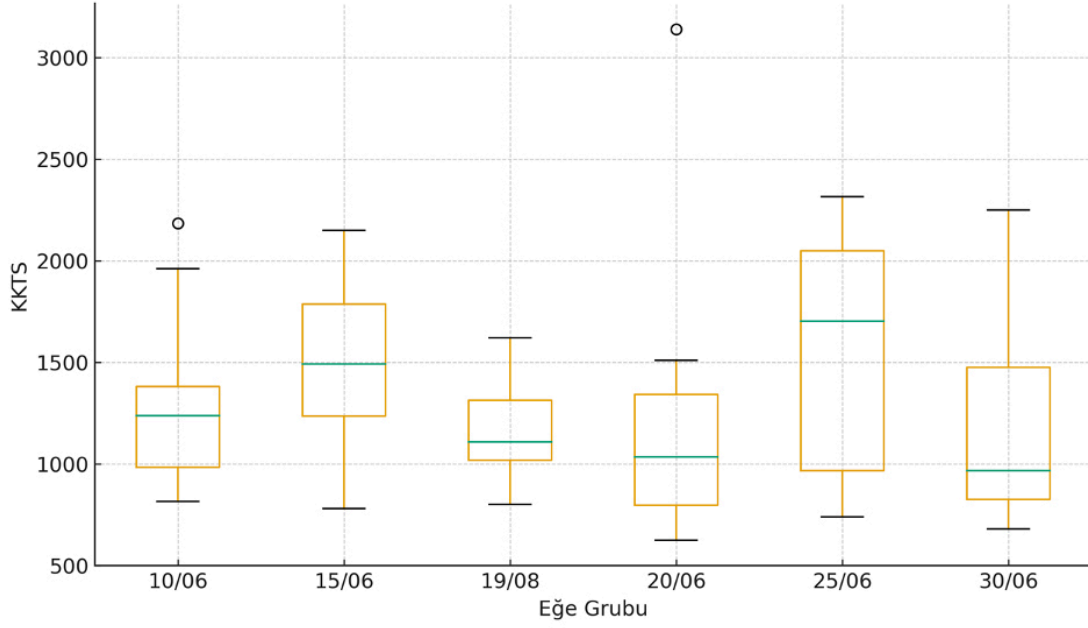
Eğelerin KKTS ve kırık parça uzunluklarının, ortalama ve standart sapma değerleri Tablo 1'de gösterilmektedir. Ege gruplarının KKTS değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu. Yapılan post-hoc Tukey analizine göre, 19/08 grubunun KKTS değerleri, 15/06 ve 25/06 gruplarından anlamlı düzeyde daha düşük bulundu ( $P < 0.05$ ). Diğer gruplar arasında anlamlı bir fark izlenmedi.

Tablo 1. Eğelerin KKTS ve kırık parça uzunluklarının, ortalama ve standart sapma değerleri.

Ege grubu	KKTS (Ort ± SS)	Kırık Parça Uzunluğu (mm) (Ort ± SS)
10/06	1266.25 ± 353.84 <sup>ab</sup>	4.49 ± 1.17 <sup>A</sup>
15/06	1486.75 ± 369.25 <sup>b</sup>	5.34 ± 0.71 <sup>AB</sup>
19/08	1163.75 ± 239.09 <sup>a</sup>	7.74 ± 1.00 <sup>C</sup>
20/06	1142.50 ± 552.78 <sup>ab</sup>	5.52 ± 0.83 <sup>AB</sup>
25/06	1561.25 ± 540.33 <sup>b</sup>	4.54 ± 1.61 <sup>A</sup>
30/06	1224.75 ± 536.36 <sup>ab</sup>	5.69 ± 1.28 <sup>B</sup>

\*Farklı harfler, post-hoc Tukey testine göre aynı sütun içinde istatistiksel olarak anlamlı farklılığı gösterir ( $P < 0.05$ ). Ort: Ortalama, SS: Standart sapma.

Eğelerin KKTS değerlerinin grafiği Şekil 2'de gösterilmektedir.



Şekil 2. Eğelerin KKTS değerlerinin grafiği.

Kırık parça uzunlukları açısından gruplar arasında oldukça belirgin bir farklılık olduğu belirlendi. Tukey çoklu karşılaştırma testine göre, 19/08 eğeleri tüm diğer eğe gruplarına kıyasla anlamlı derecede daha uzun kırık parça uzunluğu sergiledi. Bu bulgu, kırığın bu grupta daha koronal bölgede meydana geldiğini göstermektedir. Diğer bazı gruplar arasında da istatistiksel fark saptanmış olup, 10/06–15/06, 10/06–20/06, 10/06–30/06, 15/06–25/06 ve 25/06–30/06 çiftleri arasında anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir ( $P < 0.05$ ).

## TARTIŞMA

Mevcut çalışmada EndoMagic Gold M06 döner eğe sistemine ait farklı boyut ve koniklik kombinasyonlarının DY direnci ve kırık parça uzunluğu üzerine etkileri değerlendirilmiş ve anlamlı bir fark bulunduğu için sıfır hipotez reddedilmiştir. Elde edilen bulgular, eğe boyutu ile konikliğin DY davranışını anlamlı şekilde etkilediğini göstermektedir. Özellikle 19/08 eğesinde gözlenen düşük KKTS değerleri ile uzun kırık parça uzunluğu, artmış koniklik ve çekirdek kütlelerinin esnekliği azaltması ve eğe boyunca gerilme birikimini artırması ile açıklanabilir. Bu durum, koniklik ve eğe boyutu artışının yorgunluk direncini azalttığını bildiren önceki çalışmalarla uyumludur (9,13,14).

Yapılan post-hoc Tukey analizine göre yalnızca 19/08 eğesinin KKTS değerlerinin, 15/06 ve 25/06 gruplarından anlamlı düzeyde daha düşük bulunması, bu eğenin 0.08 konikliğe sahip olması nedeniyle artan çekirdek kütlesi ve azalan esnekliği ile ilişkilendirilebilir. Daha geniş koniklik ve daha büyük kesit alanı, eğeyi eğrilik bölgesinde daha rijit hâle getirerek her bir rotasyon döngüsünde daha yüksek çekme–basma gerilimine maruz bırakmakta ve

DY ömrünü belirgin şekilde azaltmaktadır. Bu mekanizma, koniklik artışının DY direncini düşürdüğünü bildiren önceki çalışmalarla uyumludur (9,13). Ayrıca, Pedullà ve ark. (14) daha büyük koniklik ve boyuta sahip eğelerin koronal segmentte daha fazla stres birikimi oluşturduğunu, daha düşük DY direnci gösterdiğini ve kırığın daha koronal seviyede gerçekleştiğini bildirmiştir. Mevcut çalışmamızda 19/08 eğesinin hem en düşük KKTS'yi sergilemesi hem de en uzun kırık parça uzunluğuna sahip olması bu bulgularla uyumludur. Buna karşılık 15/06 ve 25/06 eğeleri daha düşük koniklik (0.06) ve daha dengeli kesit alanı sayesinde esneklik ve dayanım arasında daha optimal bir denge sunmakta, bu nedenle 19/08'e kıyasla daha yüksek KKTS göstermektedir. Diğer eğe gruplarında (10/06, 20/06, 30/06) istatistiksel fark izlenmemesi ise bu eğelerin metal kütlesi ve esneklik açısından iki uç grup arasında konumlanması ile açıklanabilir.

NiTi eğelerin mekanik davranışlarının kesit geometrisi, çekirdek kütlesi, ısı işlemi ve tasarım özellikleriyle yakından ilişkili olduğu çeşitli çalışmalarda belirtilmiştir (15-17). Özellikle kontrollü bellek (CM), Gold-wire ve Blue-wire gibi ısı işlemine tabi tutulmuş alaşımların, konvansiyonel NiTi'ye kıyasla daha yüksek yorgunluk direnci sağladığı bildirilmiştir (16,18). EndoMagic Gold M06 eğeleri de üretici tarafından bildirilen ısı işlem görmüş alaşım yapısı, düşük dönüşüm sıcaklığına sahip martensitik karakteri ve modifiye kesit tasarımı sayesinde daha yüksek esneklik ve kontrollü ilerleme sunacak şekilde geliştirilmiştir. Bununla birlikte, sistem içerisindeki farklı boyut ve koniklik kombinasyonlarında çekirdek kütlelerinin ve efektif kesit alanının değişmesi, ısı işleminin sağladığı avantajı sınırlayabilmektedir. Nitekim daha geniş konikliğe sahip eğelerde artan metal kütlesi, eğrilik bölgesinde esnekliği azaltarak döngüsel yorgunluk direncinin düşme-

sine neden olmaktadır. Bu durum, çalışmamızda 19/08 eĝesinin düşük KKTS değerleri göstermesiyle uyumludur ve eĝenin metalürjik avantajlarının geometrik faktörler tarafından baskılanabileceğini ortaya koymaktadır.

Kırık parça uzunluğu değerlendirmesi, kırığın kanal içindeki konumuna dair bilgi sağladığından önemlidir. Çalışmamızda 19/08 eĝesinin diğer tüm eĝelerden anlamlı derecede daha uzun kırık fragmanı oluşturması, kırığın daha koronal seviyede meydana geldiğini göstermektedir. Kanal geometrisi, eğrilik yarıçapı ve eĝenin kesit özelliklerinin kırık seviyesini belirlediği bilinmektedir (8).

Araştırmacılar, eĝe boyutu arttıkça çekirdek kütesinin ve kesit alanının büyüdüğünü, bunun da eğilme sırasında koronal segmentte daha yüksek gerilme oluşturduğunu bildirmiştir (14). Bu sonuç, mevcut çalışmamızda 19/08 eĝesinin hem en düşük KKTS değerini sergilemesi hem de en uzun kırık parça uzunluğunu üretmesi ile tutarlıdır. Bununla birlikte kırık parça uzunluğu açısından 10/06-15/06, 10/06-20/06, 10/06-30/06, 15/06-25/06 ve 25/06-30/06 çiftleri arasında anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir. Bu durum, aynı konikliğe (0.06) sahip olsalar da farklı boyutların, kanal eğriliğinin eĝe üzerindeki konumunu ve gerilme dağılımını değiştirmesiyle açıklanabilir. Farklı boyutlara sahip eĝelerde eğriliğin merkezine karşılık gelen efektif eĝe çapı ve çekirdek kütesi değişmekte; bazı boyutlarda (10/06 ve 25/06) kırık daha apikal seviyede, diğerlerinde (15/06, 20/06 ve 30/06) ise daha koronal seviyede gerçekteşmektedir. Bu bulgu, aynı sistem içerisinde dahi boyut değişiminin kırık lokalizasyonu üzerinde belirgin etkisi olabileceğini göstermektedir.

NiTi eĝelerde DY üzerine etkili faktörler arasında koniklik, boyut ve alaşım özellikleri dışında; çalışma sıcaklığı, hareket kinematiği (rotasyon/resiprokasyon), sterilizasyon protokolleri, tekrar kullanım sayısı ve eĝe uzunluğu gibi değişkenler de yer almaktadır (19,20). Hiran-Us ve ark. (21) oda sıcaklığında DY direncinin arttığını bildirmiştir. Mevcut çalışmada testlerin ağız içi sıcaklığına yakın ( $35 \pm 1$  °C) yapılmış olması oda sıcaklığında yapılan çalışmalara kıyasla klinik termal koşulları daha gerçekteyi yansıtmaktadır. Sonuçların klinik ortama daha iyi uyarlanabilmesini sağlayan önemli bir metodolojik güç olarak değerlendirilebilir.

Mevcut çalışmada kullanılan metal blok modelinin dentinin elastik modülünü, iç yapısını, kanal içindeki organik-inorganik bileşen etkileşimini, sıcaklık ve nem gibi biyolojik koşulları tam olarak taklit etmemesi limitasyon oluşturmaktadır. Buna karşın diyabetik bireylerde dentin yapısının ve kırılma dayanımının değiştiği (22) ve yaşla birlikte de dentin sertliği ile elastikiyetinde anlamlı farklılıklar meydana geldiği (23) bildirilmiştir. Bu biyolojik ve bireysel varyasyonlar, çekilmiş dişlerin araştırmalarda standartlaştırılmasını güçleştirmektedir. Bu nedenle, değişkenlik içeren doğal dentin yerine, yüksek standartizasyon ve tekrarlanabilirlik sağlayan metal blok

modeli mevcut çalışmada tercih edilmiştir. Ayrıca, mevcut çalışmada DY statik model kullanılarak gerçekteşirilmiştir. Statik modellerde eĝe sabit bir eğrilik içinde kırılana kadar dönerken, klinikte eĝe hem ilerleme hem geri çekme hareketi yapar ve dentin duvarlarıyla değişken temas alanlarına sahiptir (24,25). Bu nedenle statik testler iki eĝe tipini karşılaştırmada yüksek standartizasyon sunsa da, gerçekte klinik kinematiği tam olarak yansıtmaz ve bu durum çalışmanın önemli bir sınırlılığını oluşturmaktadır. Bu nedenle gelecekte EndoMagic Gold M06 eĝelerinin dinamik test düzenekleri ile değerlendirilmesi klinik performans hakkında daha kapsamlı veri sağlayacaktır.

## SONUÇ

Sonuç olarak, bu çalışma EndoMagic Gold M06 sisteminde boyut ve koniklik artışıının DY direncini etkilediğini ortaya koymuştur. Yüksek konikliğe sahip 19/08 eĝesinin daha düşük KKTS değeri ve daha koronal kırık eğilimi göstermesi, eĝe tasarımıının mekanik performans üzerindeki belirleyici rolünü vurgulamaktadır. Buna karşılık daha az konikliğe sahip 15/06 ve 25/06 eĝelerinin daha yüksek yorgunluk direnci sergilemesi, klinisyenlerin eĝe seğimi sırasında kanal anatomisi ile eĝe geometrisini birlikte değerlendirmesi gerektiğini gösterir. Özellikle 19/08 eĝesinin şiddetli eğimli kanallarda uzun süreli kullanımından kaçınılması, eĝenin kanal içinde gereğinden fazla tutulmaması, aşırı apikal basınç uygulanmaması tavsiye edilmektedir. Bununla birlikte koronal şekillendirme amacıyla kısa süreli ve kontrollü kullanımının daha güvenli olacağı düşünölmektedir. Gelecek araştırmalarda farklı eğrilik derecelerine sahip yapay veya gerçekte dentin modellerinin, çoklu kurvatür içeren kanal sistemlerinin ve sıcaklık kontrollü dinamik döngüsel yorgunluk testlerinin kullanılması; özellikle yüksek koniklikteki eĝelerin stres davranışıının daha gerçekteyi biçimde değerlendirilmesine katkı sağlayacaktır.

## Etik Kurul Onay Bilgisi

Etik kurul onayına gerek yoktur.

## Yazarların Katkısı

Fikir/Kavram, Tasarım, Denetleme/Danışmanlık, Veri Toplama ve İşleme, Kaynak Taraması, Makale Yazımı, Eleştirel İnceleme: B.K., A.Ç., H.B.Ö

## Finansal veya Mali Destek

Herhangi bir finansal/mali destek alınmamıştır.

## Çıkar Çatışması

Herhangi bir çıkar çatışması bildirilmemektedir.

1. Schilder H. Cleaning and shaping the root canal. *Dent Clin North Am.* 1974; 18: 269-96.
2. Schilder H. Filling root canals in three dimensions. *Dent Clin North Am.* 1967; 11: 723-44.
3. Walia HM, Brantley WA, Gerstein H. An initial investigation of the bending and torsional properties of Nitinol root canal files. *J Endod.* 1988; 14: 346-51.
4. Kosa DA, Marshall G, Baumgartner JC. An analysis of canal centering using mechanical instrumentation techniques. *J Endod.* 1999; 25: 441-5.
5. Tsujimoto M, Irifune Y, Tsujimoto Y, *et al.* Comparison of conventional and new-generation nickel-titanium files in regard to their physical properties. *J Endod.* 2014; 40: 1824-9.
6. Lopes HP, Elias CN, Vedovello GA, *et al.* Torsional resistance of retreatment instruments. *J Endod.* 2011; 37: 1442-5.
7. Shen Y, Cheung GS, Bian Z, *et al.* Comparison of defects in ProFile and ProTaper systems after clinical use. *J Endod.* 2006; 32: 61-5.
8. Pruett JP, Clement DJ, Carnes DL. Cyclic fatigue testing of nickel-titanium endodontic instruments. *J Endod.* 1997; 23: 77-85.
9. Gao Y, Shotton V, Wilkinson K, *et al.* Effects of raw material and rotational speed on the cyclic fatigue of ProFile Vortex rotary instruments. *J Endod.* 2010; 36: 1205-9.
10. All In Dental. M-PRO Gold Rotary File System - Technical Specifications. Kocaeli, Türkiye
11. NiTi Alloy Inspection Report (ASTM F2063 compliant). S1.2 Test Report, 2024.
12. NiTi Wire for Medical Application. Material Safety Data Sheet (MSDS), 2025.
13. Faus-Llácer V, Kharrat NH, Ruiz-Sánchez C, *et al.* The effect of taper and apical diameter on the cyclic fatigue resistance of rotary endodontic files using an experimental electronic device. *Applied Sci.* 2021; 11: 863.
14. Pedulla E, Lizio A, Scibilia M, *et al.* Cyclic fatigue resistance of two nickel-titanium rotary instruments in interrupted rotation. *Int Endod J.* 2017; 50: 194-201.
15. Shen Y, Zhou HM, Zheng YF, *et al.* Metallurgical characterization of controlled memory wire nickel-titanium rotary instruments. *J Endod.* 2011; 37: 1566-71.
16. Zupanc J, Vahdat-Pajouh N, Schafer E. New thermomechanically treated NiTi alloys - a review. *Int Endod J.* 2018; 51: 1088-103.
17. Martins JNR, Silva EJNL, Marques D, *et al.* Design, metallurgical features, and mechanical behaviour of niti endodontic instruments from five different heat-treated rotary systems. *Materials.* 2022; 15: 1009.
18. El Feky HM, Ezzat KM, Bedier MMA. Cyclic fatigue resistance of M-Pro and RaCe Ni-Ti rotary endodontic instruments in artificial curved canals: a comparative in vitro study. *Restor Dent Endod.* 2019; 44: E44.
19. Abdellatif D, Iandolo A, Scorziello M, *et al.* Cyclic fatigue of different ni-ti endodontic rotary file alloys: a comprehensive review. *Bioengineering (Basel).* 2024; 11: 499.
20. Silva E, Zanon M, Hecksher F, *et al.* Influence of autoclave sterilization procedures on the cyclic fatigue resistance of heat-treated nickel-titanium instruments: a systematic review. *Restor Dent Endod.* 2020; 45: E25.
21. Hiran-Us S, Morakul S. Effect of temperatures on cyclic fatigue resistance of 3 different Ni-Ti alloy files. *Int Dent J.* 2023; 73: 904-9.
22. Hwang KC, Choi JJE, Hussaini HM, *et al.* Effect of diabetes and hyperglycaemia on the physical and mechanical properties of dentine: a systematic review. *Clin Oral Investig.* 2025; 29: 55.
23. Kinney JH, Marshall SJ, Marshall GW. The mechanical properties of human dentin: a critical review and re-evaluation of the dental literature. *Crit Rev Oral Biol Med.* 2003; 14: 13-29.
24. Plotino G, Grande NM, Cordaro M, *et al.* A review of cyclic fatigue testing of nickel-titanium rotary instruments. *J Endod.* 2009; 35: 1469-76.
25. Büyüközer Özkan H, Doğan Çankaya T, Sürme K. Endodontik irrigasyon solüsyonlarının one curve egesinin döngüsel yorgunluk direncine olan etkisinin karşılaştırılması: *in vitro* bir çalışma. *Necmettin Erbakan Üniv. Diş Hek. Derg.* 2023; 5(3): 211-6.