



**T.C.  
GAZİ ÜNİVERSİTESİ  
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ**

**UZMANLIK  
TEZİ**

**KÖK KANAL GEOMETRİSİNİN APİKALDEN İRRİGAN  
EKSTRÜZYONUNA ETKİSİ: İN VİTRO**

**BÜŞRA SERÇE**

**ENDODONTİ ANABİLİM DALI**

**MAYIS 2019**



**KÖK KANAL GEOMETRİSİNİN APİKALDEN İRRİGAN  
EKSTRÜZYONUNA ETKİSİ: İN VİTRO**

**Dt. Büşra SERÇE**

**UZMANLIK TEZİ  
ENDODONTİ ANABİLİM DALI**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ  
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ**

**MAYIS 2019**

Büşra Serçe tarafından hazırlanan "KÖK KANAL GEOMETRİSİNİN APİKALDEN İRRİGAN EKSTRÜZYONUNA ETKİSİ: İN VİTRO" adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından OY BİRLİĞİ / OY ÇOKLUĞU ile Gazi Üniversitesi Endodonti Anabilim Dalında UZMANLIK TEZİ olarak kabul edilmiştir.

**Danışman:** Prof. Dr. Güven KAYAOĞLU

Endodonti Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Uzmanlık Tezi olduğunu onaylıyorum/~~onaylamıyorum~~ .....

**Başkan:** Prof. Dr. Tayfun ALAÇAM

Endodonti Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Uzmanlık Tezi olduğunu onaylıyorum/~~onaylamıyorum~~ .....

**Üye:** Prof. Dr. M. Özgür UYANIK

Endodonti Anabilim Dalı, Hacettepe Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Uzmanlık Tezi olduğunu onaylıyorum/~~onaylamıyorum~~ .....

Tez Savunma Tarihi: 02.../.05../2019

Jüri tarafından kabul edilen bu tezin Uzmanlık Tezi olması için gerekli şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

Prof. Dr. Nurdan ÖZMERİÇ KURTULUŞ

Gazi Üniversitesi

Diş Hekimliği Fakültesi Dekanı

## ETİK BEYAN

Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,

Bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Dt. Büşra SERÇE

(02/05/2019)

KÖK KANAL GEOMETRİSİNİN APİKALDEN İRRİGAN EKSTRÜZYONUNA  
ETKİSİ: İN VİTRO  
(UZMANLIK TEZİ)

DT. BÜŞRA SERÇE

GAZİ ÜNİVERSİTESİ  
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ  
MAYIS 2019

ÖZET

Bu çalışmanın amacı farklı koniklik açıları ve iğne tiplerini test ederek, kök kanal geometrisinin apikalden ekstrüze olan irrigan miktarına etkisinin in vitro değerlendirmesini yapmaktır. Toplam 43 çekilmiş tek köklü insan mandibular premolar dişi kullanıldı. Deneysel gruplar, art arda gelen her grupta artan miktarda koniklik üretecek şekilde enstrümante edildi: Grup 1 (# 25 / .02), Grup 2 (# 25 / .04), Grup 3 (# 25 / .06) ve Grup 4 (# 25 / .08) (n = 43, her gruptaki). İrrigasyon, 30 G açık-düz uçlu iğne, 30 G kapalı uçlu yandan perfore iğne ve 27 G açık-bevel uçlu iğne kullanılarak sırayla yapıldı. Açık-düz uçlu ve kapalı uçlu yandan perfore iğneler apeksten 3 mm kısa olacak şekilde yerleştirilirken, açık-bevel uçlu iğne kanal içerisinde sıkışmadan ilerleyebileceği son noktaya yerleştirildi. İrrigasyon için için 6 mL %5,25 NaOCl kullanıldı. Ekstrüze irrigan önceden tartılmış sünger küplerde toplandı. Ekstrüze edilmiş irrigan miktarı, süngerin son ağırlığından başlangıç ağırlık çıkarılarak hesaplandı (hassasiyet:  $10^{-4}$  g). İstatistiksel analiz tek yönlü ve tekrarlanan ölçümlerde varyans analizi, ardından post hoc Tukey ve Bonferroni testleri kullanılarak yapıldı ( $\alpha = 0,05$ ). Kanal konikliğindeki artış, açık-düz uçlu iğne (p <0,05, Grup 1, 2, 3 ve 4 için) ve kapalı uçlu yandan perfore iğne (p <0,05, Grup 1,2 ve 4 için) için ekstrüze irrigan miktarında azalmaya neden oldu, ancak açık-bevel uçlu iğne için anlamlı bir etki bulunamadı. Ekstrüze irrigan miktarı, tüm koniklik açılarında açık-düz uçlu iğne kullanıldığında kapalı uçlu yandan perfore iğneye göre ve çoğu koniklik açısında açık-bevel uçlu iğneye göre daha fazlaydı (p <0,05). Kapalı uçlu yandan perfore iğne genellikle en az irrigan ekstrüzyonuyla ilişkiliydi. Sonuç olarak, iğne yerleştirme derinliği sabit olduğunda, apikalden ekstrüze irrigant miktarı, kanal konikliği arttıkça azaldı. En fazla ve en az ekstrüzyon genellikle sırasıyla açık-düz uçlu ve kapalı uçlu yandan perfore iğnede gözlemlendi.

Bilim kodu : 10101.04

Anahtar Kelimeler : İğneler, kök kanal irriganları, kök kanal preparasyonu, kök kanal tedavisi, sodyum hipoklorit

Sayfa Adedi : 47

Danışman : Prof. Dr. Güven KAYAOĞLU

EFFECT OF ROOT CANAL GEOMETRY ON APICAL EXTRUSION OF IRRIGANT:  
AN IN VITRO STUDY

DT. Büşra SERÇE

GAZI UNIVERSITY  
FACULTY OF DENTISTRY  
MAY 2019

ABSTRACT

This aim of this study was to perform an in-vitro evaluation of the effect of root canal geometry on the amount of apical extrusion of irrigant, by testing different tapers and needle types. A total of 43 extracted single-rooted human mandibular premolar teeth were used. Experimental groups were instrumented to produce increasing amounts of taper in each successive group: Group 1 (#25/.02), Group 2 (#25/.04), Group 3 (#25/.06), and Group 4 (#25/.08) (n = 43, each). Irrigation was done sequentially by using a 30-G open-ended flat needle, 30-G close-ended side-vented needle, and 27-G open-ended beveled needle. Flat and side-vented needles were each placed 3 mm short of the apex, while the beveled needle was placed as far as possible in the canal without binding. For irrigation, 6 mL of 5,25% NaOCl was used. Extruded irrigant was collected in preweighed foam cubes. Amount of extruded liquid was calculated by subtracting the initial from the final weight (precision:  $10^{-4}$  g). Statistical analysis was performed by using one-way and repeated-measures analysis of variance, followed by post hoc Tukey and Bonferroni tests ( $\alpha = 0,05$ ). An increase in canal taper led to a decrease in the amount of extruded irrigant for the flat needle ( $p < 0,05$  for Groups 1 and 2 vs. 3 and 4) and side-vented needle ( $p < 0,05$  for Groups 1 and 2 vs. 4), but no significant effect was found for the beveled needle. Amount of extruded irrigant was greater with the flat than with the side-vented needle at all tapers and with the beveled needle at most tapers ( $p < 0,05$ ). The side-vented needle was generally associated with the least amount of extrusion. As conclusion, given a constant needle insertion depth, the amount of apically extruded irrigant decreased as canal taper increased. Greatest and least amounts of extrusion were generally observed with the flat and side-vented needle, respectively.

Science Code : 10101.04

Key Words : Needles, root canal irrigants, root canal preparation, root canal therapy, sodium hypochlorite

Page Number : 47

Advisor : Prof. Dr. Güven KAYAOĞLU

## TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim boyunca bilgi ve tecrübelerini benimle paylaşan, her konuda bana yol gösteren ve destek olan, bana farklı bir bakış açısıyla bakmayı öğreten, kendisiyle çalışmaktan onur ve mutluluk duyduğum tez danışmanım ve değerli hocam Prof. Dr. Güven KAYAOĞLU'na,

Uzmanlık eğitimim boyunca hoşgörüsünü esirgemeyen, bilgisi kadar hayat tecrübelerini de bizlerle paylaşan çok değerli hocam Prof. Dr. Tayfun ALAÇAM'a,

Tez çalışmamın istatistiksel değerlendirilmesinde benden yardımlarını eksik etmeyen değerli hocam Doç. Dr. Bülent ALTUNKAYNAK'a,

Lisans ve uzmanlık eğitimim boyunca desteğini her zaman hissettiğim ve kendisinden birçok şey öğrendiğim değerli hocam Prof. Dr. Özgür İlke ATASOY ULUSOY'a,

Uzmanlık eğitimim süresince birlikte çalışmaktan mutluluk duyduğum Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı'ndaki öğretim üyesi hocalarım ve tüm asistan arkadaşlarıma,

Uzmanlık eğitimi döneminde hayatıma dahil olan, dostluklarını her daim yanımda hissettiğim ve hayatımda hep özel kalacak olan sevgili arkadaşlarım Dt. Mehtap SALMAN, Dt. Yüksel EREN, Dt. Ömer YENİYURT, Dt. Gamze NALCI, Dt. Şenay ÇETİNTAŞ VE Dt. Ayça KIRMAN'a,

Hayatım boyunca aldığım tüm kararlarda her zaman arkamda olan, maddi ve manevi desteklerini hiç eksik etmeyen, bu günlere gelmemi sağlayan aileme,

Her zaman desteğiyle ve sevgisiyle yanımda olduğunu hissettiren, hayatıma anlam katan ve her anımı daha da güzelleştiren müstakbel hayat arkadaşım İsmail FİKİRLİ'ye

Sonsuz ve en içten teşekkürlerimi sunarım.

Dt. Büşra SERÇE



## İÇİNDEKİLER

ÖZET .....	iv
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	ix
RESİMLERİN LİSTESİ .....	x
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xi
1.GİRİŞ .....	1
2.GENEL BİLGİLER .....	3
2.1. Kök Kanallarının Şekillendirilmesi .....	3
2.2. Kök Kanallarının İrrigasyonu .....	4
2.3. Kök Kanallarının İrrigasyonunda Kullanılan Solüsyonlar .....	5
2.3.1. Sodyum Hipoklorit [NaOCl].....	5
2.3.2. Etilen Diamin Tetra Asetik Asit [EDTA] .....	7
2.4. İrrigasyon Yöntemleri.....	8
2.4.1. Kanül veya iğne ile yapılan şırınga irrigasyonu .....	8
2.5. Apikal Ekstrüzyon Kavramı .....	9
2.6. Apikal Ekstrüzyon Çalışmalarında Kullanılan Yöntemler ve Deney Tasarımları....	10
2.7. Ekstrüzyona Etki Eden Faktörler .....	11
3. GEREÇ VE YÖNTEM.....	15
3.1. Örneklem Çapı Hesaplaması.....	15
3.2. Dişlerin Seçimi.....	15
3.3. Kök Kanallarının Şekillendirilmesi .....	16
3.4. Kök Kanallarının İrrigasyonu .....	19
3.5. Ekstrüzyon Ölçme Düzeneği .....	20
3.6. İstatistiksel Değerlendirme .....	23

4. BULGULAR.....	25
4.1. Koniklik açısı karşılaştırmaları [Gruplar-arası karşılaştırmalar] .....	25
4.2. İğne tipi karşılaştırmaları [Grup-içi karşılaştırmalar] .....	25
5. TARTIŞMA .....	27
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	33
KAYNAKLAR .....	35
EKLER.....	43
EK 1: Etik Kurul Karar Formu .....	44
ÖZGEÇMİŞ .....	47

## ÇİZELGELERİN LİSTESİ

<b>Çizelge</b>	<b>Sayfa</b>
Çizelge 4.1. Her iğne tipi için gruplar-arasındaki (farklı koniklik açılarında) istatistiksel karşılaştırmalar .....	25
Çizelge 4.2. Farklı iğne tipleri için grup-içi istatistiksel karşılaştırmalar .....	26



## RESİMLERİN LİSTESİ

<b>Resim</b>	<b>Sayfa</b>
Resim 2.1. İrrigasyon iğneleri.....	8
Resim 3.1. K-tipi paslanmaz çelik eğeler ve #25 K-tipi eğe .....	16
Resim 3.2. iRace R2 (FKG Dentaire, La Chaux-de-Fonds, İsviçre) #25/.04 .....	17
Resim 3.3. One Shape (Micro Mega, Besancon, Fransa) #25/.06 .....	17
Resim 3.4. Reciproc R25 (VDW, Munich, Almanya) #25/.08.....	18
Resim 3.5 Euronda ultrasonik temizleme cihazı.....	18
Resim 3.6 NaviTip irrigasyon iğnesi (Ultradent Products Inc, South Jordan, UT, ABD)...	19
Resim 3.7 Endo-Top irrigasyon iğnesi (Cerkamed, Stalowa Wola, Polonya).....	19
Resim 3.8 Genject dental enjektör (Genject A.Ş, Ankara, Türkiye) .....	20
Resim 3.9 Precisa XB 220A hassas terazi .....	21
Resim 3.10 Deney düzeneği .....	22
Resim 3.11 30 G açık uçlu irrigasyon iğnesi ile yapılan irrigasyon işlemi .....	23

## SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

<b>Simgeler</b>	<b>Açıklamalar</b>
#	: Numara
%	: Yüzde
°C	: Santigrat derece
g	: Gram
G	: Gauge
mL	: Mililite
mm	: Milimetre
N cm	: Nexton santimetre

<b>Kısaltmalar</b>	<b>Açıklamalar</b>
dk	: Dakika
EDTA	: Etilen Diamin Tetra Asetik Asit
Ni-Ti	: Nikel Titanyum
NaOCl	: Sodyum hipoklorit
Ph	: Power of Hydrogen
Rpm	: Revolution of Per Minute
Sn	: Saniye
Ss	: Standart sapma

## 1.GİRİŞ

Kök kanal tedavisinin amacı, kök kanal sisteminin temizlenmesi, şekillendirilmesi ve üç boyutlu olarak sızdırmaz bir şekilde doldurulmasıdır [1]. Kök kanallarının temizlenmesi ve şekillendirilmesi işlemleri ile kök kanallarında bulunan enfekte dentin, nekrotik veya canlı pulpa artıkları, mikroorganizmalar ve bunların ürünlerinin uzaklaştırılması, kanalların orijinal kurvaturünün korunarak apikale doğru daralan konik formda şekillendirilmesi ve bu şekilde kök kanalının apikal ve lateral yönde tam olarak doldurulması amaçlanır [2].

Kök kanalı içerisindeki düzensizlikler ve ana kök kanal uzantıları sebebiyle kanal aletleri tüm kanal duvarlarına temas edememekte ve kök kanalındaki enfekte dokular tamamen uzaklaştırılmamaktadır [3]. Son yıllarda gerek kök kanal eğelerindeki gerekse preparasyon tekniklerindeki gelişmeler ile kök kanallarının preparasyonunda karşılaşılan komplikasyonlar ortadan kaldırılmaya çalışılmaktadır. Fakat kök kanal sisteminin karmaşık anatomisinin sadece şekillendirme işlemi uygulanarak tam temizliği sağlanamadığı için kök kanallarının irrigasyonu tedavinin vazgeçilmez bir parçasıdır [4]. İrrigasyon solüsyonlarının kök kanalı içinde homojen bir şekilde dağılması ve kanalın düzensiz bölgelerine ulaşabilmesi irrigasyon işleminin etkinliğini artırarak yapılan tedavinin başarısı üzerine doğrudan etkili olmaktadır [2].

Endodontik tedavinin başarısını etkileyen en önemli faktörlerden biri de, çalışma sırasında periradiküler dokuların korunması ve apikal periodontitisin engellenmesidir. Apikal periodontitis daha çok mikroorganizmalar tarafından oluşturulan bir durum olsa da, kanal tedavisi işlemleri sırasında kanal içeriğinin, mikroorganizmaların, irrigasyon solüsyonlarının veya kanal dolgularının periradiküler dokulara itilmesi yoluyla da oluşabilmektedir [5]. Apikal ekstrüzyon adı verilen bu durum, kök kanal tedavisi sırasında periradiküler dokulara itilen her türlü madde ve yabancı cisim kapsamaktadır. Kanal şekillendirmesi sırasında meydana gelen apikal ekstrüzyon periradiküler dokularda inflamasyonu tetikler. Bu durum sonucu oluşabilecek en önemli komplikasyonlar seanslar arası akut alevlenme, operasyon sonrası ağrı ve operasyon sonrası iyileşmenin gecikmesidir [5,6].

Apikal ekstrüzyon hakkında yapılan çalışmalardan elde edilen ortak görüş kanal şekillendirilmesi sırasında apikal ekstrüzyonun kaçınılmaz olduğu; ancak bazı önlemler alınarak bunun daha az düzeye indirgenebileceğidir.

Kanal preparasyonunda apikalden koronale doğru genişleyen geometrinin iğnenin pasif olarak yerleştirilmesine izin vermesi ve koronal giriş kavitesinde bir irrigasyon rezervuarı oluşturması dolayısıyla daha güvenli bir irrigasyon prosedürü sağladığı ve sıvının periapikal olarak itilme olasılığını azaltabileceği ileri sürülmektedir [7]. Ancak bu düşünce bugüne kadar test edilmemiştir. Bu çalışmanın birincil amacı; farklı kök kanal konikliklerine sahip dişlerde konikliğin incelenmesi, ikincil amacı ise kullanılan farklı iğne çeşitlerinin apikalden taşan irrigan miktarına etkisinin incelenmesidir.

## 2.GENEL BİLGİLER

### 2.1. Kök Kanallarının Şekillendirilmesi

Başarılı bir kanal tedavisi birçok faktöre bağlı olmakla birlikte kök kanal tedavisinin en önemli adımlarından biri kök kanallarının şekillendirilmesidir. Kök kanalının doğru bir biçimde şekillendirilmesi sonraki aşamaların da etkinliğini belirlemektedir.

Schilder, kullanılan enstrümanların kök kanalları içerisinde oluşturması gereken özellikleri 5 madde altında toplamıştır:

- Kök kanalı devamlı bir koniklik açısına sahip olmalı,
- Kök kanalı apikale doğru daralan bir açığa sahip olmalı,
- Kök kanalı preperasyonu kanalın orijinal formunu koruyarak yapılmalı,
- Apikal foramenin orijinal pozisyonu korunmalı,
- Apikal foramen mümkün olduğunca dar tutulmalıdır [1].

Kök kanal şekillendirilmesinde kullanılan eğeler, üretimlerinde kullanılan metallerin yapısına, koniklik miktarlarına, şekillendirme yapan kısımlarının uzunluğuna, yatay kesitlerinin tasarımına göre farklılıklar göstermektedir [2].

Konvansiyonel paslanmaz çelik el eğelerinin dentini kesme kabiliyetlerinin Nikel-titanyum (Ni-Ti) eğelere kıyasla daha düşük olması, bu eğelerle yapılan şekillendirme işleminin daha çok zaman almasına neden olmaktadır [8]. Kök kanal şekillendirilmesi sırasında zaman kazandırmaları, hekimin fiziksel olarak daha az güç sarf ederek şekillendirmeyi tamamlamasına yardımcı olmaları ve orijinal anatomiye daha sadık kalmaları döner Ni-Ti eğelerin tercih edilme nedenlerindedir [9,10].

ISO standartlarına göre kök kanal aletlerinin koniklik açıları %2 olarak belirlenmiştir. Kanal şeklinde istenen konikliği otomatik olarak sağlamak için artan konikliğe sahip eğeler geliştirilmiştir. Ni-Ti döner alet sistemleri koniklik açıları %4, %6, %8 ve daha fazla olacak şekilde üretilmiştir. Ni-Ti alaşımlar yüksek koniklik açılara sahipken esnekliklerini koruyabilmektedirler. Ni-Ti eğelerin bu süperelastik yapısı sayesinde klinisyenler, istedikleri koniklik açılara sahip kanal formları oluşturabilmektedir [11,12].



Bu çalışmada da sırasıyla artan koniklikteki kanal formlarını oluşturabilmek için #25 K-tipi paslanmaz el eğesi (Mani Inc., Tochigi, Japonya), iRace R2 (FKG Dentaire, La Chaux-de-Fonds, İsviçre), OneShape (Micro Mega, Besancon, Fransa), Reciproc R40 (VDW, Münih, Almanya) Ni-Ti döner alet sistemlerinden yararlanılmıştır.

## 2.2. Kök Kanallarının İrrigasyonu

Kök kanal tedavisi sırasında kanal içerisinde bulunan bakteri, bakteri ürünleri, nekrotik artıklar, doku parçalarının uzaklaştırılabilmesi için mekanik temizleme ve şekillendirmeye ek olarak mutlaka irrigasyon solüsyonları kullanılmalıdır [13]. Kök kanal tedavisinde irrigasyon işleminin sağladığı yararlar şu şekilde sıralanabilir:

1. Enfekte materyal, yumuşak ve sert doku artıkları irrigasyon işlemi ile fiziksel ve kimyasal olarak uzaklaştırılmaktadır.
2. Kök kanal sistemindeki artık organik materyal eritilmektedir.
3. Kök kanalında lubrikasyonu sağlayarak kanal aletlerinin çalışmalarını kolaylaştırılmaktadır.
4. Smear tabakasını uzaklaştırmaları sayesinde antiseptik pansumanların dentin kanalcıklarına yayılımı ve etkinliği arttırılmaktadır.
5. Mekanik preparasyon metodları ile ulaşılamayan kök kanal ayrıntıları ve yan kanallar temizlenebilmektedir [3].

İdeal bir irrigasyon solüsyonunun sahip olması gereken özellikler ise şu şekilde belirtilmiştir:

1. Doku ve debrisleri eritebilmelidir.
2. Smear tabakayı kaldırabilmeli ve bunu yaparken dentin yapısını olumsuz etkilememelidir.
3. Düşük yüzey gerilimi göstermelidir.
4. Lubrikant özelliği göstermelidir.
5. Dezenfektan özellik taşımalı, güçlü antimikrobiyel etkisi olmalıdır.
6. Endotoksinleri etkisizleştirebilmelidir.
7. Düşük toksisite göstererek periradiküler dokulara irritan olmamalıdır.
8. Onarımların diş dokularına bağlanmalarını olumsuz etkilememelidir.
9. Kullanıcıya zarar vermemelidir.

10. Raf ömrü uzun olmalıdır.
11. Saklama kolaylığı olmalıdır.
12. Kanalda kolayca nötralize olarak etkinliğini kaybetmemelidir.
13. Tadı ve kokusu kabul edilebilir olmalıdır.
14. Maliyeti düşük olmalıdır [3,14].

İrrigasyon solüsyonlarının etkinliği yalnızca solüsyonun kimyasal özelliğine değil, aynı zamanda kullanılan solüsyon miktarı, ısısı, temas yüzeyi, kök kanalının çapı, irrigasyon iğnesinin penetrasyon derinliği, iğnenin tipi ve çapına bağlıdır [2].

### **2.3. Kök Kanallarının İrrigasyonunda Kullanılan Solüsyonlar**

Günümüze kadar endodontik tedavide birçok farklı irrigasyon solüsyonu kullanılmıştır. Bu solüsyonlar serum fizyolojik, şelasyon maddeleri, asitler, proteolitik enzimler, alkalin solüsyonlar, oksitleyici ajanlar olarak sıralanabilir [3]. Günümüzde sıklıkla kullanılan irrigasyon solüsyonları arasında sodyum hipoklorit (NaOCl) ve etilen diamin tetraasetik asit (EDTA) bulunmaktadır.

#### **2.3.1. Sodyum Hipoklorit (NaOCl)**

NaOCl, antibakteriyel kapasitesi ve nekrotik doku, vital pulpa dokusu, dentin ve biyofilmlerin organik bileşenlerini hızlı bir şekilde çözme kabiliyeti nedeniyle en sık kullanılan irrigasyon solüsyonudur [15,16]. Ayrıca düşük yüzey gerilimi ile dentin duvarlarına kolayca diffüze olabilmesi, kolay elde edilebilmesi ve ucuz olması bu solüsyonun tercih edilmesinin başlıca nedenlerindedir [3].

NaOCl pH değeri 10-12 arasında olan alkali bir solüsyondur. NaOCl'nin en önemli özelliklerinden biri çok geniş spektrumlu bir antimikrobiyal ajan olmasıdır. Antimikrobiyal etkisini hücre proteinlerini oksitleyerek ve hidrolize ederek gösterir. Bakterilere, bakteriyofajlara, sporlara, mantarlara ve virüslere karşı etkili olduğu bilinmektedir [3].

Endodontide genel olarak NaOCl'nin %0,5 ile %5,25 arası değişen konsantrasyonları kullanılmaktadır [17]. NaOCl'nin hangi konsantrasyonda daha etkili olduğu yönünde yapılan birçok çalışma olmakla birlikte bu konu ile ilgili ortak bir görüş bulunmamaktadır. Pashley ve ark., [18] %0,5 ile %5 arasında antimikrobiyal etkinlik açısından fark bulunmadığını belirtirken, Ayhan ve ark., [19] %0,5'lik NaOCl'nin %5,25'lik konsantrasyonuna oranla oldukça düşük antimikrobiyal etkinlikte olduğunu ileri sürmektedirler. Siqueira ve ark., [20] yapmış oldukları çalışmalarında NaOCl'nin dilüe edildiğinde etkisinin belirgin olarak azaldığını ileri sürmeleri bu bulguları destekler niteliktedir. İrrigasyon solüsyonunun konsantrasyonu düşükçe nekrotik dokuları çözebilme özelliğinin azaldığını bildiren benzer çalışmalar da bulunmaktadır [21,22].

NaOCl, antimikrobiyal ve doku çözücü etkisi ile etkili bir irrigasyon solüsyonu olmasına rağmen kök kanal sisteminden dışarı çıkması durumunda periapikal ve periodontal dokularda yüksek derecede toksik etki göstermektedir ve bu etki, konsantrasyon ile doğru orantılı olarak artmaktadır [18,23]. Pashley, NaOCl'nin sitotoksitesini araştırdığı çalışmasında 1/1000 yoğunluğundaki NaOCl'nin bile in vitro olarak kırmızı kan hücrelerinde hemolize neden olduğunu belirtmiştir [18]. Spangberg ve ark., [24] %5,25 NaOCl'nin son derece sitotoksik olduğunu belirtmişler ve bu nedenle %2,5 konsantrasyonda kullanımını önermişlerdir. Ancak toksik olmayan %0,5 NaOCl'nin ise *Staphylococcus aureus* üzerine etkili olmadığını bildirmişlerdir. Aynı zamanda, periapikal bölgeden, pulpa dokusundan ve dentin kollajeninden kaynaklanan eksuda gibi inaktive edici maddelerin varlığında NaOCl etkinliğinin olumsuz yönde etkilendiğı gösterilmiştir [17]. Bunlara ek olarak, yapılan in vitro çalışmaların sonuçlarına göre, yüksek konsantrasyonda NaOCl'ye maruz kalan dentinin elastisitesinin ve bükülme dayanımının olumsuz yönde etkilendiğı gösterilmiştir [25,26].

Geniş apikal foramene sahip dişlerde ve apikal konstrüksiyonun kök kanal hazırlığı sırasında veya rezorpsiyon yoluyla tahrip edildiğı durumlarda NaOCl'nin ekstrüzyon riskini arttırmaktadır. Ayrıca irrigasyon sırasında aşırı basınç uygulanması veya irrigasyon iğnesinin kanal içerisinde sıkışması büyük miktarda NaOCl'nin periapikal dokulara itilmesine yol açabilir [27]. Diş hekimliğinin diğer tüm uygulamalarında olduğı gibi irrigasyon solüsyonlarının kullanımında da yarar ve zarar ilişkisi düşünülerek değerlendirilmesi önem taşımaktadır [3].

NaOCl, etkili bir organik çözücü olmasına rağmen kök kanalında bulunan inorganik doku üzerinde yeterli etki gösterememesi ve smear tabakasını tek başına uzaklaştıramaması nedeniyle şelasyon ajanları ile kullanılması önerilmektedir [28].

### 2.3.2. Etilen Diamin Tetra Asetik Asit (EDTA)

EDTA, endodontide ilk olarak 1957 yılında Nygaard-Østby (1957) tarafından kullanılmaya başlanmıştır. EDTA, dentin yapısındaki ve smear tabakasındaki Ca iyonları ile birleşerek şelatları oluşturur ve kök kanalında bulunan inorganik dokunun uzaklaştırılmasına yardımcı olur. Dentinin inorganik komponentinin ana bileşenleri olan fosfat ve kalsiyum suda çözünebilmektedir. Çözünmüş haldeki kalsiyum iyonları EDTA'ya bağlanarak çözültiden uzaklaşmakta ve dentinden yeni kalsiyum iyonlarının çözünmesine neden olmaktadır. Bu durum dentinin demineralizasyonu ile sonuçlanmaktadır [29].

EDTA'nın %5-%17 arasındaki konsantrasyonlarının kullanımı bildirilmiş olmasına karşın en sık kullanılan konsantrasyonu %17'dir [3,30,31]. Bu konsantrasyondaki solüsyonların 1 dk içinde smear tabakasını uzaklaştırdığı yapılan araştırmalarda gösterilmiştir [32,33]. NaOCl ile beraber kullanıldığında ise daha düşük konsantrasyonlarda bile smear tabakasını uzaklaştırabilmektedir [34]. EDTA'nın smear tabakanın inorganik komponentlerini, NaOCl'nin ise organik komponentlerini daha iyi çözmesi sebebiyle smear tabakanın tamamen uzaklaştırılabilmesi için EDTA ve NaOCl'nin kombine kullanılması önerilmektedir [35–37].

EDTA solüsyonunun etkinliğinde rol oynayan faktörler; solüsyonun uygulama süresi, pH'sı, konsantrasyonu, kök kanalının uzunluğu ve dentinin sertliğidir [38,39]. EDTA'nın etkinliğinde en önemli rol oynayan faktör solüsyonun pH'sıdır [40]. EDTA solüsyonlarının en iyi etkinliği nötral veya alkali pH'de gösterdiği bildirilmiştir [30].

EDTA'nın antibakteriyel etkisi sınırlıdır ve bu etki konsantrasyon ve pH'ya bağlı olarak değişiklik gösterebilmektedir. Antibakteriyel özelliği oldukça sınırlı olmasına rağmen kanal içi mikrobiyal florayı salin solüsyonundan daha fazla azaltması, kök kanal duvarlarından biyofilm tabakasını uzaklaştırması ile açıklanabilir [41]. EDTA'nın tüm bu özelliklerinin yanı sıra toksisitesi oldukça düşüktür ve çok az irritandır [42].

## 2.4. İrrigasyon Yöntemleri

### 2.4.1. Kanül veya iğne ile yapılan şırınga irrigasyonu

Bu teknik hala diş hekimleri ve endodontistler tarafından yaygın olarak kullanılan irrigasyon tekniklerinden biridir. Bu teknikte irrigasyon solüsyonları dental enjektör yardımıyla çeşitli çaplardaki iğne ya da kanüller ile uygulanmaktadır. Bu iğnelerin bir kısmı irrigasyon işlemini uç kısmından yapacak şekilde, bir kısmı ise uç kısımları kapalı olarak irrigasyon işlemini yan taraftan yapacak şekilde tasarlanmışlardır [3].



Resim 2.1. İrrigasyon iğneleri

Bronnec ve ark., [43] kullanılan irrigasyon solüsyonunun hacmi, iğne ucunun tipi, iğnenin penetrasyon derinliği ve kök kanalının genişliğinin manuel irrigasyonun başarısını etkilediğini ve en etkili faktörün iğne ucunun penetrasyon derinliği olduğunu belirtmişlerdir. Geniş çaplı iğneler solüsyon akımının daha rahat olmasını sağlamalarına rağmen solüsyonu kanalın dar kısımlarına iletmekte ve bu bölgeleri temizlemekte yetersiz kalmaktadırlar [2]. İrrigasyon solüsyonunun apikal kısma kadar iletilmesi ancak küçük dış çapa sahip irrigasyon iğneleri ile mümkündür. Böylece iğne ucunun daha derine penetrasyonu ve solüsyonun çalışma boyuna kadar ulaşması ile daha etkili bir irrigasyon işlemi sağlanabilir [44–46]. Ancak, iğne apikal kısma daha yakın konumlandırıldıkça, apikal ekstrüzyon ihtimali de artmaktadır [44,47]. Manuel şırınga irrigasyonunu daha güvenli hale getirmek için ucu kapalı ve yandan delikli irrigasyon iğneleri üretilmiştir. Yan kısımdan irrigasyon yapan iğne uçları hidrodinamik olarak irrigasyon işleminin etkinliğini artırırken kök ucundan solüsyonunun taşma riskini azaltmaktadır [48]. Aynı zamanda

iğnenin irrigasyon işlemi süresince kanalın içerisinde gevşek kalması önemlidir ve bu durum irrigasyon solüsyonun geriye doğru akabilmesini sağlamakta ve solüsyonunun periapikal dokulara taşırılmasını önlemektedir [4]. Şırınga irrigasyonun avantajları olarak kanal içerisindeki iğnenin penetrasyon derinliğinin ve gönderilen solüsyonun hacminin kolaylıkla kontrol edilebilmesi sayılabilir [46].

Şırınga irrigasyonu sırasında solüsyonlar çeşitli çaplardaki iğne ve kanüller ile pasif olarak ya da aktivasyon yapılarak uygulanmaktadır. Bu esnada solüsyonun manuel olarak aktive edilmesi, kanalın ulaşılamayan kısımlarına da solüsyon iletilmesini sağlar. Bu aktivasyonu manuel olarak sağlayabilmek için iğnenin kanal içerisinde korono-apikal yönde hareket ettirilmesi, küçük endodontik eğelerle solüsyonun hareketlendirilmesi, ana kon ile kanal içerisinde ileri geri hareketler yapılması gibi yöntemler tavsiye edilmiştir [49–51].

## 2.5. Apikal Ekstrüzyon Kavramı

Giriş kısmında da değinildiği gibi apikal ekstrüzyon kavramı, mekanik enstrümantasyon sırasında sadece periapikal dokulara itilen sıvı veya debrisle sınırlı kalmamaktadır. Kök kanal tedavisi sırasında, kanal dolum materyalleri, kanal içi medikamanlar veya kök kanal enstrümanları gibi periapikal yapıların bütünlüğünü bozabilecek farklı tipte irritasyonlar da vardır. Her ne kadar çeşitli yöntemler getirilmiş olsa da, tüm kök kanalı şekillendirme ve temizleme işlemlerinin doğal bir sonucu periradiküler dokulara debris ve irrigasyon solüsyonlarının ekstrüzyonudur. Birçok yazarın ortak düşüncesi, apikal ekstrüzyonunun kök kanalı enstrümantasyonu sırasında kaçınılmaz olduğu ve bu olguyu tamamen önleyen bir yöntemin henüz geliştirilmediği yönündedir [52].

Chapman [53] 1968 yılında kanal şekillendirmesi sırasında apikalden madde çıkışını doğrulayan ilk araştırmacı olmuştur. Van de Visse ve Brilliant [54] tarafından 1975 yılında yapılan bir çalışmada kanal içi yıkama yapıp yapılmadığı durumlardaki debris çıkışı belirlenmeye çalışılmıştır. Araştırmacılar irrigasyon işleminin kanal içi debrisin apikalden itilmesini kolaylaştıran bir işlem olduğunu bildirmişlerdir. Bununla birlikte, irrigasyon işlemi başarılı bir kök kanalı tedavisinin vazgeçilmez bileşenlerinden biridir ve diğer doğal risklerin irrigasyon işlemi olmadan ortaya çıkması muhtemeldir. Bu nedenle, irrigasyon yöntemlerinin kullanımını tamamen ortadan kaldırmak yerine ekstrüzyon miktarını azaltacak bir yöntemin seçimi daha mantıklıdır.

Kök kanal preparasyonu sırasında apikal ekstrüzyonun sonucu olarak ortaya çıkan en önemli komplikasyonlar, seanslar arası alevlenme ve tedavi sonrası ağrıdır. Asemptomatik kronik periapikal lezyonlu dişlerde periradiküler dokularda mikrobiyal faktörler ile konak savunması arasında bir denge mevcuttur. Bu dengenin kemomekanik preparasyon sırasında iritan maddelerin apikal olarak ekstrüze edilmesi durumunda periradiküler dokularla dengenin bozulacağı ve dengenin yeniden kurulması için akut bir reaksiyonun ortaya çıkacağı vurgulanmıştır [55].

Geniş apikal foramene sahip dişler, rezorpsiyon veya enstrümantasyon sırasındaki iatrojenik hatalar nedeniyle zarar görmüş apikal yapılar, kök kanal irrigasyonu sırasında periapikal dokulara yanlışlıkla NaOCl enjeksiyonu riskini arttırmaktadır. Ayrıca irrigasyon sırasında aşırı basınç uygulanması veya irrigasyon iğnesinin kök kanalında sıkışması ve solüsyonun korondan güvenli olarak dışarı çıkışının önlenmesi büyük miktarda NaOCl'nin periapikal dokulara itilmesine neden olabilmektedir. Bu durum periapikal dokularda irritasyon, hemoliz, doku ülseri, nekroz, parestezi, hiperestezi, ağrı, lokalize veya geniş çapta şişlik ile sonuçlanabilmektedir [27].

## **2.6. Apikal Ekstrüzyon Çalışmalarında Kullanılan Yöntemler ve Deney Tasarımları**

Apikal ekstrüzyon miktarının nicel olarak ölçülmesi amacıyla araştırmacılar tarafından değişik çalışma düzenekleri geliştirilmiştir. Bu yöntemler arasında en fazla kabul gören sistem Myers ve Montgomery [56] tarafından 1991'de geliştirilmiştir. Bu sistemde diş kauçuk bir stopper içinden geçirilerek sabitlenir ve stopper kök ucundan dışarı itilen debris ve yıkama solüsyonlarının biriktirileceği cam bir kap üzerine yerleştirilir. İç ve dış basınçları dengelemek için lastik örtüye 25 G bir iğne yerleştirilir. Taşan materyalin biriktirilmesi için Eppendorf tüpleri de kullanılabilir [9]. Hassas bir tartı kullanarak enstrümantasyondan önce ve sonra tüplerinin tartılması ve enstrümantasyon sonrası tüpün ağırlığından başlangıç ağırlığının çıkarılmasıyla ekstrüze edilen materyalin ağırlığı hesaplanır. Taşan materyal miktarının ölçümü oldukça hassasiyet gerektiren bir işlemdir. Bu nedenle ölçümlerin birkaç kez tekrarlanıp elde edilen sonuçların ortalamalarının kaydedilmesi gerekir. Taşan sıvı hacmini ölçmek için biriktirme kabının yanına 0,5 mL'lik basamaklarla kalibre edilmiş rehber bir kap yerleştirilir ve bu sayede apeks dışına taşan sıvı miktarı sayısal olarak ölçülebilir [56]. Taşan sıvı hacmini ölçmek amacıyla Myers ve Montgomery yöntemini modifiye ederek kullanan diğer araştırmacılar da olmuştur [47,48].

Ekstrüzyonun araştırıldığı diğer çalışmalar ekstrüze edilen bakterilerin sayısını ex vivo olarak değerlendirmiştir [4,49]. *Enterococcus faecalis* genellikle bu çalışmalarda biyolojik belirteç olarak seçilir. Bakteriyel ekstrüzyon çalışmalarının deney düzeneği diğer ekstrüzyon çalışmalarına benzerlik gösterir. Antiseptik etki faktörünün ortadan kaldırılması amacıyla irrigasyon işlemi salin solüsyonu ile gerçekleştirilir. Bu çalışmalar ekstrüze edilen bakterilerin virülans veya patojenik özelliklerini değerlendiremezler, yalnızca sayısal bilgi sağlarlar.

Kanalların apikal kısmında negatif basınç yaratan irrigasyon sistemlerinin tanıtımıyla bu sistemlerin neden olduğu sıvı ekstrüzyon derecesini değerlendirmek için çalışma tasarımlarında değişiklikler olmuştur. Mitchell ve ark., [57] deney dişlerini agaröz jel içine gömmüşlerdir. Sodyum hipoklorit ekstrüze edildiğinde m-Cresol içeren pH duyarlı jelde mor renk değişimi olur. Jel, irrigasyondan sonra fotoğraflanır ve renk değişiminin alanı, bir imaj analiz programı kullanılarak piksel cinsinden ifade edilir.

Ekstrüzyon çalışmalarında halihazırda kullanılan deneysel yöntemlerin eksiklikleri değerlendirildiğinde laboratuvar modellerinde apikal ekstrüzyona karşı doğal bir bariyer görevi görebilecek periapikal dokuların bulunmadığı görülür. Klinik koşulları daha iyi temsil etmek için periodontal ligamentin simülasyonu sağlanmaya çalışılmıştır. Hachmeister ve ark., [58] periapikal dokuların simülasyonu için çiçek aranjman süngeri kullanımını önermişlerdir. Irrigasyon solüsyonun ekstrüzyonu, apikal foramendeki irrigasyon basıncı periapikal alandaki geri basıncı aştığında gerçekleşir [59]. Çiçek aranjman süngeri tarafından sağlanan direnç, periapikal direnç içermeyen bir şişe düzeneği bulunan ve sık sık ekstrüzyon çalışmalarında kullanılan sıfır geri basınç varsayımından daha gerçekçi olabilir [60]. Öte yandan, bu yöntem süngerin solüsyon ve debrisi emebilme olasılığından dolayı eleştirilmiştir [60].

## 2.7. Ekstrüzyona Etki Eden Faktörler

Apikal ekstrüzyon kavramının preparasyon teknikleri, apikal çap, çalışma uzunluğu, kök kanal kurvatürü, irrigasyon iğnesinin tipi, iğnenin yerleştirme derinliği, akış hızı ve irrigasyon basıncı gibi çeşitli faktörlerle olan ilişkileri günümüze kadar yapılmış pek çok çalışmaya konu olmuştur [60–66].



Ekstrüzyon çalışmalarının çoğunda apikal çapın standardizasyonu belirli bir büyüklükteki eğenin foramenden dışarı çıkarılması ile belirlenir. Ancak daha detaylı olarak foramen apikalenin stereomikroskop altında incelendiği, major ve minor foramen çaplarının belirlendiği çalışmalar da mevcuttur [56,67]. Apikal çap ve açıklığın apikal ekstrüzyon üzerine etkisini inceleyen Al-Omari ve Dummer [66] yaptıkları çalışmada dışarı itilen debris ve apikal çap arasında herhangi bir bağlantı belirleyememiştir. Lambrianidis ve ark., [68] ekstrüzyon konseptini enstrümantasyon sırasında apikal açıklığın korunması açısından değerlendirmiştir. Araştırmacılar tarafından paradoksal olarak tanımlanan bir bulgu, ekstrüzyon miktarının apikal konstriksiyonun bozulmadığı durumlarda daha yüksek düzeylerde bulunması olmuştur. Tınaz ve ark., [69] ise, Lambrianidis ve arkadaşlarının buldukları sonuç ile çelişkili bir sonuç bulmuş ve apikal çap arttıkça daha fazla debris çıkışı olduğu sonucuna varmışlardır.

Ekstrüzyon çalışmalarında daha sıklıkla 5-10 derecelik eğrilik derecesinde nispeten düz kök kanallarına sahip tek köklü dişler kullanılmaktadır. Diğer yandan, pratikte her zaman bu şekilde köklere sahip dişlerle karşılaşılmamaktadır. Eğri köklere sahip dişlerde yapılmış olan ekstrüzyon çalışmalarında kök kanal kurvatürü ile apikalden taşınan materyal miktarı arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır [61,70].

Apikal ekstrüzyonu inceleyen çalışmaların büyük çoğunluğunda farklı çaplara sahip geleneksel iğneler tercih edilmektedir. İğne şeklinin apikal ekstrüzyon üzerine etkisini inceleyen çalışmalar, açık uçlu iğnelerin apikal foramende daha yüksek solüsyon basıncı oluşturmalarıyla açıklanan önemli ölçüde daha fazla ekstrüzyona neden olduğunu bildirmişlerdir [60,61,63,65,71].

Yıkama solüsyonlarının kök kanal tedavisi sırasında periradiküler doku içerisine itilmesi ciddi sonuçlar doğurabileceğinden, yıkama iğnesinin yerleştirilme derinliği önem taşımaktadır. İğnenin işlem esnasında kanalın derinliklerine doğru itilmesi periapikal dokulara fazla miktarda irrigasyon solüsyonunun itilmesine ve sonuçta periapikal doku bütünlüğünün bozulmasına yol açmaktadır. İrrigasyonun güvenli bir şekilde yapılması oldukça önemli olmakla birlikte, irrigasyon solüsyonunun aynı zamanda kanal içinde iyi bir dezenfeksiyon sağlaması da beklenmektedir. İrrigasyon iğnesinin penetrasyon derinliği arttıkça, daha iyi temizleme sağlamakla birlikte, iğne apikale doğru ilerledikçe solüsyon ve ekstrüzyon riski artmaktadır [61,65].

Fukumoto ve ark., [72] yüksek akış hızının irrigan ekstrüzyonunun artmasına neden olabileceğini, ancak periapikal doku direncinin yapmış oldukları çalışmada simüle edilmediğini bildirmişlerdir. Periapikal dokuların direncini simüle ederken akış hızının irrigan ekstrüzyonuna etkisini inceleyen bir çalışmada, akış hızının artmasının apikal foramen veya periapikal alanda irrigan basıncının artmasına neden olduğu, bu durumun da artmış irrigan ekstrüzyonuyla ilişkili olabileceği bildirilmiştir [73].

Geleneksel iğne irrigasyonu kök kanal irrigasyonu sırasında kullanılan en yaygın irrigasyon tekniklerinden biridir. Kanal içerisine yerleştirilen iğne ile solüsyonun pozitif basınçla kanala iletilmesi şeklinde uygulanan bir yöntemdir. Irrigasyonun fazla basınçlı uygulanması veya iğne ucunun kanalda sıkışması solüsyonun kanaldan geri çıkışına engel olarak periradiküler dokulara itilmesine neden olur [27]. Apikal negatif basınçlı irrigasyon sistemi kök kanalı boyunca solüsyonu iletmek ve eşzamanlı olarak uzaklaştırmak üzere uygulamaya konmuştur. Irrigasyon ekstrüzyonunu değerlendiren çalışmalarda pozitif basınçlı irrigasyon sistemlerinin negatif basınçlı irrigasyon sistemlerine kıyasla daha fazla ekstrüzyon ile ilişkili olduğu belirtilmiştir [57].

Kanal preparasyonunda apikalden koronale doğru genişleyen geometrinin iğnenin pasif olarak yerleştirilmesine izin vermesi ve koronal giriş kavitesinde bir irrigasyon rezervuarı oluşturması dolayısıyla daha güvenli bir irrigasyon prosedürü sağladığı ve solüsyonun periapikal olarak itilme olasılığını azalttığı düşünülmektedir [74]. Bu düşünce, hesaplamalı akışkanlar dinamiği (CFD) modelleri kullanılarak fiziksel ve matematiksel hesaplamalar ve analizlerle büyük ölçüde desteklenmiş ve rasyonalize edilmiştir [74]. Bu nedenle, yalnızca teorik olarak ulaşılmış olan bu bulgunun çekilmiş insan dişleri ile yapılan deneysel bir çalışma ile test edilmesi söz konusu çalışmayı tamamlayıcı nitelikte olacaktır.

Bu uzmanlık tez çalışmasının temel amacı farklı kök kanal konikliklerine sahip dişlerde kök kanal geometrisinin apikalden taşan irrigasyon solüsyonu miktarına olan etkisini incelemektir. İkincil amaç ise irrigan ekstrüzyonu miktarı için üç farklı iğne tipinin karşılaştırılmasıdır.



### 3. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu *in vitro* çalışma, Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu tarafından (Karar No: GÜDHKAEK.18.8/6 Tarih: 01.11.2018) onaylandı. Çalışmanın deney aşamaları Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı Araştırma Laboratuvarında gerçekleştirildi.

#### 3.1. Örneklem Çapı Hesaplaması

Yapılan bir pilot çalışmanın sonuçlarına göre gerekli örneklem çapı hesaplandı. Örneklem büyüklüğünün hesaplanmasında I. tip hata olasılığı ( $\alpha$ ) 0,05 ve testin gücü ( $1-\beta$ ) 0,95 olarak dikkate alındı. Enjektör ve kanal koniklikleri için ölçümler arası farklılıkları tespit etmek için tekrarlı ölçümlerde varyans analizi (*tekrarlı ölçümler ANOVA*) kullanıldı. Etki büyüklüğü 0,25, tekrarlı ölçüm sayısı 3 (ölçümler arasındaki korelasyonun 0,5 olduğu varsayıldı) olmak üzere *GPower 3.1.9.2* (Universität Kiel, Kiel, Almanya) programı kullanılarak örneklem büyüklüğünün en az 43 diş olması gerektiği hesaplandı.

#### 3.2. Dişlerin Seçimi

Çalışmada 43 adet çekilmiş tek köklü, tek kanallı alt çene insan küçük azı dişi kullanıldı. Dişlerin kanal yapısı ve sayısının belirlenmesi için mesio-distal ve bucco-lingual yönde dijital radyografiler alındı. Alınan radyografik görüntüler üzerinde Schneider [75,76] yöntemine göre kök eğimleri ölçüldü. Eğim miktarları 0-10 derece arasında olan dişler çalışmaya dahil edildi.

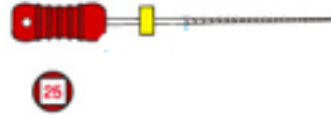
Diş boyları 20-24 mm arasında olan, yüzeyinde kırık, çürük olmayan, restorasyon ve kanal tedavisi yapılmamış, kök oluşumu tamamlanmış, kanalda kalsifikasyon ve rezorpsiyon bulunmayan düz köklü dişler çalışmaya dahil edildi. Radyografik görüntülerde iki kanal izlenen veya çok geniş kanallara sahip dişler çalışmaya dahil edilmedi. #15-20 K-tipi eğelerin dişin çalışma boyunda apikalde sıkışması gerekmekte olup bunu sağlamayan dişler çalışmadan çıkartıldı. Diş yüzeylerindeki sert ve yumuşak doku artıkları periodontal bir küret ile temizlendikten sonra dişler kullanılmaya kadar serum fizyolojik solüsyonu içerisinde bekletildi.

### 3.3. Kök Kanallarının Şekillendirilmesi

Koronal giriş kavitesi yüksek devirde su soğutması altında elmas fissür frez yardımıyla açıldı. Dişlerin çalışma boyları kanala yerleştirilen #10 K-tipi eğenin (Mani Inc., Tochigi, Japonya) ucu foramen apikalede görüldüğü andaki uzunluğundan 1 mm kısa olacak şekilde belirlendi. Kanallar çeyrek tur çevir-çek hareketiyle #20 K-tipi eğe boyutuna kadar prepare edildi. Her bir eğe değişimi sırasında 2 mL %5,25 NaOCl (Endosolve-HP, Imicryl, Konya, Türkiye) ile irrigasyon yapıldı. Gruplar, sırasıyla artan koniklik elde edilmesine olanak sağlayacak eğeler seçilerek prepare edildi.

#### Grup 1. (25/.02 koniklik oluşturulmuş grup)

Dişler sırasıyla #15, 20, 25 K-tipi el eğeleriyle rotasyonel hareketle (çevir-çek) prepare edildi.



Resim 3.1. K-tipi paslanmaz çelik eğeler ve #25 K-tipi eğe

#### Grup 2. (25/.04 koniklik oluşturulmuş grup)

No. 25 ve 0,04 koniklik açısına sahip iRace R2 (FKG Dentaire, La Chaux-de-Fonds, İsviçre) eğesi endodontik mikromotor (Endo Mate DT, NSK, Nakanishi INC., Kanuma, Japonya) ile üretici firmanın talimatlarına göre 600 rpm devir ve 1,5 N.cm tork ile uygulandı.



Resim 3.2. iRace R2 (FKG Dentaire, La Chaux-de-Fonds, İsviçre) #25/.04

### Grup 3. (25/.06 koniklik oluşturulmuş grup)

No. 25 ve 0,06 koniklik açısına sahip One Shape (Micro Mega, Besancon, Fransa) eğesi endodontik mikromotor (Endo Mate DT, NSK, Nakanishi INC., Kanuma, Japonya) ile üretici firmanın talimatlarına göre 350 rpm devir ve 2.5 N.cm tork ile uygulandı.



Resim 3.3. One Shape (Micro Mega, Besancon, Fransa) #25/.06

### Grup 4. (25/.08 koniklik oluşturulmuş grup)

No. 25 ve ilk 3 mm'lik kısmı 0,08 koniklik açısına, kalan bölümde ise değişken koniklik açısına sahip Reciproc R25 (VDW, Munich, Almanya) eğesi resiprokasyon hareket sağlayan X-Smart Plus (Dentsply Maillefer, Balaignes, İsviçre) endodontik motor ile üreticinin talimatlarına göre uygulandı (Reciproc modu).



Resim 3.4. Reciproc R25 (VDW, Munich, Almanya) #25/.08

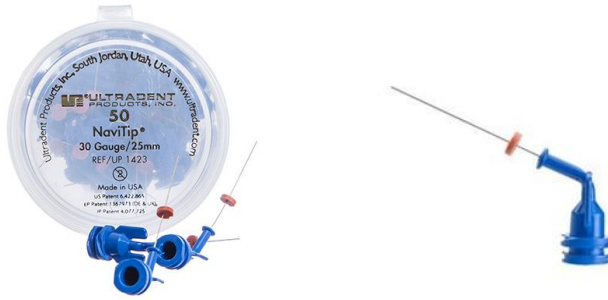
Preparasyonu sonlandırılmış dişleri debris ve smeardan arındırmak için kanallar sırasıyla 2 dakika süreyle 2 mL %5,25 NaOCl ve 2 dakika süreyle 2 mL %17 EDTA (Werax, İzmir, Türkiye) solüsyonu ile yıkandı ve her biri içi su dolu ultrasonik temizleme cihazı (Eurosonic Micro, Euronda, Vicenza, İtalya) içerisine yerleştirildi. Ultrasonik temizleme cihazı 2 dakika süreyle çalıştırıldı, dişlerin kanalları kurutulmadan yalnızca dış yüzeyleri kurulandı. Preparasyonu tamamlanmış ve debristen arındırılmış dişlerde irrigasyon prosedürlerine geçmeden önce #10 K-tipi eğe apikalden 1 mm taşırılarak apikal açıklık sağlandı.



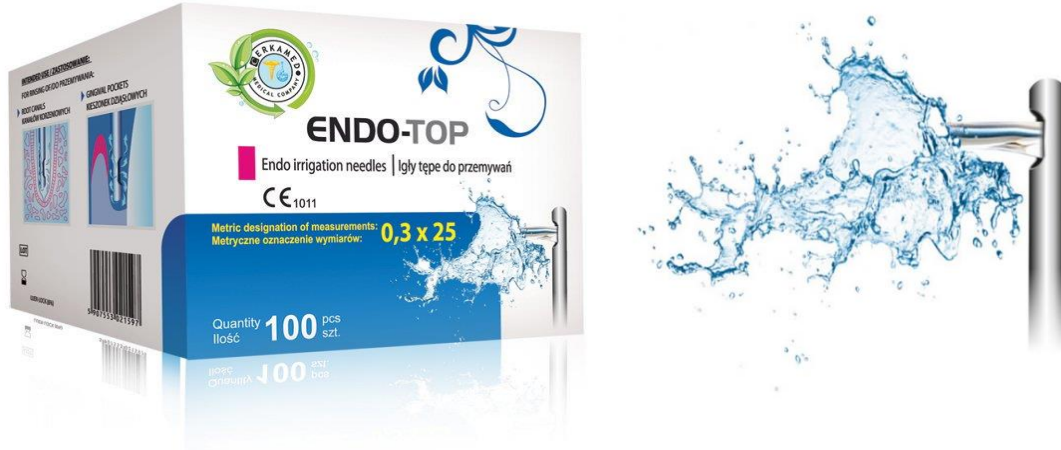
Resim 3.5 Euronda ultrasonik temizleme cihazı

### 3.4. Kök Kanallarının İrrigasyonu

Taşan irrigan miktarını ölçmek için irrigasyon prosedürlerinde 30 G açık-düz uçlu irrigasyon iğnesi (NaviTip, Ultradent Products Inc, South Jordan, UT, ABD), 30 G kapalı uçlu-yandan perfore irrigasyon iğnesi (Endo-Top, Cerkmated, Stalowa Wola, Polonya) ve 27 G açık-bevel uçlu dental enjektör (Genject, Genject A.Ş, Ankara, Türkiye) kullanıldı.



Resim 3.6 NaviTip irrigasyon iğnesi (Ultradent Products Inc, South Jordan, UT, ABD)



Resim 3.7 Endo-Top irrigasyon iğnesi (Cerkmated, Stalowa Wola, Polonya)





Resim 3.8 Genject dental enjektör (Genject A.Ş, Ankara, Türkiye)

En az preparasyon yapılan 25/.02 koniklikteki dişlerde irrigasyon için dışı çapı 0,31 mm olan 30 G irrigasyon iğnesi kullanıldığında iğnenin sıkışmadan ilerleyebileceği en uç nokta teorik olarak apikalden 3 mm yukarıdır. Bundan dolayı bu çaptaki irrigasyon iğneleri tüm gruplarda apikalden 3 mm yukarıda olacak şekilde konumlandırılarak kullanıldı. Dental enjektör (27 G) kullanıldığında ise iğne kanal içerisinde sıkışmadan ilerleyebileceği en son noktada konumlandırılarak irrigasyon yapıldı.

Açık-düz uçlu irrigasyon iğnesi (NaviTip 30 G, Ultradent Products Inc, South Jordan, UT, ABD) apikalden 3 mm kısa olacak şekilde, kanalda pasif olarak konumlandırılarak ve yukarı aşağı 4 mm amplitüd ile hareket ettirilerek kullanıldı. İrrigasyon işlemi 2 mL enjektör kullanılarak 2 mL/dak enjeksiyon hızıyla toplam 6 mL %5,25 NaOCl solüsyonu kullanılarak gerçekleştirildi. Aynı işlemler sırasıyla diğer irrigasyon iğneleri için de tekrarlandı.

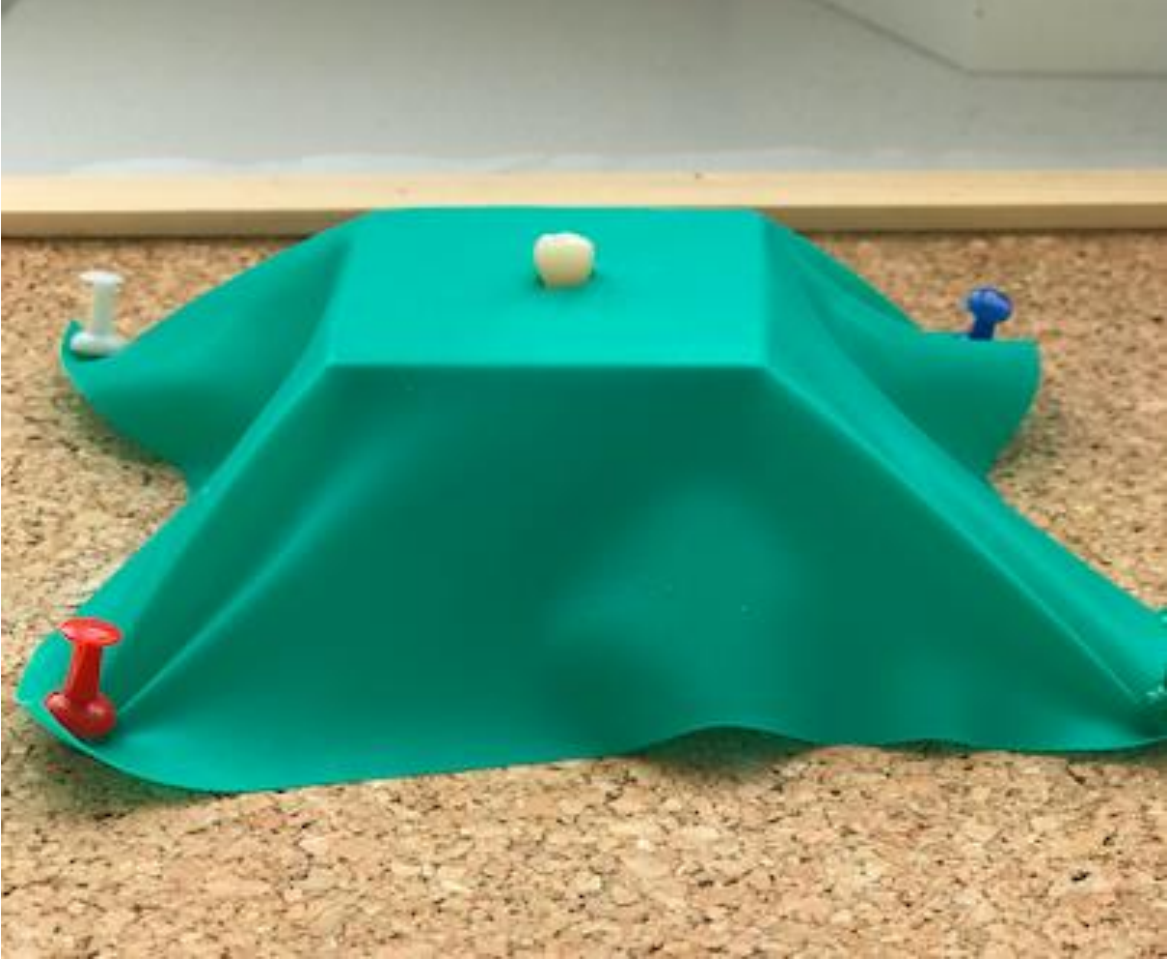
### 3.5. Ekstrüzyon Ölçme Düzenegi

Farklı konikliklere sahip kanallardan taşan irrigan miktarını tespit edebilmek için çiçek aranjman süngeri kullanıldı [60]. Küp şeklinde kesilmiş olan çiçek aranjman süngerinin başlangıç ağırlığı  $10^{-4}$  g hassasiyette hassas terazi (XB 220A, Precisa, Dietikon, İsviçre) ile 3 kere ölçüldü ve ölçülen değerlerin aritmetik ortalaması kaydedildi.



Resim 3.9 Precisa XB 220A hassas terazi

Preparasyonu tamamlanmış ve debristen arındırılmış dişler önceden ağırlığı ölçülmüş çiçek aranjman süngerine mine sement sınırında gömüldü. Süngerin üzerine ortası delinmiş bir lastik örtü yerleştirildi ve operatörün taşan sıvı miktarını görmesi engellendi. Lastik örtünün köşeleri bir mantar pano üzerine raptiyeler ile sabitlendi. Deney düzeneğinde lastik örtü ve kök yüzeyi arasında taşan irriganttan kaynaklanan sızıntı olmadığından emin olmak için bir pilot çalışma yapıldı.



Resim 3.10 Deney düzeneği

Kök kanallarının irrigasyonu yapıldıktan sonra dış süngerden uzaklaştırıldı. Süngerin son ağırlığı hassas terazi ile 3 kez ölçüldü ve ölçümlerin ortalama değeri not edildi.



Resim 3.11 30 G açık uçlu irrigasyon iğnesi ile yapılan irrigasyon işlemi

Ölçülen iki ağırlık arasındaki fark taşan irrigan miktarı olarak not edildi. Her grupta aynı 43 diş kullanıldı. Her bir grubun preparasyon ve irrigasyon işlemleri tamamlanarak sırasıyla diğer gruplara geçildi.

### 3.6. İstatistiksel Değerlendirme

Normallik ve varyans homojenliği varsayımları sırasıyla Kolmogorov-Smirnov ve Levene testleri aracılığıyla incelendi. Varsayımlar sağlandığı için grupların karşılaştırılmasında parametrik testler seçildi. İki'den fazla bağımsız grubun karşılaştırılmasında Tek-Yönlü ANOVA, tekrarlı ölçümlerin karşılaştırılmasında ise Tekrarlı Ölçümlerde ANOVA testi

uygulandı. ANOVA testleri sonrasında anlamlı farklılıkları tespit edebilmek için Tukey ve Bonferroni düzeltilmiş p-değerleri kullanıldı.



## 4. BULGULAR

### 4.1. Koniklik Açısı Karşılaştırmaları (Gruplar-Arası Karşılaştırmalar)

Açık-düz uçlu 30 G irrigasyon iğnesi ( $p < 0,01$ ) ve kapalı uçlu yandan perfore 30 G irrigasyon iğnesi ( $p < 0,05$ ) kullanıldığında gruplar-arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunurken, açık-bevel uçlu dental enjektör kullanıldığında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı ( $p > 0,05$ ; Tek Yönlü ANOVA) (Çizelge 4.1). Açık uçlu ve yandan perfore iğne tipi için, daha küçük kanal koniklik açıları büyük kanal koniklik açılarına kıyasla daha fazla miktarda irrigan ekstrüzyonuna neden oldu. Açık-düz uçlu iğne için Grup 1 ve 2 ile Grup 3 ve 4 arasında, kapalı uçlu yandan perfore iğne için ise Grup 1 ve 2 ile Grup 4 arasında anlamlı fark bulundu ( $p < 0,05$ ; Tukey).

Çizelge 4.1. Her iğne tipi için gruplar-arasındaki (farklı koniklik açılarında) istatistiksel karşılaştırmalar

İğne tipi	Grup	N	Ortalama (g)	SS	F <sup>§</sup>	p
Açık uçlu irrigasyon iğnesi (30-G)	1 (#25/.02)	43	1,03 <sup>a</sup>	0,61	8,78**	0,001
	2 (#25/.04)	43	1,07 <sup>a</sup>	0,61		
	3 (#25/.06)	43	0,73 <sup>b</sup>	0,59		
	4 (#25/.08)	43	0,56 <sup>b</sup>	0,28		
Kapalı uçlu yandan perfore irrigasyon iğnesi (30-G)	1 (#25/.02)	43	0,47 <sup>a</sup>	0,35	2,84*	0,040
	2 (#25/.04)	43	0,45 <sup>a</sup>	0,34		
	3 (#25/.06)	43	0,36 <sup>ab</sup>	0,42		
	4 (#25/.08)	43	0,28 <sup>b</sup>	0,22		
Açık-bevel uçlu dental enjektör (27-G)	1 (#25/.02)	43	0,53	0,53	0,68	0,568
	2 (#25/.04)	43	0,45	0,36		
	3 (#25/.06)	43	0,55	0,58		
	4 (#25/.08)	43	0,61	0,63		

\* $p < 0,05$ , \*\* $p < 0,01$ ; <sup>§</sup>Tek yönlü ANOVA; Farklı üst yazı harfleri gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olduğunu gösterir (Tukey testi,  $p < 0,05$ ); SS: standart sapma

### 4.2. İğne tipi karşılaştırmaları (Grup-İçi Karşılaştırmalar)

Tüm gruplarda iğne tipleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu ( $p < 0,01$ ; Tekrarlanan Ölçümler ANOVA, Çizelge 4.2). Açık uçlu iğne, Grup 1 (#25/.02) Grup 2

(#25/.04) ve Grup 3 (#25/.06)'te kapalı uçlu yandan perfore ve dental enjektörden daha fazla irrigan ekstrüzyonuna neden oldu ( $p < 0,05$ ). Grup 4 (#25/.08)'te, kapalı uçlu yandan perfore iğne diğer iğne tiplerinden daha az irrigan ekstrüzyonuna neden oldu ( $p < 0,05$ ; Bonferroni).

Çizelge 4.2. Farklı iğne tipleri için grup-içi istatistiksel karşılaştırmalar

Grup	İğne tipi	N	Ortalama (g)	SS	F <sup>§</sup>	p
1 (#25/.02)	Açık uçlu irrigasyon iğnesi (30-G)	43	1,03 <sup>a</sup>	0,61	22,61**	0,000
	Kapalı uçlu yandan perfore irrigasyon iğnesi (30-G)	43	0,47 <sup>b</sup>	0,35		
	Açık-bevel uçlu dental enjektör (27-G)	43	0,53 <sup>b</sup>	0,53		
2 (#25/.04)	Açık uçlu irrigasyon iğnesi (30-G)	43	1,07 <sup>a</sup>	0,61	22,50**	0,000
	Kapalı uçlu yandan perfore irrigasyon iğnesi (30-G)	43	0,45 <sup>b</sup>	0,34		
	Açık-bevel uçlu dental enjektör (27-G)	43	0,45 <sup>b</sup>	0,36		
3 (#25/.06)	Açık uçlu irrigasyon iğnesi (30-G)	43	0,73 <sup>a</sup>	0,59	13,88**	0,000
	Kapalı uçlu yandan perfore irrigasyon iğnesi (30-G)	43	0,36 <sup>b</sup>	0,42		
	Açık-bevel uçlu dental enjektör (27-G)	43	0,55 <sup>b</sup>	0,58		
4 (#25/.08)	Açık uçlu irrigasyon iğnesi (30-G)	43	0,56 <sup>a</sup>	0,28	25,21**	0,000
	Kapalı uçlu yandan perfore irrigasyon iğnesi (30-G)	43	0,28 <sup>b</sup>	0,22		
	Açık-bevel uçlu dental enjektör (27-G)	43	0,61 <sup>a</sup>	0,63		

\*\*p < 0,01; §Tekrarlı Ölçümler ANOVA; Farklı üst yazı harfleri gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olduğunu gösterir (Bonferroni düzeltmesi,  $p < 0,05$ ); SS: standart sapma

## 5.TARTIŞMA

Bu çalışmanın ana bulgusu, irrigan ekstrüzyon miktarının kanal konikliğindeki artışla azalmasıydı. Bu durum, açık uçlu ve yandan perfore iğneler kullanıldığında iğne yerleştirme derinliği sabit olduğu zaman belirgin olarak gözlemlendi. İkincil bulgu ise, açık uçlu iğnenin yandan perfore iğneye ve çoğu kanal konikliğinde ucu eğimli olan dental iğneye kıyasla daha fazla miktarda irrigan ekstrüzyonuna neden olmasıydı. Kullanılan tüm iğneler içerisinde yandan perfore irrigasyon iğnesi en güvenli olanıydı.

Bu in-vitro çalışmanın temel bulguları, Boutsoukis ve arkadaşlarının [74] yapmış oldukları hesaplamalı akışkanlar dinamiği (CFD) çalışmasındaki kök kanal konikliğindeki artışın apikal basıncı ve dolayısıyla irrigasyon sırasındaki irrigan ekstrüzyonu riskini azalttığı yönündeki bulguları destekler niteliktedir. Dijital model kullanılarak elde edilen bu etki, çalışmamızın sonuçlarıyla da doğrulanmıştır. Bununla birlikte bu sonuç, Boutsoukis çalışmasında [74] olduğu gibi sadece iğne yerleştirme derinliği sabit kaldığında doğrudur. Bu etki bevel uca sahip dental enjektör kullanıldığında görülmedi. Bunun olası nedeni çalışmamızda bevel uca sahip olan dental enjektörün deney düzeneğinde sıkışmadan ulaşabileceği son noktaya kadar ilerletilip kullanılması ve bu derinliğin artan kök kanal genişliğiyle birlikte değişmiş olmasıdır. Kök kanal genişliğinin artması iğnenin kanal içinde pasif olarak yerleştirilmesine izin vermekte ve solüsyonun koronale doğru yer değiştirmesi için bir kaçış yolu sağlamaktadır. Fakat dental iğnenin yerleştirilme derinliğinin kanal genişliğinin artmasıyla birlikte daha apikale doğru yer değiştirmesi, iğnenin kanal duvarlarıyla temasına devam etmesi ve solüsyonun koronale doğru kaçmaması ile sonuçlanmıştır. Bu nedenle artan konikliğe rağmen ekstrüzyon miktarında azalma görülmemiştir. Çalışmamızda kullanılan 27 G dental iğne, Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti kliniğindeki irrigasyon işlemlerinde kabul gören kullanım şekline uygun olarak test edilmiştir [3]. Kök kanal konikliğinin, artan koniklikle beraber kademeli olarak daha derine yerleştirilen eğimli uca sahip bir iğne ile irrigasyon işlemi gerçekleştirildiğinde irrigan ekstrüzyonu üzerine önemli bir etkisi olmadığı sonucuna varılabilir.

Kök kanalının koronal bölümünde enstrümantasyon öncesi yapılan ön genişletmenin debris ekstrüzyonuna etkisini araştıran çalışmalar bulunmaktadır [77,78]. Bu çalışmalarda, kanal



enstrümantasyonundan önce yüksek hızlı endodontik giriş frezleri veya Gates-Glidden frezler kullanılarak yapılan koronal ön genişletmenin debris ekstrüzyon miktarını azalttığı bildirilmiştir. Bu bulgular kısmen, çalışmamızda da oluşturulan kanal geometrisinin etkisiyle açıklanabilir. Her ne kadar bizim çalışmamızın deney düzeneğinde kullanılacak olan çekilmiş dişler enstrümantasyondan sonra debrisden arındırılmış ve sadece solüsyonun ekstrüzyonu incelenmiş olsa da klinik şartlarda irrigan ekstrüzyonunun aynı zamanda debris ekstrüzyonuna eşlik etmesi muhtemeldir.

İğne tipi ile ilgili bulgular, önceki in-vitro çalışmaların sonuçları ile uyumlu olup kapalı uçlu yandan perfore bir iğneye kıyasla açık uçlu iğne daha fazla irrigan ekstrüzyonuna sebep olmuştur [60,61,65,71,79]. Çalışmanın bulguları ayrıca, bu iki iğne tipi arasında farklı akış modellerinin gözlemlendiği önceki CFD çalışmalarının bulgularını da doğrulamaktadır. Açık uçlu iğneler (ucu düz veya eğimli) yandan perfore iğneler ile kıyaslandığında; apeks doğru jet oluşturarak apikal alana doğru daha fazla irrigan geçişine ve bu bölgede daha yüksek basınç oluşmasına neden olarak ekstrüzyon riskini arttırmaktadır [80,81].

Apikal ekstrüzyon çalışmalarında araştırmacılar tarafından çok çeşitli çalışma düzenekleri oluşturulmuştur. Her ne kadar araştırmacılar sıklıkla Myers ve Montgomery [56] tarafından oluşturulmuş deney düzeneklerini kullanmış olsalar da, bazı araştırmacılar bu deney düzeneğinde apikalde yer alan dokuların oluşturduğu basıncı taklit etmenin mümkün olmaması gerekçesi ile farklı deney düzenekleri oluşturmaya çalışmışlardır. Lu ve ark. [82] periapikal dokuları taklit etmek amacıyla agar jel kullanmışlardır. Agar jel doğal anatomik koşullarla birebir olmasa da bir bariyer sağlamış, ancak uygulanmasının zor olması tercih edilmemesine neden olmuştur. Mitchell ve ark. [57] çalışmalarında taşan irrigan miktarını değerlendirmek için boyalı jel kullanmışlardır. Taşan irrigan, boyalı jelde renk değişikliğine neden olmuştur ve araştırmacılar renk değişikliği olan alanı ölçerek taşan irrigan miktarını değerlendirmişlerdir. Fakat bu teknikte oluşan renk değişikliğinin alanı, irrigasyon solüsyonunun jel içinde dağılımına bağlıdır. Taşan irrigan miktarlarını karşılaştırmak açısından yetersizdir ve kantitatif sonuçlar elde edilemez. Altundaşar ve ark. [60] kök ucunda doğal bir bariyer görevi görmesi amacıyla çiçek aranjman süngeri kullanmışlardır. Kullanılacak olan süngerlerin kök kanallarından itilen materyallere karşı bir direnç oluşturması hedeflenmiştir. Biz de çalışmamızda taşan irrigan miktarını ölçmek için çiçek aranjman süngeri kullandık. Çalışmalarda süngerin taşan irrigan veya debris

absorbe edebileceği ve bunun doğru ölçüm yapmayı engelleyebileceği düşüncesine değinilse de, metodolojik bir çalışmada sünger yöntemiyle elde edilen irrigan ekstrüzyon miktarı ile geleneksel cam şişede toplama yöntemiyle elde edilen miktarın iyi bir korelasyon gösterdiği belirtilmiştir [83].

Apikal ekstrüzyon çalışmalarının çoğunluğunda olduğu gibi çalışmamızda da çekilmiş insan dişleri kullanılmıştır. Bazı araştırmacılar dişlerin standardizasyonu ve grupların homojenitesini daha iyi sağlamak ve ekstrüzyonu etkileyebilecek çeşitli faktörleri elimine edebilmek adına çalışmalarında akrilik modeller kullanmışlardır [84,85]. Böylelikle istenilen şekil, büyüklük ve kurvatüre sahip kanal modelleri elde edilebilmiştir. Ancak bu modeller pulpa dokusu, üç boyutlu kanal kurvatürleri, düzensizlikler ve doğal apikal konstriksiyondan yoksundurlar ve klinik ortamda gerçekleşen olguları tam olarak yansıtamamaktadırlar. Kum ve ark. [85] yapmış oldukları çalışmada kullanılan akrilik yapay dişlerin özellikle döner alet sistemleri ile şekillendirme sırasında açığa çıkan ısı ile yumuşayabileceği ve bu durumun deney sisteminin güvenilirliğini olumsuz etkileyebileceğinden bahsetmişlerdir. Akrilik dişlerin getirmiş olduğu olumsuzluklar ve bu çalışmada test etmek istediğimiz bulgunun daha önce teorik olarak sadece bilgisayar modeli bir çalışmada sorgulanması çalışmamızda çekilmiş insan dişleri tercih etmemize neden olmuştur. Dişlerin seçiminde gerek bukko-lingual gerekse mesio-distal yönden radyografiler alınarak dişlerin tek köklü olmasına, kök uzunluklarının birbirine yakın olmasına, kök oluşumunu tamamlamış olmasına ve kanalların aşırı geniş olmamasına dikkat edilmiştir. Tüm dişlerin homojen olarak elde edilmesinin olanaksız olması ve bu durumun insan dişlerinin kullanıldığı araştırmalarda başlıca zayıf nokta olarak karşımıza çıkmasıyla beraber, çalışmamızda tüm deney gruplarında aynı dişler sırasıyla kullanılarak örnekler arasındaki muhtemel varyasyonlar ortadan kaldırılmaya çalışılmıştır.

Laboratuvar çalışmalarının doğal ortamı tam olarak taklit edememesinin bir sebebi de dişin pulpal durumunun tam olarak yansıtılamamasıdır. Salzgeber & Brilliant'ın [86] yapmış oldukları çalışmada irrigasyon solüsyonu olarak kullanılan radyopak materyalin, nekrotik pulpalı dişlerde preparasyonun son noktasına, vital pulpalı dişlere göre daha erken ulaştığı görülmüştür. Böylece dişin pulpal durumunun da apikal ekstrüzyonu etkileyebileceği görülmektedir.

Reddy ve Hicks [87] yaptıkları çalışmada tek kök ve tek kanallı alt premolar dişleri, Myers ve Montgomery [56] üst lateral ve alt premolar dişleri, Ferraz ve ark. [88] alt ve üst santral ve lateral dişleri, Lambrianidis ve ark. [68] ise üst keser dişleri kullanmışlardır. Biz de çalışmamızda tek köklü ve tek kanallı alt premolar dişleri kullandık.

Ekstrüzyon çalışmalarında kök kanallarının eğrilik açısını saptamak amacıyla Schneider yöntemi kullanılmaktadır [56,67,87,89]. Çalışmalarda çoğunlukla 5 ile 10 derece arasında ya da daha az eğrilik açısına sahip nispeten düz ve tek köklü dişler kullanılmaktadır. Bizim çalışmamızda da 0-10 derece arasında eğime sahip olan dişler kullanıldı. Öte yandan, klinik uygulamalarda eğri köklerle karşılaşılması da muhtemeldir. Bundan dolayı belirli bir eğimin üzerindeki dişlerde ekstrüzyon miktarının değerlendirildiği çalışmaların planlanması klinik koşulların daha iyi sağlanması açısından önemli olabilir.

Apikalden taşan irrigan ve debris miktarını ölçen çeşitli çalışmalarda yer çekiminin etkisine değinilmiş olsa da apikal ekstrüzyonun incelendiği pek çok çalışmada örnekler alt çeneyi taklit edecek şekilde konumlandırılmıştır [9,65,82,88]. Üst çeneyi taklit eden modellerin kullanıldığı çalışmalar ise sınırlı sayıdadır [90,91]. Williams ve ark. [90] molar dişler üzerinde yapmış oldukları çalışmalarında bir grubu üst çene pozisyonunda konumlandırmışlar ve üst çenede de yıkama solüsyonunun taşıdığı bildirilmişlerdir. Ancak bu çalışmada alt ve üst çene karşılaştırması yapılmamıştır. Uzunoğlu ve ark. [92] yaptıkları çalışmada ise her iki çene konumu karşılaştırılmış ve alt çene konumunda üst çeneye göre daha fazla taşkınlık meydana geldiği bildirilmiştir. Çalışmamızdaki deney düzeneğinde alt premolar dişlerin çenedeki mevcut konumunu yansıtmaları ve bundan dolayı ekstrüzyon üzerine etkili olabilecek olan yer çekimi etkisinin göz ardı edilmesi bu çalışmanın sınırlamalarından biri olarak kabul edilebilir.

Apikalden taşan irrigan ve debris miktarlarının incelendiği çalışmalarda irrigasyon solüsyonu olarak sıklıkla sodyum hipoklorit kullanılmıştır [60,68,92]. Fairbourn'un [67] step-back, servikal flaring, ultrasonik ve sonik yöntemler ile apikalden taşan debris miktarını incelediği çalışmasında irrigasyon solüsyonu olarak musluk suyu kullanılmıştır. Bazı araştırmacılar ise debris ekstrüzyonunun incelendiği in vitro çalışmalarda apikalden taşan sodyum hipokloritin debris biriken kaptaki kristalize olacağını ve apikalden taşan debris miktarını etkileyebileceğini düşünerek irrigasyon solüsyonu olarak distile su kullanmayı tercih etmişlerdir [70,93]. Biz çalışmamızda taşan irrigasyon solüsyonunu

değerlendirdiğimiz ve deney düzeneğinin klinik şartları daha fazla yansıtmasını amaçladığımız için irrigasyon solüsyonu olarak sodyum hipoklorit kullanmayı tercih ettik. Ayrıca kullanılan irrigasyon solüsyon miktarları da çalışmadan çalışmaya farklılık göstermektedir. Çalışmamızda preparasyon sırasında her ege değişimden sonra 2 mL %5,25 NaOCl ve son yıkama solüsyonu olarak da toplam 6 mL %5,25 NaOCl kullanılarak irrigasyon yapıldı.

Ekstrüzyon çalışmalarının bazılarında araştırmacılar, apikal çapları ölçerek deney grupları arasında eşit bir dağılım sağlamaya çalışmışlardır [89]. Myers ve Montgomery [56] stereomikroskop altında apikal foramenin en büyük ve en küçük çaplarını ölçmüşler ve grupları bu değerlendirmeye göre belirlemişlerdir. Diğer yandan dişlerin stereomikroskop altında incelenmesinin gerekli olmadığını, çünkü foramen apikale çapının, seçilen aletlerin foramen apikalede sıkışması ile standardize edilebileceğini belirten çalışmalar da bulunmaktadır [66,87,94]. Al-Omari ve Dummer [66] yapmış oldukları çalışmada apikal foramenin çapının kanal aletleri yardımıyla standardize edilebileceğini ve ISO standartlarına göre 30 numaraya denk gelen bir aletin 0,09 mm<sup>2</sup> apikal çap oluşturduğunu belirtmişler ve bundan daha büyük apikal çapa sahip dişleri kullanmamışlardır. Apikal çapın taşan debris üzerine etkili olmadığı bildirilmesine karşın grupların tutarlılığı açısından çalışmamızda da benzer bir yaklaşım tercih edilmiş ve #15-20 K-tipi eğelerden birinin çalışma boyunda apikalde sıkıştığı dişler çalışmaya dahil edilmiştir.

Kök kanal preparasyonunun sonlandığı nokta apikalden taşan irrigan ve debris miktarı üzerinde önemli bir faktördür. Martin ve Cunningham [95] yapmış oldukları çalışmalarında apikal foramenden 1 mm kısa gerçekleştirilen preparasyonda taşkın preparasyona göre daha az debris çıkışı olduğunu belirtmişlerdir. Al-Omari ve ark. [66], Ferraz ve ark. [88], Altundasar ve ark. [60], Parirokh ve ark. [96] da yaptıkları çalışmalarda kanal preparasyonlarını apikal foramenden 1 mm kısa olacak şekilde tamamlamışlardır. Çalışmamızda dişlerin çalışma boyu kök kanal aleti apikal foramende görüldüğü noktadan 1 mm geride olacak şekilde belirlenmiştir.

Dişlerin çalışma boylarının birbirlerine yakın olmasını sağlamak amacıyla diş boyları 20-24 mm arasında olan dişler seçildi. Fakat klinik şartlara uygunluğu sağlamak amacıyla dişler dekorone edilmedi.

Yapılan çalışmalarda deney düzeneklerinin lastik örtü ile kapatılması ve operatörün çalışılan sahayı görmemesi gerektiği önerilmektedir [67,94]. Operatörün çalışılan sahayı görmesi, uygulayacağı basınçta farklılıklara ve deney gruplarının güvenilirliğinin bozulmasına sebebiyet verebilmektedir. Bundan dolayı çalışmamızda çiçekçi süngerinin üzerine ortası delinmiş bir lastik örtü yerleştirildi ve operatörün taşan sıvı miktarını görmesi engellendi.

Çalışmamızda tüm deney aşamalarının tek bir operatör tarafından gerçekleştirilmesi ve başka operatörler tarafından tekrarlanmayan ölçümlerin olması bu çalışmanın zayıf yönleri arasında yer alırken taşan irrigan miktarını ölçmek için  $10^{-4}$  g hassasiyette hassas terazi kullanılması çalışmanın güçlü taraflarından biri olarak kabul edilebilir.

Sonuç olarak, kök kanalı geometrisinin irrigan ekstrüzyonunu üzerine etkili olduğu ve iğne derinliği değişmeden kaldığında, kök kanal konikliğindeki artışın apikalden taşan irrigan miktarı ile ters orantılı olduğu bu in-vitro çalışma ile doğrulanmıştır.

## 6. SONUÇ VE ÖNERİLER

1. Deney gruplarını oluşturan tüm koniklik açılarında apikalden irrigan çıkışı gözlemlendi.
2. Apikalden taşan irrigan miktarı kök kanal konikliğindeki artışla birlikte azaldı.
3. Kök kanal konikliğindeki artış ile apikalden taşan irrigan miktarının azalması sadece iğne derinliği sabit kaldığı durumlarda gözlemlendi. Kök kanal konikliğinin artması ile iğnenin daha apikalde konumlandırılarak irrigasyon yapıldığı durumlarda ise artan konikliğe rağmen taşan irrigan miktarında azalma gözlemlendi.
4. Açık uçlu irrigasyon iğnesi kapalı uçlu yandan perfore irrigasyon iğnesine kıyasla daha fazla irrigan ekstrüzyonuna sebep oldu.
5. Kullanılan tüm iğneler içerisinde en güvenli olanının kapalı uçlu yandan perfore irrigasyon iğnesi olduğu görüldü.
6. Deney düzeneklerinin klinik ortam şartlarını daha iyi yansıtacak şekilde geliştirilmesi ekstrüzyon konusunda daha güvenilir veriler elde edilmesi açısından yararlı olacaktır.



**KAYNAKLAR**

1. Schilder H. Cleaning and shaping the root canal. Dent Clin North Am. 1974;18(2):269-96.
2. Cohen S, Burns RC. Cleaning and Shaping the Root Canal System, Pathways of the Pulp. 11 th Edition. Mosby; 2016.
3. Alaçam T. Endodonti II Baskı, Ankara: Barış Yayınları,2000.
4. Gu L, Kim JR, Ling J, Choi KK, Pashley DH, Tay FR. Review of contemporary irrigant agitation techniques and devices. J Endod. Haziran 2009;35(6):791-804.
5. Seltzer S, Naidorf IJ. Flare-ups in endodontics: I. Etiological factors. J Endod. Kasım 1985;11(11)472-8.
6. Siqueira JF. Microbial causes of endodontic flare-ups. Int Endod J. Temmuz 2003;36(7):453-63.
7. Brown DC, Moore BK, Brown CE, Newton CW. An in vitro study of apical extrusion of sodium hypochlorite during endodontic canal preparation. J Endod. Aralık 1995;21(12):587-91.
8. Peru M, Peru C, Mannocci F, Sherriff M, Buchanan LS, Pitt Ford TR. Hand and nickel-titanium root canal instrumentation performed by dental students: a micro-computed tomographic study. Eur J Dent Educ. Şubat 2006;10(1):52-9.
9. Tanalp J, Kaptan F, Sert S, Kayahan B, Bayırlı G. Quantitative evaluation of the amount of apically extruded debris using 3 different rotary instrumentation systems. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. Şubat 2006;101(2):250-7.
10. Ozgur Uyanık M, Cehreli ZC, Ozgen Mocan B, Tasman Daglı F. Comparative evaluation of three nickel-titanium instrumentation systems in human teeth using computed tomography. J Endod. Temmuz 2006;32(7):668-71.
11. Peters OA. Current challenges and concepts in the preparation of root canal systems: a review. J Endod. Ağustos 2004;30(8):559-67.
12. Chen JL, Messer HH. A comparison of stainless steel hand and rotary nickel-titanium instrumentation using a silicone impression technique. Aust Dent J. Mart 2002;47(1):12-20.
13. Grossman LI. Sterilization of infected root canals. J Am Dent Assoc. Ekim 1972;85(4):900-5.
14. Torabinejad M, Handysides R, Khademi AA, Bakland LK. Clinical implications of the smear layer in endodontics: a review. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. Aralık 2002;94(6):658-66.



15. Mohammadi Z. Sodium hypochlorite in endodontics: an update review. *Int Dent J*. Aralık 2008;58(6):329-41.
16. Senia ES, Marshall FJ, Rosen S. The solvent action of sodium hypochlorite on pulp tissue of extracted teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*. Ocak 1971;31(1):96-103.
17. Haapasalo HK, Sirén EK, Waltimo TM, Ørstavik D, Haapasalo MP. Inactivation of local root canal medicaments by dentine: an in vitro study. *Int Endod J*. Mart 2000;33(2):126-31.
18. Pashley DH, O'Meara JA, Williams EC, Kepler EE. Dentin permeability: effects of cavity varnishes and bases. *J Prosthet Dent*. Nisan 1985;53(4):511-6.
19. Ayhan H, Sultan N, Cirak M, Ruhi MZ, Bodur H. Antimicrobial effects of various endodontic irrigants on selected microorganisms. *Int Endod J*. Mart 1999;32(2):99-102.
20. Siqueira JF, Rôças IN, Favieri A, Lima KC. Chemomechanical reduction of the bacterial population in the root canal after instrumentation and irrigation with 1%, 2.5%, and 5.25% sodium hypochlorite. *J Endod*. Haziran 2000;26(6):331-4.
21. Hand RE, Smith ML, Harrison JW. Analysis of the effect of dilution on the necrotic tissue dissolution property of sodium hypochlorite. *J Endod*. Şubat 1978;4(2):60-4.
22. Johnson BR, Remeikis NA. Effective shelf-life of prepared sodium hypochlorite solution. *J Endod*. Ocak 1993;19(1):40-3.
23. Yesilsoy C, Whitaker E, Cleveland D, Phillips E, Trope M. Antimicrobial and toxic effects of established and potential root canal irrigants. *J Endod*. Ekim 1995;21(10):513-5.
24. Spangberg L, Engström B, Langeland K. Biologic effects of dental materials. 3. Toxicity and antimicrobial effect of endodontic antiseptics in vitro. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*. Aralık 1973;36(6):856-71.
25. Sim TP, Knowles JC, Ng YL, Shelton J, Gulabivala K. Effect of sodium hypochlorite on mechanical properties of dentine and tooth surface strain. *Int Endod J*. Mart 2001;34(2):120-32.
26. Marending M, Luder HU, Brunner TJ, Knecht S, Stark WJ, Zehnder M. Effect of sodium hypochlorite on human root dentine--mechanical, chemical and structural evaluation. *Int Endod J*. Ekim 2007;40(10):786-93.
27. Hülsmann M, Hahn W. Complications during root canal irrigation--literature review and case reports. *Int Endod J*. Mayıs 2000;33(3):186-93.
28. Ari H, Erdemir A, Belli S. Evaluation of the effect of endodontic irrigation solutions on the microhardness and the roughness of root canal dentin. *J Endod*. Kasım 2004;30(11):792-5.

29. Hülsmann M, Heckendorff M, Lennon A. Chelating agents in root canal treatment: mode of action and indications for their use. *Int Endod J.* Aralık 2003;36(12):810-30.
30. Serper A, Calt S. The demineralizing effects of EDTA at different concentrations and pH. *J Endod.* Temmuz 2002;28(7):501-2.
31. Demiray Kökçü G, Güral A, Altunkaynak B, Kayaoğlu G. Son yıkamada kullanılan %5 ve %17 EDTA çözeltilerinin smear tabaka ve debris uzaklaştırma etkinliklerinin ve dentin mikrosertliğine etkilerinin karşılaştırılması: in vitro çalışma. *Acta Odontologica Turcica.* 2016;33(2):63-8.
32. Calt S, Serper A. Time-dependent effects of EDTA on dentin structures. *J Endod.* Ocak 2002;28(1):17-9.
33. Young GR, Parashos P, Messer HH. The principles of techniques for cleaning root canals. *Aust Dent J.* Mart 2007;52[1 Suppl]:S52-63.
34. Haapasalo M, Shen Y, Qian W, Gao Y. Irrigation in endodontics. *Dent Clin North Am.* Nisan 2010;54(2):291-312.
35. Baumgartner JC, Mader CL. A scanning electron microscopic evaluation of four root canal irrigation regimens. *J Endod.* Nisan 1987;13(4):147-57.
36. Cengiz T, Aktener BO, Piskin B. Effect of dentinal tubule orientation on the removal of smear layer by root canal irrigants. A scanning electron microscopic study. *Int Endod J.* Mayıs 1990;23(3):163-71.
37. Abbott PV, Heijkoop PS, Cardaci SC, Hume WR, Heithersay GS. An SEM study of the effects of different irrigation sequences and ultrasonics. *Int Endod J.* Kasım 1991;24(6):308-16.
38. Cury JA, Bragotto C, Valdrighi L. The demineralizing efficiency of EDTA solutions on dentin. I. Influence of pH. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* Ekim 1981;52(4):446-8.
39. Sen BH, Wesselink PR, Türkün M. The smear layer: a phenomenon in root canal therapy. *Int Endod J.* Mayıs 1995;28(3):141-8.
40. O'Connell MS, Morgan LA, Beeler WJ, Baumgartner JC. A comparative study of smear layer removal using different salts of EDTA. *J Endod.* Aralık 2000;26(12):739-43.
41. Yoshida T, Shibata T, Shinohara T, Gomyo S, Sekine I. Clinical evaluation of the efficacy of EDTA solution as an endodontic irrigant. *J Endod.* Aralık 1995;21(12):592-3.
42. Harrison JW. Irrigation of the root canal system. *Dent Clin North Am.* Ekim 1984;28(4):797-808.
43. Bronnec F, Bouillaguet S, Machtou P. Ex vivo assessment of irrigant penetration and renewal during the final irrigation regimen. *Int Endod J.* Ağustos 2010;43(8):663-72.

44. Chow TW. Mechanical effectiveness of root canal irrigation. *J Endod.* Kasım 1983;9(11):475-9.
45. Sedgley CM, Nagel AC, Hall D, Applegate B. Influence of irrigant needle depth in removing bioluminescent bacteria inoculated into instrumented root canals using real-time imaging in vitro. *Int Endod J.* Şubat 2005;38(2):97-104.
46. van der Sluis LWM, Gambarini G, Wu MK, Wesselink PR. The influence of volume, type of irrigant and flushing method on removing artificially placed dentine debris from the apical root canal during passive ultrasonic irrigation. *Int Endod J.* Haziran 2006;39(6):472-6.
47. Ram Z. Effectiveness of root canal irrigation. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* Ağustos 1977;44(2):306-12.
48. Kahn FH, Rosenberg PA, Gliksberg J. An in vitro evaluation of the irrigating characteristics of ultrasonic and subsonic handpieces and irrigating needles and probes. *J Endod.* Mayıs 1995;21(5):277-80.
49. Mayer BE, Peters OA, Barbakow F. Effects of rotary instruments and ultrasonic irrigation on debris and smear layer scores: a scanning electron microscopic study. *Int Endod J.* Temmuz 2002;35(7):582-9.
50. van der Sluis LWM, Wu M-K, Wesselink PR. The efficacy of ultrasonic irrigation to remove artificially placed dentine debris from human root canals prepared using instruments of varying taper. *Int Endod J.* Ekim 2005;38(10):764-8.
51. Huang T-Y, Gulabivala K, Ng Y-L. A bio-molecular film ex-vivo model to evaluate the influence of canal dimensions and irrigation variables on the efficacy of irrigation. *Int Endod J.* Ocak 2008;41(1):60-71.
52. Tanalp J, Güngör T. Apical extrusion of debris: a literature review of an inherent occurrence during root canal treatment. *Int Endod J.* Mart 2014;47(3):211-21.
53. Chapman CE, Collee JG, Beagrie GS. A preliminary report on the correlation between apical infection and instrumentation in endodontics. *J Br Endod Soc.* Mart 1968;2(1):7-11.
54. Vande Visse JE, Brilliant JD. Effect of irrigation on the production of extruded material at the root apex during instrumentation. *J Endod.* Temmuz 1975;1(7):243-6.
55. Siqueira JF, Rôças IN. Polymerase chain reaction-based analysis of microorganisms associated with failed endodontic treatment. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* Ocak 2004;97(1):85-94.
56. Myers GL, Montgomery S. A comparison of weights of debris extruded apically by conventional filing and Canal Master techniques. *J Endod.* Haziran 1991;17(6):275-9.

57. Mitchell RP, Yang S-E, Baumgartner JC. Comparison of apical extrusion of NaOCl using the EndoVac or needle irrigation of root canals. *J Endod.* Şubat 2010;36(2):338-41.
58. Hachmeister DR, Schindler WG, Walker WA, Thomas DD. The sealing ability and retention characteristics of mineral trioxide aggregate in a model of apexification. *J Endod.* Mayıs 2002;28(5):386-90.
59. Boutsoukis C, Lambrianidis T, Kastrinakis E. Irrigant flow within a prepared root canal using various flow rates: a Computational Fluid Dynamics study. *Int Endod J.* Şubat 2009;42(2):144-55.
60. Altundasar E, Nagas E, Uyanik O, Serper A. Debris and irrigant extrusion potential of 2 rotary systems and irrigation needles. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* Ekim 2011;112(4):e31-35.
61. Psimma Z, Boutsoukis C, Kastrinakis E, Vasiliadis L. Effect of needle insertion depth and root canal curvature on irrigant extrusion ex vivo. *J Endod.* Nisan 2013;39(4):521-4.
62. George R, Walsh LJ. Apical extrusion of root canal irrigants when using Er:YAG and Er,Cr:YSGG lasers with optical fibers: an in vitro dye study. *J Endod.* Haziran 2008;34(6):706-8.
63. Chang JWW, Cheung AWT, Cheung GSP. Effect of root canal dimensions, injection rate, and needle design on the apical extrusion of an irrigant: an in vitro study. *J Investig Clin Dent.* Ağustos 2015;6(3):221-7.
64. Romualdo PC, de Oliveira KMH, Nemezio MA, Küchler EC, Silva RAB, Nelson-Filho P. Does apical negative pressure prevent the apical extrusion of debris and irrigant compared with conventional irrigation? A systematic review and meta-analysis. *Aust Endod J.* Aralık 2017;43(3):129-37.
65. Boutsoukis C, Psimma Z, Kastrinakis E. The effect of flow rate and agitation technique on irrigant extrusion ex vivo. *Int Endod J.* Mayıs 2014;47(5):487-96.
66. al-Omari MA, Dummer PM. Canal blockage and debris extrusion with eight preparation techniques. *J Endod.* Mart 1995;21(3):154-8.
67. Fairbourn DR, McWalter GM, Montgomery S. The effect of four preparation techniques on the amount of apically extruded debris. *J Endod.* Mart 1987;13(3):102-8.
68. Lambrianidis T, Tosounidou E, Tzoanopoulou M. The effect of maintaining apical patency on periapical extrusion. *J Endod.* Kasım 2001;27(11):696-8.
69. Tinaz AC, Alacam T, Uzun O, Maden M, Kayaoglu G. The effect of disruption of apical constriction on periapical extrusion. *J Endod.* Temmuz 2005;31(7):533-5.

70. Leonardi LE, Atlas DM, Raiden G. Apical extrusion of debris by manual and mechanical instrumentation. *Braz Dent J.* 2007;18(1):16-9.
71. Silva PB, Krolow AM, Pilownic KJ, Casarin RP, Lima RKP, Leonardo R de T, vd. Apical Extrusion of Debris and Irrigants Using Different Irrigation Needles. *Braz Dent J. Nisan* 2016;27(2):192-5.
72. Fukumoto Y. Intracanal aspiration technique for root canal irrigation: evaluation of smear layer removal. *Kokubyo Gakkai Zasshi. Mart* 2005;72(1):13-8.
73. Boutsoukis C, Verhaagen B, Versluis M, Kastrinakis E, Wesselink PR, van der Sluis LWM. Evaluation of irrigant flow in the root canal using different needle types by an unsteady computational fluid dynamics model. *J Endod. Mayıs* 2010;36(5):875-9.
74. Boutsoukis C, Gogos C, Verhaagen B, Versluis M, Kastrinakis E, Van der Sluis LWM. The effect of root canal taper on the irrigant flow: evaluation using an unsteady Computational Fluid Dynamics model. *Int Endod J. Ekim* 2010;43(10):909-16.
75. Schneider SW. A comparison of canal preparations in straight and curved root canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol. Ağustos* 1971;32(2):271-5.
76. Gu Y, Zhu Y, Du R, Li C. Study on the reliability of two methods for measurement of root canal curvatures. *Shanghai Kou Qiang Yi Xue. Nisan* 2003;12(2):103-5.
77. Topçuoğlu HS, Üstün Y, Akpek F, Aktı A, Topçuoğlu G. Effect of coronal flaring on apical extrusion of debris during root canal instrumentation using single-file systems. *Int Endod J. Eylül* 2016;49(9):884-9.
78. Borges ÁH, Pereira TM, Porto AN, de Araújo Estrela CR, Miranda Pedro FL, Aranha AMF, vd. The Influence of Cervical Preflaring on the Amount of Apically Extruded Debris after Root Canal Preparation Using Different Instrumentation Systems. *J Endod. Mart* 2016;42(3):465-9.
79. Psimma Z, Boutsoukis C, Vasiliadis L, Kastrinakis E. A new method for real-time quantification of irrigant extrusion during root canal irrigation ex vivo. *Int Endod J. Temmuz* 2013;46(7):619-31.
80. Boutsoukis C, Lambrianidis T, Verhaagen B, Versluis M, Kastrinakis E, Wesselink PR. The effect of needle-insertion depth on the irrigant flow in the root canal: evaluation using an unsteady computational fluid dynamics model. *J Endod. Ekim* 2010;36(10):1664-8.
81. Shen Y, Gao Y, Qian W, Ruse ND, Zhou X, Wu H, vd. Three-dimensional numeric simulation of root canal irrigant flow with different irrigation needles. *J Endod. Mayıs* 2010;36(5):884-9.
82. Lu Y, Wang R, Zhang L, Li HL, Zheng QH, Zhou XD, vd. Apically extruded debris and irrigant with two Ni-Ti systems and hand files when removing root fillings: a laboratory study. *Int Endod J. Aralık* 2013;46(12):1125-30.

83. Yücel O, Sarıçam E, Altunkaynak B, Kayaoğlu G. Comparison of two techniques for measuring apical irrigant extrusion: a methodological laboratory study. [abstract no: R159, p. 89], *Int Endod J.* 2016;49:37-116. *International Endodontic Journal.* 01 Ocak 2016;49(1):37-116.
84. Lee SJ, Lee CS, Strittmatter EJ. An in vitro comparison of root canal content extrusion using ultrasonic and hand instrumentation. *Endod Dent Traumatol.* Nisan 1991;7(2):65-8.
85. Kum KY, Spängberg L, Cha BY, Il-Young J, Msd null, Seung-Jong L, vd. Shaping ability of three ProFile rotary instrumentation techniques in simulated resin root canals. *J Endod.* Aralık 2000;26(12):719-23.
86. Salzgeber RM, Brilliant JD. An in vivo evaluation of the penetration of an irrigating solution in root canals. *J Endod.* Ekim 1977;3(10):394-8.
87. Reddy SA, Hicks ML. Apical extrusion of debris using two hand and two rotary instrumentation techniques. *J Endod.* Mart 1998;24(3):180-3.
88. Ferraz CC, Gomes NV, Gomes BP, Zaia AA, Teixeira FB, Souza-Filho FJ. Apical extrusion of debris and irrigants using two hand and three engine-driven instrumentation techniques. *Int Endod J.* Temmuz 2001;34(5):354-8.
89. Beeson TJ, Hartwell GR, Thornton JD, Gunsolley JC. Comparison of debris extruded apically in straight canals: conventional filing versus profile .04 Taper series 29. *J Endod.* Ocak 1998;24(1):18-22.
90. Williams CE, Reid JS, Sharkey SW, Saunders WP. In-vitro measurement of apically extruded irrigant in primary molars. *Int Endod J.* Temmuz 1995;28(4):221-5.
91. Camoes ICG, Salles MR, Fernando MVM, Freitas LF, Gomes CC. Relationship between the size of patency file and apical extrusion of sodium hypochlorite. *Indian J Dent Res.* Aralık 2009;20(4):426-30.
92. Uzunoglu E, Görduysus M. Apical extrusion of debris and irrigant using novel preparation systems. *J Contemp Dent Pract.* 01 Temmuz 2014;15(4):423-7.
93. De-Deus GA, Nogueira Leal Silva EJ, Moreira EJ, de Almeida Neves A, Belladonna FG, Tameirão M. Assessment of apically extruded debris produced by the self-adjusting file system. *J Endod.* Nisan 2014;40(4):526-9.
94. McKendry DJ. Comparison of balanced forces, endosonic, and step-back filing instrumentation techniques: quantification of extruded apical debris. *J Endod.* Ocak 1990;16(1):24-7.
95. Martin H, Cunningham WT. The effect of endosonic and hand manipulation on the amount of root canal material extruded. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* Haziran 1982;53(6):611-3.

96. Parirokh M, Jalali S, Haghdoost AA, Abbott PV. Comparison of the effect of various irrigants on apically extruded debris after root canal preparation. J Endod. Şubat 2012;38(2):196-9.





**EKLER**



## EK 1: Etik Kurul Karar Formu

Evrak Tarih ve Sayısı: 01/11/2018-E.41522



## KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU

ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	Prof. Dr. Güven KAYAOĞLU tarafından gönderilen "Kök Kanal Geometrisinin Apikalden İrrigan Ekstrüzyonuna Etkisi: İn Vitro" konulu çalışmanın kabulüne.
VARSA ARAŞTIRMANIN PROTOKOL KODU	

ETİK KURUL BİLGİLERİ	ETİK KURULUN ADI	Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu
	AÇIK ADRESİ:	Bişkek Caddesi 82. Sokak No:4 E Blok Zemin Kat Çankaya ANKARA
	TELEFON	0312 203 41 38
	FAKS	0312 203 41 39
	E-POSTA	disetikkurul@gazi.edu.tr

BAŞVURU BİLGİLERİ	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACI UNVANI/ADI/SOYADI	Prof. Dr. Güven KAYAOĞLU			
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ UZMANLIK ALANI	Gazi Üniv. Diş Hek. Fak. Endodonti Ana. Bil. Dalı Başk.			
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ BULUNDUĞU MERKEZ				
	VARSA İDARİ SORUMLU UNVANI/ADI/SOYADI				
	DESTEKLEYİCİ				
	PROJE YÜRÜTÜCÜSÜ UNVANI/ADI/SOYADI (TÜBİTAK vb. gibi kaynaklardan destek alanlar için)				
	DESTEKLEYİCİNİN YASAL TEMSİLCİSİ				
	ARAŞTIRMANIN FAZİ VE TÜRÜ	FAZ 1	<input type="checkbox"/>		
		FAZ 2	<input type="checkbox"/>		
		FAZ 3	<input type="checkbox"/>		
FAZ 4		<input type="checkbox"/>			
Gözlemsel ilaç çalışması		<input type="checkbox"/>			
Tıbbi cihaz klinik araştırması		<input type="checkbox"/>			
İn vitro tıbbi tanı cihazları ile yapılan performans değerlendirme çalışmaları		<input type="checkbox"/>			
İlaç dışı klinik araştırma	<input type="checkbox"/>				
	Diğer ise belirtiniz				
ARAŞTIRMAYA KATILAN MERKEZLER	TEK MERKEZ <input type="checkbox"/>	ÇOK MERKEZLİ <input type="checkbox"/>	ULUSAL <input type="checkbox"/>	ULUSLARARASI <input type="checkbox"/>	

Etik Kurul Başkanının  
Unvanı/Adı/Soyadı: Nur MÖLLAOĞLU  
İmza:

Not: Etik kurul başkanı, imzasının yer almadığı her sayfaya imza atmalıdır.

## KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU

ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	Prof. Dr. Güven KAYAOĞLU tarafından gönderilen "Kök Kanal Geometrisinin Apikalden İrrigan Ekstrüzyonuna Etkisi: İn Vitro" konulu çalışmanın kabulüne.
VARSA ARAŞTIRMANIN PROTOKOL KODU	

DEĞERLENDİRİLEN BELGELER	Belge Adı	Tarihi	Versiyon Numarası	Dili			
	ARAŞTIRMA PROTOKOLÜ			Türkçe <input type="checkbox"/>	İngilizce <input type="checkbox"/>	Diğer <input type="checkbox"/>	
	BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU			Türkçe <input type="checkbox"/>	İngilizce <input type="checkbox"/>	Diğer <input type="checkbox"/>	
	OLGU RAPOR FORMU			Türkçe <input type="checkbox"/>	İngilizce <input type="checkbox"/>	Diğer <input type="checkbox"/>	
	ARAŞTIRMA BROŞÜRÜ			Türkçe <input type="checkbox"/>	İngilizce <input type="checkbox"/>	Diğer <input type="checkbox"/>	
DEĞERLENDİRİLEN DİĞER BELGELER	Belge Adı	Açıklama					
	SİGORTA	<input type="checkbox"/>					
	ARAŞTIRMA BÜTÇESİ	<input type="checkbox"/>					
	BIYOLOJİK MATERYEL TRANSFER FORMU	<input type="checkbox"/>					
	İLAN	<input type="checkbox"/>					
	YILLIK BİLDİRİM	<input type="checkbox"/>					
	SONUÇ RAPORU	<input type="checkbox"/>					
	GÜVENLİLİK BİLDİRİMLERİ	<input type="checkbox"/>					
DİĞER:	<input type="checkbox"/>						
KARAR BİLGİLERİ	Karar No: GÜDHKAEK.18.8/6	Tarih: 01.11.2018					
	Yukarıda bilgileri verilen başvuru dosyası ile ilgili belgeler araştırmanın/çalışmanın gereke, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş ve uygun bulunmuş olup araştırmanın/çalışmanın başvuru dosyasında belirtilen merkezlerde gerçekleştirilmesinde etik ve bilimsel sakınca bulunmadığına toplantıya katılan etik kurul üye tam sayısının salt çoğunluğu ile karar verilmiştir. İlaç ve Biyolojik Ürünlerin Klinik Araştırmaları Hakkında Yönetmelik kapsamında yer alan araştırmalar/çalışmalar için Türkiye İlaç ve Tıbbi Cihaz Kurumu'ndan izin alınması gerekmektedir.						

KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU	
ETİK KURULUN ÇALIŞMA ESASI	İlaç ve Biyolojik Ürünlerin Klinik Araştırmaları Hakkında Yönetmelik, İyi Klinik Uygulamalar Kılavuzu
BAŞKANIN UNVANI / ADI / SOYADI:	Prof. Dr. Nur MOLLAOĞLU

Unvanı/Adı/Soyadı	Uzmanlık Alanı	Kurumu	Cinsiyet		Araştırma ile ilişki		Katılım *		İmza
Prof. Dr. Tayfun ALAÇAM	Endodonti	Gazi Ü. Diş Hekimliği Fakültesi	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Prof. Dr. Nur MOLLAOĞLU (Etik Kurul Başkanı)	Ağız, Diş ve Çene Cerrahisi	Gazi Ü. Diş Hekimliği Fakültesi	E <input type="checkbox"/>	K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Prof. Dr. Hülya ERTEN	Restoratif Diş Tedavisi	Gazi Ü. Diş Hekimliği Fakültesi	E <input type="checkbox"/>	K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	
Prof. Dr. Kahraman GÜNGÖR	Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi	Gazi Ü. Diş Hekimliği Fakültesi	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Prof. Dr. Burcu BALOŞ TUNCER	Ortodonti	Gazi Ü. Diş Hekimliği Fakültesi	E <input type="checkbox"/>	K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Prof. Dr. Şebnem GÜLEN	Fizyoloji	Ufuk Ü. Tıp Fakültesi	E <input type="checkbox"/>	K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Prof. Dr. Mesut Enes ODABAŞ	Pedodonti	Gazi Ü. Diş Hekimliği Fakültesi	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Prof. Dr. Orhan Mecit ULUDAĞ	Farmakoloji	Gazi Ü. Eczacılık Fakültesi	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Doç. Dr. Ferhan EĞİLMEZ (Bildirimlerden sorumlu)	Protetik Diş Tedavisi	Gazi Ü. Diş Hekimliği Fakültesi	E <input type="checkbox"/>	K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	

Etik Kurul Başkanının  
Unvanı/Adı/Soyadı: Nur MOLLAOĞLU  
İmza:

Not: Etik kurul başkanı, imzasının yer almadığı her sayfaya imza atmalıdır.

## KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU

ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	Prof. Dr. Güven KAYAOĞLU tarafından gönderilen "Kök Kanal Geometrisinin Apikalden İrrigan Ekstrüzyonuna Etkisi: İn Vitro" konulu çalışmanın kabulüne.
VARSA ARAŞTIRMANIN PROTOKOL KODU	

olan üye)									
Doç. Dr. Burcu ÖZDEMİR (Etik kurul başkan yardımcısı)	Periodontoloji	Gazi Ü. Diş Hekimliği Fakültesi	E <input type="checkbox"/>	K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Doç. Dr. Benay YILDIRIM	Oral Patoloji	Gazi Ü. Diş Hekimliği Fakültesi	E <input type="checkbox"/>	K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Uzm. Dr. Hakan TÜZÜN	Halk Sağlığı	Sağlık Bakanlığı	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Dr. Gökhan TÜRE	Özel Hukuk	Gazi Ü. Hukuk Fakültesi	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	
İlker YAVUZ	Fotoğraf Eğitmeni	-	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	

\*:Toplantıda Bulunma

Etik Kurul Başkanının  
Unvanı/Adı/Soyadı: Nur MOLLAOĞLU  
İmza:

Not: Etik kurul başkanı, imzasının yer almadığı her sayfaya imza atmalıdır.

## ÖZGEÇMİŞ

### Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : SERÇE, Büşra  
 Uyuğu : T.C.  
 Doğum tarihi ve yeri : 03/10/1990 Diyarbakır  
 Medeni hali : Bekar  
 Telefon : 0 [312] 203 41 24  
 e-posta : busrasercee@gmail.com

### Eğitim Derecesi Okul/Program Mezuniyet yılı

Uzmanlık Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği  
 Fakültesi/Endodonti  
 Anabilim Dalı

Lisans Gazi Üniversitesi/ Diş Hekimliği Fakültesi 2014

Lise Diyarbakır Anadolu Lisesi 2008

**İş Deneyimi, Yıl Çalıştığı Yer Görev**  
 2016- devam ediyor Gazi Üniversitesi Araştırma Görevlisi

### Yabancı Dili

İngilizce

### Bilimsel Çalışmalar

- Traumatic Occlusion (Deep bite) As Possible Reason of Endodontic Abscess: A Case Report. The 11th IFEA World Endodontic Congress Seul, Güney Kore, 2018.

- Ağız Dışı Sinüs Yolunun Teşhis Edilememiş Odontojenik Kaynağı: Olgu Bildirimi. TDB 24. Uluslararası Diş Hekimliği Kongresi Ankara, Türkiye.
- Pulpayı İçeren Eksternal Servikal Rezorpsiyona Multidisipliner Tedavi Yaklaşımı: Bir Vaka Raporu. 8. Uluslararası Endodonti Sempozyumu Adana, Türkiye.
- İdiyopatik İnternal Kök Rezorpsiyonlarının Tedavisi: İki Vaka Raporu. 8. Uluslararası Endodonti Sempozyumu Adana, Türkiye.





*GAZİLİ OLMAK AYRICALIKTIR..*

