T.C.
MARMARA ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
DİŞ HASTALIKLARI VE TEDAVİSİ ANABİLİM DALI

NİKEL-TİTANYUM KANAL EĞELERİNİN EĞRİ KANALLARIN PREPARASYONUNDAKİ ETKİLERİNİN ŞEFFAF RESİN BLOKLAR ÜZERİNDE İNCELENMESİ

70875

Dt. YILDIZ GARİP

DOKTORA TEZİ

DANIŞMAN
Prof. Dr. MAHİR GÜNDAY

İSTANBUL, 1998

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR I

ÖZET II

SUMMARY IV

KISALTMALAR ve SİMGELER VI

1. GİRİŞ 1

1.1. Kök Kanallarının Preparasyonu 1

1.1.1. Kök Kanallarının Anatomik Şekli 1

1.1.2. Kanal Aletlerinin Şekli ve Uygulama Tekniği 5

1.1.3. Kanal Aletlerinin Yapıldığı Madde 19

1.1.4. Kesilen Madde - Dentin 27

1.1.5. Kanalların Şekillendirilmesi Sırasında Kullanılan Solüsyonlar 28

1.2. Kök Kanallarının Preparasyonunu Değerlendirmede Kullanılan Yöntemler 28

2. GEREÇ ve YÖNTEM 30

2.1. Kök Kanal Aletleri 30

2.2. Görüntüleme Sistemi 33

2.3. Preparasyon Tekniği 37

2.4. Çalışmanın Değerlendirilmesinde Kullanılan Kriterler 41

2.5. İstatistiksel Değerlendirme 42

3. BULGULAR 43

3.1. Kuronal Seviye (Kesit I) 43

3.2. Orta Seviye (Kesit II) 51

3.3. Apikal Seviye (Kesit III) 59

3.4. Apikal Seviye (Kesit IV) 67

4. TARTIŞMA 80

5. SONUÇLAR 95

6. KAYNAKLAR 97

7. ÖZGEÇMİŞ 111

TEŞEKKÜR

Doktora çalışmalarım sırasında her zaman bana yol gösteren, bilgi ve deneyimlerini aktaran değerli hocam Prof. Dr. Mahir Günday'a

Çalışmalarım sırasında spiral tomografiden faydalanmamı sağlayan Işık Tıbbi Yatırımlar ve Tic. A. Ş.'ne.

Tomografi çekimleri sırasında ve ölçümler esnasında yardımcı olan Radyoloji uzmanı Dr. Rana Ozan'a ve teknisyen Filiz Taşkın'a

Tezimin istatistik bölümünde bana yol gösteren Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Halk Sağlığı Ana Bilim Dalı'ndan Uzm. Dr. Günay Can'a ve Dr. Sadık Toprak'a

Çalışmam sırasında bilgilerine başvurduğum ve her zaman motivasyonu ile moral bulduğum sayın Doç. Dr. Nimet Gençoğlu'na

Bilgisayar çalışmalarım sırasında yardımlarını gördüğüm Erdinç Erdem'e, Ertan Kuyucuklu'ya ve Ertuğrul Eren'e

Tez çalışmam boyunca yakın ilgi, yardım ve desteklerini gördüğüm aileme

Teşekkürlerimi sunmayı bir borç bilirim.

ÖZET

Bu araştırmada, eğri kanalları olan toplam 80 adet resin blok kullanılarak nikel-titanyum eğelerinin kanal preparasyonundaki etkileri, paslanmaz çelik kanal eğeleri ile karşılaştırılarak incelenmiştir. Kanal eğriliği 20^0 ve 30^0 olan, iki ana gruba ayrılan bloklarda, nikel-titanyum ve paslanmaz çelik K-file ve Hedstrom eğeleri kullanılmıştır. Kanalların preparasyonu, step-back tekniği kullanılarak 40 nolu aletlerle tamamlanmıştır. Kanallardan, genişletmeden önce ve sonra kuronal, orta ve apikal seviyelerden spiral bilgisayarlı tomografi ile toplam dört kesit alınmıştır.

Çalışmamızda, incelenen her kesit seviyesinde kanalın genişleme yönü, transportasyon miktarı, toplam genişletme miktarı ve kanalın merkezde kalma oranları değerlendirilmiştir.

Araştırmamızın sonuçlarına göre, kanal eğriliğinin artışı, değerlendirilen tüm kriterlerde kesit I ve III'te gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı derecede fark yaratmamıştır. Kesit II'de kanal eğriliğinin iç kısmına genişletmede, 20^0 ile 30^0 eğriliğindeki paslanmaz çelik Hedstrom eğeleri arasındaki fark, istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Aynı seviyede, kanal eğriliği 30^0 olan gruplarda paslanmaz çelik K-Flexofile ve Hedstrom eğelerinin, 20^0 olan gruplarda kullanılanlardan daha fazla toplam genişletme yaptıkları görülmüştür. Kesit IV'te ise sadece toplam genişletme miktarında, kanal eğriliği 20^0-30^0 olan gruplarda kullanılan nikel-titanyum Hedstrom eğeleri arasındaki farkın, istatistiksel olarak anlamlı olduğu saptanmıştır.

Kuronal ve orta seviyelerde kanal eğriliğinin iç kısmına doğru paslanmaz çelik eğeleri, nikel-titanyum eğelerine göre daha fazla genişletme yapmışlardır. Apikal seviyede ise (kesit III ve IV) nikel-titanyum eğelerinin daha fazla genişletme yaptıkları bulunmuştur. Kanal eğriliğinin dış kısmına doğru olan genişleme ele alındığında, kuronal ve orta seviyelerde gruplar arasında önemli bir fark görülmemiştir. Apikal seviyede ise, nikel-titanyum

aletleri paslanmaz çelik aletlerine göre kanal eğriliğinin dış kısmına doğru daha az genişletme yapmışlardır.

Değerlendirilen tüm kesitlerde nikel-titanyum kanal eğeleri, paslanmaz çelik eğelerine göre daha az genişletme yapmışlar ve daha az transportasyona sebep olmuşlardır.

Kanalın merkezde kalma oranı incelendiğinde, kuronal ve orta seviyelerde gruplar arasında önemli bir fark bulunmamıştır, apikal seviyede (kesit III ve IV) ise nikel-titanyum kanal eğeleri ile yapılan preparasyonlarda kanalın daha merkezde kaldığı gözlenmiştir.

SUMMARY

Investigation of the Instrumentation Effect of Nickel-Titanium Files on Simulated Curved Canals.

The instrumentation effect of nickel-titanium files was investigated by using 80 simulated resin blocks and was compared with stainless steel files, in this study. Nickel-titanium, stainless steel K-file and Hedstrom files were used for the preparation of the resin blocks which had 20^0 and 30^0 curves and were divided into two main groups. Step-back technique was used for instrumentation and the preparation was completed with number 40 files. The canals were scanned with tomography before and after the instrumentation. Enlargement side (inner or outer) , amount of transportation, total width and centering ratio were investigated. Four sections were obtained for this investigation (one of each from coronal and middle, two from apical level) .

According to the results of this study, in section I and III, no statistically significant difference was found between 20^0 and 30^0 curved groups. In section II, when the preparation from the inner side of the curve was evaluated, a statistically significant difference was found between 20^0 and 30^0 curved canals instrumented with the stainless steel Hedstrom files. At the same level, the stainless steel K-Flexofile and Hedstrom files were found to remove more material in the 30^0 than the 20^0 curved groups. In section IV when the total width was evaluated, only statistically difference was found between 20^0 and 30^0 curved canals instrumented with the nickel-titanium Hedstrom files.

In the coronal and middle levels, the stainless steel files were found to remove more material from the inner side of the curve, than the nickel-titanium files. In the apical level (in section III and IV) the nickel- titanium

files were found to remove more material. When the enlargement at the outer side was evaluated, in the coronal and middle levels, no significant difference was found. In the apical level, the stainless steel files removed more material from the outer side of the curve than the nickel-titanium files.

When all of the sections were evaluated, the nickel-titanium files removed less material and caused less transportation than the stainless steel files.

When the centering ratio was evaluated, in the coronal and middle levels, no significant difference was found between the groups. In the apical level (section III and IV) nickel-titanium files stayed more centrally than stainless steel files.

KISALTMALAR VE SİMGELER

GPa : Giga Paskal

H_1 : Ni-Ti Hedstrom kanal eğeleri (20^0)

H_2 : SS Hedstrom kanal eğeleri (20^0)

H_3 : Ni-Ti Hedstrom kanal eğeleri (30^0)

H_4 : SS Hedstrom kanal eğeleri (30^0)

K_1 : Ni-Ti K-Flexfile kanal eğeleri (20^0)

K_2 : SS K-Flexofile kanal eğeleri (20^0)

K_3 : Ni-Ti K-Flexfile kanal eğeleri (30^0)

K_4 : SS K-Flexofile kanal eğeleri (30^0)

L : Kanal eğriliğinin dış kısmı

mm : Milimetre

Ni-Ti : Nikel-Titanyum

R : Kanal eğriliğinin iç kısmı

SS : Paslanmaz çelik

1. GİRİŞ

1.1. Kök Kanallarının Preparasyonu

Endodontik tedavide kök kanallarının preparasyon amaçları, pulpa dokusunun tamamen temizlenmesi, mikroorganizmaların ve etkilenmiş dentin dokusunun uzaklaştırılması ve doldurma öncesinde kök kanal boşluğunun uygun şekilde temizlenip şekillendirilmesidir (1) .

İdeal şekilde hazırlanmış bir kök kanalı boşluğu, düzgün genişleyen konik bir formda olmalı, orijinal kanal kurvatürü ve foramen apikale transporta uğratılmadan korunmalıdır (1) .

Kök kanallarının şekillendirilmesi işleminde etkili faktörler şu şekilde sıralanabilir (2) :

1.1.1. Kök kanallarının anatomik şekli,

1.1.2. Kanal aletlerinin şekli ve uygulama tekniği,

1.1.3. Kanal aletlerinin yapıldığı madde,

1.1.4. Kesilen madde (dentin dokusu) ,

1.1.5. Kanalların şekillendirilmesi sırasında kullanılan solüsyonlar.

1.1.1. Kök Kanallarının Anatomik Şekli

Kök kanalının anatomisi çok özeldir ve her kanal diğerinden farklılık gösterir. Bazı kanallar çok az bir eğriliğe sahipken, bazıları ileri derecede eğrilik gösterebilirler (2) . Kök kanallarının neredeyse her pozisyonda eğrilik gösterdiği, hatta düz olarak görülen kanallarda bile apikal üçlüde eğrilik ve düzensizliklerin bulunduğu bildirilmiştir (3, 4, 5) . Klinik şartlarda, periapikal radyografilerle saptanamayan bu eğrilikler sıklıkla hatalı kanal boyu ölçümlerine, aşırı preparasyonlara veya kanalda basamak oluşumuna neden olur. Örneğin üst büyük azıların palatinal kökleri bukkale doğru (6) , üst yan

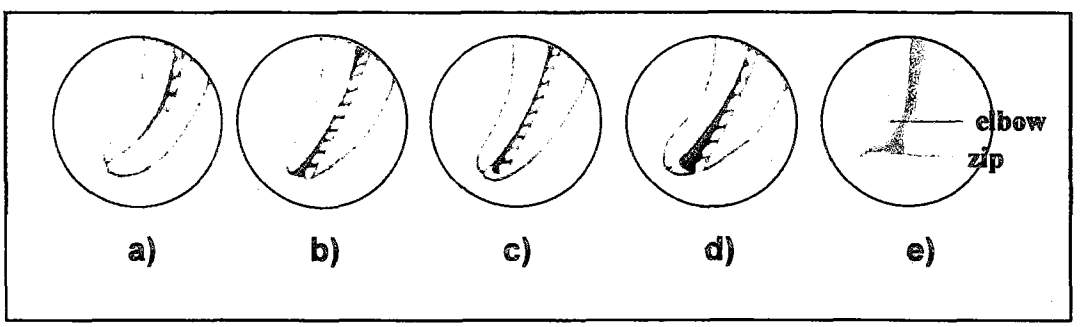
keser dişler ise apikal üçlüde palatinale doğru eğim gösterirler (4) . Üst santral ve küçük azıların da alt kesiciler gibi bukkale doğru eğim gösterdikleri bilinmektedir (4). Sürekli dişlerdeki kanal morfolojileri ile ilgili çalışmalarda, alt büyük azılarla ilgili kanal sayıları, apikal foramenin lokalizasyonu ve apikal delta sıklığı önce Vertucci (7) daha sonra Wein ve arkadaşları (8) tarafından incelenmiş ve kanal şekilleri sınıflandırılmıştır. Kök kanal eğrilik dereceleri ile ilgili ilk çalışma 1971' de Schneider (9) tarafından yapılmış ve periapikal radyografilerle dişlerin kanal eğriliği ölçülerek bir metod ortaya konmuştur. 1982 yılında Wein (10) kanal eğrilik derecesini ölçmek amacı ile alternatif bir yöntem önermiştir. 1986 yılında ise Bone ve Moule (11) , Schneider yöntemini modifiye etmişlerdir. 1996 yılında Hankins ve ElDeeb (12) de kök kanal eğriliğini ölçmek amacı ile uzun-eksen tekniğini (long-axis technigue) ortaya koymuşlardır. Pineda ve Kuttler (13) , alt büyük azı dişler üzerinde yaptıkları çalışmada kök kanallarını hem vestibül hem de aproksimal yönden değerlendirmişler; alt birinci büyük azılarda mezial kanalların % 68,1'inde, ikinci büyük azılarda ise % 58,3'ünde kanal eğriliği bulduklarını bildirmişlerdir. Ancak, çalışmalarında kanal eğriliğini hesaplamaya yer vermemişlerdir. Bone ve Moule (11) üst büyük azılarda palatinal kanal eğriliğini araştırmışlar; %85 oranında 10^0' den daha büyük eğrilik derecesi bulmuşlardır. Cunningham ve Senia da (14) birinci ve ikinci alt büyük azı dişlerle ilgili çalışmalarında, mezial kanallardaki eğrilik derecelerini vestibül ve aproksimal yönden çektikleri radyografilerle incelemişlerdir. Vestibül yönden meziobukkal kanalın eğriliğini ortalama $28,7^0$, meziolingual kanalın ise ortalama $27,2^0$ olarak tespit etmişlerdir. Aproksimal yönden yapılan ölçümlerde ise meziobukkal kanalın ortalama eğriliğini $21,0^0$, meziolingual kanalın da ortalama $19,7^0$ olarak tespit etmişlerdir. Günday M. (15) da, alt büyük azılarla ilgili çalışmasında meziobukkal ve meziolingual kök kanallarını hem vestibül hem de aproksimal yönden çektiği radyografilerle değerlendirmiş ve bütün kanallarda eğrilik bulduğunu bildirmiştir. Vestibül yönden meziobukkal kanalın eğriliğini ortalama $24,29^0$, meziolingual kanalın ise ortalama $23,23^0$

olarak bulmuştur. Aproksimal yönden yapılan ölçümlerde ise meziobukkal kanalın ortalama eğriliğini $19,25^0$, meziolingual kanalın ise ortalama $17,36^0$ olarak tespit etmiştir.

Kanalın apikal üçlü kısmı, kök kanal sisteminin en eğri ve radyografide en zor görülen kısmıdır (13) . Bir çok kökte birden fazla eğrilik bulunmasına rağmen, ikinci apikal eğriliğin belirsizleşmesi veya radyografın görülmeyen kısmına denk gelmesiyle radyografik olarak izlenmesi zorlaşır. Bu nedenle kök kanal sistemlerinin birçoğunun radyografide gizlenen değişik varyasyonlar içerdiği unutulmamalıdır (16).

Kök kanallarının doğru ve düzgün olduğu durumlarda genişletme ve şekillendirme işlemleri kolaylıkla yapılabilmektedir. Ancak kök kanallarının eğri olduğu durumlarda, biyomekanik preparasyon esnasında güçlükler ortaya çıkmaktadır ve yapılan temizleme ve şekillendirme işlemleri pek çok teknik hatalarla sonuçlanabilmektedir (17, 18, 19, 20) . Özellikle alt büyük azıların mezial kanallarında olduğu gibi, hem distale, hem de linguale doğru eğriliklerin bulunduğu vakalarda, kök kanallarının genişletilmeleri oldukça zordur (15) .

Eğri kök kanallarının preparasyonunda ortaya çıkan problemler şöyle özetlenmiştir (1, 3, 18, 21, 22, 23, 24) , (Şekil 1.1) :



Şekil 1.1. Eğri kanallarının preparasyonunda oluşan istenmeyen şekiller:
a) basamak; b) apikal foramenin transportasyonu;
c) perforasyonsuz zip; d) perforasyonla birlikte zip;
e) elbow'la(dirsek) birlikte zip.

1. Dar ve eğri kanallarda, kanal aletlerinin keskin uç kısmı ile kanal duvarlarındaki dentinde basamak oluşturulması (ledging) ,

2. Apikal foramenin preparasyonla yana doğru taşınarak genişletilmesi ve eliptik form alması (apikal transportasyon) :

a) Apikal bölgede zip oluşması - kanal eğriliğinin dış kısmından aşırı doku uzaklaştırılmasıyla oluşan düzensiz, genişlemiş alan.

b) Kök perforasyonu - kanal eğriliğinin dış kısmında, orijinal kanaldan bağımsız olarak ayrı kanalcık oluşumu.

3. Eğriliğin fazla olduğu köklerde, eğriliğin iç kısmında yer alan dentinin aşırı preparasyonuna bağlı perforasyonlar (strip perforasyon) ,

4. Dar ve eğri kanallarda, kanalın en dar kısmının apekste değil, kum saati gibi ortalarda bir yerde oluşması (elbow - dirsek) ,

5. Preparasyonda çıkartılan dentin artıkları ile kanalın tıkanması,

6. Alet kırılmaları,

7. Çalışma boyutunun kaybedilmesi,

8. Eksik veya taşkın preparasyonlar.

Bunların sonucunda kök kanalının şekli, endodontik hazırlığın ana kurallarından olan kanalın orijinal şeklinin korunması ilkesine aykırı olarak değişime uğramaktadır (21) .

Bu sorunlarla ilgili olarak alınabilecek en etkili önlem, dikkatli preparasyon ve Wein ve arkadaşları'nın önerdiği şekilde preparasyon öncesi radyografları rehber alarak, kanal şekline göre eğelerin önceden eğimlendirilmesidir (3, 21) . Ayrıca bu amaçla, bir eğeden diğerine geçişi kolaylaştırmak için aletlerin uç kısmından segmentleri kaldırıp "ara kademeli alet" oluşturulabileceğinden de bahsedilmiştir. Bu durum, kanal preparasyonunda bir büyük alete geçmeden önce küçük aletin boyunu bir miktar kısaltarak aletler arasında ara boyutlar elde edilmesidir. Yine aşırı eğri kanallarda, kanal duvarının dış kısmının preparasyonunu önlemek amacı ile eğimlendirilmiş aletlerin dış kısımlarındaki yivlerin törpülenmesi de

önerilmiştir. Bu şekilde formu değiştirilen aletler sadece eğeleme şeklinde kullanılabilir (3) .

Eğri kanalların morfolojilerini değiştirmek mümkün değildir. Ancak kuronal bölgede genişletme (Flaring) yapılması ile kanalların eğriliklerinin bir miktar azalması sağlanabilir (14, 15, 25, 26, 27). Kanalların eğrilik derecelerinin azaltılması, kanal aletlerinin oluşturacağı komplikasyonları da azaltmaktadır.

Eğri kök kanallarının preparasyonunda, kesici kanal aletleri ve onların uygulama teknikleri en etkili faktörler olarak gözükmektedir. Bu yüzden kanal aletlerinin yapıldığı maddeler, üretim teknolojileri, şekilleri ve uygulanma teknikleri ile ilgili çalışmalar sürdürülmektedir (16, 28, 29, 30, 31, 32, 33) .

1.1.2. Kanal Aletlerinin Şekli ve Uygulama Tekniği

Kanal aletlerindeki modifikasyonlar, enine kesitteki değişimler ya da kesici spirallerin açı ve derinliğindeki farklılıklar veya aletlerin en uç bölümündeki dizayn değişikliği ile yapılmaktadır. Dizayndaki çok küçük değişimlerin aletlerin kesme etkinliği, torsiyonal dayanıklılık, fleksibilite gibi fiziksel ve mekanik özelliklerinde önemli etkileri saptanmıştır (34) .

Kanalların şekillendirilmesinde kullanılan aletler çok çeşitlidir. Bunların içinde en çok reamerlar ve eğeler kullanılmaktadır (34, 35, 36) .

1.Reamerlar:

Reamerların kesitleri üçgendir ve üçgen kesitte üç kesici kenar yer almaktadır. Aletlerin çalışma ucu kanalın içinde kolayca ilerleyecek şekilde sivri yapılmıştır. Bu sivrilik aynı zamanda kanal içindeki herhangi bir daralım noktasını aşmada yararlı olur. Sivri bir ucun dezavantajları ise basamak oluşturabilmesi ve özellikle eğri kanallarda perforasyona neden olabilmesidir.

Reamerlar, irregüler şekilli bir kanalı genişletip düzelterek enine kesiti yuvarlak hale getirmede kullanılırlar, sadece değdikleri bölgeyi kesebilir ve kanalı kendi çapından fazla genişletemezler.

2. Eğeler:

a) K-tipi eğe

b) H-tipi eğe

c) Hibrid tip eğeler

Adlarından da anlaşılacağı gibi bu aletler eğelemekte kullanılırlar, oval veya eksantrik şekilli kanalların düzleştirilmesi ve temizlenmesinde rol alırlar. Reamerlardan farklı olarak kanalı kendi çaplarından çok daha fazla genişletebilirler.

a) K-tipi eğe:

K-tipi eğelerin kesitleri dörtgen şeklindedir ve dörtgen kesitte dört kesici kenar yer almaktadır. Bu aletler reamerlara benzerler, fakat daha sık bir spirale sahiptirler. Reamerlarda her mm'lik uzunluk için 0,5-1 adet spiral açılmışken, eğelerde 1,5-2,5 adet spiral vardır. Böylece kesici kenar sayısı artmıştır. Daha sık olarak bulunan bu spiraller, aletin esnekliğini de arttırırlar. Bu nedenle K-tipi eğeler, tüm eğri kanallara girebilen, kırılmaya karşı oldukça dayanıklı aletlerdir.

b) H-tipi eğe:

Hedstrom eğeler enine kesitte sırasıyla birbiri üzerine yerleşen üçgenlere benzerler. Bir seri koni içeren ve uca doğru sivrileşip incelen bir şekilde yapılmışlardır. Koni kenarları son derece keskin olup, spiral eğrilerinin sayısı reamer veya K-tipi eğeden daha fazladır. Harty ve Stock (37, 38) Hedstrom eğelerin sertliğinin, reamer veya K-tipi eğeden dört defa daha az olduğunu bulmuşlardır. Bu nedenle bu aletin esnekliği ince ve eğri kanallar için çok uygundur.

c) Hibrid tip eğeler:

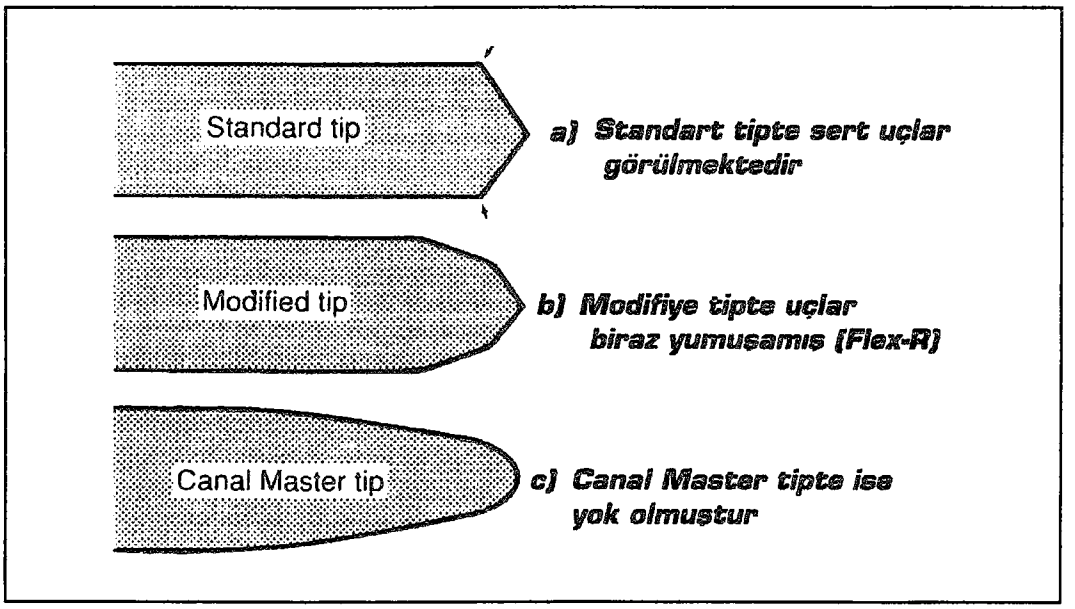
K-tipi ve H-tipi eğelerin geometrisindeki diğer varyasyonlar, tel gövdesinin kıvrımından başka, eğeleme ve aşındırma işlemleri ile spirallerde yapılmıştır. Örnek eğeler arasında Unifile ve S-file sayılabilir. Bu aletler S-şekilli enine kesit gösterir. Gövdede daha fazla metal bulunduğundan, daha serttirler. S-file'ın spirallerinin derinliği, Hedstrom eğelerden daha azdır ve açıları aynı kaldığından derinlik uç bölümünden sap bölümüne doğru artar.

Aletin uç bölümünde Roane (39) tarafından yapılan bir değişiklikle Flex-R eğesi geliştirilmiştir. Enstrüman hem K, hem de H-tipi eğe özellikleri taşıyan hibrid bir dizayn gösterir. Hedstrom eğesinde olduğu gibi aşındırma işlemi yapılarak hazırlanmaktadır. Bununla beraber enine kesitte standart K-tipi geometri gösterir. Keskin olmayan uca ve oluklu yüzeylere sahiptir. Böyle bir şeklin, basamak oluşumu ve perforasyon riskini azalttığı ileri sürülmektedir (34) .

Wildey ve Senia (30) 1989'da yeni bir alet olan Canal Master'ı ve kullanım tekniğini ortaya atmışlardır. Flex-R eğeleri hakkında yapılan araştırmalar onların konvansiyonel K-tipi eğelerden daha iyi olduklarını ortaya koymuştur (28, 40). Ayrıca yapılan araştırmalar Canal Master aletleri ile kanal transportasyonunun daha az olduğunu, kanalın daha merkezde kalabildiğini ve K-eğelerden daha az dentin kaldırdıklarını ortaya koymuştur (31) . Diğer bir çalışma ise Canal Master kullanıldığında, Flex-R eğelere göre kanal eğriliğinin azaldığını göstermiştir (41) .

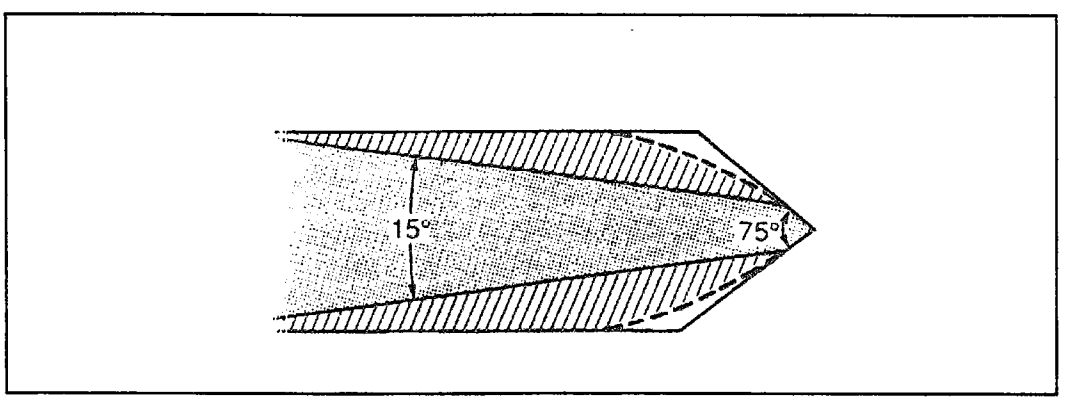
Reamer ve eğelerin kritik bölgeleri uçları ve kesici kenarların kesen kısmıdır. Uç kısmın dizaynı, aletin penetrasyon özelliklerini ve tüm kesme verimliliğini etkiler. En çok kullanılan uç şekilleri üç gruba ayrılabilir, (Şekil 1.2) , (2) :

- Standart tip,
- Modifiye tip,
- Canal Master tip.



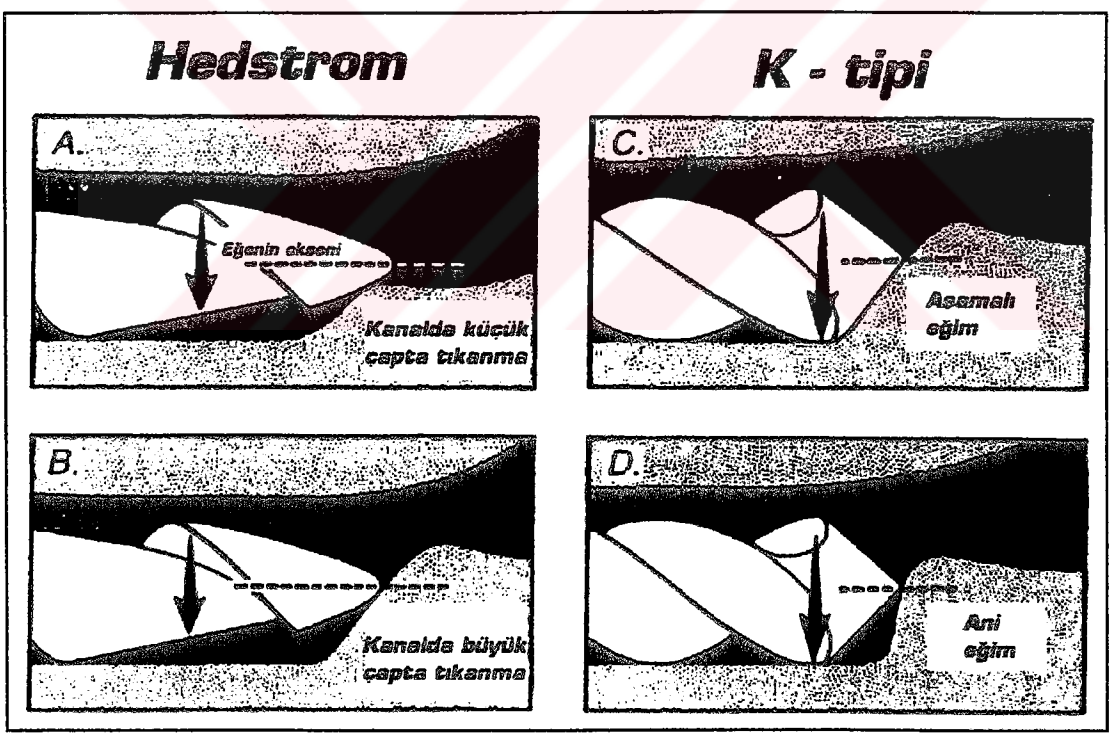
Şekil 1.2. Kök kanal aletinde görülebilecek farklı uç şekilleri.

Kanal preparasyonu esnasında uç kısım ilk kesiği yaptığından, standart tipin köşeli yapısı kanal şekline zarar verici olabilir (39) . Modifiye Flex-R ve Canal Master uçları dizayn itibariyle daha az zarar vericidirler. Ucun ideal şekli her aletin boyutuna ve sertliğine göre değişiklik gösterir. İdeal uç şekil 1.3'te gösterildiği gibi çizgilerle belirtilen sınırın içinde olmalıdır (2) .



Şekil 1.3. Kök kanal aletinin optimum uç şekli çizgiyle taranmış alanda gösterilmektedir.

Ucun dizaynı, özellikle eğri kanallarda, aletin kök ucuna ulaşmasını etkiler. Örneğin, 15 nolu Hedstrom eğenin ulaşamadığı foramene, 15 nolu K-tipi eğenin ulaşması mümkündür. Bunun sebebi, Hedstrom eğelerin ucunun yuvarlak olması ve kesici olmamasıdır. Bu özelliklere bağlı olarak Hedstrom eğeler eğriliğin dış duvarına karşı zorlandıklarında, genelde bu bölgeyi düzleştirme eğiliminde olduklarından, büyük tıkanmaları aşamayacaklardır. K-tipi eğenin ucu eğimli yüzeye ve kesme özelliğine sahiptir. Bu özellikleri ile Hedstrom eğenin aşamadığı büyük tıkanıklığı geçip kesmeye devam edecektir (Şekil 1.4) . K-tipi eğenin, kanalın aşırı eğriliği nedeniyle ilerleyemediği istisnalar da vardır. Bu durumda, aletin önceden bükülmesi bu noktadan apikale ilerlemesine yardımcı olacaktır. Elde mevcut bulunan hiç bir aletin apikal foramene ulaşamadığı durumlar da olabilir (2) .



Şekil 1.4. Eğri kök kanallarında Hedstrom eğenin yuvarlatılmış ve kesici olmayan ucu küçük çapta tıkanmayı aşabilirken (A) , daha büyük çapta olanı aşamaz (B) . Eğimli yüzeyi ve kesici özelliği ile K-tipi eğeler, aşamalı eğime sahip büyük çapta tıkanmaları geçebilir(C), ani eğime sahip büyük çapta tıkanmaları geçemez (D). (Şekildeki oklar kanal eğriliğinden dolayı ortaya çıkan kuvvet vektörlerini göstermektedirler) .

Endodontik preparasyonların değerlendirilmesinde, alet dizaynı kadar endodontistin kullandığı teknik de önem taşımaktadır. Kök kanallarının preparasyonunda, kanal aletleri genellikle iki tip çalışma tekniği ile kullanılmaktadır (2, 16) :

1. Döndürme (reaming)
2. Eğeleme (filing)

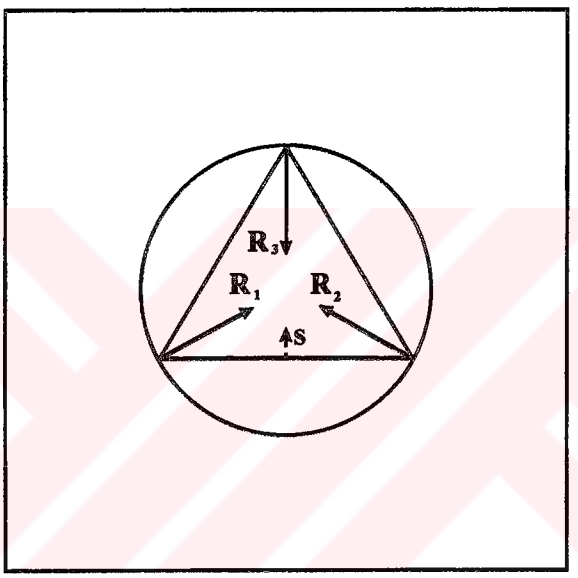
Preparasyon sırasında kuvvet uygulandığında, itme-çekme ve döndürme hareketinde fizik kuralları geçerlidir. Kesme sırasında aletle dentine bir kuvvet uygulanır. Dentinde de, bu kuvvete karşı kanal aletine doğru eşit kuvvette bir direnç meydana gelir. Bu kuvvetlerin bileşkelerine bağlı olarak da, kanal duvarlarından kaldırılan dentin miktarı ortaya çıkar (2).

1. Döndürme (reaming) tekniği:

Döndürme (reaming), kanal aletinin apekste sıkışma hissedilene kadar yerleştirilmesi ve saat yönünde tam bir dönüşten fazla çevrilerek, kaldırılması istenen materyalin, aletin spiralleri yoluyla alınması işlemidir. Saat yönünün tersine hareket, kanal içindeki materyali apikale itmektedir. Reaming ile sert dokunun kaldırılması, dentin duvarlarının traşlanması ile olmaktadır (34).

Kanal aletlerine verilen döndürme hareketinin miktarı ve yönü değişkendir. Döndürme esnasında kanal aleti üzerinde oluşan kuvvet dağılımı şekil 1.5'te görülmektedir. Roane ve arkadaşları (39) eğri kök kanallarında kanal aletinde dentinin sertliğine karşı ortaya çıkan içsel kuvvetlerin (R_1, R_2, R_3) yanında "restoring force" adını verdikleri ve kanal aletinin eğilmeye karşı düzelmek için gösterdiği karşı bir kuvvetten (S) daha bahsetmektedirler. S kuvveti, dentin duvarlarından ve kanal eğesinin kanal duvarlarını kesmesinden kaynaklanan reaktif kuvvetlerden daha küçük değerdedir. Denge durumunda bir sistem içerisindeki bütün kuvvetlerin toplamı sıfır olmalıdır. Sürtünme ve makaslama kuvvetleri ihmal edildiğinde,

düzgün ve gittikçe daralan silindirik bir kanalda $R_1=R_2=R_3$'tür. Eğri kanallarda ortaya çıkan S kuvveti sebebiyle bu denge bozulmaktadır ve S kuvveti de bu sisteme eklenmektedir. Bu durumda, S kuvvetinin karşısında bulunan R_3 kuvvetinin tek başına ona karşı koyabilmesi için değeri yükselmelidir. Roane ve arkadaşları, istenen kuvvetler dengesinin kanal genişletilmesi sırasında aletin rotasyonu ile sağlandığını bildirmektedirler (39) .



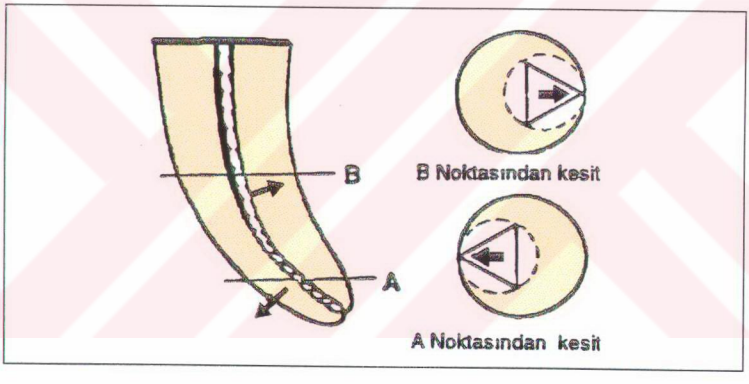
Şekil 1.5. Eğri kanallarda döndürme hareketi sırasında kanal aleti üzerinde oluşan kuvvet dağılımı.

2. Eğeleme (itme-çekme) tekniği:

Eğeleme, eğenin apikalde bir sıkışma hissedilinceye kadar uygulanması ve dönme hareketi verilmeden dentin duvarı yüzeyinde törpüleme hareketi ile kullanılmasıdır. Sert dokunun alınması, dışarı doğru çekme hareketi esnasında eğelerin spirallerinin etkinliği ile olur. Etkili bir preparasyon için, eğe kanalda kullanılırken spiralleri arasında biriken dentin tozları sık sık temizlenmelidir. Eğeler, çeyrek dönüşlü bir eğeleme ile de

kullanılabilirler. Kanala girerken çevrilebilirler. Eğelerin, özellikle eğri kanallarda ileri geri hareketlerle kullanılması önerilmez. Dentin parçaları apikalde birikip basamak oluşturabilir. Bu işlem de kanalda apikalden daha kısa dolgulara neden olabilir (16, 34) .

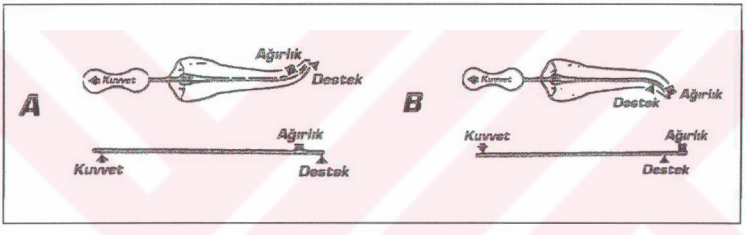
Bütün kanal aletleri belirli bir sertlikte oldukları için eğilip bükülmeleri sırasında bir kuvvete sebep olurlar. Eğri kanallarda bu kuvvetler eğri bölgenin duvarlarına etki eder. Bu bölgelerde eğrilen kanal aletleri düzelmeye çalışırlar ve eğrilik bölgesi ile apikal bölgede A ve B noktalarında dentin dokusuna karşı kuvvet oluştururlar (Şekil 1.6) , (2) .



Şekil 1.6. Eğri kanallarda eğrilen kanal aletleri, eğrilik bölgesi ve apikal bölgede A ve B noktalarında dentin dokusuna karşı kuvvet oluştururlar.

Alet kanal içerisinde hareketsiz iken dentin üzerine gelen kuvvet sadece aletin sertliği ve esnekliği ile ilgili içsel kuvvetlerden oluşur. Alet eğeleme için çekildiğinde, kanal duvarlarında A ve B noktalarındaki kuvvetlerde bir artış meydana gelir. Bu artış, alet üzerine iki ayrı noktada aynı anda oluşan kaldıraç hareketleri sebebiyle ortaya çıkmaktadır. Bu

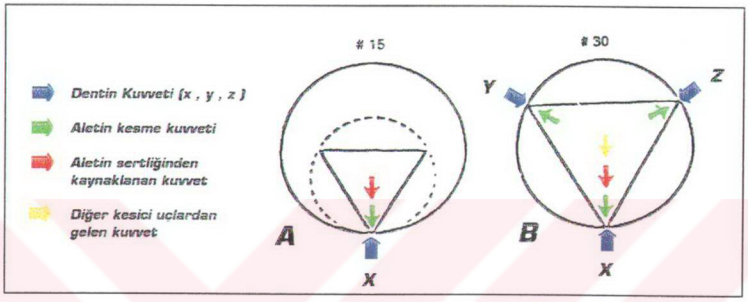
kaldıraç kuvvetlerinden biri el arabası gibidir. Destek noktası apikal bölgede (A noktası), ağırlık eğrilik bölgesinde, kuvvet ise kuronal bölgede bulunmaktadır. Diğer kaldıraç hareketi ise tahterevalliye benzemektedir. Destek noktası eğrilik bölgesinde (B noktası), kuvvet ve ağırlık ise kanal aletinin iki ucunda yer alır (Şekil 1.7) . Bu iki hareketin kombinasyonu, kanal duvarlarında A ve B noktalarında kuvvetin yoğunlaşmasına sebep olmaktadır (2, 21, 30, 42) . Bu durum, bu noktalarda daha fazla dentin dokusunun kaldırılmasına ve daha fazla kanal transportasyonuna yol açmaktadır.



Şekil 1.7. Eğri kanallarda kanal aleti eğeleme için çekildiğinde eğrilik bölgesi ve apikal bölgede aynı anda iki kaldıraç kuvveti meydana gelmektedir. Bunlardan biri el arabasına (A) diğeri ise tahterevalliye (B) benzer.

Eğri kanallarda kanal aletinde ve dentin yüzeyinde ortaya çıkan kuvvet vektörleri şekil 1.8'de görülmektedir. Şekilde solda 15 nolu bir kanal aletinin geniş bir kanal içerisindeki pozisyonu, sağda ise 30 nolu bir kanal aletinin bütün kesici uçlarının kanal duvarlarına temas ettiği çalışma durumunda ortaya çıkan kuvvet dağılımı izlenmektedir. Soldaki pozisyonda aletteki içsel kuvvetleri, kesme kuvveti ile aletin sertliğinden kaynaklanan kuvvetler oluştururken, sağda aletin bütün kesici uçları kanal duvarlarına temas ettiğinden, y ve z noktalarından gelen ek kuvvetler de x yönünde sisteme eklenmektedir. Ayrıca bu pozisyonda, aletin çapı daha büyük olduğu

için aletin sertliğinden kaynaklanan kuvvet de daha büyüktür. Her iki durumda da aletin içsel kuvvetleri dentin direncinden daha büyük olduğunda kesme meydana gelmektedir (2) .



Şekil 1.8. Eğri kanallarda kanal aletinde ve dentin yüzeyinde ortaya çıkan kuvvet vektörleri.

Vessey, 1969'da döndürme (reaming) hareketi ile şekillendirilen eğri kanalların, eğeleme (itme-çekme) hareketi ile şekillendirilen kanallara göre, orijinal kanal şeklinden daha az sapma gösterdiklerini ileri sürmüştür (43) . Bunun ardından, eğri kanallarda düzgün preparasyon sağlamak amacı ile çeşitli teknikler tasarlanmış ve araştırmalara da konu olmuştur (16, 18, 30, 39, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51) . Bu tekniklerden bazıları şöyle sıralanabilir:

1. Step-back tekniği,
2. Anticurvature filing tekniği,
3. Balanced-force tekniği,
4. Step-down tekniği,
5. Double-flared tekniği,
6. Crown-down basınçsız preparasyon tekniği,
7. Wildey-Senia tekniği.

Uzun yıllar en yaygın şekilde kullanılan preparasyon tekniği geleneksel eğeleme tekniği (apikal stop preparasyonu) olmuştur. Bu preparasyonda, gittikçe büyüyen eğelerin kanalda aynı çalışma boyutunda kullanılmaları ile apikal kısımda basamak formu oluşturulur. Bilerek hazırlanan bu basamak formuna apikal stop adı verilir. Tekniğin amacı, standart kanal konunun uyacağı nispeten paralel formun hazırlanmasıdır (1). Bu tekniğin, eğriliği fazla olmayan kanallarda bile problemler oluşturduğu gösterilmiştir (52) .

Apikal stop preparasyonunun eğri ve dar kanallarda yetersiz olması araştırıcıları farklı yaklaşımlara yöneltmiştir. İlk kez 1969 yılında Clem step-back preparasyon yöntemini tanıtmıştır (46) . Daha sonraları Weine tarafından bir dizi araştırma yapılmıştır. Bu teknik ilk kez Clem tarafından tanıtılmasına rağmen, çoğu kez Wein'in adıyla anılır. 1975 yılında Weine (21) , bu tekniği eğri kanallar için tanımlayarak zip ve elbow oluşumunu önlediğini ileri sürmüştür. Step-back yöntemindeki ana kural, şekillendirmenin apikalden kuronale doğru yapılmasıdır. Bu yöntemde kök kanalındaki çalışma uzunluğu saptandıktan sonra, şekillendirmeye fizyolojik foramen apikaleden başlanır ve kuronale doğru devam edilir. Fizyolojik foramen apikalenin orijinal genişliğinin korunması gerekir. Şekillendirmenin tamamlanmasıyla kök kanalları, fizyolojik foramen apikaleden başlayarak, kuron kısmına doğru genişleyen bir huni şeklini alır.

Eğri kanallarda step-back tekniğinin, basamak oluşumu, apikal transportasyon, perforasyon ve alet kırılması gibi komplikasyonları önlediği, ayrıca gittikçe açılan preparasyon şeklinin lateral kondensasyon için ideal olduğu bildirilmiştir (18, 22, 53) . Mullaney (54), 1979'da step-back tekniğinde apikal preparasyon küçük tutularak ve kanal kuronal yönde derece derece genişletilerek, kanal eğiminin korunduğunu bildirmiştir.

Eğri kök kanallarının preparasyonu esnasında oluşan istenmeyen hataları engellemek amacı ile 1980 yılında Abou-Rass ve arkadaşları tarafından antikurvatür eğeleme tekniği geliştirilmiştir (18) . Bu teknikte kök

kanallarının şekillendirilmesi sırasında, bütün dentin duvarlarından eşit miktarda madde kaldırılması ve böylece kanalların eğiminin bozulmaması hedeflenmektedir. Oysa bazı dişlerde, özellikle de alt birinci büyük azı dişlerinde mezial kök kanalları bifurkasyon bölgesine daha yakın seyreder. Bu dişlerde kök kanalları şekillendirilirken, dentin duvarlarından eşit miktarda madde kaldırılması, bifurkasyon tarafındaki dentin duvarlarının çok incelmesine, hatta perforasyonuna neden olabilir. Yöntemin amacı bu gibi dişlerde özel bir şekillendirme tekniği uygulamaktır. Antikurvatür eğeleme yönteminde, kök kanal aletleri, kanala yerleştirilmeden önce kök kanalının eğimine uygun olarak bükülür. Şekillendirme sırasında eğeleme hareketi özellikle bifurkasyon tarafının tersindeki duvara yapılır. Bifurkasyona yakın olan duvarlar bu yöntemde tehlikeli bölge (danger zone) olarak adlandırılır (18) .

Eğri kanallarda basamak oluşumu, foramen apikalenin transportasyonu ve zip oluşumu gibi komplikasyonların önlenmesi için Roane ve arkadaşları (39, 47) tarafından 1985 yılında dengelenmiş kuvvet (balanced force) tekniği geliştirilmiştir. Bu teknik, kanalda sadece saat yönünde ve saat yönünün tersine hareketler ile uçta kesici kenarları kaldırılmış parabolik kanal aletinin (Flex-R eğe) kullanılmasını içerir. Uç kısımda yapılan modifikasyon ile kanal aletinin eğriliği daha iyi takip edeceği ve bu şekilde istenmeyen komplikasyonların oluşmayacağı ileri sürülmüştür (39, 47) .

Powell ve arkadaşları (29, 55) , 1986 yılında şeffaf resin bloklar üzerindeki kanallarda farklı preparasyon yöntemlerini karşılaştırmışlardır. Modifikasyon gösteren Flex-R eğeler ile yapılan preparasyonun, modifikasyonsuz alet ile yapılana oranla çok daha iyi sonuçlar verdiğini bildirmişlerdir.

Sabala ve arkadaşları (28) , resin bloklar üzerinde modifiye K-tipi eğe kullanarak Roane tekniğini, modifiye olmayan K-tipi eğe ve geleneksel preparasyon tekniği ile karşılaştırmışlar ve modifiye eğenin daha az

transportasyon gösterdiğini ve orijinal kanal eğriliğinin koruduğunu bulmuşlardır.

Calhoun ve Montgomery (53) , 1988 yılında Roane tekniğini step-back ve ultrasonik teknikleri ile karşılaştırarak, bu teknikle yapılan preparasyonların sonucunda daha yuvarlak bir kanal şekli oluştuğunu ve kanalın daha merkezde kaldığını bildirmişlerdir.

Backman ve arkadaşları (44) , 1992 yılında eğri kanallarda Roane tekniğini bir çeşit step-back tekniği ile karşılaştırarak, Roane tekniğinin daha büyük apikal preparasyon ölçüsü oluşturduğunu ve orijinal kanalın merkezden daha az sapma gösterdiğini bildirmişlerdir.

Gençoğlu ve arkadaşları (56) , 1994 yılında eğri kanallarda step-back, balanced force ve Canal Master tekniklerinin kök kanal şekline etkisini incelemişlerdir. Çalışmanın sonucunda en az transportasyona balanced force tekniğinde rastlanırken, en fazla transportasyona ise Canal Master tekniğinde rastlandığını bildirmişlerdir.

Kök kanal preparasyonu esnasında oluşan debris, mikroorganizmalar ve irrigasyon solüsyonları foramen apikale yoluyla periapikal dokulara itilebilir. Bu olay kanal aletlerinin piston olarak görev yapması ile oluşur ve postoperatif ağrı ile beraber görülen kronik bir enfeksiyonun akut alevlenmesinden sorumlu tutulmuştur (57). Bu sebeplerden dolayı, preparasyon esnasında ilk önce kuronal şekillendirme işlemlerinin yapılması ile ilgili yeni fikirler ve teknikler geliştirilmiştir (48, 49, 50, 51) .

Goering ve arkadaşları (48) , 1982 yılında step-down tekniği olarak adlandırdıkları bir yöntem geliştirmişlerdir. Bu teknikte öncelikle kuronal giriş hazırlanır, apikal genişletme daha sonra tamamlanır. Kuronal genişletmenin yapılması esnasında, aletler küçükten büyüğe doğru kullanılır ve eğeler antikurvatür eğeleme prensipleri doğrultusunda, furkasyon bölgesinden uzak olacak şekilde kanala uygulanır. Kuronal girişin hazırlanması esnasında

Hedstrom eğeleri ve Gates Glidden frezleri kullanılır. Kanal ağızlarının girişi hazırlandıktan sonra step-back prensipleri doğrultusunda apikal bölgenin preparasyonu yapılır (48) .

Fava da (49), 1983 yılında bu tekniğe benzer bir yöntem tanımlamıştır. Double-flared olarak adlandırdığı bu teknikte eğri kanallarda, kanalın düz olan kuronal kısmının şekillendirilmesinin apikal preparasyondan önce yapılmasını önermiştir. Araştırmacı, teknik dikkatli uygulanırsa, operasyondan sonra, "flare-up" durumlarının minimum olduğunu ileri sürmüştür.

Saunders ve arkadaşları (50) , eğri kanallarda double-flared tekniğini step-back tekniği ile karşılaştırmışlar ve double-flared tekniğinin kesmeyen uca sahip eğeler ile kullanıldığında daha etkili olduğunu bildirmişlerdir.

Morgan ve Montgomery (51) , 1984 yılında crown-down tekniğinin eğri kanallarda alışılagelmiş yöntemlerden daha etkili olduğunu bildirmişlerdir. Crown-down tekniğinde, kanal debrisini uzaklaştırmak amacı ile büyükten küçüğe doğru Gates-Glidden frezleri kullanılarak önce kuronal kısım şekillendirilir (kuronal flaring) . Daha sonra kanal girişinden çalışma uzunluğuna kadar, dentinin ve kanal içeriğinin step-back tekniği uygulanarak çıkartılması sağlanır (16, 51) . Kuronal flaring'in erken yapılması Leeb tarafından da desteklenmiştir (25) .

Wildey ve Senia, 1989 yılında kendi isimlerini taşıyan, özellikle dar ve eğri kanallarda preparasyon hatalarını en aza indirmeyi amaçlayan, yeni bir teknik geliştirmişlerdir (30) . Bu teknikte kök kanallarının şekillendirilmesi için özel bir alet (Canal Master) kullanmışlardır. Bilinen aletlerde bulunan kesici ucun yerine kesici olmayan pilot bir uç takılmıştır. Standart aletlerde 16 mm olan kesici kısmın uzunluğu bu alette 2,5 - 4,0 mm'ye indirilmiştir.

Bu değişik şekillendirme tekniklerinin çeşitliliğine rağmen, Wein ve arkadaşları (21) , genişletmede kullanılan aletten ve teknikten bağımsız

olarak, tüm preparasyonlarda arzu edilmeyen bazı karakteristiklerin ortaya çıkmakta olduğunu belirtmişlerdir. Yine Wein'e göre:

- Hiç bir preparasyon kanal girişinden apekse kadar tamamen konik formda olmamaktadır.

- Kanalların en dar kısmı apikal üçte bir bölümünde değil, kökte eğriliğin olduğu kısımda, yani genellikle kökün orta bölümündedir.

- Önceden eğim verilse de, verilmese de kanal içinde aletin düzelme eğilimi vardır (21) .

Bu görüş doğrultusunda son yıllarda kullanılan preparasyon tekniklerinin yanısıra endodontik aletlerde flexibilite ve dizayn da giderek önem kazanmaktadır.

1.1.3. Kanal Aletlerinin Yapıldığı Madde

Kök kanal aletlerinin yapıldığı madde önemlidir. Madde, keskin bir uca sahip olacak kadar sert; fakat kanal eğriliğini izlemek ve kırılmaya karşı dirençli olmak için de yeteri kadar esnek olmalıdır. Kanal aletleri tamamen sert (rijit) veya tamamen esnek (flexibl) olamazlar. Eğer kanal aleti tamamen sert ve katı olursa, sadece düz kanallarda çalışmaya uygun olacaktır. Fazla esnek olması halinde ise aletin dentin yüzeyinden kayarak uzaklaşması sebebiyle dentine çok az kuvvet uygulanabilecek ve kesme işlemi yapılamayacaktır (2).

Günümüzde kanal aletlerinin yapımında yaygın olarak paslanmaz çelik (SS) kullanılmaktadır. Üretici firmalar, daha iyi kesiciliğe ve esnekliğe ulaşmak için farklı kesitler, yeni tasarımlar ve değişik üretim yöntemleri kullanarak yeni yeni aletleri piyasaya sürmektedirler (58, 59) . Paslanmaz çelik aletlerle yapılan preparasyonlar kullanılan teknik veya eğe tipinden bağımsız olarak istenmeyen bazı sonuçlar doğurmaktadır (18, 21, 24, 60) .

Bu aletlerin flexibl olmaması ve kırılma problemleri yeni materyallerin araştırılmasına neden olmuştur.

Paslanmaz çeliğe alternatif olarak, son yıllarda endodontik aletlerin yapımında, esnekliği dolayısıyla nikel-titanyum (Ni-Ti) alaşımı kullanılmaya başlanmıştır. Civjan (61) 1975'te endodontide kullanılmak üzere Ni-Ti alaşımlarını öneren ilk araştırmacılardandır.

Nitinol (nikel-titanyum) günümüzde ortopedik cerrahide (62) , tıbbi diagnostik ve terapötik sondaların üretiminde, gözlük çerçevelerinin ve ortodontik tellerin (63) yapımında da kullanılan bir metal alaşımıdır.

Ni-Ti alaşımından üretilmiş olan endodontik aletlerin fiziksel özellikleri bir çok araştırmacı tarafından incelenmiştir (64, 65, 66, 67, 68, 69) .

Ni-Ti alaşımlarının, paslanmaz çelik gibi diğer alaşımlara göre en önemli üstünlükleri, biyolojik olarak daha uyumlu olmaları, yüksek korozyon direncine sahip olmaları ve süperelastisite göstermeleridir (63, 70) .

Süperelastisite, metal alaşımlarının önemli düzeyde bir deformasyondan sonra, yük kaldırıldığında orijinal şekillerine dönebilmeleri özelliğini ifade eder. Süperelastik alaşımlar, diğer yay materyallerine göre geri dönüşümsüz plastik deformasyonu olmadan 10 kat fazla gerilebilirler. Bunun aksine, paslanmaz çelik gibi diğer metaller bu etki altında plastik deformasyonuna bağlı olarak kalıcı şekil değişikliklerine maruz kalabilirler (63, 70) . Camps ve Pertot (65) bu konuda yaptıkları çalışmada, nikel-titanyumun paslanmaz çelikten daha az kalıcı deformasyon gösterdiğini bulmuşlardır.

Endodontik eğelerin yapımında kullanılan Nitinol, nikel-titanyum ortodontik tel alaşımıdır (71) . Nitinol alaşımı, çok düşük bir elastisite modülüne (paslanmaz çeliğin 1/4'ü ile 1/5'i kadar) ve büyük elastik deformasyon özelliğine sahiptir.

Yapılan çalışmalarda, Ni-Ti aletlerinin orijinal kanal anatomisine daha iyi uyum sağladıklarını ve preparasyon sırasında kanalın transportasyon ve perforasyon riskinin daha az olduğu görülmüştür. Ayrıca, Ni-Ti aletleri ile yapılan preparasyonların daha verimli olduğu, daha az kuvvet gerektirdiği ve preparasyon süresinin en az %20 daha kısa olduğu öne sürülmüştür (70) .

Walia ve arkadaşları (72) , 1988 yılında yaptıkları çalışmada nitinol eğelerin, aynı teknikle üretilen paslanmaz çelik eğelerle kıyaslandıklarında, eğilme ve burkulmalarda 2-3 kat daha esnek olduklarını ve bükülmeden kaynaklanan çatlamalara karşı, çok daha dirençli olduklarını saptamışlardır.

Brankin ve arkadaşları (64) , yaptıkları çalışmada Ni-Ti K-file ve paslanmaz çelik Flex-R, Flex-O, K-flex ve Centra-Flex-file eğelerinin esneklik ve dönmeye bağlı (torsiyonal) özelliklerini karşılaştırmışlar ve esneklik ile dönmeye bağlı özelliklerin eğe ölçüsüne göre değiştiğini saptamışlardır. Esneklikte Ni-Ti K-file, Flex-O ve Flex-R, dönmeye bağlı özelliklerde ise K-Flex ve Centra Flex eğelerin daha iyi sonuçlar verdiklerini bildirmişlerdir.

Ni-Ti alaşımın yüzey sertliği paslanmaz çeliğe göre daha azdır. Yüzey sertliğini artırmak için Ni-Ti aletleri, üzerlerine iyon yerleştirilmek suretiyle kaplanırlar. Böylece daha sert kesme uçları elde edilir ve aletin kullanım süresi uzar (68) .

Lee ve arkadaşları, yaptıkları çalışmada nitinol alaşımına borhidrür (BH_3) eklenmesinin, süperelastik özelliklerini bozmadan, yüksek kesme özellikleri kazandırdığını bildirmişlerdir. Saf nitinol alaşımı 3,2 GPa yüzey sertliğine sahipken, borhidrür eklenmiş alaşımda bu değer 7,6 GPa'a kadar yükselmiştir. Borhidrür iyonları eklenmiş nitinol alaşımının yüzey sertliği, paslanmaz çelikten daha yüksektir (68) .

Lim ve Webber (73) 1985 yılında yaptıkları çalışmada, daha esnek bir eğenin kullanılmasının daha az apikal transportasyon yaratacağını veya

belki de hiç yaratmayacağını ileri sürmüşlerdir. Briseño ve arkadaşları (74) , eğri kanallarının preparasyonunda daha esnek eğelerin normal kanal eğelerine göre daha etkili olduklarını bildirmişlerdir. Eğri kök kanallarında preparasyon hatalarını en aza indirmek amacı ile Ni-Ti alaşımından üretilen eğelerin etkileri birçok çalışmanın araştırma konusu olmuştur (33, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84) .

Esposito ve arkadaşları (33), 1995 yılında yaptıkları çalışmada, radyografik yöntem kullanarak Ni-Ti ve paslanmaz çelik eğeleri ile yapılan preparasyon sırasında eğri kök kanallarında orijinal kanal yolunun korunmasını karşılaştırmışlardır. Foramen apikalenin 25 ve 30'a kadar genişletildiği durumlarda kanal sapmasında önemli farklar bulamamışlardır. Daha büyük numaralarla yapılan preparasyonlarda, Ni-Ti eğelerinin orijinal kanal yolununun korunmasında daha uygun oldukları sonucuna varmışlardır. Paslanmaz çelik eğeler ile yapılan preparasyonlarda, eğe numarasının artmasıyla, orijinal kanal yolundan sapmaların görülme sıklığı da artmıştır.

Himel ve arkadaşları (75) , yaptıkları araştırmada eğri kanalları olan resin blokları kullanarak Nitinol ve paslanmaz çelik eğelerini karşılaştırıp değerlendirmişlerdir. Çalışmanın sonuçları, kanalların nitinol eğeleriyle, paslanmaz çelik eğelerden daha iyi şekillendirildiklerini göstermiştir. Nitinol eğeleriyle şekillendirilen bloklarda daha az preparasyon hatalarına rastlanmıştır.

Glosson ve arkadaşları (77) , 1995 yılında 60 adet çekilmiş ait büyük azı dişinin mezial kanallarını, K-flex eğeleri (SS) , Mity eğeleri (Ni-Ti K-eğeleri), NT sensor eğeleri, Canal Master U el aletleri ve Lightspeed aletleri ile prepare etmişlerdir. Mity eğeler (Ni-Ti) ile K-Flex (SS) eğelerin karşılaştırılmasında, Mity eğelerinin kök orta bölgesinde K-Flex eğelere göre önemli ölçüde daha az transportasyon yaptıkları görülmüştür. Bu çalışmada K-Flex eğelerle karşılaştırıldıklarında, Mity eğelerinin daha esnek yapıları, orijinal kanalın merkezde kalma oranı yönünden fazla avantaj sağlamadıkları görülmüştür.

Dagher ve Yared (78) , yaptıkları çalışmada Ni-Ti (Flex-R, Ultra-Flex) ve paslanmaz çelik K-tipi eğeleri ile çevresel eğeleme tekniğini kullanarak, inceledikleri 96 adet çekilmiş üst büyük azı dişlerini genişleterek kıyaslamışlardır. Araştırmada, kanal eğriliği 24^0 ile 52^0 arasında olan bukkal kanalları kullanmışlardır. Genişletmeden önce ve sonra kanal eğriliğini ölçmüşler ve değişiklikleri istatistiksel olarak değerlendirmişlerdir. Sonuç olarak Ni-Ti kanal aletleri ile yapılan preparasyonların, orijinal kanal eğriliğinden daha az sapma gösterdiklerini bildirmişlerdir.

Hornberger ve arkadaşları (79) , 1996 yılında kanal eğriliği 30^0 olan resin bloklarını kullanarak, paslanmaz çelik (Flex-R) ve nikel-titanyum (Onyx-R, Lightspeed ve 0.4 Taper ProFile) aletler ile yapılan preparasyonların transportasyon yönlerini incelemişlerdir. Çalışmada dört farklı seviyeden kesitler alarak (apexten 1, 3, 6 ve 9 mm uzaklıkta) değerlendirme yapmışlardır. Sonuç olarak tüm eğelerde, 1 ve 3 mm'lik apikal seviyelerde eğriliğin dış tarafında transportasyon meydana geldiğini bildirmişlerdir. 6 ve 9 mm'lik seviyelerde ise dönen aletler kullanıldığında (Ni-Ti Lightspeed ve Ni-Ti 0.4 Taper Profile) eğriliğin iç kısmındaki transportasyonun belirgin bir şekilde azaldığını bildirmişlerdir.

Chan ve Cheung (80) , kökleri eğri olan alt birinci büyük azı dişlerinde step-down tekniğini kullanarak, paslanmaz çelik ve nikel-titanyum K-tipi eğelerini karşılaştırmışlardır. Çalışmanın sonucunda, nikel-titanyum eğelerinin kanalların tehlikeli bölgelerinde daha az transportasyona sebep olduklarını ve daha güvenle uygulanabileceklerini bulmuşlardır.

Short ve arkadaşları (85) , yaptıkları çalışmada paslanmaz çelik el aletlerinin (Flex-R) ve üç farklı nikel-titanyum sisteminin (Profile, Lightspeed, McXİM) kanal transportasyonundaki etkilerini karşılaştırmışlardır. Sonuç olarak Flex-R eğelerinin kullanılmasıyla ortaya çıkan kanal transportasyonunun, nikel-titanyum sistemlerine göre daha fazla olduğunu bulmuşlardır. Her üç nikel-titanyum sistemi arasında ise, belirgin bir farklılık olmadığını bildirmişlerdir.

Pileggi ve arkadaşları (86) , kanal eğriliği 25^0 olan resin bloklarda paslanmaz çelik ve nikel-titanyum eğeleri kullanarak, kanal artıklarının temizlenmesini densitometre yardımı ile analiz etmişlerdir. Çalışmanın sonucunda, nikel-titanyum eğelerle kanal artıklarının temizlenmesinin paslanmaz çelik eğelerden daha başarılı olduğunu bulmuşlardır.

Samyn ve arkadaşları (87) , çekilmiş büyük azı dişlerini paslanmaz çelik ve nikel-titanyum kanal aletleri ile step-back preparasyon yöntemini kullanarak genişletmişlerdir. İki ayrı seviyeden aldıkları kesitler üzerinde, bilgisayar yardımı ile kanal merkezinin hareket yönünü ve miktarını, kanal alanının değişmesini ve en son kanal formunu kaydetmişlerdir. Araştırmacılar, kanal merkezinin hareketinde ve kanal alanının değişiminde paslanmaz çelik ve nikel-titanyum grupları arasında belirgin bir fark olmadığını bildirmişlerdir. Tüm kanal merkezlerinin, eğim boyunca furkasyon bölgesine doğru, apikal kesitlerde ise ters yönde hareket ettiklerini bulmuşlardır. Kanal eğriliğinin derecesi ile kanal merkezinin hareketi ve kanal alanının değişim miktarı arasında herhangi bir bağlantı bulamamışlardır. Paslanmaz çelik aletlerle yapılan preparasyonların %53'ünde, nikel-titanyum aletlerle yapılan preparasyonların ise % 68'inde oval şekil elde etmişlerdir.

Gambill ve arkadaşları (88) , çalışmalarında bilgisayarlı tomografi yöntemini kullanarak nikel-titanyum (Mity-files) ve paslanmaz çelik (K-flex) eğeleriyle yapılan kanal preparasyonlarını değerlendirmişlerdir. Araştırmalarında çeyrek tur çevir-çek ve reaming tekniklerini kullanmışlardır. Sonuç olarak, değerlendirilen tüm kesitlerde, çeyrek tur çevir-çek tekniği ile kullanılan Ni-Ti eğelerinin, aynı teknikle kullanılan paslanmaz çelik eğelerinden daha az transportasyon yaptıklarını bildirmişlerdir. Ancak kanalın merkezde kalma oranlarını kıyasladıklarında, çeyrek tur çevir-çek tekniği ile kullanılan nikel-titanyum ve paslanmaz çelik aletleri arasında önemli bir fark bulamamışlardır. Reaming tekniği ile kullanılan Ni-Ti

eğelerinin belirgin olarak daha az kanal transportasyonuna sebep olduklarını ve daha az dentin kaldırdıklarını bildirmişlerdir.

Lood Tharuni ve arkadaşları (89) , 38^0 kanal eğriliğine sahip resin bloklarda, paslanmaz çelik K-eğelerini ve nikel-titanyum Lightspeed tur aletlerini karşılaştırmışlardır. Kanal preparasyonlarının verimliliğini, radyografileri alınmış blokların apeksten 1, 3, 5 ve 7 mm mesafedeki büyütülmüş görüntülerini kullanarak değerlendirmişlerdir. Sonuç olarak, K-eğelerinin apikalde daha fazla genişletme yaptıklarını, bununla birlikte transportasyon, zipping ve elbow oluşumlarının da daha sık görüldüğünü ortaya koymuşlardır. Lightspeed aleti ile preparasyon yapıldığında, orijinal kanalının daha fazla merkezde kaldığını saptamışlar, böylece transportasyon, zipping ve elbow oluşumlarının da daha az görüldüğünü bildirmişlerdir.

Coleman ve arkadaşları (90) , 1996 yılında eğri kanalları olan alt büyük azı dişlerinde, step-back preparasyon yöntemini kullanarak paslanmaz çelik K-eğelerini ve nikel-titanyum K-eğelerini karşılaştırmışlardır. İnceleme amacı ile kanalların üç ayrı seviyesinden kesit almışlardır (apikalden 1-2 mm uzaklıkta, eğri kısmın ortasından ve kuronalden) . Şekillendirme öncesi ve sonrası kesitlerin direkt dijital bilgisayar görüntüleri üzerinde, transportasyon mesafesinin ölçümünü ve şekil analizlerini yapmışlardır. Sonuçlar, nikel-titanyum eğelerinin önemli derecede daha az transportasyona sebep olduklarını ve kök kanalının apikal seviyede daha fazla merkezde kalabildiğini göstermiştir. Araştırmacılar, nikel-titanyum ve paslanmaz çelik eğelerle uzaklaştırılan alanlar arasında, şekillendirme zamanı ve kanalların kesit şekli açısından önemli bir fark bulamamışlardır. Coleman ve arkadaşları (91) , aynı çalışmayı 1997 yılında resin blokları kullanarak yapmışlardır. Transportasyon mesafelerinin ölçümlerini ve şekil analizlerini yine üç farklı seviyeden alınan kesitler üzerinde değerlendirmişlerdir. Sonuçlar, nikel-titanyum eğelerinin önemli miktarda daha az transportasyona sebep olduklarını ve apikal seviyede kanalın daha

merkezde kalabildiğini ortaya koymuştur. Eğrilik bölgesinden uzaklaştırılan alan, paslanmaz çelik eğelerde önemli miktarda fazla bulunmuştur. Kanalların kesit şekilleri arasında önemli derecede fark bulunamamıştır. Resin kanallar, çekilmiş dişlerdeki kanallarla kıyaslandığında benzer sonuçlar vermiştir.

Martin ve Blaškovic-Šubat (92) , eğri kanalları olan resin bloklarda Mac-file (Ni-Ti) , Canal Master U (Ni-Ti) ve K-flexofile (paslanmaz çelik) aletlerinin orijinal kanal formu üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Çalışmada, değerlendirmeleri yapmak amacı ile kanalların fotoğrafik slaytlarını kullanmışlardır. Sonuç olarak, orijinal kanal formunun en iyi Mac-file aleti ile korunduğunu bildirmişlerdir. Canal Master U aleti için de benzer sonuçlar elde etmişler, ancak dezavantaj olarak aletin kırılgan olduğunu bildirmişlerdir. K-flexofile ile şekillendirilen kanallarda, özellikle apikal bölgede bir çok preparasyon hatalarının ortaya çıktığını ve orijinal kanal formundan sapmalar olduğunu bildirmişlerdir.

Elliott ve arkadaşları (93) , 1998 yılında iki farklı genişletme tekniği kullanarak (Balanced-force ve Step-back) , 40^0 kanal eğriliğine sahip resin bloklarda paslanmaz çelik K-Flexofile (Maillefer) ve nikel-titanyum K-Flexfile (Maillefer) kanal eğelerini bilgisayarlı görüntüleme sistemi kullanarak karşılaştırmışlardır. Kanalların şekillendirme öncesi ve sonrasına ait görüntülerini elde ettikten sonra, eğriliğin iç ve dış kısmından uzaklaştırılan madde miktarını sekiz seviyede ölçmüşlerdir. Sonuç olarak Balanced-force tekniği kullanıldığında Ni-Ti eğelerinin, SS eğelere göre apikal bölgede eğriliğin dış kısmından, kanalın orta kısmında ise eğriliğin iç kısmından daha az madde uzaklaştırdıklarını ve SS eğelerinin daha fazla apikal transportasyona sebep olduklarını bildirmişlerdir. Step-back tekniği kullanıldığında nikel-titanyum eğelerinin, paslanmaz çelik eğelere göre apikal bölgede eğriliğin dış kısmından daha fazla madde uzaklaştırdıklarını ve daha fazla apikal transportasyona sebep olduklarını, eğriliğin iç

kısmından ise, paslanmaz çelik eğelerinin daha fazla madde uzaklaştırdıklarını bildirmişlerdir.

1.1.4. Kesilen Madde - Dentin Dokusu

Dentin oluşumu, diş canlı kaldığı sürece değişik koşullarda farklı birikme hızları ve şekilleri göstererek devam eder. Dentin, başlangıçta düzenli tubuler yapı gösterir. Diş üzerine gelen stresler arttıkça dentin oluşumu artar ve pulpa kavitesi giderek küçülür. Oluşan dentin, dalgalı bir görünüme sahiptir ve birim alanda daha az sayıda kanalcık içerir. Bu şekilde oluşan dentine, fonksiyonel veya sekonder dentin adı verilir. Normal pulpa sekonder dentini yaparken herhangi bir dış etki altında kalırsa, etkinin şiddetine bağlı olarak dentin yapımı bazı bölgelerde hızlanır. Bu, pulpanın kendini korumak için yaptığı tamir (reparatif, irritasyon) dentinidir, kanalları sekonder dentine nazaran daha düzensizdir. Bu dentine, tersiyer dentin de denir. Yaşın ilerlemesiyle ikincil dentin ve tamir dentini oluşumuyla pulpa boynuzları kaybolur, pulpa odası, kök kanalları ve foramen apikale daha da daralır (34, 94) . Kökün 1/3 apikal bölgesinde dentin kanallarında fizyolojik sklerozis görülür. Bu bölgede dentinin atubuler, düzensiz bir yapısı vardır. Sklerotik apikal dentin, yapısal özelliklerine bağlı olarak, kuronal dentinden dikkate değer ölçüde daha az geçirgendir (95) .

Dentin, kesilmesi zor olan sert bir doku olup, ortadan kaldırılması zordur. Patterson tarafından (96) , Knoop sertlik numarası 40 ila 72 arasında belirlenmiştir. Dentin dokusu kesildikten sonra artıkları ortadan uzaklaştırılmalıdır. Aksi takdirde, kanalın tıkanması ile kanal eğesinin etkinliği azalmakta ve üzerindeki stres artmaktadır (2).

1.1.5. Kanalların Şekillendirilmesi Sırasında Kullanılan Solüsyonlar

Kök kanal sisteminin temizlenmesi ve şekillendirilmesi esnasında irrigant bir ajanın kullanılması, kabul edilen bir yöntemdir. İrrigasyon, dentin tozu ve debrislerin kaldırılmasında önemli rol oynar, kanalın lubrikasyonunu sağlar ve bir şelasyon ajanı ile kullanıldığında dentin duvarlarını yumuşatır. Bazı irrigantlar kanal dezenfeksiyonunda da kullanılmaktadırlar (2,16) .

1.2. Kök Kanallarının Preparasyonunu Değerlendirmede Kullanılan Yöntemler

Eğri kök kanallarında oluşabilecek komplikasyonları önlemek amacı ile çeşitli preparasyon teknikleri ve kanal aletleri geliştirilmiştir. Araştırmacılar, preparasyon tekniklerinin ve kanal aletlerinin etkinliklerini değerlendirmek amacı ile günümüze kadar değişik yöntemler kullanmışlardır:

1. Şeffaf resin bloklarda, suni kanallar üzerinde yapılan çalışmalar: İstenilen eğrilik derecesinde suni kanalların hazırlanması ve preparasyonu takiben modellerin değerlendirilmesi (17, 19, 21, 28, 29, 32, 42, 55, 73, 91, 97, 98) .

2. Histolojik kesit çalışmaları: Çekilmiş insan dişleri üzerinde preparasyonu takiben köklerin histolojik olarak incelenmesi (22, 99) .

3. Scaning elektron mikroskop (SEM) çalışmaları: Çekilmiş dişlerin preparasyon sonrasında SEM'de incelenmesi (60, 100) .

4. Radyografik karşılaştırma çalışmaları: Çekilmiş dişlerin preparasyon öncesi ve sonrası standart radyografilarının alınması (8, 13, 14, 15, 17, 23, 25, 26, 33, 44, 45,101).

5. Şeffaflaştırma yöntemi: Preparasyon sonrası kökleri şeffaflaştırarak değerlendirme yapılması (50, 51) .

6. Stereomikroskop çalışmaları: Preparasyon sonrasında, köklerin değişik seviyelerinden kesitlerinin alınarak incelenmesi (23, 73) veya preparasyon öncesinde şeffaf akriliğe gömülen köklerin daha sonra istenilen seviyelerde horizontal kesitleri alınarak, preparasyon öncesi ve sonrası stereomikroskopta incelenmesi (Bramante tekniği) , (31, 53, 56, 87, 102) .

7. Silikon ölçülerle yapılan çalışmalar: Silikon ölçü maddesiyle kök kanalından ölçü aldıktan sonra yapılan değerlendirmeler (52, 103) .

8. Tomografik ölçümlerle yapılan çalışmalar: Kök kanallarının preparasyon öncesi ve sonrası istenilen seviyelerde horizontal kesitler alınarak tomografi ile incelenmesi (88, 104) .

Kök kanallarının preparasyonu, endodontik tedavinin önemli bir aşamasını oluşturmaktadır. Kanalların eğri olduğu durumlarda biyomekanik preparasyon esnasında çeşitli komplikasyonlar ortaya çıkmaktadır. Son yıllarda geliştirilen nikel-titanyum kanal aletlerinin bu konuda daha başarılı oldukları öne sürülmektedir.

Bu çalışmada şeffaf resin bloklar kullanarak, nikel-titanyum kanal eğelerinin eğri kanallardaki etkilerinin, paslanmaz çelik eğeler ile karşılaştırmalı olarak incelenmesi amaçlanmıştır.

2. GEREÇ ve YÖNTEM

Bu çalışmada 20^0 ve 30^0 kanal eğriliğinde, kuronal kısmı 12 mm, apikal kısmı 6 mm olan toplam 18 mm boyunda, 80 adet prefabrik şeffaf resin blok (Frasaco, Franz Sachs & Co. GmbH, Germany) kullanılmıştır.

Bloklar işaretlenip, numaralandırıldıktan sonra, kanalların eğrilik açısı dikkate alınarak iki ana gruba ayrılmıştır:

I Grup - kanal eğriliği 20^0 - 40 adet

II Grup - kanal eğriliği 30^0 - 40 adet

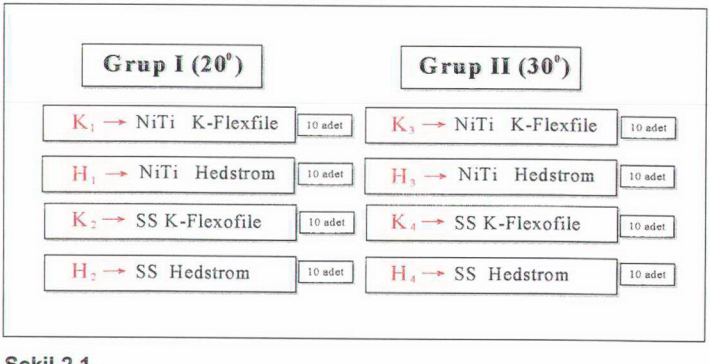
Her iki gruptaki bloklar kendi aralarında 10'ar adetlik 4 alt gruba ayrılmıştır:

I Grup - K_1, H_1, K_2, H_2

II Grup - K_3, H_3, K_4, H_4

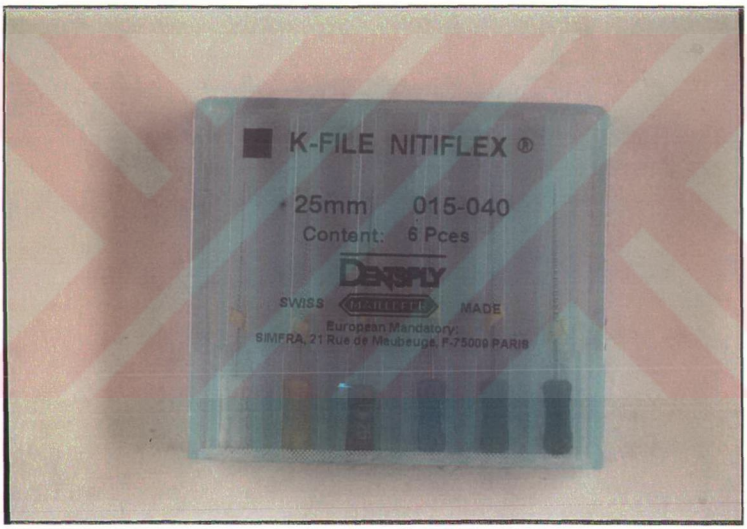
2.1. Kök Kanal Aletleri

Her gruba uygulanan kanal eğeleri şekil 2.1'de görülmektedir.



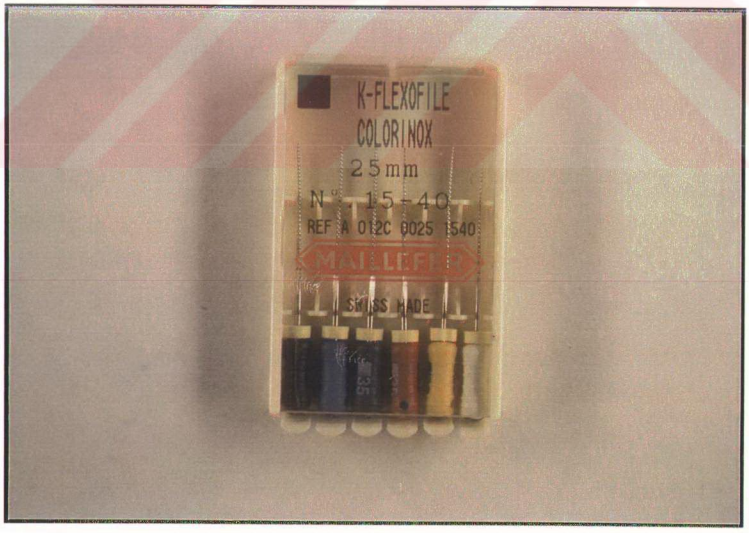
Şekil 2.1.

Grup K_1 ve K_3'ün kanallarında Ni-Ti K-Flex File (Maillefer, Switzerland) kanal eğeleri (Şekil 2.2) ; grup H_1 ve H_3'ün kanallarında ise Ni-Ti Hedstrom (Brasseler, USA) kanal eğeleri kullanılmıştır (Şekil 2.3) . Grup K_2 ve K_4'ün kanalları paslanmaz çelik (SS) K-Flexofile (Maillefer, Switzerland) kanal eğeleri ile (Şekil 2.4) , grup H_2 ve H_4'ün kanalları ise paslanmaz çelik (SS) Hedstrom (Brasseler, USA) kanal eğeleri ile prepare edilmiştir (Şekil 2.5) .

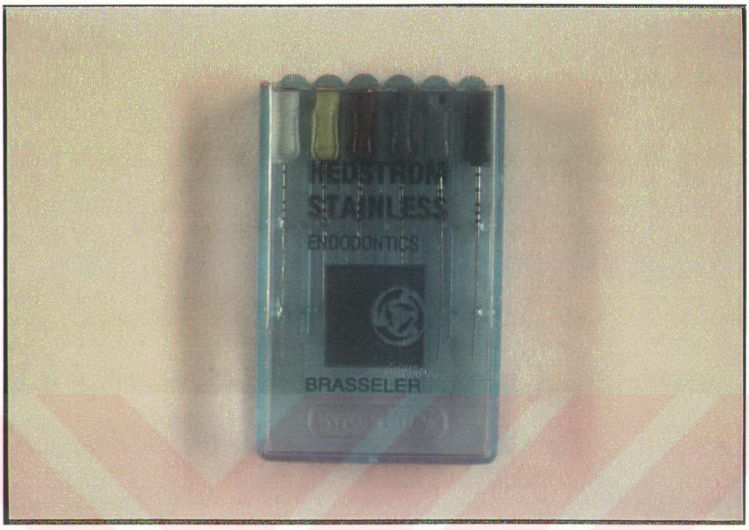


Şekil 2.2.

Şekil 2.3.



Şekil 2.4.



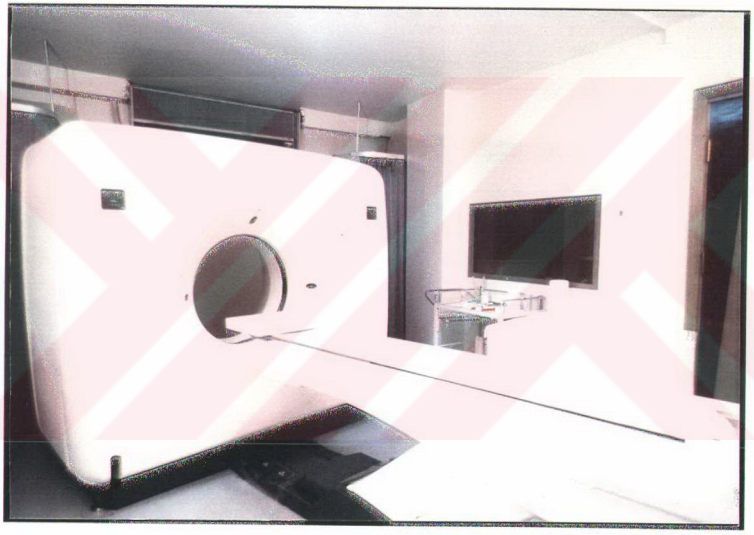
Şekil 2.5.

2.2. Görüntüleme Sistemi

Çalışmada kullanılan tüm gruplara ait bloklardan, preparasyon öncesi ve sonrasında spiral bilgisayarlı tomografi (Sytec Sry General Electric U.S.A), (Şekil 2.6; 2.7) kullanılarak kesitler alınmış ve Bramante tekniği (102) ile birleştirilmiştir. Çalışmamızın tomografi çekimleri ve değerlendirmeleri Işık Tıp Merkezinde (Işık Tıbbi Yatırımlar ve Tic. A.Ş.-İstanbul) gerçekleştirilmiştir.

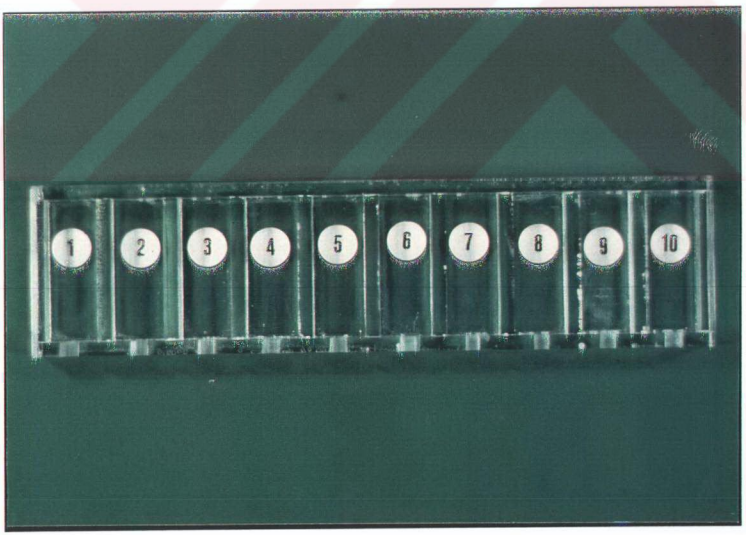
Tomografi çekimleri sırasında standart çalışma koşulları sağlamak amacı ile resin bloklar, 10'ar adetlik gruplar halinde özel olarak hazırlanmış plastik kalıp içine yerleştirilmiştir (Şekil 2.8; 2.9) . Net görüntü elde edilmesi için kanalların içine dental enjektör yardımı ile kontrast madde (Urografin - Schering AG) yerleştirilerek 15 nolu kanal aletinin yardımı ile kontrast

maddesinin tüm kanal boşluğuna ulaşması sağlanmıştır. Resin blokların kanalları, preparasyondan önce bu kalıbın içine yerleştirilip taranmıştır. Tomografi çekimleri sırasında, içerisinde resin bloklar olan plastik kalıp her seferinde eğri kanalların iç kısmı sağ tarafta (R) , dış kısmı ise sol tarafta (L) olacak şekilde yerleştirilmiştir (Şekil 2.10) .

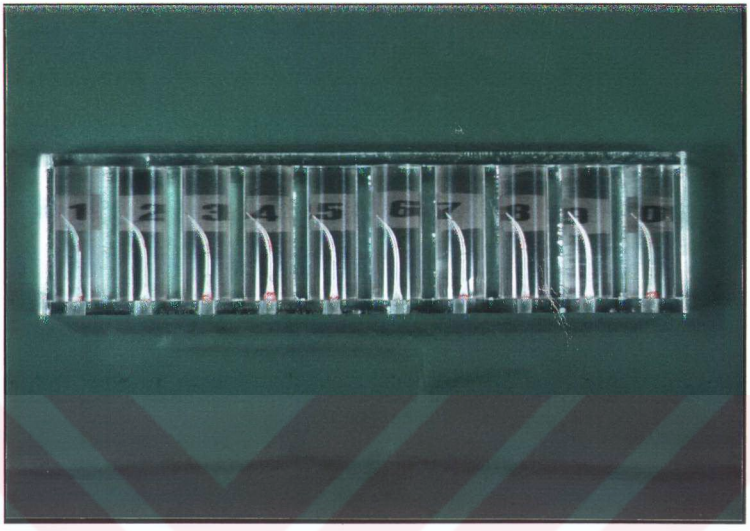


Şekil 2.6.

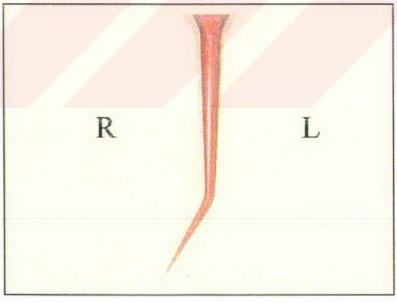
Şekil 2.7.



Şekil 2.8.

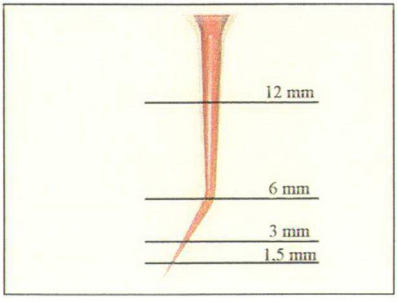


Şekil 2.9.



Şekil 2.10 .

Çalışmamızda kanallar, blokların uzun aksına dik olacak şekilde dört farklı seviyeden kesit alınarak (apeksten itibaren 1,5 , 3 , 6 ve 12 mm mesafeden) , (Şekil 2.11), kemik algoritmi ve kenar boyama yöntemi ile görüntülenmiştir.

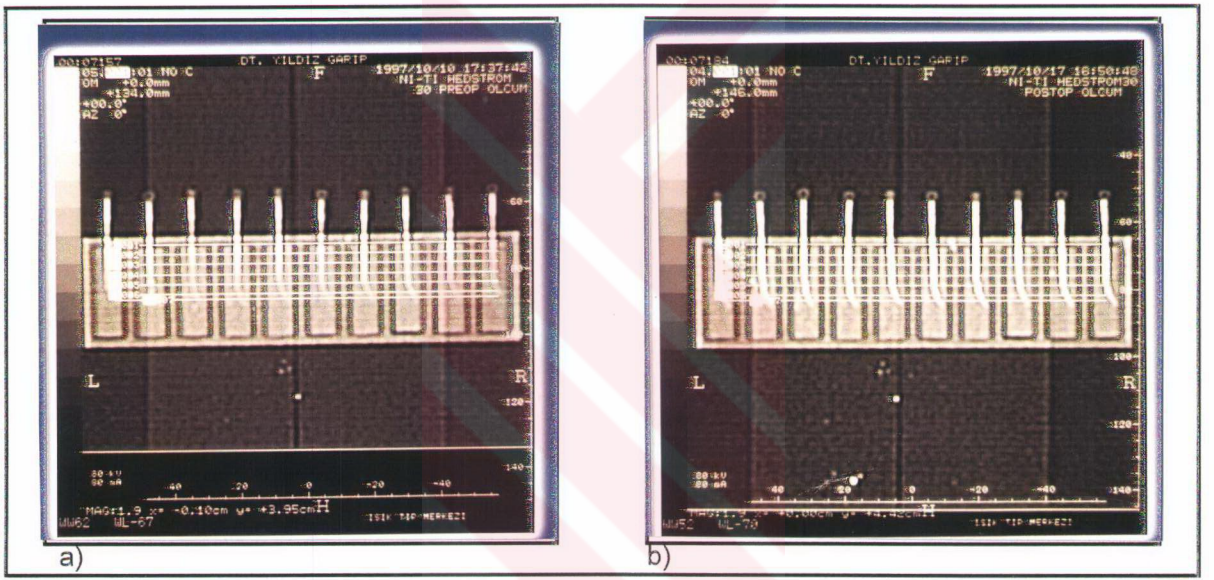


Şekil 2.11.

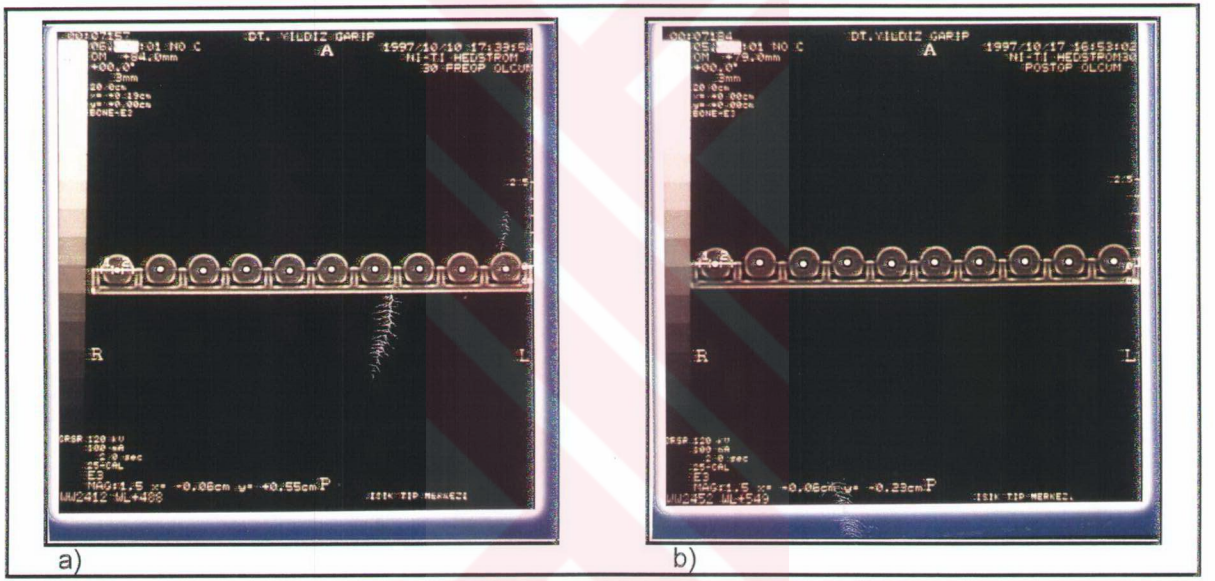
2.3. Preparasyon Tekniği

Çalışma uzunluğu tespit edildikten sonra, tüm kanallarda 15 nolu eğeden 40 nolu eğeye kadar Ingle (105) tarafından tanımlanan çeyrek tur çevir-çek tekniği kullanılarak, Step-Back preparasyon yöntemi uygulanmıştır. Kanal aleti döndürülmeden pasif olarak kanalın içinde ilerletilmiş, alet sert doku ile karşılaştığında çeyrek tur saat yönünde döndürülerek kanaldan çıkarılmıştır. Bütün gruplarda, kanalların apikal preparasyonu 30 nolu alete kadar yapılmıştır. Daha sonra 1'er mm kısa olacak şekilde 35 ve 40 nolu eğelerle preparasyon tamamlanmıştır. Kanal eğeleri birer kez kullanılmıştır. Genişletme esnasında irrigasyon solüsyonu kullanılmamıştır. Paslanmaz çelik eğelerle şekillendirme yapmadan önce, tüm aletlere minik sünger ve el yardımı ile kanalın eğimi verilmiş (3, 21, 106, 107) , Ni-Ti eğeleri ise bükülmeden kullanılmıştır.

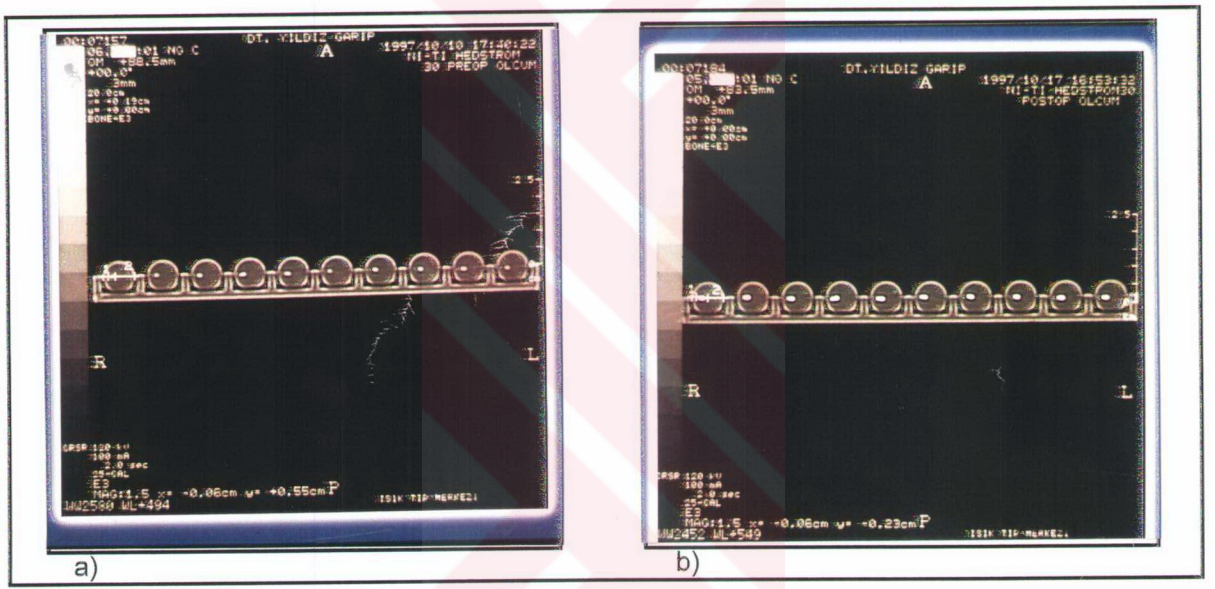
Preparasyondan sonra, kanalların içine tekrar urografin enjekte edilip, 30 nolu kanal aletinin yardımı ile kontrast maddesinin tüm kanal boşluğuna ulaşması sağlanmıştır. Bloklar, plastik kalıbın içindeki yerlerine yerleştirilip, tomografi ile tekrar taranmıştır. Preparasyon öncesine ve sonrasına ait görüntüler radyografiler üzerine basılmıştır (Şekil 2.12; 2.13; 2.14) . Tüm çalışma serileri cihazın hafızasına kayıt edilmiştir. Ölçümler kanalın iç ve dış yüzeyi için ayrı ayrı monitörde (Şekil 2.7) , × 10 büyütmede yapılmıştır.



Şekil 2.12. Plastik kalıp içerisine yerleştirilen resin blokların tomografik görüntüleri: a) preparasyondan önce; b) preparasyondan sonra.



Şekil 2.13. H_3 grubuna ait blokların orta kesitteki tomografik görüntüsü: a) preparasyondan önce; b) preparasyondan sonra.



Şekil 2.14. H_3 grubuna ait blokların apikal kesitteki tomografik görüntüsü: a) preparasyondan önce; b) preparasyondan sonra.

2.4. Çalışmanın Değerlendirilmesinde Kullanılan Kriterler

2.4.1. Kanalın genişleme yönü:

a) Eğriliğin iç kısmına genişletme

b) Eğriliğin dış kısmına genişletme

2.4.2. Transportasyon

2.4.3. Toplam genişletme miktarı

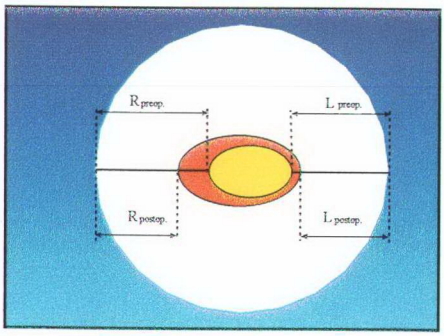
2.4.4. Kanalın merkezde kalma oranı (Centering ratio)

2.4.1. Kanalın genişleme yönü: Bütün örneklerde genişleme yönü R (sağ) ve L (sol) olarak belirlenmiştir.

a) Sağa genişletme değerlendirilirken, eğriliğin iç kısmında genişletilen mesafe ($R_{preop.}$-$R_{postop.}$) dikkate alınmıştır.

b) Sola genişletme değerlendirilirken, eğriliğin dış kısmında genişletilen mesafe ($L_{preop.}$-$L_{postop.}$) dikkate alınmıştır.

2.4.2.Transportasyon: Bütün örneklerde transportasyon değerlendirilirken, eğriliğin iç kısmında genişletilen mesafe ($R_{preop.}$-$R_{postop.}$) ile eğriliğin dış kısmında genişletilen mesafe ($L_{preop.}$-$L_{postop.}$) arasındaki farkın mutlak değeri hesaplanmıştır (88) , (Şekil 2.15).



Şekil 2.15.

2.4.3. Toplam genişletme miktarı: Bütün örneklerde oluşan toplam genişletme miktarı değerlendirilirken, eğriliğin iç kısmında genişletilen mesafe ($R_{preop.}$-$R_{postop.}$) ile eğriliğin dış kısmında genişletilen mesafenin ($L_{preop.}$-$L_{postop.}$) toplamı hesaplanmıştır.

2.4.4. Kanalın merkezde kalma oranı (Centering ratio): Merkezde kalma oranı da, eğer eğriliğin iç kısmındaki genişleme miktarı ($R_{preop.}$-$R_{postop.}$), eğriliğin dış kısmındaki genişleme miktarından ($L_{preop.}$-$L_{postop.}$) daha küçükse ($R_{preop.}$-$R_{postop.}$) / ($L_{preop.}$-$L_{postop.}$) olarak, eğer eğriliğin iç kısmındaki genişleme miktarı, eğriliğin dış kısmındaki genişleme miktarından daha büyükse ($L_{preop.}$-$L_{postop.}$) / ($R_{preop.}$-$R_{postop.}$) olarak hesaplanmıştır. Bu formüle göre merkezde kalma oranı (centering ratio)'nın 1 olması en mükemmel merkezlemenin göstergesidir (88) .

2.5. İstatistiksel Değerlendirme

İstatistiksel analiz SPSS 5.0 for Windows programında yapılmıştır. Grup I (20^0) ve Grup II (30^0) arasındaki her seviyeye ait değerlerin istatistiksel olarak karşılaştırılmasında Student-t testi kullanılmıştır. Ele alınan her alt grubun kuronal (kesit I) , orta (kesit II) ve apikal (kesit III-IV) seviyelerinde elde edilen değerlerin istatistiksel olarak karşılaştırılmasında Varyans analizi (ANOVA) ve LSD (Least Significance Difference) testi kullanılmıştır. İstatistiksel değerlendirmeler Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Halk Sağlığı Ana Bilim Dalında yapılmıştır.

3. BULGULAR

Çalışmamızda, her kesit seviyesinde elde edilen bulgular istatistiksel olarak değerlendirilmiş, tablo ve grafik halinde gösterilmiştir.

3.1. Kuronal Seviye (Kesit I)

Kuronal seviyede tüm gruplarda elde edilen ortalama ve standart sapma değerleri tablo 3.1.'de ve şekil 3.1., 3.2., 3.3., 3.4., 3.5.'te gösterilmiştir.

3.1.1. Kuronal seviyede, kanal eğriliğine göre (20^0 ve 30^0) student-t testi ile yapılan karşılaştırmada; Değerlendirilen tüm kriterlerde (*eğriliğin iç kısmına genişletme, eğriliğin dış kısmına genişletme, transportasyon, toplam genişletme miktarı ve merkezde kalma oranı*), nikel titanyum ve paslanmaz çelik kanal eğeleri ile yapılan preparasyonlarda (K_1-K_3 , H_1-H_3 , K_2-K_4 , H_2-H_4) kanal eğrilik derecesinin artışı istatistiksel olarak anlamlı fark yaratmamıştır ($p>0,05$) , (Tablo 3.2.) .

3.1.2. Kuronal seviyede, her iki ana grupta ayrı ayrı (*20^0 ve 30^0*), değerlendirmede kullanılan her bir kriter için, tüm alt grupların (*K_1, H_1, K_2, H_2 ve K_3, H_3, K_4, H_4*) ANOVA ile karşılaştırılma sonuçları aşağıda verilmiştir (Tablo 3.3. ve 3.4.) :

a) Kanal eğriliği **20^0** olan gruplarda, kuronal seviyede (kesit I) elde edilen sonuçlar (Tablo 3.3) :

Kuronal seviyede eğriliğin iç kısmına genişletmenin, en fazla SS K-Flexofile kanal eğeleri (K_2) ile yapılan preparasyonlarda olduğu bulunmuş (0,15±0,097), en düşük değerler ise Ni-Ti K-Flexfile kanal eğeleri (K_1) ile elde edilmiştir (0,05±0,053). Eğriliğin iç kısmına genişletme incelendiğinde, gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık saptanamamıştır ($p>0,05$) , (Şekil 3.1.) .

Kanal eğriliğinin dış kısmına genişletmenin, en fazla Ni-Ti Hedstrom kanal eğeleri ile (H_1) yapılan preparasyonlarda olduğu görülmüş (0,11±0,032), en düşük değerler ise Ni-Ti K-Flexfile kanal eğeleri ile (K_1) yapılan preparasyonlarda elde edilmiştir (0,08±0,042) . Eğriliğin dış kısmına genişletme incelendiğinde, gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık saptanamamıştır ($p>0,05$) , (Şekil 3.2.) .

Kuronal seviyede, transportasyonun en fazla SS Hedstrom kanal eğeleri ile (H_2) yapılan preparasyonlarda (0,13±0,149) olduğu bulunmuş, Ni-Ti K-Flexfile kanal eğeleri ile (K_1) yapılan preparasyonlarda ise en düşük değerlerin elde edildiği görülmüştür (0,03±0,048) . Transportasyon incelendiğinde, gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık saptanamamıştır ($p>0,05$) , (Şekil 3.3.) . Bu seviyede nikel-titanyum kanal eğeleri ile yapılan preparasyonlarda (K_1, H_1) transportasyonun yönü, eğriliğin dış kısmına doğru olduğu tespit edilmiştir. Paslanmaz çelik kanal eğeleri ile yapılan preparasyonlarda ise (K_2, H_2) transportasyon yönünün, eğriliğin iç kısmına doğru olduğu bulunmuştur.

Kuronal seviyede, toplam genişletme miktarının en fazla SS K-Flexofile kanal eğeleri ile (K_2) yapılan preparasyonlarda (0,24±0,117) , en az da Ni-Ti K-Flexfile kanal eğeleri ile (K_1) yapılan preparasyonlarda elde edildiği görülmüştür (0,13±0,082). Toplam genişletme miktarı incelendiğinde, gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık saptanamamıştır ($p>0,05$) , (Şekil 3.4.) .

Çalışmamızda, kanalın merkezde kalma oranının en fazla Ni-Ti K-Flexfile (K_1) kanal eğeleri ile yapılan preparasyonlarda (0,70±0,483) olduğu görülmüş, SS Hedstrom kanal eğeleri ile (H_2) ile yapılan preparasyonlarda ise en düşük (0,10±1,487) değerler bulunmuştur. Merkezde kalma oranı incelendiğinde, gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık saptanamamıştır ($p>0,05$) , (Şekil 3.5.) .

b) Kanal eğriliği 30^0 olan gruplarda, kuronal seviyede (kesit i) elde edilen sonuçlar (Tablo 3.4) :

Kanal eğriliğinin iç kısmına genişletmenin, en fazla SS K-Flexofile kanal eğeleri ile (K_4) ile yapılan preparasyonlarda olduğu bulunmuş (0,15±0,085), en düşük değerler ise Ni-Tİ K-Flexfile kanal eğeleri ile (K_3) yapılan preparasyonlarda elde edilmiştir (0,08±0,063) . Eğriliğin iç kısmına genişletme incelendiğinde, SS K-Flexofile kanal eğeleri (K_4) , Ni-Ti kanal eğelerine göre (K_3 ve H_3) istatistiksel olarak anlamlı derecede daha fazla genişletmeye yol açmışlardır ($p<0,05$) . Diğer gruplar arasında anlamlı bir farklılık saptanamamıştır ($p>0,05$) , (Şekil 3.1.) .

Kanal eğriliğinin dış kısmına genişletmenin, en fazla SS Hedstrom kanal eğeleri ile (H_4) yapılan preparasyonlarda olduğu görülmüş (0,16±0,070) , Ni-Ti kanal eğeleri ile (K_3 ve H_3) yapılan preparasyonlarda ise, en düşük değerler elde edilmiştir (0,11±0,032). Eğriliğin dış kısmına genişletme incelendiğinde, gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık saptanamamıştır ($p>0,05$) , (Şekil 3.2.) .

Kuronal seviyede transportasyonun en fazla SS Hedstrom kanal eğeleri ile (H_4) yapılan preparasyonlarda olduğu bulunmuş (0,07±0,067), Ni-Ti Hedstrom kanal eğeleri ile (H_3) yapılan preparasyonlarda ise, en düşük değerler elde edilmiştir (0,02±0,042). Transportasyon incelendiğinde, gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık saptanamamıştır ($p>0,05$) , (Şekil 3.3.) . Bu seviyede, nikel-titanyum kanal eğeleri ile yapılan preparasyonlarda (K_3, H_3) transportasyonun yönü, eğriliğin dış kısmına doğru olduğu tespit edilmiştir. Paslanmaz çelik kanal eğeleri ile yapılan preparasyonlarda ise H_4 grubunda eğriliğin dış kısmına doğru, K_4 grubunda eğriliğin iç kısmına doğru olduğu tespit edilmiştir.

Kuronal seviyede toplam genişletme miktarının en fazla SS Hedstrom kanal eğeleri ile (H_4) yapılan preparasyonlarda (0,29±0,074) , en az da Ni-Ti K-Flexfile kanal eğeleri ile (K_3) yapılan preparasyonlarda elde

edildiği görülmüştür (0,19±0,088). Toplam genişletme miktarı incelendiğinde, gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık saptanamamıştır ($p>0,05$) , (Şekil 3.4.) .

Çalışmamızda, kanalın merkezde kalma oranının en fazla Ni-Ti Hedstrom kanal eğeleri ile (H_3) yapılan preparasyonlarda (0,85±0,337) olduğu görülmüş, SS K-Flexofile kanal eğeleri ile (K_4) yapılan preparasyonlarda ise en düşük değerler (0,63±0,422) bulunmuştur. Merkezde kalma oranı incelendiğinde, gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık saptanamamıştır ($p>0,05$) , (Şekil 3.5.) .

Tablo 3.1. Kuronal seviyede (Kesit I) çalışmada yer alan tüm gruplarda aletlerin oluşturduğu, kanal eğriliğinin iç ve dış kısmına genişletme, transportasyon, toplam genişletme miktarları (mm) ve kanalın merkezde kalma oranları.

GRUPLAR		KANAL EĞRİLİĞİ	Eğriliğin İç Kısmına Genişletme	Eğriliğin Dış Kısmına Genişletme	Transportasyon	Toplam Genişletme Miktarı	Merkezde Kalma Oranı
			$\bar{X}$ ± SD	$\bar{X}$ ± SD	$\bar{X}$ ± SD	$\bar{X}$ ± SD	$\bar{X}$ ± SD
K_1	Ni-Ti K-Flexfile	20^0	0,05 ± 0,053	0,08 ± 0,042	0,03 ± 0,048	0,13 ± 0,082	0,70 ± 0,483
H_1	Ni-Ti Hedstrom		0,07 ± 0,048	0,11 ± 0,032	0,04 ± 0,069	0,18 ± 0,045	0,68 ± 0,473
K_2	SS K-Flexofile		0,15 ± 0,097	0,09 ± 0,074	0,10 ± 0,094	0,24 ± 0,117	0,48 ± 0,416
H_2	SS Hedstrom		0,14 ± 0,070	0,09 ± 0,185	0,13 ± 0,149	0,23 ± 0,200	0,10 ± 1,487
K_3	Ni-Ti K-Flexfile	30^0	0,08 ± 0,063	0,11 ± 0,032	0,03 ± 0,048	0,19 ± 0,088	0,70 ± 0,483
H_3	Ni-Ti Hedstrom		0,09 ± 0,032	0,11 ± 0,032	0,02 ± 0,042	0,20 ± 0,047	0,85 ± 0,337
K_4	SS K-Flexofile		0,15 ± 0,085	0,11 ± 0,057	0,06 ± 0,070	0,26 ± 0,117	0,63 ± 0,422
H_4	SS Hedstrom		0,13 ± 0,048	0,16 ± 0,070	0,07 ± 0,067	0,29 ± 0,074	0,68 ± 0,227

Tablo 3. 2. Kanal eğriliği 20^0 - 30^0 olan gruplarda, kuronal seviyede (Kesit I) elde edilen değerlerin t-testine göre istatistiksel olarak değerlendirilmesi.

GRUPLAR	Eğriliğin İç Kısmına Genişletme	Eğriliğin Dış Kısmına Genişletme	Transportasyon	Toplam Genişletme Miktarı	Merkezde Kalma Oranı
K_1 - K_3					
H_1 - H_3					
K_2 - K_4					
H_2 - H_4					

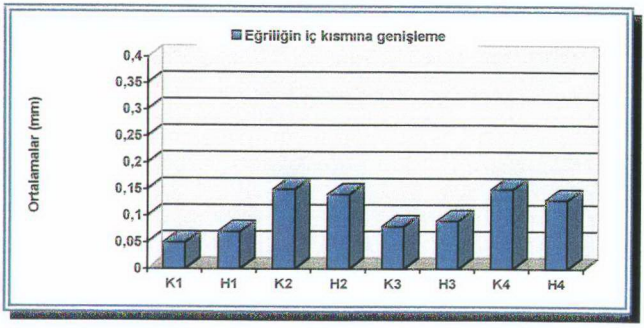
x - $p<0,05$

Tablo 3. 3. Kuronal seviyede (Kesit I) kanal eğriliği 20^0 olan grupların Varyans analizi (ANOVA) ile değerlendirilmesi.

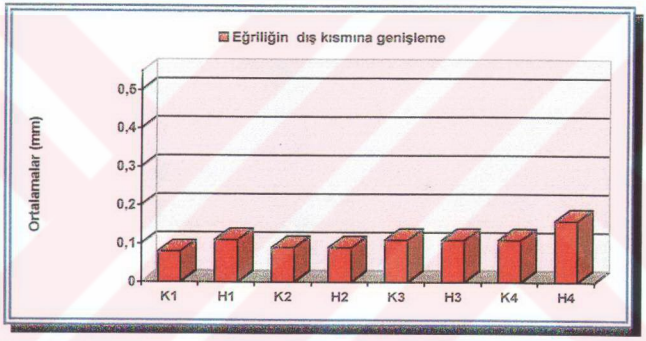
GRUPLAR 20^0	Eğriliğin iç kısmına genişletme	Eğriliğin dış kısmına genişletme	Transportasyon	Toplam genişletme Miktarı	Merkezde kalma oranı
K_1-K_2					
K_1-H_1					
K_1-H_2					
H_1-K_2					
H_1-H_2					
K_2-H_2					
p değeri	0.1177	0.7245	0.6013	0.6963	0.3674

Tablo 3. 4. Kuronal seviyede (Kesit I) kanal eğriliği 30^0 olan grupların Varyans analizi (ANOVA) ile değerlendirilmesi.

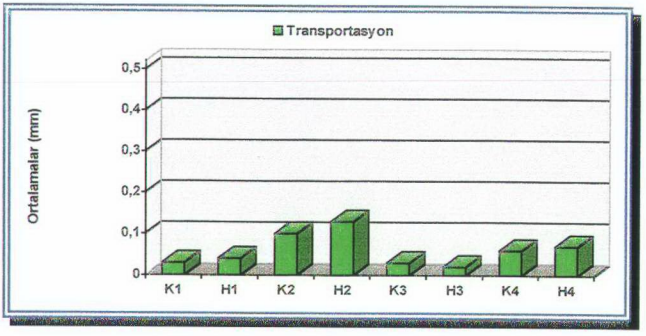
GRUPLAR 30^0	Eğriliğin iç kısmına genişletme	Eğriliğin dış kısmına genişletme	Transportasyon	Toplam genişletme Miktarı	Merkezde kalma oranı
K_3-K_4	K_4				
K_3-H_3					
K_3-H_4					
H_3-K_4	K_4				
H_3-H_4					
K_4-H_4					
p değeri	0,0432	0,487	0,6707	0,554	0,632



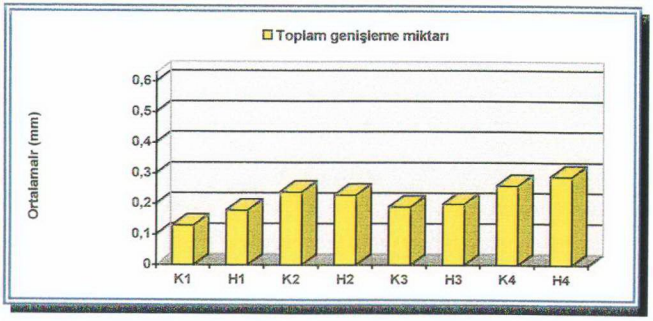
Şekil 3.1.



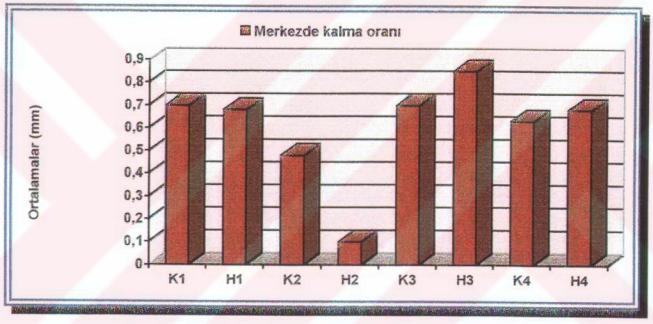
Şekil 3.2.



Şekil 3.3.



Şekil 3.4.



Şekil 3.5.

3.2. Orta Seviye (Kesit II)

Orta seviyede tüm gruplarda elde edilen ortalama ve standart sapma değerleri tablo 3.5.'te ve şekil 3.6., 3.7., 3.8., 3.9., 3.10.'da gösterilmiştir.

3.2.1. Orta seviyede, kanal eğriliğine göre (20^0 ve 30^0) student-t testi ile yapılan karşılaştırmada; Değerlendirilen tüm kriterlerde nikel-titanyum ve paslanmaz çelik kanal eğeleri ile yapılan preparasyonlarda (Tablo 3.6.) :

3.2.1.1. Eğriliğin iç kısmına genişletme değerlendirildiğinde K_1-K_3 , H_1-H_3 , K_2-K_4 grupları arasındaki karşılaştırmalarda anlamlı bir fark bulunamazken ($p>0,05$) , H_2-H_4 arasında yapılan karşılaştırmada, 30^0'de SS Hedstrom kanal eğeleri (H_4) ile yapılan preparasyonlarda istatistiksel olarak anlamlı derecede daha fazla genişletme meydana gelmiştir ($p<0,05$).

3.2.1.2. Eğriliğin dış kısmına genişletme değerlendirildiğinde, gruplar arasında kanal eğriliğinin artması istatistiksel olarak anlamlı bir fark yaratmamıştır ($p>0,05$) .

3.2.1.3. Transportasyon değerlendirildiğinde, gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı derecede fark bulunamamıştır ($p>0,05$) .

3.2.1.4. Toplam genişletme miktarı değerlendirildiğinde Ni-Ti kanal eğeleri ile yapılan preparasyonlarda (K_1-K_3 , H_1-H_3) kanal eğriliğinin artışı istatistiksel olarak anlamlı fark yaratmamıştır ($p>0,05$) . SS kanal eğeleri ile yapılan preparasyonlarda ise (K_2-K_4 , H_2-H_4) 30^0'lik gruplarda (K_4-H_4) , 20^0'lik gruplara (K_2-H_2) oranla istatistiksel olarak anlamlı derecede daha fazla genişletme meydana gelmiştir ($p<0,05$) .

3.2.1.5. Kanalın merkezde kalma oranı değerlendirildiğinde, gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanamamıştır ($p>0,05$) .

3.2.2. Orta seviyede, her iki ana grupta ayrı ayrı (*20^0 ve 30^0*) , değerlendirmede kullanılan her bir kriter için (*eğriliğin iç kısmına genişletme, eğriliğin dış kısmına genişletme, transportasyon, toplam genişletme miktarı ve merkezde kalma oranı*) tüm alt grupların (*K_1, H_1, K_2, H_2 ve K_3, H_3, K_4, H_4*) ANOVA ile karşılaştırılma sonuçları aşağıda verilmiştir (Tablo 3.7. ve 3.8.) :

a) Kanal eğriliği **20^0** olan gruplarda, orta seviyede (kesit II) elde edilen sonuçlar, (Tablo 3.7.) :

Orta seviyede eğriliğin iç kısmına genişletmenin, en fazla SS kanal eğeleri ile (K_2 ve H_2) yapılan preparasyonlarda olduğu görülmüş (0,34± 0,084 ve 0,097) , en az da Ni-Ti Hedstrom kanal eğeleri (H_1) ile yapılan preparasyonlarda olduğu bulunmuştur (0,18±0,063). Eğriliğin iç kısmına genişletme incelendiğinde, SS kanal eğeleri ile (K_2 ve H_2) yapılan preparasyonlar, Ni-Ti kanal eğeleri ile (K_1 ve H_1) yapılan preparasyonlara oranla istatistiksel olarak anlamlı derecede daha fazla genişletmeye sebep olmuşlardır ($p<0,001$) , (Şekil 3.6.) .

Kanal eğriliğinin dış kısmına genişletmenin, en fazla SS Hedstrom kanal eğeleri ile (H_2) yapılan preparasyonlarda olduğu bulunmuş (0,03± 0,067) , en düşük değerler de SS K-Flexofile kanal eğeleri ile (K_2) yapılan preparasyonlarda elde edilmiştir (0,001±0,0001) . Eğriliğin dış kısmına genişletme incelendiğinde, gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık saptanamamıştır ($p>0,05$) , (Şekil 3.7.) .

Orta seviyede transportasyonun en fazla SS K-Flexofile kanal eğeleri ile (K_2) yapılan preparasyonlarda olduğu görülmüş (0,34±0,084), Ni-Ti Hedstrom kanal eğeleri ile (H_1) yapılan preparasyonlarda ise en düşük değerler bulunmuştur (0,17±0,082). SS kanal eğeleri ile (K_2 ve H_2) yapılan preparasyonlar, Ni-Ti kanal eğeleri ile (K_1 ve H_1) yapılan preparasyonlara oranla istatistiksel olarak anlamlı derecede daha fazla transportasyona sebep olmuşlardır ($p<0,001$) , (Şekil 3.8.) . Bu seviyede,

tüm gruplarda transportasyonun yönü eğriliğin iç kısmına doğru olduğu tespit edilmiştir.

Orta seviyede toplam genişletme miktarının en fazla SS Hedstrom kanal eğeleri ile (H_2) ile yapılan preparasyonlarda olduğu görülmüş (0,37±0,106), Ni-Ti Hedstrom kanal eğeleri (H_1) ile yapılan preparasyonlarda ise en düşük değerler bulunmuştur (0,19±0,057). Toplam genişletme miktarı incelendiğinde, SS kanal eğeleri ile (K_2 ve H_2) yapılan preparasyonlar, Ni-Ti kanal eğeleri ile (K_1 ve H_1) yapılan preparasyonlara oranla, istatistiksel olarak anlamlı derecede daha fazla genişletmeye sebep olmuşlardır ($p<0,001$) , (Şekil 3.9.) .

Bu grupta, merkezde kalma oranının en fazla Ni-Tİ Hedstrom (H_1) ve SS Hedstrom (H_2) kanal eğeleri ile yapılan preparasyonlarda (0,10±0,316 ve 0,225) olduğu görülmüş , SS K-Flexofile kanal eğeleri ile (K_2) yapılan preparasyonlarda ise en düşük değerler (0,001±0,0001) bulunmuştur. Merkezde kalma oranı incelendiğinde, gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık saptanamamıştır ($p>0,05$) , (Şekil 3.10.) .

b) Kanal eğriliği 30^0 olan gruplarda, orta seviyede (kesit II) elde edilen sonuçlar, (Tablo 3.8.) :

Orta seviyede eğriliğin iç kısmına genişletmenin, en fazla SS Hedstrom kanal eğeleri ile (H_4) yapılan preparasyonlarda olduğu bulunmuş (0,40±0,082), Ni-Ti K-Flexfile kanal eğeleri ile (K_3) yapılan preparasyonlarda ise, en düşük değerler elde edilmiştir (0,20±0,047). Eğriliğin iç kısmına genişletme incelendiğinde, SS kanal eğeleri ile (K_4 ve H_4) yapılan preparasyonlar, Ni-Ti kanal eğeleri ile (K_3 ve H_3) preparasyonlara oranla, istatistiksel olarak anlamlı derecede daha fazla genişletmeye sebep olmuşlardır ($p<0,001$) , (Şekil 3.6.) .

Kanal eğriliğinin dış kısmına genişletmenin, en fazla Ni-Ti Hedstrom kanal eğeleri ile (H_3) yapılan preparasyonlarda olduğu görülmüş (0,02±0,042) , K_3, K_4 ve H_4 gruplarında ise en düşük değerler elde edilmiştir (0,01±0,032) . Eğriliğin dış kısmına genişletme incelendiğinde, gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık saptanamamıştır ($p>0,05$) , (Şekil 3.7.) .

Bu grupta, en fazla transportasyon SS Hedstrom kanal eğeleri ile (H_4) yapılan preparasyonlarda görülmüş (0,39±0,088) , Ni-Ti K-Flexfile kanal eğeleri ile (K_3) yapılan preparasyonlarda ise en düşük değerler elde edilmiştir (0,19±0,057) . SS kanal eğeleri ile (K_4 ve H_4) yapılan preparasyonlar, Ni-Ti kanal eğeleri ile (K_3 ve H_3) yapılan preparasyonlara oranla, istatistiksel olarak anlamlı derecede daha fazla transportasyona sebep olmuşlardır ($p<0,001$) , (Şekil 3.8.) . Bu seviyede, tüm gruplarda transportasyonun yönü eğriliğin iç kısmına doğru olduğu tespit edilmiştir.

Orta seviyede toplam genişletme miktarının en fazla SS Hedstrom kanal eğeleri ile (H_4) yapılan preparasyonlarda olduğu görülmüş (0,41±0,088) , Ni-Ti K-Flexfile kanal eğeleri ile (K_3) yapılan preparasyonlarda ise, en düşük değerler bulunmuştur (0,21±0,057) . Toplam genişletme miktarı incelendiğinde, SS kanal eğeleri ile (K_4 ve H_4) yapılan preparasyonlar, Ni-Ti kanal eğeleri ile (K_3 ve H_3) yapılan preparasyonlara oranla, istatistiksel olarak anlamlı derecede daha fazla genişletmeye sebep olmuşlardır ($p<0,001$) , (Şekil 3.9.) .

Orta seviyede, kanalın merkezde kalma oranı en fazla Ni-Ti Hedstrom kanal eğeleri ile (H_3) yapılan preparasyonlarda olduğu görülmüş (0,08±0,169) , SS Hedstrom kanal eğeleri ile (H_4) yapılan preparasyonlarda ise en düşük değerler elde edilmiştir (0,02±0,079) . Merkezde kalma oranı incelendiğinde, gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık saptanamamıştır ($p>0,05$) , (Şekil 3.10.) .

Tablo 3.5. Orta seviyede (Kesit II) çalışmada yer alan tüm gruplarda aletlerin oluşturduğu, kanal eğriliğinin iç ve dış kısmına genişletme, transportasyon, toplam genişletme miktarları (mm) ve kanalın merkezde kalma oranları.

GRUPLAR		KANAL EĞRİLİĞİ	Eğriliğin İç Kısmına Genişletme	Eğriliğin Dış Kısmına Genişletme	Transportasyon	Toplam Genişletme Miktarı	Merkezde Kalma Oranı
			$\overline{X}$ ± SD	$\overline{X}$ ± SD	$\overline{X}$ ± SD	$\overline{X}$ ± SD	$\overline{X}$ ± SD
K_1	Ni-Ti K-Flexfile	20^0	0,20 ± 0,047	0,01 ± 0,032	0,19 ± 0,057	0,21 ± 0,057	0,05 ± 0,158
H_1	Ni-Ti Hedstrom		0,18 ± 0,063	0,01 ± 0,032	0,17 ± 0,082	0,19 ± 0,057	0,10 ± 0,316
K_2	SS K-Flexofile		0,34 ± 0,084	0,00 ± 0,000	0,34 ± 0,084	0,34 ± 0,084	0,00 ± 0,000
H_2	SS Hedstrom		0,34 ± 0,097	0,03 ± 0,067	0,31 ± 0,129	0,37 ± 0,106	0,10 ± 0,225
K_3	Ni-Ti K-Flexfile	30^0	0,20 ± 0,047	0,01 ± 0,032	0,19 ± 0,057	0,21 ± 0,057	0,05 ± 0,158
H_3	Ni-Ti Hedstrom		0,23 ± 0,106	0,02 ± 0,042	0,21 ± 0,099	0,25 ± 0,127	0,08 ± 0,169
K_4	SS K-Flexofile		0,37 ± 0,067	0,01 ± 0,032	0,36 ± 0,070	0,38 ± 0,079	0,03 ± 0,079
H_4	SS Hedstrom		0,40 ± 0,082	0,01 ± 0,032	0,39 ± 0,088	0,41 ± 0,088	0,02 ± 0,079

Tablo 3.6. Kanal eğriliği 20^0 - 30^0 olan gruplarda, orta seviyede (Kesit II) elde edilen değerlerin t-testine göre istatistiksel olarak değerlendirilmesi.

GRUPLAR	Eğriliğin İç Kısmına Genişletme	Eğriliğin Dış Kısmına Genişletme	Transportasyon	Toplam Genişletme Miktarı	Merkezde Kalma Oranı
K_1 - K_3					
H_1 - H_3					
K_2 - K_4				X	
H_2 - H_4	X			X	

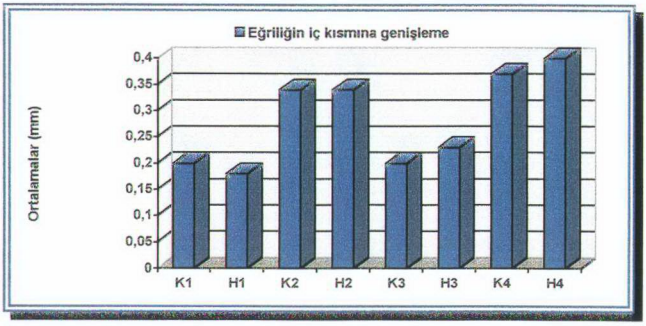
x - $p<0,05$

Tablo 3. 7. Orta seviyede (Kesit II) kanal eğriliği 20^0 olan grupların Varyans analizi (ANOVA) ile değerlendirilmesi.

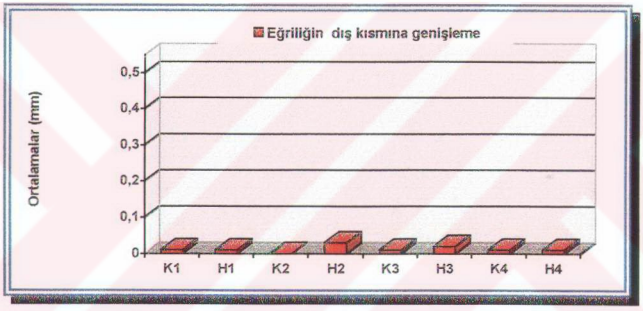
GRUPLAR 20^0	Eğriliğin iç kısmına genişletme	Eğriliğin dış kısmına genişletme	Transportasyon	Toplam genişletme Miktarı	Merkezde kalma oranı
K_1-K_2	K_2		K_2	K_2	
K_1-H_1					
K_1-H_2	H_2		H_2	H_2	
H_1-K_2	K_2		K_2	K_2	
H_1-H_2	H_2		H_2	H_2	
K_2-H_2					
p değeri	0,0001	0,4193	0,0001	0,0001	0,670

Tablo 3. 8. Orta seviyede (Kesit II) kanal eğriliği 30^0 olan grupların Varyans analizi (ANOVA) ile değerlendirilmesi.

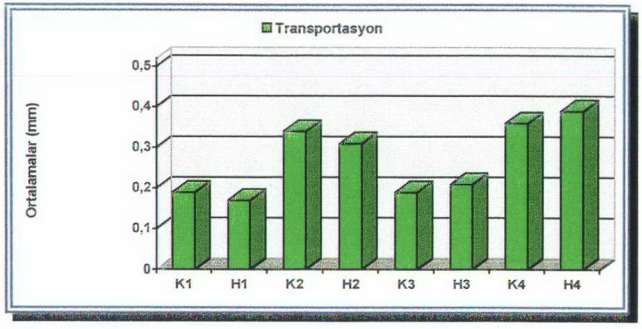
GRUPLAR 30^0	Eğriliğin iç kısmına genişletme	Eğriliğin dış kısmına genişletme	Transportasyon	Toplam genişletme Miktarı	Merkezde kalma oranı
K_3-K_4	K_4		K_4	K_4	
K_3-H_3					
K_3-H_4	H_4		H_4	H_4	
H_3-K_4	K_4		K_4	K_4	
H_3-H_4	H_4		H_4	H_4	
K_4-H_4					
p değeri	0,0001	0,889	0,0001	0,0001	0,791



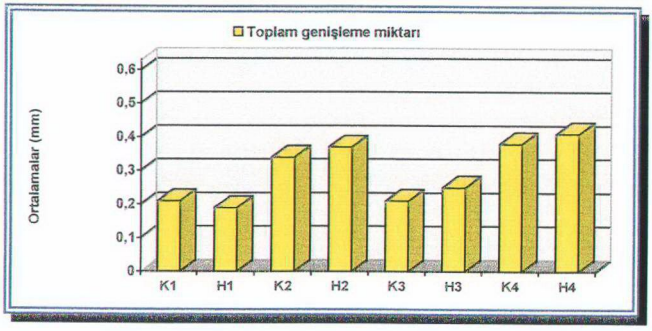
Şekil 3.6.



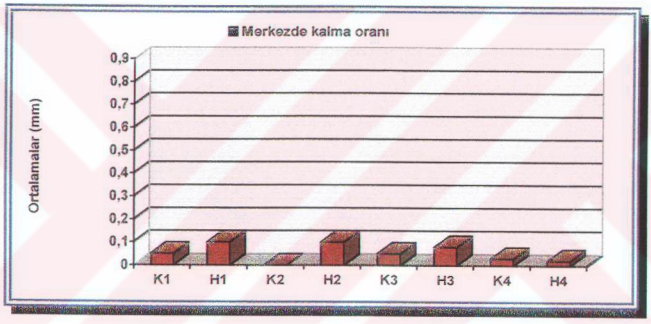
Şekil 3.7.



Şekil 3.8.



Şekil 3.9.



Şekil 3.10.

3.3. Apikal Seviye (Kesit III)

Kesit III'te tüm gruplarda elde edilen ortalama ve standart sapma değerleri tablo 3.9.'da ve şekil 3.11., 3.12., 3.13., 3.14., 3.15.'te gösterilmiştir.

3.3.1. Kesit III'te, kanal eğriliğine göre (20^0 ve 30^0) student-t testi ile yapılan karşılaştırmada; Değerlendirilen tüm kriterlerde (*eğriliğin iç kısmına genişletme, eğriliğin dış kısmına genişletme, transportasyon, toplam genişletme miktarı ve merkezde kalma oranı*), nikel titanyum ve paslanmaz çelik kanal eğeleri ile yapılan preparasyonlarda (K_1-K_3 , H_1-H_3 , K_2-K_4 , H_2-H_4) kanal eğrilik derecesinin artışı istatistiksel olarak anlamlı fark yaratmamıştır ($p>0,05$) , (Tablo 3.10.) .

3.3.2. Kesit III'de, her iki ana grupta ayrı ayrı (*20^0 ve 30^0*), değerlendirmede kullanılan her bir kriter için, tüm alt grupların (*K_1, H_1, K_2, H_2 ve K_3, H_3, K_4, H_4*) ANOVA ile karşılaştırılma sonuçları aşağıda verilmiştir (Tablo 3.11. ve 3.12.) .

a) Kanal eğriliği **20^0** olan gruplarda, apikal seviyede (kesit III) elde edilen sonuçlar, (Tablo 3.11.) :

Kanal eğriliğinin iç kısmına genişletme en fazla Ni-Ti kanal eğeleri ile (K_1 ve H_1) yapılan preparasyonlarda görülmüş (0,10±0,047 ve 0,094) , SS Hedstrom kanal eğeleri ile (H_2) yapılan preparasyonlarda ise en düşük değerler elde edilmiştir (0,001±0,0001) . Eğriliğin iç kısmına genişletme incelendiğinde, Ni-Ti kanal eğeleri ile (K_1 ve H_1) yapılan preparasyonlarda SS Hedstrom kanal eğeleri ile (H_2) yapılan preparasyonlara oranla, istatistiksel olarak anlamlı derecede daha fazla genişletme meydana gelmiştir ($p<0,01$) , (Şekil 3.11.) .

Kanal eğriliğinin dış kısmına genişletmenin en fazla SS Hedstrom kanal eğeleri ile (H_2) yapılan preparasyonlarda olduğu bulunmuş

(0,43±0,189), Ni-Ti K-Flexfile kanal eğeleri ile (K_1) yapılan preparasyonlarda ise en düşük değerlerin elde edildiği gözlenmiştir (0,12±0,042) . Eğriliğin dış kısmına genişletme incelendiğinde, SS kanal eğeleri ile (K_2 ve H_2) yapılan preparasyonlar Ni-Ti kanal eğeleri ile (K_1 ve H_1) yapılan preparasyonlara oranla, istatistiksel olarak anlamlı derecede daha fazla genişletmeye sebep olmuşlardır ($p<0,001$) , (Şekil 3.12.) .

Kesit III'te en fazla transportasyon SS Hedstrom kanal eğeleri ile (H_2) yapılan preparasyonlarda bulunmuş (0,43±0,189) , Ni-Ti K-Flexfile kanal eğeleri ile (K_1) yapılan preparasyonlarda ise en düşük değerler elde edilmiştir (0,04±0,070) . SS kanal eğeleri ile (K_2 ve H_2) yapılan preparasyonlar, Ni-Ti kanal eğeleri ile (K_1 ve H_1) yapılan preparasyonlardan istatistiksel olarak anlamlı derecede daha fazla transportasyona yol açmışlardır. Aynı zamanda SS Hedstrom kanal eğeleri de (H_2) , SS K-Flexofile kanal eğelerine (K_2) oranla, istatistiksel olarak anlamlı derecede daha fazla transportasyona sebep olmuşlardır ($p<0,001$), (Şekil 3.13.) . Bu kesitte tüm gruplarda transportasyonun yönü, eğriliğin dış kısmına doğru olduğu tespit edilmiştir.

Kesit III'te, toplam genişletme miktarının en fazla SS Hedstrom kanal eğeleri ile (H_2) yapılan preparasyonlarda olduğu görülmüş (0,43±0,189), en düşük değerler de Ni-Ti K-Flexfile kanal eğeleri ile (K_1) yapılan preparasyonlarda elde edilmiştir (0,22±0,042) . Toplam genişletme miktarı incelendiğinde, SS kanal eğeleri ile (K_2 ve H_2) yapılan preparasyonlar, Ni-Ti kanal eğeleri ile yapılan preparasyonlardan (K_1 ve H_1) istatistiksel olarak anlamlı derecede daha fazla genişletmeye yol açmışlardır ($p<0,001$) , (Şekil 3.14.) .

Bu grupta, kanalın merkezde kalma oranının en fazla Ni-Ti K-Flexfile kanal eğeleri ile (K_1) yapılan preparasyonlarda olduğu bulunmuş (0,80±0,350) , SS Hedstrom kanal eğeleri ile (H_2) yapılan preparasyonlarda ise en düşük değerler elde edilmiştir (0,001±0,0001) . Merkezde kalma

oranı incelendiğinde, Ni-Ti kanal eğeleri (K_1 ve H_1) , SS kanal eğelerine (K_2 ve H_2) oranla istatistiksel olarak anlamlı derecede daha başarılı bulunmuştur ($p<0,001$) , (Şekil 3.15.).

b) Kanal eğriliği 30^0 olan gruplarda, apikal seviyede (kesit III) elde edilen sonuçlar, (Tablo 3.12.) :

Kanal eğriliğinin iç kısmına genişletmenin en fazla Ni-Ti Hedstrom kanal eğeleri ile (H_3) yapılan preparasyonlarda olduğu bulunmuş ($0,11\pm0,099$) , SS Hedstrom kanal eğeleri ile (H_4) yapılan preparasyonlarda ise en düşük değerler elde edilmiştir ($0,04\pm0,126$). Eğriliğin iç kısmına genişletme incelendiğinde, gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık saptanamamıştır ($p>0,05$) , (Şekil 3.11.) .

Kanal eğriliğinin dış kısmına genişletme, en fazla SS Hedstrom kanal eğeleri ile (H_4) yapılan preparasyonlarda gözlenmiş ($0,43\pm0,170$), en düşük değerler ise Ni-Ti K-Flexfile kanal eğeleri ile (K_3) yapılan preparasyonlarda elde edilmiştir ($0,12\pm0,042$). Eğriliğin dış kısmına genişletme incelendiğinde, SS kanal eğeleri (K_4 ve H_4) , Ni-Ti kanal eğelerine göre (K_3 ve H_3) istatistiksel olarak anlamlı derecede daha fazla genişletmeye yol açmışlardır ($p<0,001$) , (Şekil 3.12.) .

Bu kesitte transportasyonun en fazla SS Hedstrom kanal eğeleri ile (H_4) yapılan preparasyonlarda olduğu bulunmuş ($0,39\pm0,197$) , en düşük değerler ise Ni-Ti K-Flexfile kanal eğeleri ile (K_3) yapılan preparasyonlarda elde edilmiştir ($0,04\pm0,070$) . SS kanal eğeleri (K_4 ve H_4), Ni-Ti kanal eğelerine oranla (K_3 ve H_3) istatistiksel olarak anlamlı derecede daha fazla transportasyona yol açmışlardır ($p<0,001$) , (Şekil 3.13.) . Kesit III'te tüm gruplarda transportasyonun yönü, eğriliğin dış kısmına doğru olduğu tespit edilmiştir.

Bu grupta, toplam genişletme miktarının en fazla SS Hedstrom kanal eğeleri ile (H_4) yapılan preparasyonlarda olduğu bulunmuş

(0,47±0,226) , Ni-Ti K-Flexfile (K_3) kanal eğeleri ile yapılan preparasyonlarda ise en düşük değerler elde edilmiştir (0,22±0,042) . Toplam genişletme miktarı incelendiğinde, SS kanal eğeleri (K_4 ve H_4) , Ni-Ti kanal eğelerine oranla (K_3 ve H_3) istatistiksel olarak anlamlı derecede daha fazla genişletmeye yol açmışlardır ($p<0,001$), (Şekil 3.14.) .

Kesit III'te kanalın merkezde kalma oranının en fazla Ni-Ti K-Flexfile kanal eğeleri ile (K_3) yapılan preparasyonlarda olduğu bulunmuş (0,80±0,350) , SS Hedstrom kanal eğeleri ile (H_4) yapılan preparasyonlarda ise en düşük değerlerin elde edildiği görülmüştür (0,08±0,253) . Merkezde kalma oranı incelendiğinde, Ni-Ti kanal eğeleri (K_3 ve H_3) , SS kanal eğelerine göre (K_4 ve H_4) istatistiksel olarak anlamlı derecede daha başarılı bulunmuştur ($p<0,001$) , (Şekil 3.15.).

Tablo 3.9. Apikal seviyede (Kesit III) çalışmada yer alan tüm gruplarda aletlerin oluşturduğu, kanal eğriliğinin iç ve dış kısmına genişletme, transportasyon, toplam genişletme miktarları (mm) ve kanalın merkezde kalma oranları.

GRUPLAR		KANAL EĞRİLİĞİ	Eğriliğin İç Kısmına Genişletme	Eğriliğin Dış Kısmına Genişletme	Transportasyon	Toplam Genişletme Miktarı	Merkezde Kalma Oranı
			$\overline{X}$ ± SD	$\overline{X}$ ± SD	$\overline{X}$ ± SD	$\overline{X}$ ± SD	$\overline{X}$ ± SD
K_1	Ni-Ti K-Flexfile	20^0	0,10 ± 0,047	0,12 ± 0,042	0,04 ± 0,070	0,22 ± 0,042	0,80 ± 0,350
H_1	Ni-Ti Hedstrom		0,10 ± 0,094	0,14 ± 0,052	0,06 ± 0,070	0,24 ± 0,126	0,55 ± 0,497
K_2	SS K-Flexofile		0,05 ± 0,053	0,36 ± 0,097	0,31 ± 0,145	0,41 ± 0,057	0,18 ± 0,200
H_2	SS Hedstrom		0,00 ± 0,000	0,43 ± 0,189	0,43 ± 0,189	0,43 ± 0,189	0,00 ± 0,000
K_3	Ni-Ti K-Flexfile	30^0	0,10 ± 0,047	0,12 ± 0,042	0,04 ± 0,070	0,22 ± 0,042	0,80 ± 0,350
H_3	Ni-Ti Hedstrom		0,11 ± 0,099	0,15 ± 0,053	0,06 ± 0,070	0,26 ± 0,135	0,55 ± 0,497
K_4	SS K-Flexofile		0,05 ± 0,053	0,38 ± 0,063	0,33 ± 0,095	0,43 ± 0,067	0,14 ± 0,152
H_4	SS Hedstrom		0,04 ± 0,126	0,43 ± 0,170	0,39 ± 0,197	0,47 ± 0,226	0,08 ± 0,253

Tablo 3. 10. Kanal eğriliği 20^0 - 30^0 olan gruplarda, apikal seviyede (Kesit III) elde edilen değerlerin t-testine göre istatistiksel olarak değerlendirilmesi.

GRUPLAR	Eğriliğin İç Kısmına Genişletme	Eğriliğin Dış Kısmına Genişletme	Transportasyon	Toplam Genişletme Miktarı	Merkezde Kalma Oranı
K_1 - K_3					
H_1 - H_3					
K_2 - K_4					
H_2 - H_4					

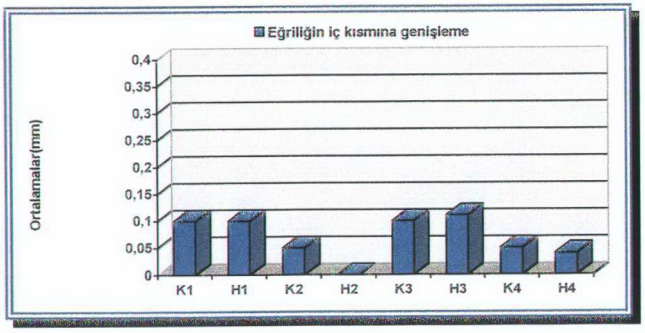
x - $p<0,05$

Tablo 3. 11. Apikal seviyede (Kesit III) kanal eğriliği 20^0 olan grupların Varyans analizi (ANOVA) ile değerlendirilmesi.

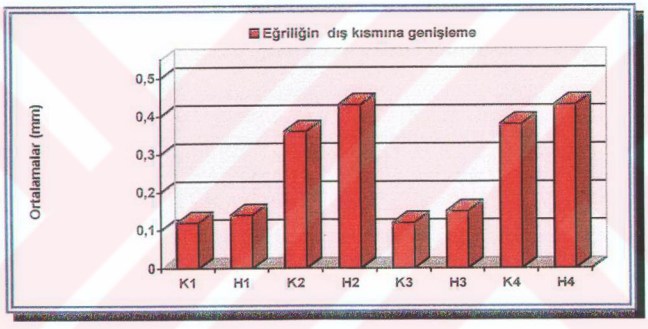
GRUPLAR 20^0	Eğriliğin iç kısmına genişletme	Eğriliğin dış kısmına genişletme	Transportasyon	Toplam genişletme Miktarı	Merkezde kalma oranı
K_1-K_2		K_2	K_2	K_2	K_1
K_1-H_1					
K_1-H_2	K_1	H_2	H_2	H_2	K_1
H_1-K_2		K_2	K_2	K_2	H_1
H_1-H_2	H_1	H_2	H_2	H_2	H_1
K_2-H_2					
p değeri	0,0011	0,0001	0,0001	0,0001	0,000

Tablo 3. 12. Apikal seviyede (Kesit III) kanal eğriliği 30^0 olan grupların Varyans analizi (ANOVA) ile değerlendirilmesi.

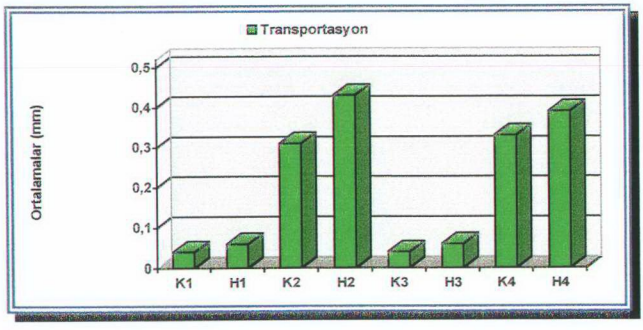
GRUPLAR 30^0	Eğriliğin iç kısmına genişletme	Eğriliğin dış kısmına genişletme	Transportasyon	Toplam genişletme Miktarı	Merkezde kalma oranı
K_3-K_4		K_4	K_4	K_4	K_3
K_3-H_3					
K_3-H_4		H_4	H_4	H_4	K_3
H_3-K_4		K_4	K_4	K_4	H_3
H_3-H_4		H_4	H_4	H_4	H_3
K_4-H_4					
p değeri	0,207	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001



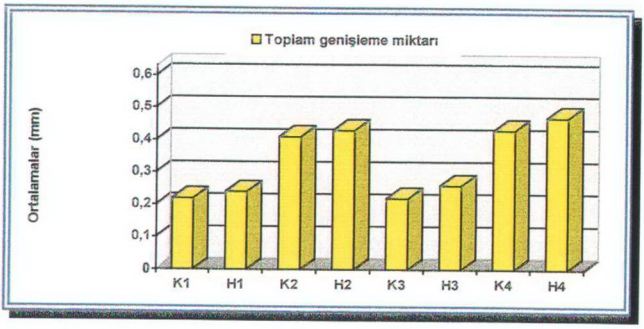
Şekil 3.11.



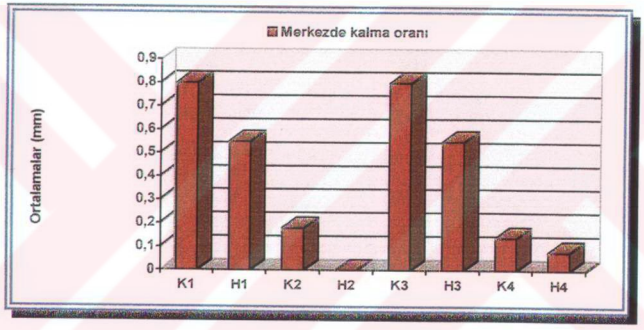
Şekil 3.12.



Şekil 3.13.



Şekil 3.14.



Şekil 3.15.

3.4. Apikal Seviye (Kesit IV)

Kesit IV'te tüm gruplarda elde edilen ortalama ve standart sapma değerleri tablo 3.13.'de ve şekil 3.16., 3.17., 3.18., 3.19., 3.20.'de gösterilmiştir.

3.4.1. Kesit IV'te, kanal eğriliğine göre (20^0 ve 30^0) student t-testi ile yapılan karşılaştırmada; Değerlendirilen tüm kriterlerde (*eğriliğin iç kısmına genişletme, eğriliğin dış kısmına genişletme, transportasyon, toplam genişletme miktarı ve merkezde kalma oranı*), nikel titanyum ve paslanmaz çelik kanal eğeleri ile yapılan preparasyonlarda (Tablo 3.14.) :

3.4.1.1. Eğriliğin iç kısmına genişletme değerlendirildiğinde, gruplar arasında kanal eğriliğinin artması istatistiksel olarak anlamlı bir fark yaratmamıştır ($p>0,05$) .

3.4.1.2. Eğriliğin dış kısmına genişletme değerlendirildiğinde, gruplar arasında kanal eğriliğinin artması istatistiksel olarak anlamlı bir fark yaratmamıştır ($p>0,05$) .

3.4.1.3. Transportasyon değerlendirildiğinde, gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı derecede fark bulunamamıştır ($p>0,05$) .

3.4.1.4. Toplam genişletme miktarı değerlendirildiğinde K_1-K_3 , K_2-K_4 , H_2-H_4 grupları arasındaki karşılaştırmalarda anlamlı bir fark bulunamazken ($p>0,05$) , H_1-H_3 grupları arasında yapılan karşılaştırmada, 30^0 de Ni-Ti Hedstrom kanal eğeleri (H_3) istatistiksel olarak anlamlı derecede daha fazla genişletmeye yol açmışlardır ($p<0,05$) .

3.4.1.5. Kanalın merkezde kalma oranı değerlendirildiğinde, gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır ($p>0,05$) .

3.4.2. Kesit iV'te, her iki ana grupta ayrı ayrı (20^0 *ve* 30^0), değerlendirmede kullanılan her bir kriter için, tüm alt grupların (K_1, H_1, K_2, H_2 *ve* K_3, H_3, K_4, H_4) ANOVA ile karşılaştırılma sonuçları aşağıda verilmiştir (Tablo 3.15. ve 3.16.) :

a) Kanal eğriliği **20^0** olan gruplarda, apikal seviyede (kesit IV) elde edilen sonuçlar, (Tablo 3.15.) :

Kanal eğriliğinin iç kısmına genişletme, en fazla Ni-Ti Hedstrom kanal eğeleri ile (H_1) yapılan preparasyonlarda bulunmuş (0,14±0,052) , SS Hedstrom kanal eğeleri ile (H_2) yapılan preparasyonlarda ise en düşük değerlerin elde edildiği görülmüştür (0,03±0,048) . Eğriliğin iç kısmına genişletme incelendiğinde, Ni-Ti kanal eğeleri (K_1 ve H_1) , SS kanal eğelerine oranla (K_2 ve H_2) istatistiksel olarak anlamlı derecede daha fazla genişletmeye yol açmışlardır. Aynı zamanda Ni-Ti Hedstrom kanal eğeleri (H_1) , Ni-Ti K-Flexfile kanal eğelerine oranla (K_1) istatistiksel olarak anlamlı derecede daha fazla genişletmeye yol açmışlardır ($p<0,001$) , (Şekil 3.16.).

Kanal eğriliğin dış kısmına genişletmenin, en fazla SS Hedstrom kanal eğeleri ile (H_2) yapılan preparasyonlarda olduğu bulunmuş (0,55±0,135) , en düşük değerlerin ise Ni-Ti K-Flexfile kanal eğeleri ile (K_1) yapılan preparasyonlarda elde edildiği gözlenmiştir (0,19±0,032) . Eğriliğin dış kısmına genişletme incelendiğinde, SS kanal eğeleri (K_2 ve H_2) , Ni-Ti kanal eğelerine oranla (K_1 ve H_1) istatistiksel olarak anlamlı derecede daha fazla genişletmeye yol açmışlardır. Aynı zamanda SS Hedstrom kanal eğeleri de (H_2) , SS K-Flexofile kanal eğelerine oranla (K_2) istatistiksel olarak anlamlı derecede daha fazla genişletmeye yol açmışlardır ($p<0,001$), (Şekil 3.17.) .

Kesit iV'te, transportasyonun en fazla SS Hedstrom kanal eğeleri ile (H_2) yapılan preparasyonlarda olduğu bulunmuş (0,52±0,132) , en düşük değerler ise Ni-Ti K-Flexfile kanal eğeleri ile (K_1) yapılan preparasyonlarda elde edildiği gözlenmiştir (0,09±0,032) . SS kanal

eğeleri (K_2 ve H_2) , Ni-Ti kanal eğelerine oranla (K_1 ve H_1) istatistiksel olarak anlamlı derecede daha fazla transportasyona yol açmışlardır. Aynı zamanda SS Hedstrom kanal eğeleri de (H_2) , SS K-Flexofile kanal eğelerine oranla (K_2) istatistiksel olarak anlamlı derecede daha fazla transportasyona yol açmışlardır ($p<0,001$) , (Şekil 3.18.) . Bu kesitte tüm gruplarda transportasyonun yönü, eğriliğin dış kısmına doğru olduğu tespit edilmiştir.

Bu grupta, toplam genişletme miktarının en fazla SS Hedstrom kanal eğeleri ile (H_2) yapılan preparasyonlarda elde edildiği görülmüş (0,58±0,155), Ni-Ti K-Flexfile kanal eğeleri ile (K_1) yapılan preparasyonlarda ise en düşük değerler bulunmuştur (0,29±0,032) . Toplam genişletme miktarı incelendiğinde, SS kanal eğeleri (K_2 ve H_2) , Ni-Ti kanal eğelerine oranla (K_1 ve H_1) istatistiksel olarak anlamlı derecede daha fazla genişletmeye yol açmışlardır. Aynı zamanda SS Hedstrom kanal eğeleri (H_2) , SS K-Flexofile kanal eğelerine oranla (K_2) istatistiksel olarak anlamlı derecede daha fazla genişletmeye yol açmışlardır ($p<0,001$) , (Şekil 3.19.).

Kesit IV'te, kanalın merkezde kalma oranının en fazla Ni-Ti K-Flexfile kanal eğeleri ile (K_1) yapılan preparasyonlarda olduğu görülmüş (0,55±0,158) , SS Hedstrom kanal eğeleri ile (H_2) yapılan preparasyonlarda ise en düşük değerler elde edilmiştir (0,05±0,083) . Merkezde kalma oranı incelendiğinde, Ni-Ti kanal eğeleri (K_1 ve H_1) , SS kanal eğelerine oranla (K_2 ve H_2) istatistiksel olarak anlamlı derecede daha başarılı oldukları bulunmuştur ($p<0,001$) , (Şekil 3.20.).

b) Kanal eğriliği 30^0 olan gruplarda, apikal seviyede (kesit IV) elde edilen sonuçlar, (Tablo 3.16.) :

Kanal eğriliğin iç kısmına genişletme, en fazla Ni-Ti Hedstrom kanal eğeleri ile (H_3) yapılan preparasyonlarda görülmüş (0,16±0,084) , en düşük değerler ise SS K-Flexofile kanal eğeleri ile (K_4) yapılan

preparasyonlarda elde edilmiştir (0,06±0,052) . Eğriliğin iç kısmına genişletme incelendiğinde, gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık saptanamamıştır ($p>0,05$) , (Şekil 3.16.) .

Kanal eğriliğin dış kısmına genişletmenin, en fazla SS Hedstrom kanal eğeleri ile (H_4) yapılan preparasyonlarda olduğu görülmüş (0,53±0,170) , Ni-Ti K-Flexfile kanal eğeleri ile (K_3) yapılan preparasyonlarda ise en düşük değerler elde edilmiştir (0,19±0,032) . Eğriliğin dış kısmına genişletme incelendiğinde, SS kanal eğeleri (K_4 ve H_4), Ni-Ti K-Flexfile kanal eğelerine oranla (K_3) istatistiksel olarak anlamlı derecede daha fazla genişletmeye yol açmışlardır. Aynı zamanda SS Hedstrom kanal eğeleri (H_4) , Ni-Ti Hedstrom kanal eğelerine oranla (H_3) istatistiksel olarak anlamlı derecede daha fazla genişletmeye yol açmışlardır ($p<0,01$) , (Şekil 3.17.) .

Kesit IV'te, en fazla transportasyon SS Hedstrom kanal eğeleri ile (H_4) yapılan preparasyonlarda elde edilmiş (0,45±0,232) , Ni-Ti K-Flexfile kanal eğeleri ile (K_3) yapılan preparasyonlarda ise en düşük değerler bulunmuştur (0,08±0,042) . SS kanal eğeleri (K_4 ve H_4) , Ni-Ti K-Flexfile kanal eğelerine oranla (K_3) istatistiksel olarak anlamlı derecede daha fazla transportasyona yol açmışlardır. Aynı zamanda SS Hedstrom kanal eğeleri de (H_4) , Ni-Ti Hedstrom kanal eğelerine oranla (H_3) istatistiksel olarak anlamlı derecede daha fazla transportasyona yol açmışlardır ($p<0,001$) , (Şekil 3.18.) . Kesit IV'te tüm gruplarda transportasyonun yönü, eğriliğin dış kısmına doğru olduğu tespit edilmiştir.

Bu grupta, toplam genişletme miktarının en fazla SS Hedstrom kanal eğeleri ile (H_4) yapılan preparasyonlarda olduğu görülmüş (0,63±0,170), Ni-Ti K-Flexfile (K_3) kanal eğeleri ile yapılan preparasyonlarda ise en düşük değerler elde edilmiştir (0,30±0,047). Toplam genişletme miktarı incelendiğinde, SS kanal eğeleri (K_4 ve H_4) , Ni-Ti K-Flexfile kanal eğelerine oranla (K_3) istatistiksel olarak anlamlı

derecede daha fazla genişletmeye yol açmışlardır. Aynı zamanda Ni-Ti Hedstrom kanal eğeleri de (H_3) , Ni-Ti K-Flexfile kanal eğelerine oranla (K_3) istatistiksel olarak anlamlı derecede daha fazla genişletmeye yol açmışlardır ($p<0,01$) , (Şekil 3.19.) .

Bu grupta, kanalın merkezde kalma oranının en fazla Ni-Ti Hedstrom kanal eğeleri ile (H_3) yapılan preparasyonlarda elde edildiği görülmüş ($0,63\pm0,367$) , en düşük değerler ise SS K-Flexofile kanal eğeleri ile (K_4) yapılan preparasyonlarda bulunmuştur ($0,14\pm0,122$) . Merkezde kalma oranı incelendiğinde, Ni-Ti kanal eğeleri (K_3 ve H_3) , SS kanal eğelerine oranla (K_4 ve H_4) istatistiksel olarak anlamlı derecede daha başarılı bulunmuşlardır ($p<0,001$) , (Şekil 3.20.) .

Çalışmamızda, preparasyondan sonra ortaya çıkan, her grubun karakteristik değişiklikleri şekil 3.21'de gösterilmiştir. Kanal eğriliği 20^0 ve 30^0 olan bloklara ait kanalların preparasyonundan sonraki fotoğrafik görüntüleri şekil 3.22'de ve 3.23'te gösterilmiştir.

Araştırmamızda yer alan sekiz grupta, toplam 80 adet resin blok, oluşan preparasyon hataları yönünden değerlendirildiğinde, SS K-Flexofile kanal eğeleri ile (K_2 ve K_4) yapılan preparasyonlarda toplam dört adet (%5) perforasyon oluştuğu gözlenmiştir (şekil 3.24.) .

Tablo 3.13. Apikal seviyede (Kesit IV) çalışmada yer alan tüm gruplarda aletlerin oluşturduğu, kanal eğriliğinin iç ve dış kısmına genişletme, transportasyon, toplam genişletme miktarları (mm) ve kanalın merkezde kalma oranları.

GRUPLAR		KANAL EĞRİLİĞİ	Eğriliğin İç Kısmına Genişletme	Eğriliğin Dış Kısmına Genişletme	Transportasyon	Toplam Genişletme Miktarı	Merkezde Kalma Oranı
			$\overline{X}$ ± SD	$\overline{X}$ ± SD	$\overline{X}$ ± SD	$\overline{X}$ ± SD	$\overline{X}$ ± SD
K_1	Ni-Ti K-Flexfile	20^0	0,10 ± 0,000	0,19 ± 0,032	0,09 ± 0,032	0,29 ± 0,032	0,55 ± 0,158
H_1	Ni-Ti Hedstrom		0,14 ± 0,052	0,21 ± 0,088	0,11 ± 0,074	0,35 ± 0,085	0,54 ± 0,189
K_2	SS K-Flexofile		0,05 ± 0,053	0,44 ± 0,070	0,39 ± 0,110	0,49 ± 0,057	0,13 ± 0,132
H_2	SS Hedstrom		0,03 ± 0,048	0,55 ± 0,135	0,52 ± 0,132	0,58 ± 0,155	0,05 ± 0,083
K_3	Ni-Ti K-Flexfile	30^0	0,11 ± 0,032	0,19 ± 0,032	0,08 ± 0,042	0,30 ± 0,047	0,60 ± 0,211
H_3	Ni-Ti Hedstrom		0,16 ± 0,084	0,23 ± 0,082	0,11 ± 0,120	0,39 ± 0,074	0,63 ± 0,367
K_4	SS K-Flexofile		0,06 ± 0,052	0,44 ± 0,052	0,38 ± 0,079	0,50 ± 0,067	0,14 ± 0,122
H_4	SS Hedstrom		0,10 ± 0,149	0,53 ± 0,170	0,45 ± 0,232	0,63 ± 0,170	0,20 ± 0,298

Tablo 3. 14. Kanal eğriliği 20^0 - 30^0 olan gruplarda, apikal seviyede (Kesit IV) elde edilen değerlerin t-testine göre istatistiksel olarak değerlendirilmesi.

GRUPLAR	Eğriliğin İç Kısmına Genişletme	Eğriliğin Dış Kısmına Genişletme	Transportasyon	Toplam Genişletme Miktarı	Merkezde Kalma Oranı
K_1 - K_3					
H_1 - H_3				X	
K_2 - K_4					
H_2 - H_4					

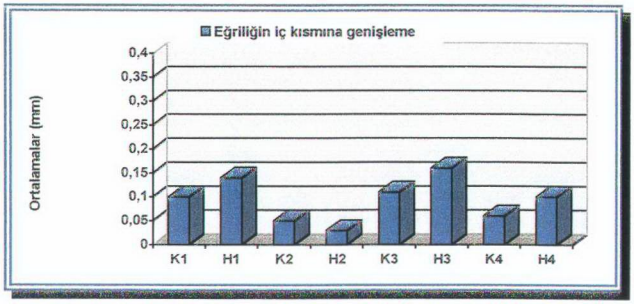
x - $p<0,05$

Tablo 3. 15. Apikal seviyede (Kesit IV) kanal eğriliği 20^0 olan grupların Varyans analizi (ANOVA) ile değerlendirilmesi.

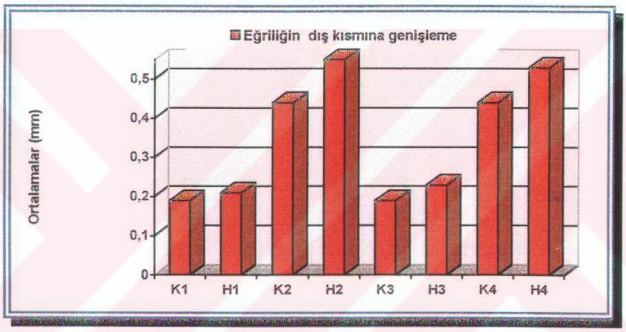
GRUPLAR 20^0	Eğriliğin iç kısmına genişletme	Eğriliğin dış kısmına genişletme	Transportasyon	Toplam genişletme Miktarı	Merkezde kalma oranı
K_1-K_2	K_1	K_2	K_2	K_2	K_1
K_1-H_1	H_1				
K_1-H_2	K_1	H_2	H_2	H_2	K_1
H_1-K_2	H_1	K_2	K_2	K_2	H_1
H_1-H_2	H_1	H_2	H_2	H_2	H_1
K_2-H_2		H_2	H_2	H_2	
p değeri	0,0011	0,0001	0,0001	0,0001	0,000

Tablo 3. 16. Apikal seviyede (Kesit IV) kanal eğriliği 30^0 olan grupların Varyans analizi (ANOVA) ile değerlendirilmesi.

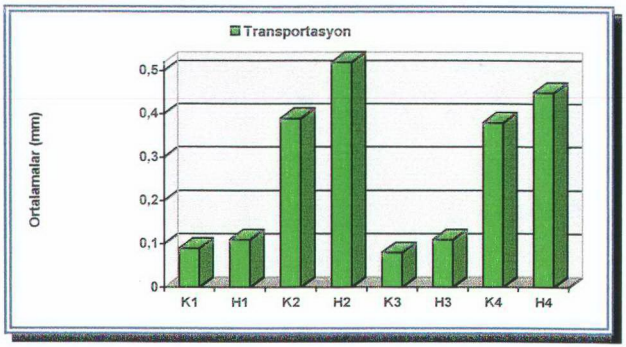
GRUPLAR 30^0	Eğriliğin iç kısmına genişletme	Eğriliğin dış kısmına genişletme	Transportasyon	Toplam genişletme Miktarı	Merkezde kalma oranı
K_3-K_4		K_4	K_4	K_4	K_3
K_3-H_3				H_3	
K_3-H_4		H_4	H_4	H_4	K_3
H_3-K_4					H_3
H_3-H_4		H_4	H_4		H_3
K_4-H_4					
p değeri	0,207	0,0013	0,0001	0,0046	0,0001



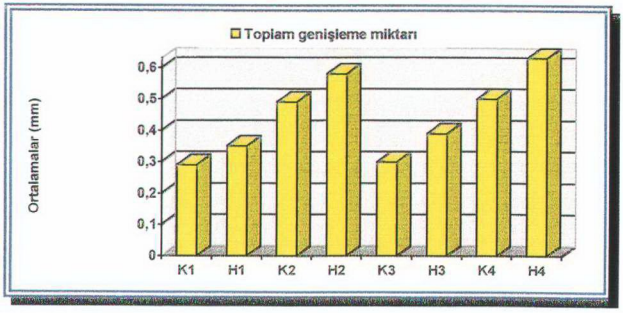
Şekil 3.16.



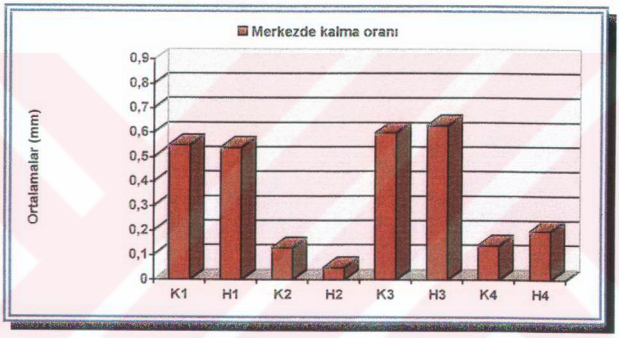
Şekil 3.17.



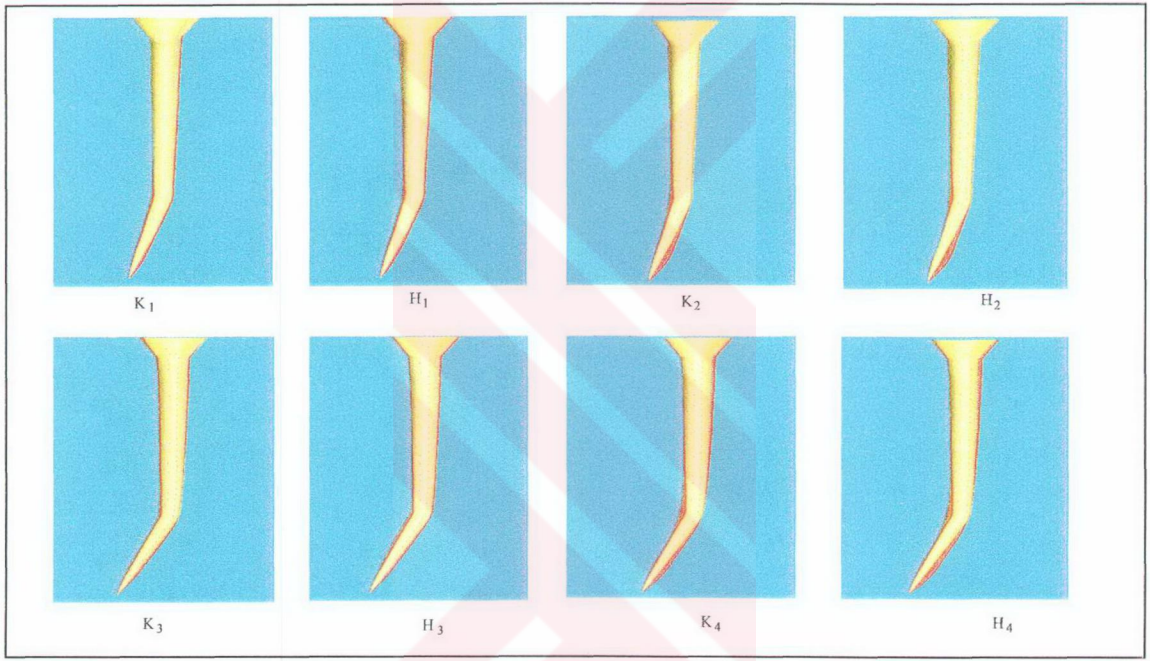
Şekil 3.18.



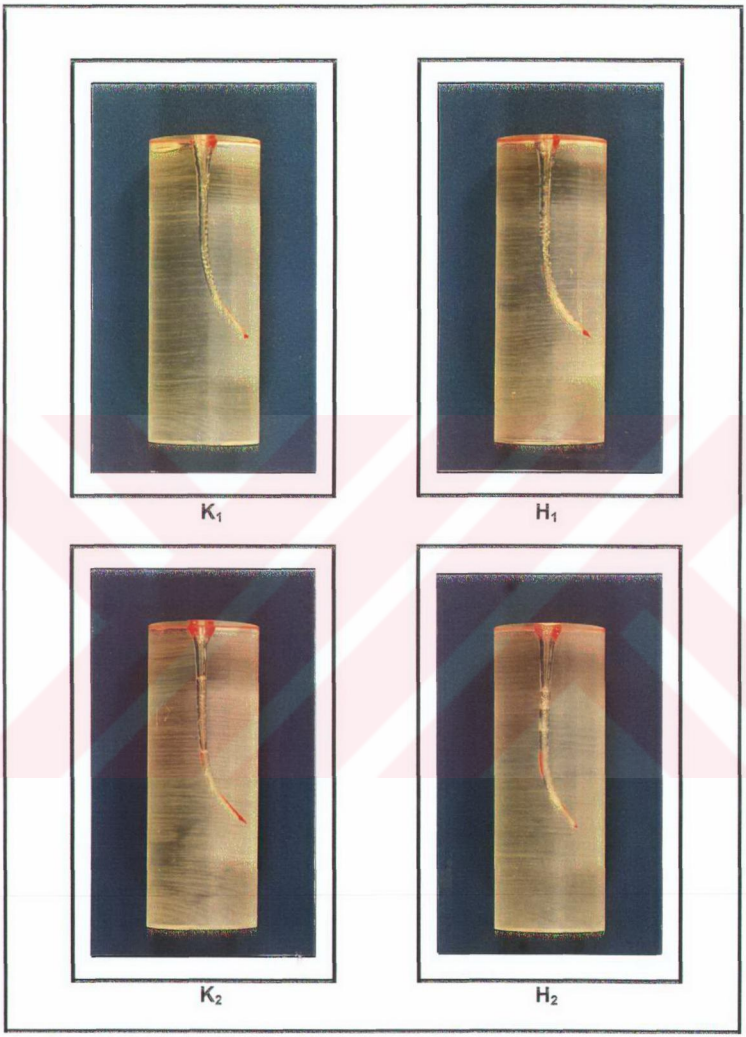
Şekil 3.19.



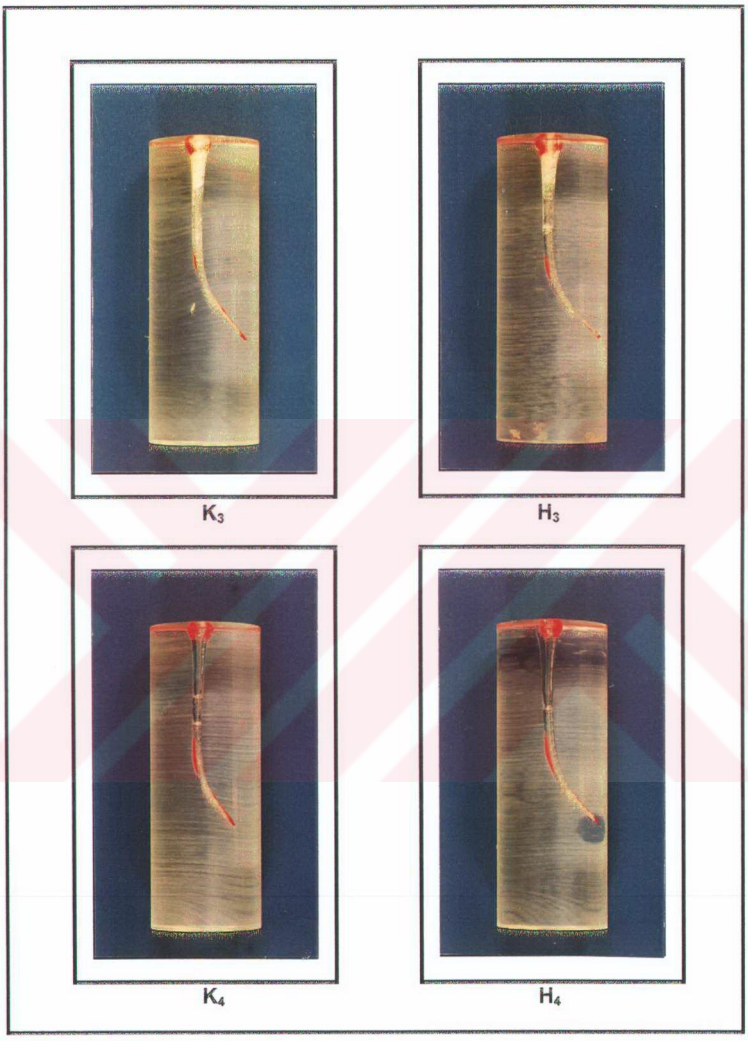
Şekil 3.20.



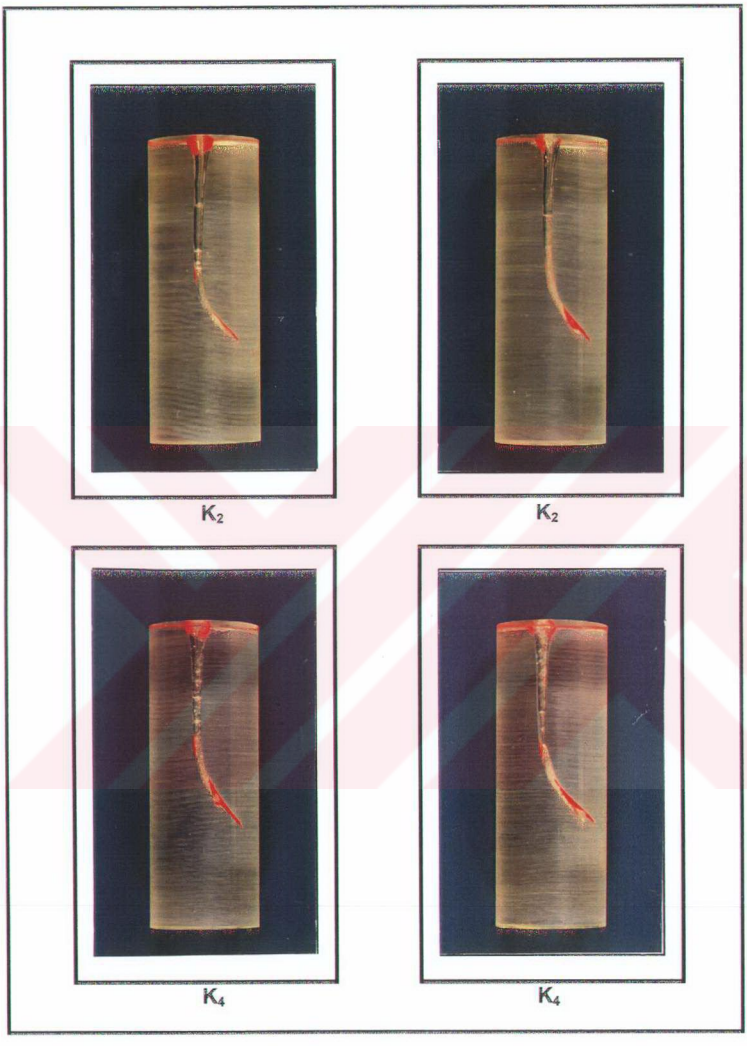
Şekil : 3.21. Tüm gruplarda preparasyondan önce ve sonra elde edilen ortalama değerlere göre hazırlanmış karakteristik değişiklikler.



Şekil 3.22. Kanal eğriliği 20^0 olan bloklara ait kanalların preparasyonundan sonraki görüntüleri.



Şekil 3.23. Kanal eğriliği 30^0 olan bloklara ait kanalların preparasyonundan sonraki görüntüleri.



Şekil 3.24. K_2 ve K_4 gruplarında ortaya çıkan preparasyon hatalarına ait görüntüler.

4. TARTIŞMA

Başarılı bir endodontik tedavinin en önemli aşamalarından biri kök kanallarının biyomekanik preparasyonudur. Araştırmacılar, kök kanal preparasyonu sonrasında kanal dolgusunun rahatlıkla yapılabileceği formda bir kanal şeklinin oluşturulması gerektiğini bildirmişlerdir (1, 108) . Klinikte görülen kök kanal dolgu işlemlerindeki başarısızlıkların çoğu, yetersiz ve uygun olmayan şekilde yapılmış kanal genişletme işlemlerine bağlıdır. Yetersiz şekillendirilmiş basit kanalların doldurulması, preparasyonu başarı ile tamamlanmış oldukça kompleks kök kanallarının doldurulmasından daha zordur (16) . Önerilen şekil, foramen apikalenin transportasyona uğramadığı ve kuronal kısımdan apikale doğru gittikçe daralan, konik tarzda hazırlanmış bir kanal preparasyonudur (1, 21) . Eğri kök kanallarının şekillendirilmesi sırasında orijinal kanal eğriliğinin korunması ve özellikle apekste (21) ve kök eğriliğinin iç kısmında (18) kanal bütünlüğünü bozabilecek olan düzleşme eğiliminin önlenmesi gerekmektedir.

İnsan dentisyonunda kök kanal eğrilikleri sıklıkla karşılaşılan bir durumdur (3, 4, 5) . Eğriliklerin mevcudiyetinde, kök kanal sistemi ile ilişkili olarak endodontik tedavi zorlaşmaktadır (17, 18, 19, 20) . Bu noktadan hareketle, çalışmamızda eğri kök kanallarında farklı esnekliğe sahip kanal aletlerinin araştırılması amaçlanmıştır. İdeal kanal formu elde etmek amacı ile paslanmaz çelik kanal eğeleri çok çeşitli preparasyon tekniklerinde kullanılmışlardır (1, 39, 48, 50) . Özellikle eğri kök kanallarında ortaya çıkan preparasyon hatalarının (18, 21, 24) daha fazla flexibiliteye sahip kanal aletlerinin kullanımı ile azaltılabileceği fikri güçlenmiştir (109, 110) . Son yıllarda nikel-titanyum alaşımından yapılmış, düşük elastisite modülüne sahip ve paslanmaz çelik eğelerle kıyaslandığında daha fazla flexibilitesi olan kök kanal aletleri geliştirilmiştir (72) . Walia ve arkadaşları (72) , nikel-titanyumdan yapılan aletlerin üstün kırılma dayanıklılığından dolayı, eğri kök kanallarının preparasyonunda faydalı olabileceklerini ileri sürmüşlerdir.

Bu çalışmada, içinde kanallar oluşturulmuş şeffaf resin bloklar kullanılarak Ni-Ti ve paslanmaz çelik el aletleri ile yapılan preparasyonlar değerlendirilmiştir. Pek çok posterior diş ortalama 20^0-30^0'lik kanal eğriliği gösterdiğinden (14, 15) , çalışmamızda 20^0 ve 30^0 eğriliği olan standart bloklar kullanılmıştır. Resin blokların seçilmesinin nedeni, çok çeşitli varyasyonlar gösteren doğal dişlerin aksine kanal boyunun, eğiminin ve şeklinin standardize edilebilmesidir. Doğal dişlerde dentinin sertliğinde de, dişler arasında bariz farklar olabilir. Bu tür çalışmalarda resin blokların kullanılması, karşılaştırılan teknikler veya aletler arasındaki farkların daha doğru olarak ortaya konmasına yardımcı olmaktadır. Ayrıca, resin blokların içerisindeki taklit edilmiş kanalların, şekillendirme etkilerini doğal dişlerde olduğundan daha iyi gözleyebilme imkanı verdiği çeşitli araştırmacılar tarafından belirtilmiştir (109, 110) .

İlk kez 1975 yılında Wein ve arkadaşları (21) kanal boşluğunu çevreleyen, dentin ile benzer kesilebilme özelliklerini taşıyan resin bloklarını tanıtmışlardır. Bloklar, insan dentininden daha yumuşak (96) olmalarına rağmen, model kanallarda çalışırken aletlerden ele gelen algılamalar, gerçek dişlerdeki algılamalara çok yakın olarak bulunmuştur. Resin bloklar, doğal köklerde preparasyon öncesi orijinal kanal şeklinin tam olarak belirlenebilmesinin imkansızlığının üstesinden gelinmesi amacı ile yapılmıştır. Resin blokların diğer bir avantajı da, kanalın eğrilik açısının ve şeklinin bilinmesidir. Ayrıca bloklar istenen boyut, şekil ve eğrilikte yapılabilir, şeffaf resin kullanılarak şekillendirmenin direkt olarak görülmesi sağlanabilir ve enfeksiyon kontrolü söz konusu değildir. Bu sebeplerden dolayı, resin bloklar geniş potansiyale sahip öğretim aracı ve araştırma modeli olarak kabul edilmiştir (21) .

Lim ve Webber, 1985 yılında yaptıkları çalışmada step-back tekniği ve K-eğeleri kullanarak, eğri kanallı resin bloklarını ve eğri kök kanallarını şekillendirmişlerdir. Ölçümler, enjekte edilmiş bir radyokontrast madde kullanılarak, çekilmiş dişlerin radyografilarından ve resin blokların fotoğrafik görüntülerinden yapılmıştır. Bunların kıyaslanmasında, kanallarda kum saati

şeklinin ortaya çıkmasında, resin bloklar ile çekilmiş dişler arasında önemli bir fark bulunamamıştır. Bu bulgulara dayanarak, resin blok kullanımının bu tür çalışmalarda uygun olduğu ortaya konulmuştur (73) .

Resin bloklarda, kanal şeklinde meydana gelen değişiklikler ve şekillendirme esnasında ortaya çıkan çalışma uzunluğu kaybı tam olarak doğal dişlerde olduğu gibi olmayabilir. Baumgartner ve arkadaşları (111) , 1992 yılında doğal dişlerin ve resin blokların preparasyonu esnasında ortaya çıkan hataların aynı olmadığını bildirmişlerdir.

Coleman ve arkadaşları (90) , 1996'da doğal dişleri kullanarak Ni-Ti ve paslanmaz çelik kanal eğelerini değerlendirmişlerdir. 1997'de ise aynı araştırmacılar, aynı çalışmayı resin blok kullanarak tekrarlamışlardır. Bu iki çalışmanın sonucunda resin kanallar ve çekilmiş dişlerdeki kanallar kıyaslandığında benzer sonuçlar verdiğini bildirmişlerdir (91) . Bu konuda Dummer ve arkadaşları da (112) , gerçek kök kanallarında rastlanan farklılıkların, resin bloklarda ortadan kalktığını ve benzer kanalların oluşturulması sebebiyle de bu tür çalışmaların daha doğru bir kıyaslamaya izin verdiğini bildirmişlerdir. Elde edilen sonuçların, karşılaştırılan aletlerin veya tekniklerin dentin üzerindeki etkilerini tam olarak yansıtmayacağı düşüncesi ile bu konuda daha ileri çalışmalara ihtiyaç vardır (93).

Çalışmamızda, Ni-Ti ve paslanmaz çelik kanal eğeleri ile yapılan preparasyonlarının karşılaştırılmasında, endodontide yeni kullanılmaya başlanan bilgisayarlı spiral tomografiden faydalanılmıştır. İlk kez Tachibana ve Matsumoto (104) 1990'da endodontik preparasyonların görüntülenmesinde bilgisayarlı tomografinin kullanılmasını değerlendirmişlerdir. Ancak, yüksek fiyat ve yetersiz görüntüleme programlarından dolayı o dönem için bilgisayarlı tomografinin endodontideki klinik kullanılabilirliğinin kısıtlı olduğu sonucuna varmışlardır. Bilgisayarlı tomografi daha önce oral cerrahi ve implantolojide sert doku boyutlarının ölçülmesinde kullanılmıştır (113) . Bilgisayar programların görüntülemesinde ve scaning teknolojisindeki yeni gelişmeler tomografinin endodontik araştırmalarda kullanılmasına olanak tanımıştır. 1996 yılında Gambill ve

arkadaşları bilgisayarlı tomografi yöntemini kullanarak Ni-Ti ve paslanmaz çelik el aletleri ile çekilmiş dişlerde yapılan preparasyonları değerlendirmişlerdir (88) . Araştırmamızda Gambill'in çalışmasından farklı olarak çekilmiş dişler yerine resin bloklar kullanılmıştır. Literatürde, resin blokları bu yöntemle değerlendiren bir başka çalışmaya rastlanmamıştır. Kanal şeklini değerlendirmenin en yaygın yolu kanaldan kesitler almaktır. Kökün değişik kısımlarından alınan enine kesitler, kanal şeklinin ve kök yüzeylerine göre kanal konumunun doğrudan görülmesini sağlamaktadır (31, 102, 114) . Tomografi yönteminde, Bramante tekniğinde (102) olduğu gibi, kanalların değişik seviyelerinden alınan kesitlerin preparasyon öncesi ve sonrası karşılaştırılması söz konusudur. 1987 yılında geliştirilen Bramante tekniğinde (102) , çekilmiş insan dişleri akrilik bloklara gömüldükten sonra kilit sistemine sahip alçı kalıplar içerisine yerleştirilmekte ve daha sonra istenilen seviyelerden separe ile kesilmektedir. Elde edilen kesitlerin preparasyon öncesi stereomikroskopta fotoğrafları çekildikten sonra preparasyon esnasında tekrar bir araya getirilerek alçı kalıplar içerisine konmaktadır. Preparasyon sonrasında, kalıplar açılarak kesilmiş modellerin kesitlerinin yeniden fotoğrafları alınmaktadır. Bramante tekniğinde, gerçekleştirilen bu komplike montaj ilave bir bilinmeyen değişken ortaya çıkarmaktadır. Coleman ve arkadaşları (90) yaptıkları çalışmada, kesme işleminden sonra separenin bıraktığı boşlukları, klinik şartlarda oluşabilen basamaklara benzetmişlerdir. Orta ve apikal bölgede kanal aletlerinin bu boşlukları geçerken zorlandıklarını ve özellikle Ni-Ti kanal aletlerinin daha az etkili olduklarını bildirmişlerdir. Çalışmamızda, Bramante tekniğinde ortaya çıkan bu dezavantajı elimine etmek amacı ile değişik seviyeleri, kesme işlemi yapmadan değerlendirme imkanı sağlayan bilgisayarlı tomografi yöntemi tercih edilmiştir.

Tomografi çekimleri sırasında, kanallara enjekte edilen kontrast maddesi kanal boşluğunu, ölçüm yapılan monitörde ve daha sonra basılan radyografilerde net bir şekilde belirlemiştir. Yapılan deneme çekimlerde, kontrast maddesinin tam olarak apekse ulaşmadığı görülmüştür. Apeksten 1,5 mm mesafedeki kanal boşluğu bilgisayarlı tomografi görüntüleri üzerinde

distorsiyona uğramıştır ve net bir ölçümü engellemiştir. Gambill ve arkadaşlarının (88) yaptıkları araştırmada da aynı problem gözlenmiştir. Bizim çalışmamızda, apikal bölgede meydana gelen değişiklikleri net ölçebilmek amacı ile kanallara alet yerleştirilip kontrast maddesinin tüm kanal boşluğuna ulaşması sağlanmıştır. Gambill ve arkadaşlarının çalışmasında kontrast maddeden söz edilmemiştir. Elliot ve arkadaşları (93), yaptıkları çalışmada görüntüleme sistemi olarak optik mikroskobu kullanmışlardır. Kanal boşluğunun net görüntüsünü elde etmek amacı ile kanalın içine gümüş kon yerleştirmişlerdir. Bilgisayarlı tomografi görüntüleri, kanallarda mevcut olan keskin kenarları düzleştirebilir ve ölçülen transportasyon uzunlukları çok kesin olmayabilir, ancak kıyaslama amacı ile faydalı olabilir. Bu analiz sisteminin kullanılmasıyla, kanal boşluğunun nasıl en iyi şekilde incelenip değerlendirilebileceğini belirlemek için daha fazla çalışmalara ihtiyaç vardır.

Çalışmamızda kanalların preparasyonu için Ingle'ın (105) tarif ettiği çeyrek tur çevir-çek tekniği ile step-back preparasyonu uygulanmıştır (82) . Aynı teknik Glosson'un (77) ve Gambill'in (88) çalışmalarında da kullanılmıştır. Glosson ve arkadaşlarının çalışmasında Mity (Ni-Ti) ile K-Flex eğelerinin (SS) karşılaştırılmasında, Mity eğelerinin kök orta bölgesinde K-Flex'lere göre önemli ölçüde daha az transportasyon yaptıkları görülmüştür. Bu sonuç araştırmacılara, daha esnek olan Ni-Ti eğelerinin çeyrek tur çevir-çek tekniği ile uygulandıklarında bazı avantajların sağlanabileceği kanısını vermiştir. Gambill'in çalışmasında da benzer şekilde, değerlendirilen tüm kesitlerde Ni-Ti eğeleri, SS K-Flex eğelerine göre daha az transportasyona yol açmışlardır. Çalışmamızda, kanalların genişletilmesi için Step-back tekniği, kanal genişletme ile ilgili çalışmalarda, en fazla uygulanan teknik olması bakımından tercih edilmiştir (12, 24, 31, 40, 41, 45, 54, 82, 87, 90, 91) .

Eğri kanalların morfolojilerini değiştirmek mümkün değildir. Ancak kanalların eğrilik derecelerini azaltmak amacı ile kuronal bölgeye genişletme yapılarak (flaring) , apikal 1/3'e daha düz bir giriş sağlanabilir ve toplam

kanal transportasyonu ve preparasyon hatalarının miktarı azaltılabilir (14, 15, 25, 26, 27). Çalışmamızda, Shankar ve arkadaşları'nın (115) çalışmasında olduğu gibi kuronal flaring yapılmamıştır. Araştırmamızda kullanılan yapay kanalların kuronal kısımları düz olduğundan, klinik olarak flaring'in yapılması muhtemelen sonucu pek etkilemeyecektir. Resin bloklarda, flaring'in etkisini inceleyen araştırmalara ihtiyaç vardır.

Çalışmamızda kullanılan paslanmaz çelik eğelerine, preparasyondan önce bir miktar eğim verilmiştir. Wein ve arkadaşları'nın (3, 21) belirttikleri gibi, 1976'da Harris isimli araştırmacı (106) da eğeleri kanal içine yerleştirmeden evvel kanal eğriliğine uyacak şekilde bükmeyi önermiştir. Ancak kanal aletleri, önceden eğimlendirilmiş olsalar bile, kanal içerisine yerleştirildikleri zaman düzleşme eğilimindedirler. Ayrıca, kanalların derecesini ve konumlarını belirlemedeki zorluklardan dolayı, eğeleri önceden bükmek ile sınırlı bir başarı elde edileceği bildirilmiştir (106) . Çalışmamızda eğim derecesi belli olan resin bloklar kullanıldığından bu tarz zorluklarla karşılaşılmamıştır.

Endodontik eğelerin eğri kanallarda düzleşme eğilimleri, Roane ve arkadaşları (39) tarafından "aletin onarıcı kuvveti" olarak isimlendirilmiştir. Ortaya çıkan "onarıcı kuvvet" veya elastik hafıza, aletin kesit alanına, şekline ve alaşımın sertliğine göre değişmektedir. Bu kuvvetin azalması, kanal duvarında basamak, apikal kök perforasyonları gibi bir takım istenilmeyen preparasyon hatalarının engellenmesine yardım edebilmektedir (1, 54) . Bu gibi hatalar, endodontik tedavinin prognozunu belirgin olarak etkilemekte, temizlenmemiş kanal boşluğu ve uygun olmayan kanal dolgusu elde edilmektedir.

Kanal aletlerinin çaplarına bağlı olarak esneklikleri de değişmektedir. Kanal aletlerinin çapları, uç kısımdan sap kısmına doğru giderek büyümektedir. Konik şekilleri, itme kuvvetinin aletin ucuna doğru toplanmasını sağlamaktadır. Kanal aletlerinin numarası büyüdükçe artan sertliği sebebiyle, dentin yüzeyine gelen kuvvet, kaldırılan dentin miktarı ve transportasyon da artmaktadır (2) . Bu yüzden eğri kanallarda kanalın orijinal

şekli tam olarak korunamadığından çok fazla genişletme yapılmamalıdır. Bu, dişte zayıflamaya ve kanallarda zip, apikal perforasyon, strip perforasyon gibi komplikasyonların meydana gelmesine yol açabilir (1, 2, 19, 21) . Bu bilgileri göz önünde bulundurarak, çalışmamızda kanallar 40 nolu alete kadar genişletilmiştir (32, 33, 97, 98, 115) .

Çalışmamızda Briseño ve Sonnabend'in (116) , Schäfer'ın (98) , Coleman ve arkadaşlarının (90, 91) çalışmalarında da olduğu gibi, preparasyon esnasında irrigasyon solüsyonu kullanılmamıştır. Briseño ve Sonnabend, resin bloklarda dokuz eğe tipi ile yaptıkları şekillendirme çalışmalarında hiç bir irrigasyon solüsyonu kullanmamışlardır. Periodik olarak eğeleri çıkartıp temizlediklerinde, kök kanalları boyunca çok az debris birikimi gözlemişlerdir (116). Coleman ve arkadaşları da doğal dişlerde ve resin bloklarda yaptıkları çalışmalarında, irrigasyon solüsyonunun kullanılmamasını, karışıklık yaratabilecek bir değişkenin ortadan kaldırılması olarak yorumlamışlardır (91) .

Kök kanallarının şekillendirilmesi sırasında orijinal kanal eğriliğinin ve apikal foramenin şekil ve pozisyonunun korunması, endodontik tedavinin en önemli kurallarından biridir. Düz veya hafif eğri kanallarda bunu gerçekleştirmek kolaydır. Ancak kanal eğriliği arttıkça, kök kanal sisteminin biyomekanik preparasyonu daha güç bir hale gelir, basamak ve perforasyon oluşum yüzdesi de artar (17, 18, 19, 20, 115) . Bu nedenle çalışmamızda 20^0 ve 30^0 kanal eğriliğine sahip resin bloklar kullanılmıştır.

Çalışmamızda, Elliott ve arkadaşlarının (93) çalışmasında olduğu gibi nikel-titanyum ve paslanmaz çelik kanal eğelerinin arasındaki farkı belirlemek amacı ile aynı geometri ve dizayna sahip eğeler seçilmiştir (Ni-Ti ve SS K-File - Maillefer; Ni-Ti ve SS Hedstrom - Brasseler) . Elliot ve arkadaşlarının araştırmasında, sadece K-File eğeleri kıyaslanmıştır. Çalışmamızda ise aynı dizayna sahip Hedstrom eğeleri de kullanılmıştır. Bundan önce nikel-titanyum eğeleri değişik dizaynlarda paslanmaz çelik eğelerle kıyaslanmışlardır (78, 79, 85, 88) .

Çalışmamızda kanalın kuronal, orta ve apikal seviyelerinde kanalın genişleme yönü, transportasyon miktarı, toplam genişletme miktarı ve orijinal kanalın merkezde kalma oranları incelenmiştir.

Araştırmamızda, preparasyon sonrası kanalın genişleme yönü değerlendirildiğinde, kuronal bölgede paslanmaz çelik eğeler (K-File ve Hedstrom) eğriliğin iç kısmında daha fazla genişletmeye sebep olmuşlardır. Eğriliğin dış kısmında ise nikel-titanyum ve paslanmaz çelik eğeler benzer ölçülerde genişletme yapmışlardır (Tablo 3.1.) . Bu sonuçlar Elliott ve arkadaşlarının (93) çalışmasında elde edilen bulgularla uyumludur. Ancak bu araştırmacılar, çalışmalarında Balanced-force ve Step-back tekniklerini kullanmışlardır. Çalışmamızda ise sadece Step-back tekniği kullanılmıştır. Balanced-force tekniğini kullandıklarında, eğriliğin iç ve dış kısmında meydana gelen genişleme çalışmamızın bulguları ile uyum göstermektedir. Araştırmacılar, Step-back tekniğinde paslanmaz çelik eğelerinin eğriliğin dış kısmında, daha fazla madde uzaklaştırdıklarını bulmuşlardır. Çalışmamızda ise paslanmaz çelik ve nikel-titanyum eğelerinin kuronalde, eğriliğin dış kısmında benzer miktarlarda madde uzaklaştırdıkları gözlenmiştir. Bu fark Elliott ve arkadaşlarının 45-55 boyutlarında eğeler ve eğeleme tekniği kullanmalarına bağlı olabilir. Çalışmamızda, Elliot ve arkadaşları'nın araştırmasından farklı olarak kanallar 40 nolu eğeye kadar genişletilmiş ve çeyrek tur çevir-çek tekniği kullanılmıştır. Lim ve Webber (23) , prepare edilmemiş dişlerde kök kanallarının kuronalde furkasyona bakan kısımlarının, meziale oranla daha ince olduğunu ifade etmişlerdir. Çalışmamızda, eğriliğin iç kısmında daha fazla genişletmeye yol açan paslanmaz çelik kanal eğelerinin, zayıf olan furkasyon bölgesinin daha da incelmesine yol açacaktır.

Harlan ve arkadaşları (117) doğal dişlerde yaptıkları çalışmada, eğri kanalların kuronal ve apikal bölgelerinde paslanmaz çelik ve nikel-titanyum eğelerinin oluşturdukları değişiklikleri incelemişlerdir. Kuronal bölgede, paslanmaz çelik aletlerinin eğriliğin iç kısmına doğru, nikel-titanyum eğelerinden daha fazla genişletme yaptıklarını gözlemişlerdir.

Araştırmamızın bulguları, Harlan ve arkadaşlarının elde ettikleri sonuçları desteklemektedir. Ancak çalışmamızdan farklı olarak bu araştırmacılar Balanced-force tekniği ve farklı dizaynda kanal eğeleri (Onyx nikel-titanyum ve paslanmaz çelik Flex-R eğeleri) kullanmışlardır.

Orta bölgede (eğrilik bölgesi) , eğriliğin iç kısmında paslanmaz çelik kanal eğeleri, nikel-titanyum eğelerine göre daha fazla genişletmeye yol açmışlardır. Bu durum, nikel-titanyum aletlerinin eğri kök kanallarında strip perforasyonların oluşum riskini azalttığını göstermektedir. Eğriliğin dış kısmında ise, gruplar arasında benzer sonuçlar elde edilmiştir (Tablo 3.5.) .

Çalışmamızın apikal seviyesinde, kesit III ve IV'te nikel-titanyum kanal eğelerinin, paslanmaz çelik eğelerine göre eğriliğin iç kısmında daha fazla genişletme yaptıkları gözlenmiştir (Tablo 3.9., 3.13.) . Bu sonuç, süperelastisite özelliklerine sahip aletlerinin kanal eğriliğini daha iyi takip ettikleri ve orijinal kanal anatomisine daha iyi uyum sağladıkları fikrini desteklemektedir (70) . Kanal eğriliğinin dış kısmında ise paslanmaz çelik eğeleri daha fazla genişletmeye yol açmışlardır. Paslanmaz çelik eğelerinin önceden eğimlendirilmiş olmalarına rağmen, kanal içerisinde elastik hafızaya ve dar kanal içerisinde eğenin eğimini yerleştirmek için yer olmamasına bağlı olarak düzleşme eğilimleri vardır. Bu faktörler, önceden eğimlendirilmiş aletlerle şekillendirme hakkındaki teorilerin doğruluğunu zayıflatmaktadır (115) .

Araştırmamızda orta seviyede kanal eğriliğin dış kısmında, apikal seviyede ise iç kısmında, bazı bölgelerde kanal eğesinin çok az doku kaldırıldığı veya hiç kaldırmadığı görülmüştür (tablo 3.5., 3.9. ve 3.13.) . Bu gözlem Walton (22) ve Samyn'nin (87) çalışmalarında da ortaya konulmuştur. Walton'a göre (22) kanal merkezinin hareketi, ters yöndeki kanal duvarında temizlenmemiş debris ve pulpa artıklarının kalmasına sebep olmaktadır. İdeal genişletme, tüm duvarlardan eşit kalınlıkta dentin tabakası kaldırılması ile sağlanmaktadır.

Araştırmamızda kuronal bölgede, fark anlamlı olmasa bile paslanmaz çelik kanal eğeleri daha fazla transportasyona sebep olmuşlardır. Bu durum paslanmaz çelik eğelerinin daha sert olmaları ile açıklanabilir.

Orta bölgede, paslanmaz çelik kanal eğeleri, nikel-titanyum kanal eğelerine göre daha fazla transportasyona yol açmışlardır. Eğrilik bölgesinde transportasyon yönünün, tüm gruplarda eğriliğin iç kısmına doğru olması, kanal aletlerinin eğri bir kanalda düzleşme eğiliminde oluklarını göstermektedir (2, 21, 106) . Glosson ve arkadaşları'nın (77) , Thompson ve Dummer'in (118) çalışmalarında, düzleşme eğiliminin esnek olan nikel-titanyum kanal aletleri için de geçerli olduğu bildirilmiştir. Bizim çalışmamızın bulguları da bu fikri desteklemektedir.

Apikal seviyede de paslanmaz çelik kanal eğeleri, nikel-titanyum kanal eğelerine göre daha fazla transportasyona yol açmışlardır. Elde ettiğimiz bu sonuç nikel-titanyum kanal aletlerinin apikal bölgede daha az preparasyon hatalarına yol açabilecekleri fikrini desteklemektedir (70) . Nikel-titanyum kanal aletlerinin daha fazla olan flexibilitesi, daha az transportasyona yol açmıştır. Bu aletlerle prepare edilen gruplarda transportasyon oluştuğunda ise, bunun nedeni muhtemelen daha az flexibl olan büyük numaralı aletlerin (35 ve 40 nolu) kullanılmasıdır . Çalışmamızdan farklı olarak, Elliott ve arkadaşları (93), Step-back tekniği kullanıldığında nikel-titanyum kanal eğelerinin paslanmaz çelik eğelere göre, apikal bölgede daha fazla transportasyona neden olduklarını bildirmişlerdir. Ayrıca paslanmaz çelik eğelerinin, kanalı daha merkezde koruduklarını bulmuşlardır. Çalışmamızın bulgularına göre, kesit III ve IV'te nikel-titanyum kanal eğeleri ile preparasyon yapıldığında, kanalın merkezde kalma oranı açısından bu eğelerin daha başarılı oldukları gözlenmiştir. Elliott ve arkadaşları, elde ettikleri bu sonucu paslanmaz çelik eğelerine önceden eğim verilebilme imkanı ile açıklamaktadırlar. Aynı çalışmada (93) , Balanced-force tekniği ile yapılan preparasyonların sonuçları bulgularımıza uyum göstermektedir.

Araştırmamızda değerlendirilen tüm kesitlerde, nikel-titanyum kanal aletlerinin paslanmaz çelik aletlerine göre daha az transportasyona yol açmaları bulgusu, farklı şekil ve dizaynda paslanmaz çelik ve nikel-titanyum kanal eğelerini araştıran Glosson ve arkadaşları'nın (77) , Hornberger ve arkadaşları'nın (79) , Chan ve Cheung'un (80) , Short ve arkadaşları'nın (85) ve Coleman ve arkadaşları'nın (90, 91) bulgularını desteklemektedir.

Gambill ve arkadaşları (88) yaptıkları çalışmada, iki farklı teknik kullanarak (çeyrek tur çevir-çek ve reaming tekniği) Mity file (Ni-Ti) ve K-flex file (SS) kanal eğelerini, çalışmamızda olduğu gibi tomografi yöntemi kullanarak değerlendirmişlerdir. Sonuç olarak tüm kesitlerde, nikel-titanyum kanal eğelerinin daha az transportasyona yol açtıklarını bildirmişlerdir. Lood Tharuni'nin çalışmasında (89) da benzer sonuçlar elde edilmiştir.

Araştırmamızda kullanılan tüm kanal aletleri, değişik inceleme seviyelerinde aynı yönlerde transportasyon eğilimi göstermişlerdir. Değişen oranlarda apikal seviyede eğriliğin dış kısmına doğru, kanalın orta seviyelerinde ise eğriliğin iç kısmına doğru transportasyon gözlenmiştir. Samyn ve arkadaşları'nın (87) , Gambili ve arkadaşları'nın (88) çalışmalarında da benzer sonuçlar elde edilmiştir. Hornberger ve arkadaşları'nın (79), Thompson ve Dummer'in (118, 119) çalışmalarında da, apikal seviyede eğrilin dış tarafında transportasyon oluştuğu bildirilmiştir.

Coleman ve arkadaşları'nın (90, 91) çalışmalarında da, doğal dişlerde ve resin bloklarda, kıyasladıkları her iki tip eğe için (Ni-Ti K-file ve SS K-file) transportasyon yönünün aynı olduğu tespit edilmiştir. Apikal seviyede eğriliğin dış kısmına doğru, orta seviyede ise eğriliğin iç kısmına doğru transportasyon izlenmiştir.

Toplam genişletme miktarı incelendiğinde, fark anlamlı olmasa bile, kuronal seviyede nikel-titanyum kanal eğelerinin daha az genişletme yaptıkları gözlenmiştir. Orta seviyede de, nikel-titanyum kanal eğeleri daha az genişletmeye yol açmışlardır. Bu seviyede, istatistiksel olarak anlamlı bir

fark olmasa bile Hedstrom eğelerinin daha fazla genişletmeye sebep oldukları gözlenmiştir.

Apikal seviyede (kesit III ve IV) de toplam genişletme miktarı yönünden, nikel-titanyum kanal eğeleri daha az genişletmeye yol açmışlardır. Bu kesitlerde de K-File ve Hedstrom kanal eğeleri kıyaslandığında, Hedstrom eğelerinin daha fazla genişletmeye yol açtıkları bulunmuştur (Şekil 3.14. ve 3.19.). Elde ettiğimiz bu sonuç Hedstrom eğelerinin, kanalların şekillendirilmesinde daha etkili olduklarından kaynaklanmış olabilir (24, 120).

Tüm kesitlerde, 30^0 eğriliğie sahip kanallarda, 20^0 eğriliğe sahip kanallardan daha fazla genişletme meydana gelmiştir. Bu fark büyük bir olasılıkla eğri kanallarda aletlerin düzleşme eğilimlerinden kaynaklanmaktadır. Eğriliğin artması ile aletlerdeki bu eğilim de artmaktadır. Elde ettiğimiz bu sonuçlar Thompson ve Dummer'ın (118) çalışmasını desteklemektedir. Ancak, bu araştırmacılar çalışmamızdan farklı olarak 20^0 ve 40^0 eğim açısı olan resin blokları kıyaslamışlardır.

Coleman ve arkadaşları (91) resin bloklarda yaptıkları çalışmalarında, paslanmaz çelik ve nikel-titanyum aletleri arasında, uzaklaştırılan toplam resin alanının sadece orta kesitte önemli bir fark oluşturduğunu gözlemişlerdir. Paslanmaz çelik eğelerinin, nikel-titanyum eğelerinden daha fazla madde uzaklaştırdıklarını tespit etmişlerdir. Araştırmacılar, doğal dişlerde yaptıkları bir başka çalışmalarında ise (90) , eğeler arasında hiç bir seviyede fark bulamamışlardır. Bu sonuçların, resin ile dentinin sertlik farklılığından kaynaklanabileceğini savunmuşlardır. Araştırmamızın sonuçları, Coleman ve arkadaşları'nın resin bloklarda elde ettikleri bulgular ile uyum göstermektedir. Ancak çalışmamızda, apikal seviyede de paslanmaz çelik ve nikel-titanyum kanal eğeleri arasındaki fark önemli bulunmuştur.

Çalışmamızda, değerlendirme kriterlerinden biri olan merkezde kalma oranı (Centering ratio), orijinal kanalın, preparasyondan sonra merkezde

kalıp kalmadığını belirlemektedir. Araştırmamızda merkezde kalma oranının 1 olması en mükemmel merkezlemenın göstergesi olarak kabul edilmiştir. Araştırmamızda kuronal ve orta seviyede anlamlı bir farkın bulunmaması, nikel-titanyum kanal eğelerinin daha esnek olmalarının, kanalın merkezde kalma oranı açısından fazla bir avantaj sağlamadıklarını göstermektedir. Bu bulgu, Glosson ve arkadaşları'nın (77) elde ettikleri sonuçlara uyum göstermektedir. Araştırmacılar, kökün orta seviyelerinde Mity eğelerinin (Ni-Ti) , K-flex eğelerine göre (SS) daha az transportasyon yaptıklarını bulmuşlardır, fakat nikel-titanyum aletlerinin daha fazla olan flexibilitesi, kanalın merkezde kalma başarısını arttırmadığını bildirmişlerdir. Gambill ve arkadaşları'nın (88) çalışmasında da, çeyrek tur çevir-çek tekniği kullanıldığında, nikel-titanyum ve paslanmaz çelik eğeleri arasında orta kesitte kanalı ortalama yönünden önemli bir fark bulunamamıştır. Ancak aynı eğeler, reaming tekniği ile kullanıldıklarında kökün orta seviyesinde, nikel-titanyum eğelerinin kanalın merkezde kalma oranı açısından önemli derecede daha başarılı oldukları bulunmuştur.

Çalışmamızda, nikel-titanyum ve paslanmaz çelik eğeleri arasında orijinal kanalın merkezde kalma oranı yönünden, apikal bölgede istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmiştir. Araştırmamızda hem kesit III'te hem IV'te, nikel-titanyum eğeleri, kanalın merkezde kalması açısından önemli bir avantaj sağladıkları görülmüştür. Elde ettiğimiz bu bulgular, Ni-Ti Mity eğenin kanalın merkezde kalma oranını önemli derecede arttırmadığı sonucunu bulan Glosson ve arkadaşları'nın (77) bulgularından farklıdır. Araştırmacılar, apikal kısımda eğeler arasında merkezde kalma oranı açısından önemli derecede bir fark bulamamışlardır.

Coleman ve arkadaşları'nın çalışmalarında (90, 91) , kanalın merkezde kalma oranı açısından elde edilen sonuçlar, araştırmamızda elde edilen bulgulara uyum göstermektedir. Araştırmacılar, apikal bölgede nikel-titanyum kanal eğeleri ile yapılan preparasyonların, kanalın merkezde kalmasında daha etkili olduklarını bulmuşlardır. Orta kesitte ise, çalışmamızda da olduğu gibi eğeler arasında anlamlı bir farkın olmadığını bildirmişlerdir.

Çalışmamızda kullanılan, özellikle 15 ve 20 nolu hem paslanmaz çelik hem de nikel-titanyum eğelerinin deforme oldukları görülmüştür. Hiç bir kanal aleti kırılmamıştır. Bu durum, her kanalda ayrı aletin kullanılmasıyla açıklanabilir. Aletlerde meydana gelen deformasyonların, deneysel modelin özelliğinden mi yoksa aletlerin dizayn zayıflığından mı kaynaklandığını belirlemek mümkün olmamıştır. Elde ettiğimiz bu sonuçlar Thompson ve Dummer'in (121) çalışmalarını desteklemektedir. Ancak, bu araştırmacılar kullandığımız aletlerden farklı şekil ve dizaynda aletler kullanmışlardır.

Nikel-titanyum eğeleri, paslanmaz çelik eğelerle kıyaslandıklarında daha fazla flexibiliteye sahiptirler. Bu arttırılmış flexibilitenin, standart endodontik eğelere oranla, şekillendirme sırasında orijinal kanal formunu daha iyi koruduğu ve daha az transportasyona sebep olduğu ileri sürülmüştür (70, 72). Araştırmamızda elde edilen sonuçlar, bu bilgileri doğrulamaktadır. Çalışmamızın şartları altında, şekillendirilen 80 adet resin bloktan dört tanesinde perforasyon meydana gelmiştir. Bishop ve Dummer'in çalışmasında (122) da olduğu gibi bunların hepsi paslanmaz çelik K-Flexofile ile yapılan preparasyonlarda ortaya çıkmıştır. Kanal eğriliği 20^0-30^0 olan bloklarda ikişer adet perforasyon görülmüştür. Hedstrom kanal eğelerinin kullanıldığı gruplarda, preparasyon hatalarına rastlanmamıştır. Perforasyonların sadece K-File eğelerle yapılan preparasyonlarda görülmesi Hedstrom ve K-File eğelerinin farklı uç dizaynından kaynaklanabilir (Şekil 1.4) . Hedstrom eğeleri, yuvarlatılmış ve kesici olmayan uca sahiptir. K-File eğelerinin ucu ise eğimli yüzeye ve kesici özelliğe sahiptir (2) . Elde ettiğimiz bu sonuç K-tipi eğelerinin esnek olmayan yapılarından da kaynaklanmış olabilir (59) . Harty ve Stock (37, 38) Hedstrom eğelerin sertliğinin K-tipi eğeden dört defa daha az olduğunu bulmuşlardır. Alodeh ve Dummer (24) , resin bloklarda yaptıkları çalışmalarında paslanmaz çelik K-file ve Hedstrom eğelerini karşılaştırmışlardır. Sonuç olarak, K-eğelerinin daha fazla sayıda preparasyon hatalarına sebep olduklarını bildirmişlerdir. Araştırmamızın sonuçları, Alodeh ve Dummer'in bulgularını desteklemektedir. Çalışmamızda kullandığımız kanal eğriliği 20^0 ve 30^0 olan resin bloklarda, eşit sayıda perforasyonun görülmesi ise eğrilik dereceleri arasında fazla bir farkın

olmamasına bağlı olabilir. Aradaki farkı belirlemek amacı ile eğriliği daha büyük olan kanalların da kullanılması gerektiği kanısındayız.

Farklı çalışma ortamları ve değişik aletlerle, değişik sonuçların elde edildiği görülmüştür. Bu çalışmaları birbiri ile kıyaslayarak bir sonuca gidilmesi oldukça zordur. Kullanılan dişlerin tipi (çekilmiş diş veya resin blok), hatta sertlikleri birbirinden oldukça farklı resin blokların bulunması, uygulanan genişletme tekniği, kullanılan aletlerin tipi, kanalların eğrilik dereceleri ve uygulayan kişiden kişiye, değişebilen sonuçlar elde etmek mümkündür.

Yaptığımız çalışma, nikel-titanyum kanal eğelerinin paslanmaz çelik eğelerine göre bazı avantajlar sağladıklarını göstermiştir. Nikel-titanyum aletleri ile yapılan preparasyonlarda, kanalın daha merkezde kaldığı ve yeterli miktarda genişlediği görülmüştür. Ancak, kanalın merkezde kalabilmesini sağlayan bu aletlerin esneklikleri, aynı zamanda onları basamakları geçmede, kanal tıkanıklıklarını açmada veya kalsifiye kanalları şekillendirmede daha az verimli yapabilir. İdeal ve pratik bir teknik, nikel-titanyum aletlerini kullanmadan önce kanalı 15 veya 20 boyutuna kadar şekillendirmek için paslanmaz çelik eğelerini kullanmak olabilir (90) .

Araştırmamızda elde ettiğimiz bulgularımızın ışığında, eğri kök kanallarının şekillendirilmesi esnasında eğrilik bölgesine ve apikal yapıya mümkün olduğunca zarar vermeden preparasyonunun tamamlanması için azami dikkatin gösterilmesinin gerekli olduğu açıktır. Bu amaçla geliştirilen, süperelastik özelliklerine sahip Ni-Ti kanal eğelerinin rutin kullanım alanına girmesi, bu aletlerin daha iyi tanınması, diş hekiminin aletleri kullanma becerisinin artması ile eğri kök kanallarının şekillendirilmesinde yüksek başarının sağlanacağı inancındayız. Sonuç olarak, çalışmamızın bulgularına dayanarak nikel-titanyum kanal eğelerinin endodontide parlak bir geleceğe sahip oldukları görülmektedir.

5. SONUÇLAR

Nikel-titanyum kanal eğelerinin eğri kanalların preparasyonundaki etkilerini, paslanmaz çelik eğeler ile karşılaştırmalı olarak bilgisayarlı tomografi ile incelediğimiz bu in vitro araştırmamızda, şu sonuçlar elde edilmiştir :

1. Çalışmamızda kanal eğriliğinin artışı, değerlendirilen tüm kriterlerde kesit I ve III'te gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı derecede fark yaratmamıştır. Kesit II'de kanal eğriliği 20^0-30^0 olan gruplarda, kanal eğriliğinin iç kısmına genişletmede, paslanmaz çelik Hedstrom eğeler arasındaki fark, istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Aynı seviyede, kanal eğriliği 30^0 olan gruplarda paslanmaz çelik K-Flexofile ve Hedstrom eğelerinin, 20^0 olan gruplarda kullanılanlardan daha fazla toplam genişletme yaptıkları görülmüştür. Kesit IV'te ise sadece toplam genişletme miktarında, kanal eğriliği 20^0-30^0 olan gruplarda kullanılan nikel-titanyum Hedstrom eğeleri arasındaki farkın, istatistiksel olarak anlamlı olduğu saptanmıştır.

2. Kuronal ve orta seviyelerde kanal eğriliğinin iç kısmına doğru paslanmaz çelik eğeleri, nikel-titanyum eğelerine göre daha fazla genişletme yapmışlardır. Apikal seviyede ise (kesit III ve IV) nikel-titanyum eğelerinin daha fazla genişletme yaptıkları bulunmuştur.

3. Kanal eğriliğinin dış kısmına doğru olan genişleme ele alındığında, kuronal ve orta seviyelerde gruplar arasında önemli bir fark görülmemiştir. Apikal seviyede ise nikel-titanyum aletleri, paslanmaz çelik aletlerine göre kanal eğriliğinin dış kısmına doğru daha az genişletme yapmışlardır.

4. Değerlendirilen tüm kesitlerde nikel-titanyum kanal eğeleri, paslanmaz çelik eğelerine göre daha az transportasyona sebep olmuşlardır.

5. Toplam genişletme miktarı değerlendirildiğinde, tüm kesitlerde nikel-titanyum kanal eğeleri daha az genişletme yapmışlardır.

6. Kanalın merkezde kalma oranı incelendiğinde, kuronal ve orta seviyelerde gruplar arasında önemli bir fark gözlenmemiştir, apikal seviyede (kesit III ve IV) ise nikel-titanyum kanal eğeleri daha başarılı bulunmuştur.

7. Nikel-titanyum aletleri ile genişletilen kanallarda preparasyon hatalarına rastlanmamıştır. Paslanmaz çelik K-Flexofile ile genişletilen gruplarda toplam dört kanalda perforasyon meydana gelmiştir.

8. Araştırmamızda, kanal eğelerinin etkilerini değerlendirmede kullandığımız spiral bilgisayarlı tomografi yönteminin, şekillendirme öncesi kayıtların alınabilmesi ve bunların şekillendirme sonrası elde edilen kayıtlar ile kıyaslanabilme açısından uygun olduğu saptanmıştır.

6. KAYNAKLAR

1. Schilder, H.: Cleaning and shaping the root canal. Dent. Clin. North Am., 18: 269-296, 1974.

2. Wildey, W.L., Senia, E.S., Montgomery, S.: Another look at root canal instrumentation. Oral Surg., 74: 499-507, 1992.

3. Weine, F.S., Healey, H.J., Gerstein, H., Evanson, L.: Pre-curved files and incremental instrumentation for root canal enlargement. J. Canad. Dent. Assn., 4: 55-157, 1970.

4. Burns, R.C., Buchanan, L.S.: Tooth morphology and access openings. Cohen, S., Burns, R.C., ed. Pathways of the pulp. 6th edit., The C.V. Mosby Co., St. Louis, Baltimore, Boston, Chicago, London, Madrid, Philadelphia, Sydney, Toronto, s. 128-178, 1994.

5. Skidmore, A.E., Bjorndal, A.M., Iowa, I.C.: Root canal morphology of the human mandibular first molar. Oral Surg., 32: 778-784, 1971.

6. Shaw, L., Jones, A.D.: Morphological considerations of the dental pulp chamber from radiographs of molar and premolar teeth. J. Dent., 12: 139-145, 1984.

7. Vertucci, F.J.: Root canal anatomy of the human permanent teeth. Oral Surg., 58: 589-599, 1984.

8. Weine, F.S., Pasiewicz, R.A., Ted Rice, R.: Canal configuration of the mandibular second molar using a clinically oriented in vitro method. J. Endodon., 14: 207-213, 1988.

9. Schneider, S. W. : A comparison of canal preparations in straight and curved root canals. Oral Surg., 32: 271- 277, 1971.

10. Wein, F.: Intracanal treatment procedures, basic and advanced topics. Wein. F., ed. Endodontic therapy. 3rd edit., St. Louis, The C. V. Mosby Co, s. 256-340, 1982.

11. Bone, J., Moule, A. J.: The nature of curvature of palatal canals in maxillary molar teeth. Int. Endodon. J., 19: 178-186, 1986.

12. Hankins, P. J., ElDeeb, M. E.: An Evaluation of the Canal Master, Balanced-Force, and Step-Back Techniques. J. Endodon., 22: 123-130, 1996.

13. Pineda, F., Kuttler, Y.: Mesiodistal and buccolinqual roentgenographic investigation of 7,275 root canals. Oral Surg., 33: 101-110, 1972.

14. Cunningham, C. J., Senia, E.S.: A Three-Dimensional Study of Canal Curvatures in the Mandibular Molars. J. Endodon., 18: 294-300, 1992.

15. Günday, M.: Alt Molarlerde Mezial Kanalların Eğriliği ve Kuronal Genişletmenin Kanal Eğriliğine Etkisi. İ. Ü. Diş Hek. Fak. Der., 28: 217-222, 1994.

16. West, J. D., Roane, J.B., Goerig, A.C.: Cleaning and Shaping the Root Canal System. Cohen, S., Burns, R.C., ed. Pathways of the pulp. 6th edit., The C.V. Mosby Co., St. Louis, Baltimore, Boston, Chicago, London, Madrid, Philadelphia, Sydney, Toronto, s. 179-218, 1994.

17. Tang, M. P. F., Stock, C. J. R.: An in vitro method for comparing the effects of different root canal preparation techniques on the shape of curved root canals. Int. Endodon. J., 22: 49-54, 1989.

18. Abou-Rass, M., Frank, A. L., Glick, D. H.: The anticurvature filing method to prepare the curved root canal. J. Am. Dent. Assoc., 101: 792-794, 1980.

19. ElDeeb, M. E., Boraas, J. C.: The effect of different files on the preparation shape of severely curved canals. Int. Endodon. J., 18: 1-7, 1985.

20. Petschelt, A.: Endodontie: Mashcinell-manuell ? Die Aufbereitung und Spülung des Wurzelkanals. Dtsch. Zahnärztl. Z., 44: 407-413, 1989.

21. Wein, F. S., Kelly, R. F., Lio, P. J.: The effect of preparation procedures on original canal shape and on apical foramen shape. J. Endodon., 1: 255-262, 1975.

22. Walton, R. E.: Histologic evaluation of different methods of enlarging the pulp canal space. J. Endodon., 2: 304-311, 1976.

23. Lim, K. C., Webber, J.: The effect of root canal preparation on the shape of the curved root canal. Int. Endodon. J., 18: 233-239, 1985.

24. Alodeh, M. H. A., Dummer, P. M. H.: A comparison of the ability of K-files and Hedstrom files to shape simulated root canals in resin blocks. Int. Endodon. J., 22: 226-235, 1989.

25. Leeb, J.: Canal orifice enlargement as related to biomechanical preparation. J. Endodon., 9: 463-470, 1983.

26. Swindle, R. B., Neaverth, E. J., Pantera, E. A., Ringle, R. D.: Effect of coronal-radicular flaring on apical transportation. J. Endodon., 17: 147-149, 1991.

27. Isom, T. L., Marshall, J. G., Baumgartner, J. C.: Evaluation of root thickness in curved canals after flaring. J. Endodon., 21: 368-371, 1995.

28. Sabala, C. L., Roane, J. B., Southard, L.Z.: Instrumentation of curved canals using a modified tipped instrument: A comparison study. J. Endodon., 14: 59- 64, 1988.

29. Powell, S. E., Wong, P. D., Simon, J. H. S.: A comparison of the effect of modified and nonmodified instrument tips on apical canal configuration. Part II. J. Endodon., 14: 224-228, 1988.

30. Wildey, W. L., Senia, E. S.: A new root canal instrument and instrumentation technique: A preliminary report. Oral Surg., 67: 198-207, 1989.

31. Leseberg, D.A., Montgomery, S.: The effects of Canal Master, Flex-R, and K-Flex Instrumentation on Root Canal Configuration. J. Endodon., 17: 59-65, 1991.

32. Schäfer, E., Tepel, J., Hoppe, W.: Vergleichende Untersuchung von Wurzelkanalinstrumenten aus herkömmlichem Stahl und Nickel-Titan-Legierungen. Endodon., 3: 185-197, 1994.

33. Esposito, P.T., Cunningham, Ch. J.: Comparison of Canal Preparation with Nickel-Titanium and Stainless Steel Instruments. J. Endodon., 21: 173-176, 1995.

34. Alaçam, T.: Endodonti. G. Ü. Basın-Yayın Yüksek Okulu Basımevi, Ankara, s. 11-44, 263-289, 1990.

35. Miserendino, L. J.: Instruments, Materials, and Devices. Cohen, S., Burns, R.C., ed. Pathways of the pulp. 6th edit., The C.V. Mosby Co., St. Louis, Baltimore, Boston, Chicago, London, Madrid, Philadelphia, Sydney, Toronto, s. 377-412, 1994.

36. Harty, F. J.: Endodontide temel aletler ve kullanışları. Harty, F.J., Klinik Uygulamada Endodonti. Önder Matbaa, Ankara, s: 66-95, 1981.

37. Harty, F. J., Stock, C. J. R.: A Comparison of the Flexibility of Giromatic and Hand Operated Instruments in Endodontics. J. Br. Endod. Soc., 7: 64-71, 1974.

38. Harty, F. J., Stock, C. J. R.: The Giromatic System Compared with Hand Instrumentation in Endodontics. Br. Dent. J., 137: 239-244, 1974.

39. Roane, J. B., Sabala, C. L., Duncanson, M. G.: The "Balanced Force" Concept for Instrumentation of Curved Canals. J. Endodon., 11: 203-211, 1985.

40. Sepic, A. O., Pantera, E. A., Neaverth, E. J., Anderson, R. W.: A Comparison of Flex-R Files and K-type Files for Enlargement of Severely Curved Molar Root Canals. J. Endodon., 15: 240-245, 1989.

41. Hankins, P., ElDeeb, M.: An evaluation of the Canal Master, balanced force and step-back techniques. J. Endodon., 17: 193 (Abstr.) . 1991.

42. Tang, M. P. F., Stock, C. J. R.: The effect of hand, sonic and ultrasonic instrumentation on the shape of curved root canals. Int. Endodon. J., 22: 55-63, 1989.

43. Vessey, R. A.: The effect of filing versus reaming on the shape of the prepared root canal. Oral Surg., 27: 543-547, 1969.

44. Backman, C. A., Oswald, R. J., Pitts, D.L.: A Radiographic Comparison of Two Root Canal Instrumentation Techniques. J. Endodon., 18: 19-24, 1992.

45. Luiten, D. J., Morgan, L. A., Baumgartner, J. C., Marshall, J. G.: A Comparison of Four Instrumentation Techniques on Apical Canal Transportation. J. Endodon., 21: 26-32, 1995.

46. Clem, W. H.: Endodontics: The Adolescent Patient. Dent. Clin. North Am., 13: 483-493, 1969.

47. Roane, J. B., Sabala, C.: Clockwise or Counterclockwise. J. Endodon., 10: 349-353, 1984.

48. Goerig, A.C., Michelich, R.J., Schultz, H. H.: Instrumentation of root canals in molar using the step-down technique. J. Endodon., 8: 550-554, 1982.

49. Fava, L. R. G.: The Double-flared Technique: An Alternative for Biomechanical Preparation. J. Endodon., 9: 76-80, 1983.

50. Saunders, W.P., Saunders, E. M.: Effect of Noncutting Tipped Instruments on the Quality of Root Canal Preparation Using a Modified Double-Flared Technique. J. Endodon., 18: 32-36, 1992.

51. Morgan, L. F., Montgomery, S.: An Evaluation of the Crown-down Pressureless Technique. J. Endodon., 10: 491-498, 1984.

52. Gutiérrez, J. H., Garcia, J.: Microscopic and macroscopic investigation on results of mechanical preparation of root canals. Oral Surg., 25: 108-116, 1968.

53. Calhoun, G., Montgomery, S.: The Effects of Four Instrumentation Techniques on Root Canal Shape. J. Endodon., 14: 273-277, 1988.

54. Mullaney, T. P.: Instrumentation of Finely Curved Canals. Dent. Clin. North Am., 23: 575-592, 1979.

55. Powell, S. E., Simon, J. H. S., Maze, B.B.: A Comparison of the Effect of Modified and Nonmodified Instrument Tips on Apical Canal Configuration. J. Endodon., 12: 293-300, 1986.

56. Gençoğlu, N., Günday, M., Garip, Y.: Eğri kanallarda değişik kanal genişletme tekniklerinin incelenmesi. Türk Endodon. Derneği 4. Uluslararası Endodon. Kongresi, Ankara, 1994.

57. Torabinejad, M., Walton, R. E.: Endodontic emergencies. Walton, R. E., Torabinejad, M., ed. Principles and Practice of Endodontics. W. B.

Saunders Comp., Philadelphia, London, Toronto, Montreal, Sydney, Tokyo, s. 290-293, 1989.

58. Newman, J. G., Brantley, W. A., Gerstein, H.: A Study of the Cutting Efficiency of Seven Brands of Endodontic Files in Linear Motion. J. Endodon., 9: 316-322, 1983.

59. Krupp, J. D., Brantley, W. A., Gerstein, H.: An Investigation of the Torsional and Bending Properties of Seven Brands of Endodontic Files. J. Endodon., 10: 372-380, 1984.

60. Mizrahi, S. J., Tucker, J. W., Seltzer, S.: A scanning electron microscopic study of the efficacy of various endodontic instruments. J. Endodon., 1: 324-333, 1975.

61. Civjan, S., Huget, E. F., DeSimon, L. B.: Potential Applications of Certain Nickel-Titanium (Nitinol) Alloys. J. Dent. Res., 54: 89-96, 1975.

62. Kuo, P. P., Yang, P., Zhang, Y., Yang, H., Yu, Y. et al.: The Use of Nickel-Titanium Alloy in Orthopedic Surgery in China. Orthopedics. 12: 111-116, 1989.

63. Stoeckel, D., Yu, W.: Superelastic Ni-Ti Wire. Wire J. Int., 3: 45-50, 1991.

64. Brankin, G. W., Wenckus, C. S., Ashrafi, S. H.: Flexibility / torsional properties of nickel-titanium and stainless steel files. J. Endodon., 19: 193 (Abstr.) . 1993.

65. Camps, J., Pertot, W. J.: Torsional and Stiffness Properties of Canal Master U Stainless Steel and Nitinol Instruments. J. Endodon., 20: 395-398, 1994.

66. Rowan, M. B., Nicholls, J. I., Steiner, J.: Torsional Properties of Stainless Steel and Nickel-Titanium Endodontic Files. J. Endodon., 22: 341-345, 1996.

67. Marsicovetere, E. S., Burgess, J. O., Clement, D. J., Del Rio, C. E.: Torsional Testing of the Lightspeed Nickel-Titanium Instrument System. J. Endodon., 22: 681-684, 1996.

68. Lee, D. H., Park, B., Saxena, A., Serene, T. P.: Enhanced Surface Hardness by Boron Implantation in Nitinol Alloy. J. Endodon., 22: 543-546, 1996.

69. Wolcott, J., Himel, V. T.: Torsional Properties of Nickel-Titanium versus Stainless Steel Endodontic Files. J. Endodon., 23: 217-220, 1997.

70. Serene, T. P., Adams, J. D., Saxena, A.: Nickel-Titanium Instruments Applications in Endodontics. Ishiyaku EuroAmerica, Inc., St. Louis, Tokyo. s. 1-110, 1995.

71. Andreasen, G. F., Morrow, R. E.: Laboratory and clinical analyses of nitinol wire. Am. J. Orthod., 73: 142-151, 1978.

72. Walia, H., Brantley, W. A., Gerstein, H.: An Initial Investigation of the Bending and Torsional Properties of Nitinol Root Canal Files. J. Endodon., 14: 346-351, 1988.

73. Lim, K. C., Webber, J.: The validity of simulated root canals for the investigation of the prepared root canal shape. Int. Endodon. J., 18: 240-246, 1985.

74. Briseño, B., Sonnabend, E., Detzer, F.: Der Einfluß unterschiedlicher Handinstrumente auf die Form des Wurzelkanals. Dtsch. Zahnärztl. Z., 44: 446-448, 1989.

75. Himel, V. T., Ahmed, K. M., Wood, D. M., Alhadainy, H. A.: An evaluation of nitinol and stainless steel files used by dental students during a laboratory proficiency exam. Oral Surg., 79: 232-237, 1995.

76. Schäfer, E., Hoppe, W.: Wurzelkanalinstrumente aus Titan-Aluminium, Nickel-Titan oder Edelstahl. ZWR., 104: 612-616, 1995.

77. Glosson, C. R., Haller, R. H., Dove, S. B., del Rio, C. E.: A Comparison of Root Canal Preparations Using Ni-Ti Hand, Ni-Ti Engine-Driven, and K-Flex Endodontic Instruments. J. Endodon., 21: 146-151, 1995.

78. Dagher, F. E. B., Yared, G. M.: Comparison of Three Files to Prepare Curved Root Canals. J. Endodon., 21: 264-265, 1995.

79. Hornberger, B. E., Wang, M. M., Svec, T. A., Rieger, M. R., Ludington, J. R., Pinero, G. J.: A Comparative Assessment of Four Root Canal Preparation Techniques. J. Endodon., 22: 194 (Abstr.) . 1996.

80. Chan, AWK., Cheung, GSP.: A Comparison of Stainless Steel and Nickel-Titanium K-Files in Curved Root Canals. J. Endodon., 22: 192 (Abstr.) . 1996.

81. Brauner, A., Hassan, A., Lampert, F.: Aufbereitung gekrümmter Wurzelkanäle mit Wurzelkanalinstrumenten aus Nickel-Titan-Legierung. ZWR., 106: 433-439, 1997.

82. Kuhn, W. G., Carnes, D. L., Clement, D. J., Walker, W. A.: Effect of Tip Design of Nickel-Titanium and Stainless Steel Files on Root Canal Preparation. J. Endodon., 23: 735-738, 1997.

83. Thompson, S. A., Dummer, P. M. H.: Shaping Ability of Mity Roto 360^0 and Naviflex Rotary Nickel-Titanium Instruments in Simulated Root Canals. Part 1. J. Endodon., 24: 128-134, 1998.

84. Thompson, S. A., Dummer, P. M. H.: Shaping Ability of Mity Roto 360^0 and Naviflex Rotary Nickel-Titanium Instruments in Simulated Root Canals. Part 2. J. Endodon., 24: 135-142, 1998.

85. Short, J. A., Morgan, L. A., Baumgartner, J. C.: A Comparison of Four Instrumentation Techniques on Canal Transportation. J. Endodon., 22: 194 (Abstr.) . 1996.

86. Pileggi, R., Glickman, G. N., Edwards, C. A.: A Comparative Analysis of Canal Debridement Using Stainless Steel and NiTi Files. J. Endodon., 22: 193 (Abstr.) . 1996.

87. Samyn, J. A., Nicholls, J. I., Steiner, J. C.: Comparison of Stainless Steel and Nickel-Titanium Instruments in Molar Root Canal Preparation. J. Endodon., 22: 177-181, 1996.

88. Gambill, J. M., Alder, M., del Rio, C.E.: Comparison of Nickel-Titanium and Stainless Steel Hand-File Instrumentation Using Computed Tomography. J. Endodon., 22: 369-375, 1996.

89. Lood Tharuni, S., Parameswaran, A., Sukumaran, V.G.: A Comparison of Canal Preparation Using the K-File and Lightspeed in Resin Blocks. J. Endodon., 22: 474-476, 1996.

90. Coleman, C. L., Svec, T. A., Rieger, M. R., Suchina, J. A., Wang, M. M., Glickman, G. N.: Analysis of Nickel-Titanium Versus Stainless Steel Instrumentation by Means of Direct Digital Imaging. J. Endodon., 22: 603-607, 1996.

91. Coleman, C. L., Svec, T. A.: Analysis of Ni-Ti versus Stainless Steel Instrumentation in Resin Simulated Canals. J. Endodon., 23: 232-235, 1997.

92. Martin, G., Blaškovic-Šubat, V.: Preparation of simulated root canals using the Macfile, Canal Master U and K-Flexofile. Int. Endodon. J., 30: 160-166, 1997.

93. Elliott, L. M., Curtis, R. V., Pitt Ford, T. R.: Cutting pattern of nickel-titanium files using two preparation techniques. Endod. Dent. Traumatol., 14: 10-15, 1998.

94. Trowbridge, H. O.: Pulp structure and function. Cohen, S., Burns, R. C., ed. Pathways of the pulp. 4th edit., The C.V. Mosby Co., St. Louis, Washington D. C. Toronto, s. 300-305, 1987.

95. Bang, G., Ramm, E.: Determination of age in humans from root dentin transparency. Acta Odont. Scand., 28: 3-35, 1970.

96. Patterson, S.S.: In vivo and in vitro studies of the effect of the disodium salt of ethylenediamine tetra-acetate on human dentine and its endodontic implications. Oral Surg., 16: 83-103, 1963.

97. Schäfer, E.: Effects of Four Instrumentation Techniques on Curved Canals: A Comparison Study. J. Endodon., 22: 685-689, 1996.

98. Schäfer, E., Tepel, J.: Formveränderungen gekrümmter Wurzelkanäle nach standardisierter Aufbereitung. Dtsch. Zahnärztl. Z., 48: 653-658, 1993.

99. Archer, R., Reader, A., Nist, R., Beck, M., Meyers, W. J.: An In Vivo Evaluation of the Efficacy of Ultrasound after Step-back Preparation in Mandibular Molars. J. Endodon., 18: 549-552, 1992.

100. Zuolo, M. L., Walton, R. E., Murgel, C. A. F.: Canal Master Files: Scanning Electron Microscopic Evaluation of New Instruments and Their Wear with Clinical Usage. J. Endodon., 18: 336-339, 1992.

101. Southard, D. W., Oswald, R. J., Natkin, E.: Instrumentation of Curved Molar Root Canals with the Roane Technique. J. Endodon., 13: 479-489, 1987.

102. Bramante, C. M., Berbert, A., Borges, R. P.: A Methodology for Evaluation of Root Canal Instrumentation. J. Endodon., 13: 243-245, 1987.

103. Abou-Rass, M., Jastrab, R. J.: The use of rotary instruments as auxiliary aids to root canal preparation of molars. J. Endodon., 8: 78-82, 1982.

104. Tachibana, H., Matsumoto, K.: Applicability of X-ray computerized tomography in endodontics. Endod. Dent. Traumatol., 6: 16-20, 1990.

105. Ingle, J. I.: Endodontics. 3rd ed. Lea & Febiger, Philadelphia, s.196-205, 1985.

106. Harris, W. E.: A simplified method of treatment for endodontic perforations. J. Endodon., 2: 126-134, 1976.

107. Grossman, L. I., Oliet, S., Del Rio, C. E.: Endodontic practice. 11th ed. Lea & Febiger, Philadelphia, s. 206-210, 1988.

108. Jungmann, C. L., Uchin, R.A., Bucher, J. F.: Effect of instrumentation on the shape of the root canal. J. Endodon., 1: 66-69, 1975.

109. Al-Omari, M. A. O., Dummer, P. M. H., Newcombe, R. G.: Comparison of six files to prepare simulated root canals. Part 1. Int. Endodon. J., 25: 57-66, 1992.

110. Al-Omari, M. A. O., Dummer, P. M. H., Newcombe, R. G., Doller, R., Hartles, F.: Comparison of six files to prepare simulated root canals. Part 2. Int. Endodon. J., 25: 67-81, 1992.

111. Baumgartner, J. C., Martin, H., Sabala, C. L., Strittmatter, E. J., Wildey, W. L., Quigley, N. C.: Histomorphometric Comparison of Canals Prepared by Four Techniques. J. Endodon., 18: 530-534, 1992.

112. Dummer, P. M. H., Alodeh, M. H. A., Al-Omari, M. A. O.: A method for the construction of simulated root canals in clear resin blocks. Int. Endodon. J., 24: 63-66, 1991.

113. Eberhardt, J. A., Torabinejad, M., Christiansen, E. L.: A computed tomographic study of the distances between the maxillary sinus floor and the apices of the maxillary posterior teeth. Oral Surg., 73: 345-346, 1992.

114. Pedicord, D., ElDeeb, M. E., Messer, H. H.: Hand Versus Ultrasonic Instrumentation: Its Effect on Canal Shape and Instrumentation Time. J. Endodon., 12: 375-381, 1986.

115. Shankar, P., Parameswaran, A., Lakshminarayanan, L.: Apical Third Instrumentation of Curved Canals with K-Type and Canal Master Instruments. J. Endodon., 19: 224-227, 1993.

116. Briseño, B. M., Sonnabend, E.: The influence of different root canal instruments on root canal preparation: an in vitro study. Int. Endodon. J., 24: 15-23, 1991.

117. Harlan, A. L., Nicholls, J. I., Steiner, J. C.: A Comparison of Curved Canal Instrumentation Using Nickel-Titanium or Stainless Steel Files with the Balanced-Force Technique. J. Endodon., 22: 410-413, 1996.

118. Thompson, S. A., Dummer, P. M. H.: Shaping ability of ProFile. 04 Taper Series 29 rotary nickel-titanium instruments in simulated root canals. Part 2. Int. Endodon. J., 30: 8-15, 1997.

119. Thompson, S. A., Dummer, P. M. H.: Shaping ability of NT Engine and McXim rotary nickel-titanium instruments in simulated root canals. Part 2. Int. Endodon. J., 30: 270-278, 1997.

120. Miserendino, L. J., Brantley, W. A., Walia, H. D., Gerstein, H.: Cutting Efficiency of Endodontic Hand Instruments. Part 4. Comparison of Hybrid and Traditional Instrument Designs. J. Endodon., 14: 451- 454, 1988.

121. Thompson, S. A., Dummer, P. M. H.: Shaping ability of ProFile. 04 Taper Series 29 rotary nickel-titanium instruments in simulated root canals. Part 1. Int. Endodon. J., 30: 1-7, 1997.

122. Bishop, K., Dummer, P. M. H.: A comparison of stainless steel Flexofiles and nickel-titanium Ni-TiFlex files during the shaping of simulated canals. Int. Endodon. J., 30: 25-34, 1997.

7. ÖZGEÇMİŞ

1967 yılında Razgrad-Bulgaristan'da doğdum. İlkokul, orta ve lise öğrenimimi Bulgaristan'da tamamladım. 1986 yılında Sofya Tıp Akademisi Diş Hekimliği Fakültesi'ne girdim. Bu fakültede üç yıl okuduktan sonra 1989 yılında İ. Ü. Diş Hekimliği Fakültesi'ne yatay geçiş yaptım. 1992 yılında mezun oldum. 1993 yılından beri M. Ü. Diş Hekimliği Fakültesi Diş Hastalıkları ve Tedavisi Anabilim Dalı'nda araştırma görevlisi olarak görevimi sürdürüyorum.

Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğüne,

Bu çalışma jürimiz tarafından Diş Hastalıkları ve Tedavisi
Anabilim Dalı Endodonti doktora tezi olarak uygun görülmüştür.

İmza

Tez Danışmanı:	Prof.Dr.Mahir Günday	
Üniversitesi	: Marmara Üniversitesi	
Üye	Prof.Dr.Selmin Aşçı	
Üniversitesi	: İstanbul Üniversitesi	
Üye	Doç.Dr.Nimet Gençoğlu	
Üniversitesi	: Marmara Üniversitesi	
Üye	Doç.Dr.Hesna Sazak	
Üniversitesi	: Marmara Üniversitesi	
Üye	Doç.Dr.Bülent Topbaşı	
Üniversitesi	: Marmara Üniversitesi	

ONAY

Yukarıdaki jüri kararı Enstitü Yönetim Kurulu'nun 29/06/1998 tarih ve 4 sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. Sevim Kolaş

Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürü