

T.C.
VAN YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

**ENTEROCOCCUS FEACALIS'İN KÖK KANALLARINDAN
UZAKLAŞTIRILMASINDA ÜÇ FARKLI İRRİGAN AKTİVASYON
YÖNTEMİNİN ETKİNLİĞİ**

Dt. Ali ERDEMİR
ENDODONTİ ANABİLİM DALI
UZMANLIK TEZİ

DANIŞMAN
Dr. Öğr. Üyesi Özgür GENÇ ŞEN

VAN 2019

T.C.
VAN YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

**ENTEROCOCCUS FEACALİS'İN KÖK KANALLARINDAN
UZAKLAŞTIRILMASINDA ÜÇ FARKLI İRRİGAN AKTİVASYON
YÖNTEMİNİN ETKİNLİĞİ**

Dt. Ali ERDEMİR
ENDODONTİ ANABİLİM DALI
UZMANLIK TEZİ

DANIŞMAN
Dr. Öğr. Üyesi Özgür GENÇ ŞEN

Bu araştırma Yüzüncü Yıl Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon
Birimi tarafından TDH-2018-6813 nolu proje olarak desteklenmiştir.

VAN 2019

T.C.
VAN YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

**ENTEROCOCCUS FEACALİS'İN KÖK KANALLARINDAN
UZAKLAŞTIRILMASINDA ÜÇ FARKLI İRRİGAN AKTİVASYON
YÖNTEMİNİN ETKİNLİĞİ**

Dt. Ali ERDEMİR
ENDODONTİ ANABİLİM DALI
UZMANLIK TEZİ

İmza

Prof. Dr. Murat MADEN

Juri Başkanı

İmza

Dr. Öğr. Üyesi Özgür GENÇ ŞEN

Üye

İmza

Dr. Öğr. Üyesi Esin ÖZLEK

Üye

TEZ KABUL TARİHİ

14/06/2019

TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim boyunca benimle bilgisini, tecrübelerini paylaşan yaşadığım her zorlukta bana yardımcı olan sabrını ve sevgisini hep hissettiğim başta danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Özgür GENÇ ŞEN'e,

Eğitimime katkısı olan pratik bilgilerinden faydalandığım bölüm hocam Dr. Öğr. Üyesi Esin ÖZLEK'e,

Bu eğitim süresinde tanıştığım dostluğundan ve sohbetinden zevk aldığım Dr. Dt. Melih KAYA'ya

Berber çalışmaktan mutluluk duyduğum sevgili bölüm arkadaşlarım Dt. Elif AKKOL, Dt. Hüseyin GÜNDÜZ, Dt. Melike ÇAKIR KIRLI, Dt. Ahmet TAŞAN, Dt. Mehmet AKSAN, Dt. Gizem KADI, Dt. Selin Ecem ALTUNKILIÇ, Dt. Öznur ÖZTÜRK, Dt. Nesibe GÖKKAYA, Dt. Aycan DÖĞER, Dt. Yousuf SAED'e

Bu süreçte fakülte içinde ve dışında keyifli zamanlar geçirdiğim benimle beraber olan Dt. Önder CENGİZ, Dt. Cem TAŞKIN, Dr. Dt. Ahmetcan YILMAZ, Dr. Dt. Mert AKBAL, Dt. Damla AKBAL, Dt. Beyza KARADAĞ ve tüm diğer araştırma görevlisi arkadaşlarıma,

Hayatım boyunca benim yanımda olan sevgisini eksik etmeyen sevgili annem Serap ERDEMİR'e, babam meslektaşım Dt. Halil Gürhan ERDEMİR'e, ablam Alev DALKILIÇ'a

Sıkıntılarımı paylaştığım her derdimde yanımda olan çocukluk arkadaşım Emre ÖZKAHRAMAN'a

Bana hep desteğiyle güç veren hayatımı paylaşmaktan mutluluk duyduğum çok sevdiğim eşim Nesrin ERDEMİR'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
KABUL VE ONAY	III
TEŞEKKÜR	IV
İÇİNDEKİLER.....	V
SİMGELER VE KISALTMALAR	VII
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	VIII
TABLolar LİSTESİ	IX
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER.....	3
2.1. Kök Kanal Enfeksiyonlarının Mikrobiyolojisi.....	3
2.1.1. Endodontik Mikrobiyota.....	3
2.1.2. Biyofilm.....	4
2.1.3. Enterococcus feacalis ve Endodontideki Önemi	5
2.1.4. Koloni Sayımı Temeline Dayalı Bakteri Sayma Yöntemleri	7
2.1.4.1. Dökme Plak Yöntemi	7
2.1.4.2. Plak Yüzeyine Damlatma ve Yayma Yöntemi İle Bakteri Sayımı	7
2.1.4.3. Ölçülü Öze İle Plak Yüzeyine Yayararak Bakteri Sayma Yöntemi	7
2.2. Kök Kanallarının İrrigasyonu.....	8
2.2.1. Kök Kanal İrriğanları.....	8
2.2.1.1. Sodyum Hipoklorit (NaOCl).....	8
2.4.1.1.1. Sodyum Hipokloritin Etki Mekanizması	9
2.4.1.1.2. Sodyum Hipokloritin Etkinliğinin Arttırılması	9
2.2.1.2. EDTA	11
2.2.1.3. Klorheksidin	12
2.3. Kök Kanal Tedavisinde İrriğan Aktivasyon Yöntemleri	13
2.3.1. İğne veya Kanüllerle Yapılan Şırınga İrrigasyonu	13
2.3.2. Manuel veya Döner Aletler İle Kullanılan Fırçalar	13
2.3.3. Manuel Dinamik İrrigasyon	13

2.3.4. İrrigasyon Altındaki Döner Alet Sistemleri.....	14
2.3.5. Sonik Cihazlar	14
2.3.6. Ultrasonik Cihazlar	14
2.3.6.1. Ultrasonik İrrigasyon (UI).....	15
2.3.6.2. Pasif Ultrasonik İrrigasyon (PUI)	15
2.3.7. Ardışık Düzenli Basınç Oluşturan Sistemler	17
2.3.8. Lazer Aktive İrrigasyon (LAI).....	17
2.3.9. Xp-endo Finisher	18
3. GEREÇ VE YÖNTEM.....	20
3.1. Örneklerin Hazırlanması.....	20
3.2. Örneklerin Sterilizasyonu	22
3.3. Çalışma İçin E.feacalis Temin Edilmesi.....	23
3.4. Örneklerin Gruplara Ayrılması.....	23
3.5. Örneklerin Kontamine Edilmesi.....	24
3.6. Dezenfeksiyon Öncesi Örneklerin Toplanması ve Besiyerine Ekimi	25
3.7. Gruplara Dezenfeksiyon İşlemlerinin Uygulanması	26
3.8. Dezenfeksiyon Sonrası Toplanan Örneklerin Besiyerine Ekimi ve Koloni Sayımı.....	29
3.9. Oluşturulan Biyofilmin SEM Analizi.....	30
3.10. İstatistiksel Analiz	32
4. BULGULAR	33
5. TARTIŞMA VE SONUÇ.....	38
ÖZET	47
ABSTRACT	48
KAYNAKLAR.....	49
ÖZGEÇMİŞ.....	64

SİMGELER VE KISALTMALAR

ATCC	: Amerikan Tıp Kültür Koleksiyonu
Ace	: Asetilkolinesteraz
ark.	: Arkadaşları
atm	: Atmosfer
Cfu/ml	: Mililitredeki koloni sayısı
dk	: Dakika
EDTA	: Etilendiamin Tetra Asetik Asit
HClO	: Hipokloröz asit
Hz	: Hertz
ISO	: Uluslararası Standardizasyon Birliği
kHz	: Kilo Hertz
mm	: Milimetre
mJ	: Milijoule
ml	: Mililitre
NaCl	: Sodyum klorür
NaOCl	: Sodyum Hipoklorit
N/m ²	: Newton bölü metrekaare
Nm	: Nanometre
OH	: Hidroksit
pH	: Asitlik derecesi
PCR	: Polimeraz Zincir Reaksiyonu
Rpm	: Dakikadaki Devir Sayısı
SEM	: Taramalı Elektron Mikroskobu
Sn	: Saniye
W	: Watt
µm	: Mikrometre
%	: Yüzde
°C	: Santigrat derece
µl	: Mikrolitre
#	: Numara

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 1. Preparasyonda kullanılan döner eğeler.....	21
Şekil 2. Dişlerin apekslerinin kompozitle kapatılması	21
Şekil 3. Silikon ölçü içerisine gömülmüş örnek diş	22
Şekil 4. Poşetlenerek sterilizasyona hazırlanan örnekler.....	22
Şekil 5. Hazırlanan bakteri (<i>E. feacalis</i>) süspansiyonu	23
Şekil 6. İşlemlerin yapıldığı sınıf 2 güvenlik kabini	24
Şekil 7. Kök kanallarına <i>E. feacalis</i> ekilmesi.....	25
Şekil 8. Örneklerin koyulduğu inkübatör	25
Şekil 9. Ultrasonik cihaz.....	27
Şekil 10. Xp-endo Finisher.....	27
Şekil 11. Lazer parametreleri	28
Şekil 12. Lazer ucu RFT-2	28
Şekil 13. Beyin-kalp infüzyon besiyerlerinde oluşan koloniler	29
Şekil 14. Tüm işlemler sonrası beyin-kalp infüzyon besiyerleri.....	30
Şekil 15. Kök kanalında <i>E. feacalis</i> kolonizasyonu (8000x büyütme).....	31
Şekil 16. Kök kanalında <i>E. feacalis</i> kolonizasyonu (16 000x büyütme).....	31
Şekil 17. S1 ölçümlerinden elde edilen <i>E. feacalis</i> miktarlarının (Cfu/ml) ortalamasını gösteren grafik	34
Şekil 18. S2 ölçümlerinden elde edilen <i>E. feacalis</i> miktarlarının (Cfu/ml) ortalamasını gösteren grafik	35
Şekil 19. S1-S2 arasındaki yüzdesel bakteriyel azalmanın ortalamasını gösteren grafik.....	36

TABLULAR LİSTESİ

Tablo	Sayfa
Tablo 1. S1 ölçümlerinden elde edilen <i>E. fecalis</i> miktarlarının (Cfu/ml) minimum, maksimum, ortalama ve p değerleri.....	33
Tablo 2. S2 ölçümlerinden elde edilen <i>E. fecalis</i> miktarlarının (Cfu/ml) minimum, maksimum, ortalama ve p değerleri.....	34
Tablo 3. Dezenfeksiyon işlemleri sonrası S1-S2 ölçümleri arasında mikrobiyal azalmanın minimum, maksimum, standart sapmaları, % olarak ortalamaları ve p değeri.....	35

1. GİRİŞ

Endodontik enfeksiyonun tedavisinde, kanal içi mikroorganizma popülasyonunun tamamen yok edilmesi ya da en azından fizyolojisinin bozularak periapikal doku iyileşmesini engellemeyecek düzeye indirilmesi, temel basamaklardan birini oluşturmaktadır. Kemomekanik preparasyona rağmen elimine edilemeyen mikroorganizmaların zamanla çoğalıp tedavi başarısızlığına yol açtığı bilinmekte (Siqueira ve Rôças, 2008; Sundqvist ve ark., 1998), bu da dezenfeksiyon etkinliğini artırma arayışlarının devam etmesine sebep olmaktadır.

Sodyum hipoklorit, geniş antimikrobiyal spektrumu ve üstün doku eritme yeteneği sebebiyle rutin endodonti pratiğinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Bununla birlikte, NaOCl'nin etkinliğini gösterebilmesi için bakteriyle direkt temasa geçmesi gerekmekte ve geleneksel yöntemle kanala enjekte edildiğinde ise kök kanal sistemindeki istmuslar, ramifikasyonlar, lateral/aksesuar kanallar ve dentin tübüllerinin içerisine yeterince penetre olamamaktadır (Berutti ve ark., 1997; Zou ve ark., 2010). Bazı dirençli mikroorganizmalar, (özellikle de dentin tübülleri içerisinde 500 µm'den daha derinlere yerleştiği bilinen *Enterococcus faecalis*) bu ulaşılması zor bölgelerde yaşamlarını yıllarca sürdürerek iyileşmeyen periapikal enfeksiyonlara sebep olabilmektedir. Her ne kadar yüksek konsantrasyonlarda NaOCl kullanımı, solüsyonun etkinliği ve penetrasyonunu bir miktar artırsa da tübüllerde tam bir eliminasyon sağlanamayacağı bildirilmiştir (Wong ve Cheung, 2014). Ayrıca, NaOCl'nin periapikal dokuya ekstrüzyon ihtimali ve oluşabilecek ciddi komplikasyonlar da göz önüne alındığında düşük konsantrasyonların etkinliğini artırma yolunu seçmek daha güvenli görünmektedir. Geçmişten günümüze, NaOCl'nin kök kanal sisteminde daha geniş alan ve derinliklere ulaşmasını sağlamak amacıyla, manuel dinamik irrigasyon, sonik irrigasyon, pasif ultrasonik irrigasyon ve lazerle aktivasyon gibi pek çok ajitasyon yöntemi kullanılmış, bu ve benzeri yöntemler farklı başarı oranlarıyla literatürde yerini almıştır (Gu ve ark., 2009).

Bu tez çalışmasında, düşük konsantrasyondaki NaOCl'nin geleneksel iğne irrigasyonu, pasif ultrasonik irrigasyon, XP-endo finisher ve lazer aktivasyonu

kullanılmasının kanal içi *E. feacalis* eliminasyonu üzerindeki etkinliğinin karşılaştırılması amaçlanmıştır.



2. GENEL BİLGİLER

2.1. Kök Kanal Enfeksiyonlarının Mikrobiyolojisi

2.1.1. Endodontik Mikrobiyota

Mikroorganizmalar genellikle derin bir çürüğün pulpaya açılması sonucu ya da restorasyonların marjinlerinden sızmalarıyla pulpaya ulaşırlar (Love ve Jenkinson, 2002). Kök kanalındaki mikroflora, pulpanın ağız ortamına açık ya da kapalı olmasına göre değişkenlik göstermektedir. Pulpası ağız ortamına açık olan kök kanallarında aerob bakteriler gözlenirken, ağız ortamına kapalı kök kanallarında anaerob bakterilerin baskın olduğu görülmüştür (Ando ve Hoshino, 1990).

Kök kanal enfeksiyonlarının polimikrobiyal yapıda olduğu gösterilmiştir. Primer endodontik enfeksiyon varlığında kanal mikroflorası çoğunlukla anaerob mikroorganizmalardan oluşur. Ancak anaeroblar pulpal ve periodontal hastalıkların etiolojisinde ikincil patojenler olup, sebep oldukları enfeksiyonlar daha önceden aerobların ve fakültatif anaerobların yaptıkları enfeksiyonu takiben nekrotik dokuda, kan dolaşımının bozulduğu derin dokularda gelişir (Baumgartner ve ark., 1999).

Streptococcus, *Fusobacterium*, *Porphyromonas*, *Peptostreptococcus*, *Eubacterium*, *Prevotella*, *Lactobacillus* ve *Bacteroides* türleri sıklıkla kök kanallarından izole edilen bakterilerdir (Drucker ve ark., 1997). Yeni geliştirilen teknikler sayesinde kök kanallarında *Tannerella forsythensis* (Siqueira ve Rôças, 2003a), *Treponema denticola* (J. F. Siqueira ve ark., 2001) ve *Dialister pneumosintes* (Siqueira ve Rôças, 2003b) gibi yeni türler de tespit edilmiştir.

Kök kanal tedavisi başarısızlıkla sonuçlanmış olan apikal periodontitisli dişlerde ise ekolojik ortam değişmekte ve *E. faecalis* çoğunlukla saf suş olarak bulunabildiği gibi streptokoklarla, laktobasillerle, diğer fakültatif bakterilerle ve aynı zamanda anaerobik bakteriler ile beraber de gözlenmektedir. Gram negatif enterik çomaklar ve mantarlar ise sadece başarısız endodontik tedavili dişlerden izole edilmiştir. (Molander ve ark., 1998; Peciulienė ve ark., 2000; Rôças ve ark., 2004a; Siqueira ve Rôças, 2004).

Apikal periodontitisli vakaların % 50-80'inde mikroorganizmaların dentine invaze olduğu gösterilmiştir (Markus Haapasalo ve ark., 2005; Orstavik ve Haapasalo, 1990; L. B. Peters ve ark., 2001). İnvaze olan mikroorganizmaların büyük bir çoğunluğu gram pozitif fakültatif mikroorganizmalar, anaerobik koklar ve çomaklar olduğu, gram negatif türlerin ise daha az sıklıkta invaze olduğu bildirilmektedir (Ando ve Hoshino, 1990; Markus Haapasalo ve ark., 2005; Matsuo ve ark., 2003). Mikroorganizmaların invazyonu; bakterinin boyutuna, adezyon yeteneğine, cinsine, tübüllerin lümen çapına göre değişkenlik göstermektedir. Dentin tübüllerinin lümen çapının azalmasıyla, tübüllere bakteri penetrasyonu zorlaşmaktadır (Kakoli ve ark., 2009).

2.1.2. Biyofilm

Biyofilmin en yeni tanımı; mikroorganizmalar tarafından meydana getirilen, mikroorganizmaların herhangi bir yüzeye, ara yüzeye veya birbirlerine yapışmalarını sağlayan ve büyüme oranları ile gen transkripsiyonuna bağlı olarak farklı fenotip gösterebilen ve oluşturan, mikroorganizmaların içinde gömülü olarak bulunduğu ekstraselüler polimerik maddeden oluşmuş bir matrikstir (Donlan ve Costerton, 2002).

Biyofilm, şu dört temel kriteri sağlayan bir topluluk olarak düşünülmektedir (Caldwell ve ark., 1997):

- Çoğunluğu kendi kendilerini organize edebilme özelliğine sahiptirler.
- Çevresel düzensizliklere dirençlidirler.
- Kolonize olduklarında planktonik formda olduklarından daha etkilidirler.
- Çevresel değişikliklere karşı genellikle tek başına değil, birlikte karşılık verirler.

Biyofilm oluşumunun en erken safhası planktonik safhadaki makromoleküllerin yüzeye absorpsiyonu ve bunun sonucunda da koşullandırıcı tabakanın oluşumunu içermektedir. İkinci aşama mikroorganizmaların adezyonunu, kohezyonunu, polimer üretimi yoluyla güçlendirilen tutunmasını ve yüzey hücre yapılarının yayılmasını içerir. Üçüncü aşama ise yapısal olarak organize olmuş karışık mikrobiyal toplulukla sonuçlanan, tutunan mikroorganizmaların çoğalmasını ve metabolizmasını içermektedir (Svensater ve Bergeholtz, 2004).

2.1.3. Enterococcus faecalis ve Endodontideki Önemi

Enterococcus faecalis, çapı 0.5-1 mikron arasında olan sporsuz, kapsüllü veya kapsülsüz, Gram-pozitif, fakültatif, anaerop bir bakteridir (Rôças ve ark., 2004). Günümüzde ATCC (Amerikan Tıp Kültür Koleksiyonu) koleksiyonu, 69 tane *E. faecalis* suşu bildirmiştir (Stuart ve ark., 2006). *E. faecalis*, arabinoz negatiftir ve bazı atipik varyantlar hariç, pirüvatı kullanabilmekte ve de telluriti tolere edebilmektedir (Facklam ve ark., 2002; Teixeira ve Merquior, 2013). *E. faecalis*'lerin 1/3'ü tavşan, insan ve at kanı içeren agarda beta-hemoliz oluşturabilir fakat koyun kanlı agarında hemoliz yapmazlar (Fisher ve Phillips, 2009). Bakteriyemi, bakteriyel menenjit, subakut endokardit ve üriner sistem enfeksiyonlarına yol açabilirler (Stuart ve ark., 2006).

E. faecalis litik enzimlere, sitolizine, agregasyon maddelerine, feromonlara ve lipoteikoik asit gibi belirli virülans faktörlerine sahiptir. Konakçı hücrelere yapıştığı, diğer bakterilerle rekabet etmesini sağlayan proteinleri ürettiği ve konakçı yanıtlarını değiştirdiği gösterilmiştir. *E. faecalis*, lenfositlerin etkisini de baskılayarak endodontik başarısızlığa yol açabilir (Rôças ve ark., 2004b). *E. faecalis*, çeşitli virülans faktörlerine sahip olmasının yanında, bu virülans özelliklerini türler arasında paylaşarak, onların da hayatta kalmasına ve hastalığa neden olmasına katkıda bulunur (Stuart ve ark., 2006).

E. faecalis'in patojenitesi virülans faktörlerinden çok, hayatta kalma ve kök kanallarında bir patojen olarak devam etme yeteneğine dayanır (Rôças ve ark., 2004b). Yaygın genetik polimorfizmler sergilediği gösterilmiştir. Serin proteaz, jelatinaz ve kolin bağlama proteinine (Ace) sahiptir ve bu da dentine bağlanmasına yardımcı olur. Dentin tübüllerine penetre olup yaşayabilecek kadar küçüktür. Yeterli bir beslenme kaynağı sağlanana kadar uzun süreli açlıklara dayanabilir. Aç kalmış hücreler fırsat bulduklarında, besin kaynağı olarak serumu kullanarak kendilerini toparlayabilirler. Alveolar kemikten ve periodontal ligaman kaynaklı serum, *E. faecalis*'in tip I kollajene bağlanmasına yardımcı olur (Figdor ve ark., 2003; Hubble ve ark., 2003; Sedgley ve ark., 2004).

Dentin tübüllerinde *E. faecalis*'in 10 güne kadar kalsiyum hidroksite direnç gösterdiği bildirilmiştir (Orstavik ve Haapasalo, 1990). *E. faecalis*, biofilm oluşturarak

oluşturmayan bakterilere nazaran fagositoza, antikörlara ve antimikrobiyallere 1000 kat daha fazla direnç gösterebilmektedir (Distel ve ark., 2002).

Yaygın olarak kullanılan kanal içi medikaman olan kalsiyum hidroksitin, özellikle yüksek pH sağlanamadığında *E. faecalis*'in eliminasyonunda etkisiz olduğu gösterilmiştir (Y. Lin ve ark., 2003; McHugh ve ark., 2004) . *E. faecalis*'in kalsiyum hidroksitin etkisinden nasıl kurtulduğu ise şöyle özetlenebilir:

E. faecalis pH dengesini korur. Bu, hücre zarına nüfuz eden iyonların yanı sıra sitoplazmanın tampon kapasitesinin bir sonucu olarak ortaya çıkar.

E. faecalis, pH dengesini sürdürmek için destek sağlayan bir proton pompasına sahiptir. Bu da, iç pH'ı düşürmek için hücreye protonların pompalanmasıyla gerçekleşir.

E. faecalis 11.5 veya daha yüksek bir pH değerinde, hayatta kalamaz. Bununla birlikte, dentinin tamponlama kapasitesinden dolayı, mevcut kalsiyum hidroksit kullanım teknikleri ile dentin tübüllerinde 11.5'lik bir pH'ın korunması pek olası değildir (McHugh ve ark., 2004).

Dentin matriksi, tip-I kollajen, hidroksiapatit ve serum dahil olmak üzere dentinin çeşitli bileşenleri, kalsiyum hidroksit medikasyonu ile elde edilen yüksek pH'ın korunamamasına neden olurlar (M. Haapasalo ve Orstavik, 1987; Tronstad ve ark., 1981).

E. faecalis, ağız florasının normal bir sakiniştir. Ağızdan alınan çalkalama örneklerinde hiç endodontik tedavi almayan hastalara kıyasla endodontik tedavi gören ve görmekte olan hastaların örneklerinde daha fazla *E. faecalis* ile karşılaşmıştır (Sedgley ve ark., 2004). *E. faecalis*, primer endodontik enfeksiyonlar ve inatçı enfeksiyonlar dahil olmak üzere farklı periradiküler enfeksiyonlarla ilişkilendirilmiştir (Rôças ve ark., 2004b). *E. faecalis*, kronik perirapikal lezyonlarda, akut periapikal periodontitis veya akut periapikal apselere oranla belirgin olarak daha sık görülür. *E. faecalis* primer endodontik enfeksiyonların % 4 ila % 40'ında bulunur (Rôças ve ark., 2004b). İnatçı periapikal lezyonlarda *E. Faecalis* bulunma sıklığının çok daha yüksek olduğu gösterilmiştir. Aslında, başarısız olmuş kök kanalı tedavisi vakalarının primer endodontik enfeksiyonlara göre *E. faecalis* kaynaklı olma olasılığı dokuz kat daha

fazladır (Rôças ve ark., 2004b). *E. feacalis*'in periapikal lezyonlara sahip kök kanal tedavili dişlerde % 24 ila % 77 arasında değişen oranlarda bulunduğu gösterilmiştir. (Engström ve B., 1964; Gomes ve ark., 2004; Hancock ve ark., 2001; Molander ve ark., 1998; Rôças ve ark., 2004a).

2.1.4. Koloni Sayımı Temeline Dayalı Bakteri Sayma Yöntemleri

2.1.4.1. Dökme Plak Yöntemi

Bu yöntemde, yeterli miktarda seyreltilmiş olan sıvı örnekteki bakterinin, katı muhteviyattaki besiyerlerine ekildikten sonra üremesiyle oluşturduğu kolonilerin sayılması ve sonrasında bu sayıdan inceleme örneğindeki bakteri sayısı hesaplanmaktadır (Serter 1997).

2.1.4.2. Plak Yüzeyine Damlatma ve Yayma Yöntemi İle Bakteri Sayımı

Plak yüzeyinde üreyebilen bakteriler için kullanılır. Bu teknikte, inceleme örneğinin belirli sulandırmalarından alınan küçük hacimler, plaktaki besiyeri üzerine damlatılıp yayılmakta ve inkübasyonunu takiben koloniler sayılmaktadır. Hacim ve sulandırma oranına göre yeniden bir hesaplama yapıp 1 ml örnekteki bakteri sayısı belirlenmektedir. Sulandırma yapılacak tüplerin üzerine sulandırma oranları yazılır. Örnekten 1 ml alınarak 9 ml sulandırıcı içeren tüpe koyulur. Yeni pipet alınarak bu tüpten alınan 1 ml'lik örnek ikinci 9 ml sulandırıcı içine aktarılır ve bu şekilde gerekli miktarda 10 kat seri dilüsyonlar yapılır. Son dilüsyon yapılan tüpten örnek alınarak besiyerine ekilir. 24-48 saat sonra koloniler sayılır. (Bilgehan,2004).

2.1.4.3. Ölçülü Öze İle Plak Yüzeyine Yayararak Bakteri Sayma Yöntemi

Öze yakılıp soğutulduktan sonra dik olarak ependorf tüpün içine yerleştirilir. Plak besiyerinin yüzeyine çap boyunca bir çizgi ekimi yapılır. Daha sonra aynı çizgi zikzak çizerek tüm yüzeye yayılır. Aynı ekimler hem 0.01 hem de 0.001 ml'lik özeler ile ve her birisinden ikişer plak olacak şekilde yapılır. Plaklar 33-37 derecede 18-48 saat inkübe edilir. Aynı çaptaki öze ile yapılmış iki plakta oluşmuş koloniler sayılır. Toplam ikiye bölünerek ortalaması alınır. Bu sayı 0.01 ml'lik öze kullanılmış ise 100 ile 0.001

ml'lik öze kullanılmış ise 1000 ile çarpılarak 1 ml solüsyondaki mikroorganizma sayısı bulunur (Bilgehan,2004).

2.2. Kök Kanallarının İrrigasyonu

İrrigasyonun endodontide amaçları mekanik, kimyasal ve biyolojiktir. İrrigasyonun mekanik ve kimyasal amaçlarını:

- Debrislerin uzaklaştırılması
- Kök kanalının kayganlaştırılması
- Organik ve inorganik dokunun çözülmesi
- Preparasyon sırasında veya daha sonra oluşacak smear tabakasının uzaklaştırılması

şeklinde özetleyebiliriz (Basrani ve Haapasalo, 2012). Mekanik etkinliği irriganın kök kanal sistemi boyunca oluşturduğu akım gücüne bağlıdır. Kimyasal etkinliği ise irriganın konsantrasyonu, yüzey teması ve enfekte dokulara temas süresi ile doğru orantılıdır. Endodontik dezenfeksiyonun nihai verimi, kimyasal ve mekanik etkinliğe bağlıdır (Gulabivala ve ark., 2005).

İrrigasyonun biyolojik fonksiyonu solüsyonun antimikrobiyal etkisiyle ilişkilidir. Genel olarak bir irriganda aranan mikrobiyolojik özellikler şu şekilde sıralanabilir:

- Geniş spektrumlu antibakteriyel özellik göstermeli
- Endotoksinleri inaktive etmeli
- Vital dokularla temasında toksik olmamalı
- Anafilaktik reaksiyonu yol açmamalıdır (Basrani ve Haapasalo, 2012).

2.2.1. Kök Kanal İrriganları

2.2.1.1. Sodyum Hipoklorit (NaOCl)

19. yüzyılın sonlarından itibaren dezenfektan olarak yaygın bir şekilde kullanılan sodyum hipoklorit, Henry Drysdale Dakin tarafından I. Dünya Savaşı sırasında % 1'lik sodyum hipoklorit ile enfekte yaraları yıkaması ile kullanım alanı daha da genişlemiştir (Zehnder, 2006). Endodontide kullanımı ilk kez Coolidge tarafından önerilen NaOCl (Coolidge, 1919); antimikrobiyal özelliği, iyi bir doku

çözücü olması, kayganlaştırıcı etkisi, kolay bulunması ve ucuz olması nedeniyle en çok kullanılan yıkama solüsyonudur (Alaçam, 2000).

2.2.1.1.1. Sodyum Hipokloritin Etki Mekanizması

NaOCl güçlü bir bazdır (pH > 11). NaOCl doku proteinlerine temas ettiğinde, kısa bir süre içinde azot, formaldehit ve asetaldehit oluşur. Proteinleri çözmek için peptit bağlarını koparır. Klor suda çözünür ve organik madde ile temas halindeyken hipokloröz asit (HClO) oluşturur. HClO, aminoasitlerin bozulmasına ve hidrolizine sebep olur.

Serbest klor ve amin grupları arasındaki kloraminasyon reaksiyonu ile meydana gelen kloramin, bakteri hücreesindeki önemli enzimlerin sülfidril gruplarında geri dönüşümsüz oksidasyona neden olarak hücrenin metabolik fonksiyonlarını bozması ile antimikrobiyal etkinlik sağlar. Yüksek pH'a bağlı olarak hidroksil iyonları (OH) ise hücre membranının fosfolipit yapısını bozarak membran bütünlüğünü bozar. Sodyum hipoklorit, yağ asitlerini sabun ve alkole indirgeyerek geri kalan solüsyonun yüzey gerilimini düşürücü etki yapar (Estrela ve ark., 2002).

2.2.1.1.2. Sodyum Hipokloritin Etkinliğinin Arttırılması

a) Solüsyonun Isıtılması

Sıcaklığın artırılması NaOCl'nin antimikrobiyal etki ve nekrotik doku eritici özelliklerini arttırmaktadır. Sıcaklığın doku çözme üzerine etkisinin incelendiği bir çalışmada 45 °C'de % 1'lik NaOCl ile 20 °C'de % 5.25'lik NaOCl'nin pulpa çözme miktarları benzer bulunmuştur (Sirtes ve ark., 2005). Cuningham ve Joseph (1980), NaOCl'nin ısısının oda sıcaklığından vücut sıcaklığına çıkartılmasının doku eritici özelliğini önemli seviyede arttırdığını bulmuşlardır. Aynı araştırmacılar NaOCl'nin farklı sıcaklıklarda bakterileri elimine etme yeteneğini karşılaştırmışlar, *E. Coli* seviyesinin kulture edilebilir seviyenin altına düşürmede, % 2,6 ve % 5,25'lik NaOCl'nin 37 ° C'lik sıcaklıkta *E. coli*'yi 20 ° C'deki sıcaklığa göre daha hızlı elimine ettiğini bulmuşlardır. Bununla birlikte NaOCl sıcaklığının 50 ° C'ye yükseltilmesinin, kök kanal temizliğini arttırmadığı da bildirilmiştir. Berutti ve ark. (1997), daha yüksek

sıcaklıkta (50 ° C) kök kanal duvarında ince, daha az organize ve daha az yapışkan bir smear tabaka gözlemlenmiştir.

Yukarıdaki çalışmalardan, NaOCl'nin sıcaklığının artırılmasının, solüsyonun etkinliğinin artırılmasında bazı yararları olabileceği anlaşılmaktadır. Bununla beraber vücut sıcaklığından birkaç derece daha fazla yüksek sıcaklıklar periodontal ligament hücreleri üzerinde tahribat yapabilmektedir (Sum ve ark., 2005).

b) Solüsyonun Ajitasyonu

Kök kanal anatomisinin karmaşıklığı ve enstrümantasyon kısıtlamaları nedeniyle irrigasyon önemi artmış ve irrigasyonu daha etkili bir hale getirebilmek için çeşitli aktivasyon yöntemleri geliştirilmiştir. Prepare edilemeyen alanlardan dentin debrislerini bu yolla uzaklaştırmak mümkün görünmektedir (Jiang ve ark., 2010). Kök kanal preparasyonunu takiben iğneyle yapılan final irrigasyon klinikte en çok kullanılan yöntemdir. Bunun dışında master kon ile yapılan manuel dinamik aktivasyon, sonik ultrasonik sistemler ve lazer aktivasyonu gibi irrigasyonu etkinleştirmek için kullanılan çeşitli yöntemler vardır (Jiang ve ark., 2012). Moorer ve Wesselink (1982), NaOCl çözeltilerinin mekanik ajitasyonunun doku çözünmesi üzerindeki etkisinin çok önemli olduğunu ve ultrasonik aktivasyonun oluşturduğu şiddetli sıvı akışı ve makaslama kuvvetlerinin NaOCl'nin doku çözme yeteneği üzerinde büyük etkisi olduğunu vurgulamıştır.

Stojicic ve ark.'nın (2010) yaptıkları bir çalışmada, konsantrasyon, sıcaklık ve ajitasyonun NaOCl'nin doku çözme yeteneği üzerindeki etkileri değerlendirilmiş ve karşılaştırılmıştır. Sonuçlar, doku çözme yeteneğinin sodyum hipoklorit konsantrasyonu ile neredeyse doğrusal olarak arttığını göstermiştir. Solüsyonun ısıtılması ve ajitasyon, sodyum hipokloritin etkinliğini önemli ölçüde arttırmıştır. İrrigan ajitasyonunun doku çözme üzerindeki etkisi, solüsyonun ısıtılmasına göre daha fazla ve hızlı olmuştur (Stojicic ve ark., 2010).

c) Solüsyona Yüzey Aktif Ajan İlavesi

Yüzey aktif ajanların sodyum hipoklorite olan etkisini ilk araştıran Cameron isimli araştırmacıdır (Cameron, 1986). Cameron yüzeyi modifiye eden maddeler

sodyum hipoklorite ilave edildiğinde solüsyonun organik doku çözme kabiliyetini arttırdığını bildirmiştir. Bu ajanlar yüzey gerilimini düşürerek NaOCl'nin kanal duvarlarına daha iyi temas etmesini sağlamaktadır. Sodyum hipokloritin etkinliğini araştıran bir çalışmada 3 farklı (% 5.8, % 6 ve Chlor-XTRA) NaOCl solüsyonu doku çözme kabiliyeti bakımından karşılaştırılmış, yüzey aktif ajan içeren bir solüsyon olan Chlor-XTRA en iyi sonucu vermiştir (Stojicic ve ark., 2010). Palazzi ve ark.'nın (2011) yaptığı bir çalışmada ise % 5.25'lik NaOCl ve sürfaktan karışımı olan Hypoclean A (Sürfaktan oranı Hypoclean B'ye göre % 1 daha fazla) ve Hypoclean B'nin yüzey gerilimleri, belirgin olarak Chlor-XTRA ve % 5.25'lik NaOCl'den daha düşük bulunmuştur.

2.2.1.2. EDTA

Etilendiamin tetra-asetik asit ya da diğer adıyla EDTA, renksiz bir aminopolikarboksilik asittir. EDTA smear tabakasının inorganik bölümünü kaldıran bir şelatördür. Kalsiyum ve demir gibi metal iyonlarını kendine bağlamasıyla etkisini göstermektedir. Kalsiyum ile stabil bir bağ oluşturmakta ve denge oluştuğunda ise reaksiyon kendi kendini sınırlamaktadır (Hülsmann ve ark., 2003).

EDTA'nın % 17'lik konsantrasyonu endodontide sıkça kullanılmaktadır. Smear tabakasını direkt temasta yaklaşık olarak 1 dakika içerisinde kaldırmaktadır. EDTA'nın kendini sınırlayan bir reaksiyon mekanizması olsa da kanalda 1 dakikadan fazla kullanımı dentinde erozyona sebep olmaktadır (Çalt ve Serper, 2002). Smear tabakasının organik bölümünü kaldırmak için ise mutlaka NaOCl gibi proteolitik bir solüsyona ihtiyaç vardır.

EDTA'nın sınırlı bir antimikrobiyal özelliği bulunmaktadır. Bakteri hücre duvarındaki metal iyonlarını bağlayarak bakteri eliminasyonu gerçekleştirebilir (Hülsmann ve ark., 2003). EDTA Gram-negatif bakterilere karşı etkili iken, Gram-pozitif bakterilere karşı etki göstermemektedir (Çalışkan, 2006, s.335). Bununla birlikte antimikrobiyallerin kök kanalının derin tabakalarına kadar ulaşabilmelerini sağlayarak etkinliklerini arttırmaktadır (Çalt ve Serper, 2002; Violich ve Chandler, 2010).

NaOCl ve EDTA'nın kombine kullanımını araştırmacılar tarafından önerilse de bu iki yıkama solüsyonu aynı anda kullanıldığında aralarında bazı kimyasal etkileşimler meydana gelmektedir. Ortamda NaOCl varlığında, EDTA kalsiyum ile şelat oluşturma özelliğini korumaktayken, NaOCl'nin doku çözme etkisi düşmektedir (Grawehr ve ark., 2003). Bu etkileşimler nedeniyle iki solüsyonun aynı anda ya da birbirleriyle karıştırılarak kullanımları tartışmalı bir konudur (Hülsmann ve ark., 2003).

2.2.1.3. Klorheksidin

Klorheksidin katyonik biguanid ailesinden geniş spektrumlu bir antibakteriyel ajandır. Gram pozitif, gram negatif bakterilere ve mantarlara karşı etkilidir. Klorheksidin katyonik doğasından ötürü bakterilerin negatif yüklü parçalarına bağlanır ve onların hücre dış katmanlarına zarar vererek hücre geçirgenliğini artırır (Davies, 1973; Hennessey, 1973; Hugo ve Longworth, 1966). Klorheksidin, yüksek konsantrasyonlarda bakterisidal, konsantrasyon düştüğünde ise bakteriyostatik etki gösterir. Bununla birlikte, diş yüzeylerine tutunarak geçici renk değişimlerine sebep olabilir (Emilson ve ark., 1973).

Endodontide klorheksidin antimikrobiyal özelliği *in vivo* (Barbosa ve ark., 1997; Ercan ve ark., 2004) ve *in vitro* (Basrani ve ark., 2004; Jeansonne ve White, 1994) olarak araştırılmıştır. % 2'lik klorheksidin *E. faecalis* tarafından oluşturulan biyofilm elimine etmede etkili bulunmuştur. Enfekte kök kanallarında 1 hafta süreyle uygulanması sonucunda kalsiyum hidroksite eşdeğer bir bakteri eliminasyonu sağlamıştır (Kuruvilla ve Kamath, 1998). Bir başka *in vitro* çalışmada kanal dezenfeksiyonunda % 2'lik klorheksidin % 2.5'lük NaOCl'den daha etkili bulunmuştur (Yamashita ve ark., 2003).

NaOCl ile karşılaştırılan çalışmalarda klorheksidin, kök kanallarında uzayan antimikrobiyal özellik göstermiştir (Jeansonne ve White, 1994; Komorowski ve ark., 2000). Bu sayede klorheksidin kanallarda bakteri kontaminasyonunu geciktirmektedir. Dezenfeksiyon etkisinin araştırıldığı çalışmalarda sodyum hipoklorite karşı iyi sonuçlar verdiği çalışmalar olmasına rağmen (Yamashita ve ark., 2003), klorheksidin çok az doku çözme kabiliyetine sahiptir. Bu yüzden endodontik irrigan olarak hala ilk tercih sodyum hipoklorittir.

2.3. Kök Kanal Tedavisinde İrrigan Aktivasyon Yöntemleri

2.3.1. İğne veya Kanüllerle Yapılan Şırınga İrrigasyonu

İğne ve kanülle yapılan geleneksel irrigasyon dişhekimleri ve endodontistler tarafından yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir. Bu teknik kök kanalının çeşitli boyutlardaki iğne veya kanüllerle irrig edilmesini esas alır. İğne kanal içerisinde aşağı yukarı yönde hareket ettirilerek, irriganın hidrodinamik aktivasyonu sağlanır (Gu ve ark., 2009). Ayrıca bu amaçla farklı irrigasyon iğneleri de geliştirilmiştir. Yandan delikli irrigasyon iğnelerinin kullanımı ilk defa Goldman ve ark. (1976) tarafından bildirilmiş bir yöntemdir. Ucu kapalı olarak tasarlanan bu iğnelerin irriganları apikal bölgeden dışarıya taşıma olasılığını azalttığını bildirmiştir.

2.3.2. Manuel veya Döner Aletler İle Kullanılan Fırçalar

Manuel fırçalar kök kanal irriganlarının ajitasyonu veya kanal duvarlarının mekanik debridmanı için dizayn edilmiştir. Bu amaçla endodonti pratiğinde kullanılmak üzere Endobrush (C&S Microinstruments Limited, Markham, Ontario, Canada) ve 30 Gauge'luk irrigasyon iğnesinin fırça ile kaplandığı tipteki (Navitip FX; Ultradent Products Inc, South Jordan, UT) fırçalar tasarlanmıştır (Gu ve ark., 2009).

Döner aletler ile kullanılan fırçalar ise Ruddle tarafından enstrumante kök kanallarından debris ve smear tabakasını kaldırmak için kullanılmıştır. Debridman esnasında fırça 300 rpm de dönerek kılların debrisleri uzaklaştırılması sağlanır (Gu ve ark., 2009). Başka bir sistem olan CanalBrush (Coltene Whaledent, Langenau, Almanya) debris ve smear tabakasını uzaklaştırmak için tasarlanan bir fırçadır ve 600 rpm'de motorlara takılarak kullanılabilir (Gu ve ark., 2009).

2.3.3. Manuel Dinamik İrrigasyon

Manuel dinamik irrigasyon; kök kanalına uygulanan son genişletmenin çapına sahip güta perkanın kök kanalında bulunan irrigasyon solüsyonu içinde 2-3 mm'lik ileri geri hareketle uygulanması ile meydana gelen irrigasyon aktivasyon şeklidir (Gu ve ark., 2009).

2.3.4. İrrigasyon Altındaki Döner Alet Sistemleri

Bu sistemlere iyi bir örnek olan SAF (ReDent-Nova, Raanana, Israel) ve Quantec-E (SybronEndo, Orange, CA) irrigasyon sistemleri; döner aletle enstrümantasyon sırasında devamlı irrigasyon yapan bir cihazlardır. Böylece kök kanalına uygulanacak olan irriganın, hacminin ve uygulama zamanının artırılması amaçlanmaktadır (Gu ve ark., 2009).

2.3.5. Sonik Cihazlar

Sonik sistemler; 2-3 kHz'lik frekansta, dönme hareketi yapmadan çalışan, yatay ya da ileri geri şekilde hareket üreten sonik enerji ile çalışan aygıtlardır (Waplinton ve ark., 1995). Geleneksel sonik irrigasyon Rispisonic eğelerin MM 1500 (Medidenta International Inc, Woodside, ABD) sonik cihazlara takılarak yapılmasıyla gerçekleştirilir. Bu eğeler düzensiz ve çentikli olduklarından aktivasyon sırasında kanal duvarlarına zarar verebilirler (Gu ve ark., 2009). EndoActivator (Dentsply Tulsa Dental Specialties, Tulsa, OK) taşınabilir bir başlığa ve kesmeyen polimer uçlara sahip daha güncel bir cihazdır. Kök kanalında tahribat yapmadan irrigana belirli bir hız ve kuvvetle hareket kazandırarak aktivasyonunu gerçekleştirir (Gu ve ark., 2009).

2.3.6. Ultrasonik Cihazlar

Ultrasonik cihazları endodontiyle ilk defa tanıştıran Richman (Richman ve Mj, 1957) olmuştur. 25-30 kHz frekans aralıklarında salınım yapan bu cihazların Magnetostriktif ve Piezoelektrik olmak üzere 2 tipi mevcuttur. Çalışma prensipleri açısından birbirlerine yakın olmalarına karşın piezo sistemler daha az ısı üretirler ve su soğutmasına ihtiyaç duymazlar. Kanal içerisinde yüksek güçte ve 10 dakikadan fazla kullanımları kırılma risklerini arttırmaktadır (Majinah Ahmad, 1989). Kanal içerisinde 60 dakika kullanımları sonucu irriganda ki sıcaklık artışı 15 °C ile sınırlıdır (Macedo ve ark., 2014). Ultrasoniklerden; endodontide giriş kavitesinin hazırlanmasında, irrigasyon aktivasyonunda, retreatment sırasında güta sökümünde, retrograd kavite preparasyonunda, post sökümünde ve kanal içerisinden kırık alet çıkarılmasında etkili bir şekilde yararlanılmaktadır.

Ultrasonikler kök kanal preparasyonunda iki şekilde kullanılmaktadır:

1. Ultrasonik irrigasyon (UI): İrrigasyonla beraber instrumentasyon yapılmaktadır.
2. Pasif ultrasonik irrigasyon (PUI): Sadece irrigasyon yapılmaktadır.

2.3.6.1. Ultrasonik İrrigasyon (UI)

Ultrasonik irrigasyon sırasında uç, kanal duvarlarıyla sürekli kontak halindedir. Yapılan çalışmalar ultrasonik irrigasyon kök kanallarında yapay olarak oluşturulmuş pulpa dokusunu ve smear tabakasını pasif ultrasonik irrigasyona göre daha az etkili bir şekilde temizlediğini göstermiştir (M Ahmad ve ark., 1987; Weller ve ark., 1980). Bu durum UI'de kullanılan eğenin duvarlara çarparak sönümlenmesiyle akustik akımın ve kavitasyon etkisinin azalmasına bağlanabilir. Ayrıca UI kök kanallarının kompleks anatomik yapısında kontrolsüz bir şekilde preparasyon yapmasından ötürü kanal içerisinde basamaklar ve düzensiz şekiller oluşturabilmektedir (Weller ve ark., 1980).

2.3.6.2. Pasif Ultrasonik İrrigasyon (PUI)

Pasif ultrasonik irrigasyon terimi ilk defa Weller ve ark. (1980) tarafından tanımlanmıştır. Buradaki pasif sözcüğü ultrasonik aletin ucundaki eğenin kesmeyen tipte olmasından gelmektedir. Bu irrigasyonda salınım yapan eğeden doğan akustik enerji irriganaya geçmektedir (M Ahmad ve ark., 1987). Akustik akım kelime anlamıyla titreşen bir eğenin etrafındaki sıvının dairesel yada girdapa benzer şekildeki hareketidir. (Walmsley, 1987). Kök kanalında oluşan akustik akım ise akustik mikro akım olarak adlandırılmıştır (M. Ahmad ve ark., 1992; M Ahmad ve ark., 1987; Ahmad ve ark., 1993; Lumley ve ark., 1991; Lumley ve ark., 1993; Roy ve ark., 1994; Walmsley, 1987; Walmsley ve Williams, 1989). PUI dentin debrislerini, mikroorganizmaları ve organik dokuları etkili bir şekilde temizler. İrriganın akustik akımı sayesinde irriganın kök kanalının yüzeyine daha iyi bir şekilde temas etmesi sağlanır.

PUI yönteminin temizleme etkisi; dentin debris, mikroorganizma ve organik dokunun daha etkin şekilde uzaklaştırılması esasına dayanmaktadır. Ultrasonik enerji, ultrasonik dalgalar yoluyla iletilir ve irrigasyon solüsyonunda akustik dalgalanma ve

kavitasyon meydana getirmektedir (M Ahmad ve ark., 1987; Lumley ve ark., 1991; Roy ve ark., 1994). Bu yöntemin geleneksel şırınga irrigasyonu ile karşılaştırıldığı çalışmalarda, pasif ultrasonik irrigasyon yönteminin; pulpa dokusu artıklarını, dentin debrisini ve planktonik bakterileri daha etkin uzaklaştırdığı gözlemlenmiştir. Küçük çaplı enstrümanların; yüksek devirde ve solüsyon içinde serbestçe vibrasyon yaptığı durumlarda, akustik akımların maksimum düzeye ulaştığı ileri sürülmüştür (M Ahmad ve ark., 1987).

Pasif ultrasonik irrigasyon kanal şekillendirilmesi bitirilip final apikal çapa ulaşıldıktan sonra yapılmaktadır. Kanal içi irrigan tazelenmeli ve ultrasonik uçla irrigan ajite edilmelidir. Kanal şekillendirilmesi bitirildiği için eğe kanalda rahatça hareket ederek irrigan kanalın apikal bölümüne rahatça penetre olabilmekte böylece temizlik daha etkin bir şekilde gerçekleştirilmektedir (Krell ve Johnson, 1988; L. W. M. van der Sluis ve ark., 2005; Walmsley ve ark., 1992). Kesmeyen uç kullanılarak kanallarda anormal şekiller oluşturma olasılığı minimuma indirilmektedir. (M Ahmad ve ark., 1987).

Kök kanal sisteminin apikal üçlüsü, kök kanal morfolojisinin (Vertucci, 1984) kompleks anatomisinden ötürü temizlenmesi zor olup, irriganın bu bölgeye ulaşması zorlaşmaktadır (Foschi ve ark., 2004). Lee ve ark. (2004) yaptıkları bir çalışmada pasif ultrasonik irrigasyon ve geleneksel iğne irrigasyonunun kök kanal düzensizliklerinin temizlenmesindeki etkinliğini değerlendirmişler ve pasif ultrasonik irrigasyon uygulanan grupların üstün olduğunu bulmuşlardır.

Sluis ve ark. (2006), kök kanalından dentin debrisinin pasif ultrasonik irrigasyon yöntemiyle uzaklaştırılmasında irriganın hacmi, irriganın tipi ve irrigasyon yönteminin etkinliğini araştırmışlar ve sürekli ultrasonik irrigasyon altında debris oranında ciddi bir azalma olduğunu rapor etmişlerdir. Cameron isimli araştırmacı, kök kanallarının temizlenmesi ve şekillendirilmesinde; geleneksel mekanik preparasyonu takiben, % 3'lük NaOCl solüsyonunun 5 dk. boyunca ultrasonik olarak aktive edilerek kullanılmasının sonucunda smear tabakasının daha etkin bir şekilde uzaklaştırılabileceğini ileri sürmüştür (J.A. Cameron, 1983). Huque ve ark. (1998); ultrasoniklerin, % 12'lik NaOCl solüsyonunun etkinliğini arttırdığını ve kök dentininin derin tabakalarında da bakterileri uzaklaştırdığını göstermişlerdir. Rödiger ve ark. (2010)

araştırmalarında pasif ultrasonik irrigasyonun NaOCl'nin etkinliğini arttırdığını ve geleneksel iğne irrigasyonuna göre daha fazla debris uzaklaştırdığını rapor etmişlerdir.

2.3.7. Ardışık Düzenli Basınc Oluşturan Sistemler

Günümüzde irrigasyona yardımcı olması amacıyla RinsEndo (Duerr-Dental, Almanya) ve EndoVac (Discus Dental, Culver City, ABD) gibi ardışık düzenli basınc oluşturan sistemler geliştirilmiştir. Bu sistemler irriganın kanal içine taşınması ve uzaklaştırmasını eř zamanlı olarak sağlarlar. RinsEndo sisteminde, cihaza adapte bir kanül yardımı ile kök kanalına 1.6 Hz frekansında 65 µL'lik irrigasyon solüsyonu gönderilirken aynı zamanda kök kanalında bulunan irriganı da emme işlemi gerçekleşmektedir. Bu basınc ve emme döngüsü dakikada 100 kez tekrarlanmaktadır. EndoVac sistemi ise makro ve mikro olmak üzere iki kanülden oluşmaktadır. Bu sistem apikalde negatif basınc oluşturarak, kanal içindeki irriganın ve debrislerin apikal yoldan aspirasyonunu sağlar (Gu ve ark., 2009).

2.3.8. Lazer Aktive İrrigasyon (LAI)

Lazer aktive irrigasyon Er:YAG (2940 nm) ve Er,Cr:YSGG (2780 nm) lazerler ile yapılmaktadır. Er,Cr:YSGG lazer ince ve esnek, farklı boyutlarda ve uzunlukta fiber uçlarla kullanılır. Özel olarak üretilen yandan ateşlemeli uçlar (RFT) kök kanal duvarının daha homojen bir şekilde işnımını sağlamaktadır. RFT uçları 275 µm (RFT 2) ve 415 µm (RFT 3) olmak üzere iki boyuttur.

Endodontik irriganların içerisinde bulunan su, kanalın temizlenmesi için Er,Cr:YSGG lazer ile aktive edildiğinde sinerjistik olarak çalışır. Yüksek hızlı mikro fotoğraf tekniğiyle yapılan bir çalışmada fiberin ucunda termal etkiyle oluşan bir baloncugun mikrosaniyeler içinde patladığı görülmüştür (Blanken ve Verdaasdonk, 2007; De Groot ve ark., 2009; Matsumoto ve ark., 2011). Buna ilk kavitasyon etkisi denir. Patlamanın merkezinde oluşan düşük basınc koronal ve apikal bölgeden sıvı çekerek bu bölgelerin debridmanını sağlar. Büyük baloncuk patladıktan sonra küçük baloncuklar oluşarak ikincil kavitasyon meydana gelir. (Blanken ve Verdaasdonk, 2007; De Groot ve ark., 2009; Matsumoto ve ark., 2011). Lazer aktive irrigasyonun ana temizlik mekanizması bu irriganların içinde oluşan küçük baloncuklardır. Baloncukların

oluşturduğu sıvı akışı kanal duvarlarında 1000 N/m^2 'den yüksek bir makaslama kuvveti oluşturur. Bu kuvvetin sonucunda irriğanın, kök kanalının yüzeyinde biriken debris ve biyofilmleri uzaklaştırmasıyla temizlik etkinliği artmaktadır (De Groot ve ark., 2009).

Foto-aktive edilmiş dezenfeksiyonun (PAD) aksine, lazer önceden aktif olmayan bir irriğanı aktive etmemekte, bunun yerine, EDTA veya NaOCl'nin enerjilerini arttırıp içlerinde yoğun bir akış oluşturmaktadır (De Groot ve ark., 2009). Ayrıca lazer enerjisinin NaOCl'nin reaksiyon hızını artırabileceği düşünülmektedir (Macedo ve ark., 2010).

LAI sırasında fototermal etkiye bağlı olarak kanal içinde bir miktar sıcaklık artışı meydana gelmektedir. Peeters ve Mooduto (2012), Er,Cr:YSGG lazer kullanarak LAI sırasında meydana gelen sıcaklık artışını araştırdıkları bir çalışmada, 2 W, 35 Hz'de 600 mikronluk düz ucu 120 sn kullanmış ve oluşan sıcaklığı ölçmüşlerdir. Deney sırasında sıcaklık hiç bir zaman $5 \text{ }^\circ\text{C}$ 'nin üstüne çıkmamıştır ve LAI sırasında oluşan sıcaklık değişimlerinin kabul edilebilir olduğunu bildirmişlerdir.

LAI, smear tabakanın kaldırılmasında etkili bir yöntemdir. Yapılan birçok çalışmada LAI ile yapılan smear kaldırma işlemi en başarılı sonuçları elde etmiştir (De Groot ve ark., 2009; George ve ark., 2008a; Guidotti ve ark., 2014; Peeters ve Suardita, 2011).

2.3.9. Xp-endo Finisher

Xp-endo Finisher (FKG Dentaire, La Chaux de Fonds, İsviçre), irriğasyon etkinliğini arttırmak amacıyla final yıkama esnasında kullanılmak üzere piyasaya sürülmüş bir eğedir. Üreticinin beyanına göre bu ege kök kanal temizliği yaparken kök dentininin şeklini de korumaktadır. Eğeler tek kullanımlık steril paketlerinin içerisinde gelmektedir. Ege saydam tüpün içerisinde soğutulmuş martensitik düz formuna getirilir. Çalışma boyu ayarlandıktan sonra tüpten çıkarılarak kanal içerisine yerleştirilir. Kanal içerisinde sıcaklıkla kıvrımlaşarak östenitik halini kazanır.

Motor ile çalışan bu eğe 800 rpm hızda, 1 N/cm tork değerlerinde kullanılmaktadır. Apikal apı ISO standartlarında 25'tir ve koniklik açısı 0'dır. Ulaşılması zor ve hayli kompleks anatomili kanallarda etkin temizlik yapmak için tasarlanmıştır. (<https://www.fkg.ch/products/endodontics/canal-shaping-and-cleaning/xp-endo-finisher>)

Bu çalışmanın amacı, dūřuk konsantrasyondaki NaOCl'nin geleneksel ięne irrigasyonu, pasif ultrasonik irrigasyon, XP-endo Finisher ve lazer aktivasyonu ile kullanılması kanal içi *E. faecalis* eliminasyonu üzerindeki etkinliğinin karşılaştırılmasıdır. Çalışmamızın sıfır hipotezi, *E. faecalis*'in kök kanallarından elimine edilmesinde, bu 3 irrigan aktivasyon yöntemi ve geleneksel ięne irrigasyonunun etkinliklerinin birbirlerinden farklı olmamasıdır.

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışmanın protokolü, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Girişimsel Olmayan Etik Kurul Komisyonu tarafından 17.01.2018 tarihinde değerlendirildi ve onaylandı.

3.1. Örneklerin Hazırlanması

Bu çalışmada 76 adet çürüksüz, periodontal nedenle çekilmiş tek köklü ve tek kanallı insan alt küçükazı dişi kullanıldı. Bukkolingual ve meziodistal yönlerden radyograflar alınarak tek ve düz bir kanala sahip olan, kök rezorpsiyonu bulunmayan ve apeks gelişimini tamamlamış dişler çalışmaya dahil edildi. Dişler üzerindeki birikintiler bir periodontal küret (No:2 Hu-Friedy Mfg. Co. Inc., Leimen, Almanya) yardımıyla uzaklaştırıldı ve deney yapılıncaya kadar % 0.02 sodyum azid içeren % 0.9'luk NaCl (Polifarma, Tekirdağ, Türkiye) solüsyonunda bekletildi.

Diş kronları, kök boyları 15 mm olacak şekilde elmas alev uçlu frez (Diatech Diamant AG, İsviçre) ile kesilerek uzaklaştırıldı. ISO #10 K-tipi (VDW, Münih, Almanya) bir eğe mikroskopta (Leica, Leica Microsystems, Wetzlar, Almanya) X16 büyütme altında apeksten görülünceye kadar kanalda ilerletildi. Eğe apekte görüldükten sonra 1 mm geri çekilerek çalışma boyu tespit edildi. #15 K-tipi (VDW, Münih, Almanya) eğe ile çalışma boyunda preparasyon yapıldı. Daha sonra her bir kanal 0.04 koniklikte K3XF (SybronEndo, Glendora, California, ABD) döner eğelerle (Şekil 1) üretici firmanın talimatları doğrultusunda, #15 ile başlayıp son apikal çap #30 olacak şekilde prepare edildi. Preparasyon sırasında her eğe değişimini takiben kök kanalları yandan perfore iğne (Max-i-Probe; Dentsply Rinn, Elgin, IL, ABD) kullanılarak 1 dakika 1 ml % 5 NaOCl ile irrigate edildi. Preparasyon tamamlandıktan sonra kök kanalları sırasıyla 1 dakika 3 ml % 17 EDTA (Endo-Solutions, Polonya), 1 dakika 3 ml % 5 NaOCl (Microvem, İstanbul, Türkiye) ve 1 dakika 5 ml % 0.9 serum fizyolojik (Polifarma, Tekirdağ, Türkiye) ile irrigate edildi.



Şekil 1. Preparasyonda kullanılan döner eğeler

Kanallar kağıt konilerle (Diadent Group International, Chongchong Buk Do, Kore) kurulandıktan sonra dişlerin apeksleri kompozit dolgu (Kuraray, Clearfil Majesty Posterior, Japonya) ile kapatıldı. Bakteriyel sızıntıyı önlemek amacıyla kök yüzeylerine 2 kat tırnak cilası sürüldü (Şekil 2). Böylece irrigan akışına direnç gösteren *in vivo* ortam simüle edilmiş olundu (J. Lin ve ark., 2013; Tay ve ark., 2010).



Şekil 2. Dişlerin apekslerinin kompozitle kapatılması

Daha sonra, deney düzeneğinde kullanılmak üzere, plastik su boruları kesilerek 20 mm uzunluğunda borular elde edildi. Bu boruların içerisine C tipi silikon (Zhermack, Zetaplus, İtalya) yerleştirildi. Kökler 1 mm'lik koronal bölümleri dışarıda kalacak şekilde bu silikon ölçü maddesinin içerisine gömüldü (Şekil 3). Ölçü maddesinin

sertleşmesini takiben kanallar serum fizyolojik (Polifarma, Tekirdağ, Türkiye) ile irrigе edildi kağıt konlarla kurulandı.



Şekil 3. Silikon ölçü içerisinde gömülmüş örnek diş

3.2. Örneklerin Sterilizasyonu

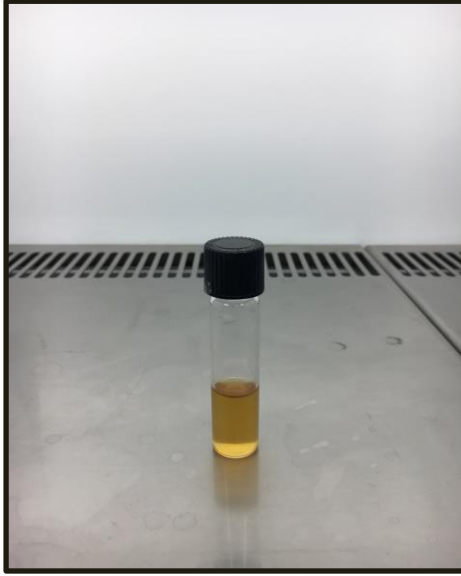
Tüm örnekler steril bir küvetin içerisinde otoklav poşetine konularak otoklavda 121 °C ve 1 atm basınç altında 20 dk steril edildi (Şekil 4) ve Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tıp Fakültesi Mikrobiyoloji Anabilim Dalı Laboratuvarına götürüldü.



Şekil 4. Poşetlenerek sterilizasyona hazırlanan örnekler

3.3. Çalışma için *E.feacalis* Temin Edilmesi

Standart *E.feacalis* (ATCC 29212) suşları Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tıp Fakültesi Mikrobiyoloji Anabilim Dalı'ndan temin edildi. 1 ml beyin-kalp infüzyon sıvısı (BHIB, Biolife, İtalya) içerisinde 37 °C 24 saat sürede saf *E.feacalis* kültürü üretildi ve 10 ml beyin-kalp infüzyon sıvısıyla karıştırılarak yaklaşık 0.5 McFarland standardında 1.5×10^8 cfu/ml miktarında bakteri süspansiyonu hazırlandı (Şekil 5). BHIB besiyerinden hazırlanan preparatlar Gram yöntemi ile boyandıktan sonra preparatlardaki mikroorganizmaların saf olup olmadığı kontrol edildi.



Şekil 5. Hazırlanan bakteri (*E. feacalis*) süspansiyonu

3.4. Örneklerin Gruplara Ayrılması

76 diş 19'ar örnekten oluşacak şekilde 4 gruba ayrıldı.

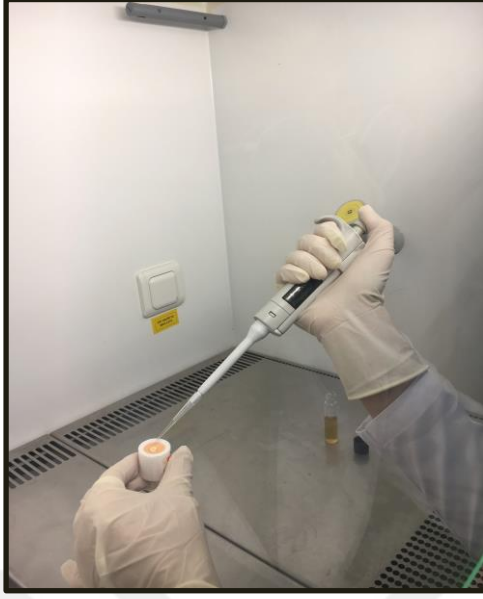
- Grup 1: Geleneksel iğne irrigasyon grubu (n=19)
- Grup 2: Pasif ultrasonik irrigasyon grubu (n=19)
- Grup 3: Xp-endo Finisher ile irrigasyon aktivasyon grubu (n=19)
- Grup 4: Lazer aktive irrigasyon grubu (n=19)

3.5. Örneklerin Kontamine Edilmesi

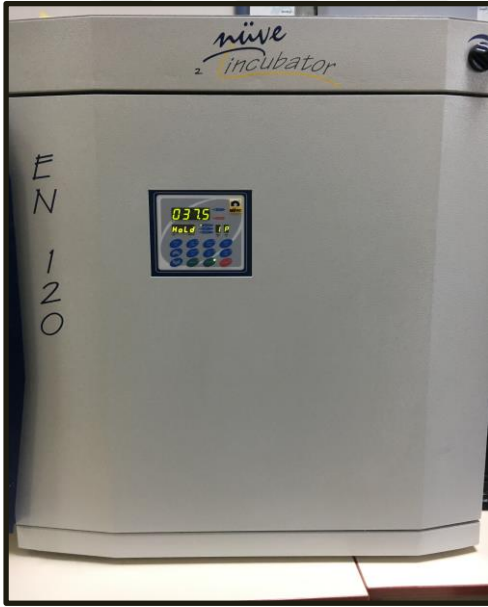
Örnekler Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tıp Fakültesi Mikrobiyoloji laboratuvarına getirildikten sonra aseptik koşulları sağlamak için örnek poşeti güvelik kabininde (Nüve, Ankara, Türkiye) açıldı (Şekil 6). Sterilizasyon kontrolü için her gruptan 2 dış rastgele seçilerek ayrıldı (Negatif kontrol). Steril eldiven giyildikten sonra hazırlanmış olan bakteri süspansiyonundan her bir kanala mikropipetle 10 µl *E. faecalis* ekimi yapıldı (Şekil 7). Her seferinde steril bir #15 K-tipi eğe çalışma boyunda ileri geri hareketler yaptırılarak süspansiyonun kanala iyice yayılması sağlandı. Örnekler % 100 nemli ortamda 37 °C'de 3 hafta bekletilmek üzere inkübatöre kondu (Şekil 8) ve kök kanallarına 2 günde bir taze besiyeri (BHIB, Biolife, İtalya) eklendi.



Şekil 6. İşlemlerin yapıldığı sınıf 2 güvenlik kabini (Nüve, Ankara, Türkiye)



Şekil 7. Kök kanallarına E.feacalis ekilmesi



Şekil 8. Örneklerin koyulduğu inkübatör (Nüve, Ankara, Türkiye)

3.6. Dezenfeksiyon Öncesi Örneklerin Toplanması ve Besiyerine Ekimi

Her gruptan 2 diş ekilen bakterilerin kolonizasyonunu kontrol etmek için ayrıldı (Pozitif Kontrol). İnkübatörden çıkarılan dişlere steril enjektörler ile kanal ağızlarına kadar serum fizyolojik dolduruldu. Kanal duvarına tutunan bakterileri serbestleştirmek için bir adet steril #15 K-tipi eğe ile çalışma boyunca ileri geri hareketler yapıldı. 3 adet #30 kağıt kon (Diadent Group International, Chongchong Buk Do, Kore) çalışma

boyunda ilerletildi ve kanal içerisinde 1'er dk bekletildikten sonra içerisinde 1 ml serum fizyolojik içeren tüplere aktarılıp 1 dk vortekslendi. Her örnek için 3 defa 10 kat seri dilüsyon uygulandı: Vortekslenen örnekten mikropipetle 10 µl sıvı alınıp 90 µl serum fizyolojik bulunan tüpe aktarıldı ve vortekslendi. Daha sonra bu örnekten 10 µl alınıp içerisinde 90 µl serum fizyolojik bulunan tüpe aktarıldı ve vortekslendi. Son olarak bu vortekslenen örnekten 10 µl mikropipetle alınıp içerisinde 90 µl serum fizyolojik bulunan tüpe aktarılıp vortekslendi. Bu tüpten de mikropipetle 10 µl örnek alınıp Beyin-kalp infüzyon agar (BHIA, Biolife, İtalya) besiyerine aktarıldı ve steril öze (Biosigma, İtalya) ile agar plağa yayıldı. Ekim yapılan besiyerleri 37 °C'de 24 saat süreyle inkübe edildi.

3.7. Gruplara Dezenfeksiyon İşlemlerinin Uygulanması

Grup 1 (Geleneksel İğne İrrigasyon Grubu) (n=15)

Bu grupta, kök kanalları 30 gauge yandan delikli iğne (Max-i-Probe; Dentsply Rinn, Elgin, IL, ABD) kullanılarak % 1'lik 4,5 ml NaOCl ile irrije edildi. İrrigasyon işlemi, çalışma boyunca 2 mm mesafeden, toplam 60 sn sürede gerçekleştirildi.

Grup 2 (Pasif Ultrasonik İrrigasyon Grubu) (n=15)

İlk olarak kök kanalları 30 gauge yandan delikli iğne takılmış olan geleneksel şırınga (Max-i-Probe; Dentsply Rinn, Elgin, IL, ABD) ile 1,5 ml % 1'lik NaOCl kullanılarak irrije edildi. Daha sonra VDW ultrasonik (VDW, Münih, Almanya) (Şekil 9) cihazının 30 ile belirtilen gücünde, 21 mm'lik #25.00 IRRI-S (VDW, Münih, Almanya) ucu çalışma boyunun 2 mm gerisinde konumlandırılarak 20 sn boyunca irrijan aktivasyonu yapıldı. Aktivasyon sırasında uç apikalden kuronale doğru hareket ettirildi ve duvarlara değip salınımın sönümlenmesinin önüne geçildi. İşlem (1.5 ml/20 sn, 1.5 ml/20 sn, 1.5 ml/20 sn) 3 kez tekrarlanarak 4,5 ml sodyum hipoklorit ile 60 sn pasif ultrasonik irrigasyon yapıldı. Her bir örnek için yeni bir uç kullanıldı.



Şekil 9. Ultrasonik cihaz (VDW, Münih, Almanya)

Grup 3 (Xp-endo Finisher ile İrrigasyon Aktivasyon Grubu) (n=15)

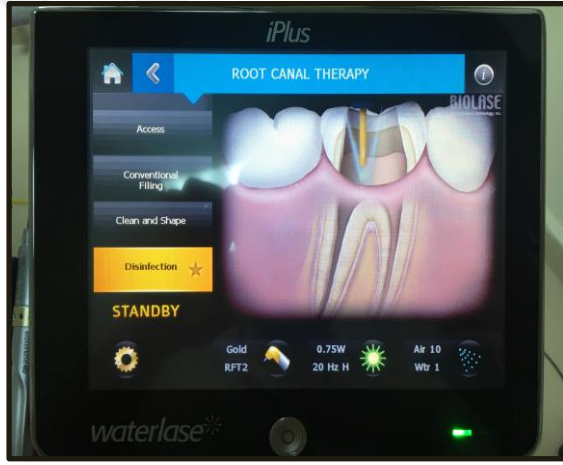
Xp-endo Finisher (FKG Dentaire, La Chaux de Fonds, İsviçre) kendi steril tüpü içindeyken soğutulmuş düz martensitik forma getirildikten sonra çalışma boyu ayarlandı (Şekil 10). Kök kanalı 30 gauge yandan delikli iğne (Max-i-Probe; Dentsply Rinn, Elgin, IL, ABD) kullanılarak 1,5 ml % 1 NaOCl ile irrigasyon yapıldı ve eğer 800 rpm hızda 1 Ncm torkta kullanıldı ve çalışma boyunda çevresel hareket yaptırılarak 20 sn boyunca irrigasyon aktivasyonu yapıldı. İşlem (1.5 ml/20 sn, 1.5 ml/20 sn, 1.5 ml/20 sn) 3 kez tekrar edildi ve 4,5 ml sodyum hipoklorit ile 60 sn irrigasyon aktivasyonu yapıldı. Her bir örnek için yeni bir eğer kullanıldı.



Şekil 10. Xp-endo Finisher (FKG Dentaire, La Chaux de Fonds, İsviçre)

Grup 4 (Lazer Aktive İrrigasyon Grubu) (n=15)

İlk önce Er,Cr:YSGG (Waterlase MD, Biolase, Irvine, CA, ABD) lazer parametreleri 0,75 W güç, 20 Hz frekans olarak ayarlandı (Şekil 11). Lazer ucu olarak 21 mm'lik Biolase RFT-2 (Biolase, Irvine, CA, ABD) endodontik ucu ağıdruvaya takıldı (Şekil 12). Kök kanalı 30 gauge yandan delikli iğne (Max-i-Probe; Dentsply Rinn, Elgin, IL, ABD) kullanılarak 1,5 ml % 1 NaOCl ile irriye edildikten sonra uç çalışma boyundan 5 mm kısa olacak şekilde konumlandırılarak 10 sn aktive edildi 10 sn beklenildi. İşlem (1.5 ml/20 sn, 1.5 ml/20 sn, 1.5 ml/20 sn) 3 kez tekrar edilerek toplamda 4,5 ml sodyum hipoklorit ile 60 sn lazer aktive irrigasyon yapılmış olde. Her örnek için yeni bir lazer ucu kullanıldı.



Şekil 11. Lazer parametreleri



Şekil 12. Lazer ucu RFT-2 (Biolase, Irvine, CA, ABD)

3.8. Dezenfeksiyon Sonrası Toplanan Örneklerin Besiyerine Ekimi ve Koloni Sayımı

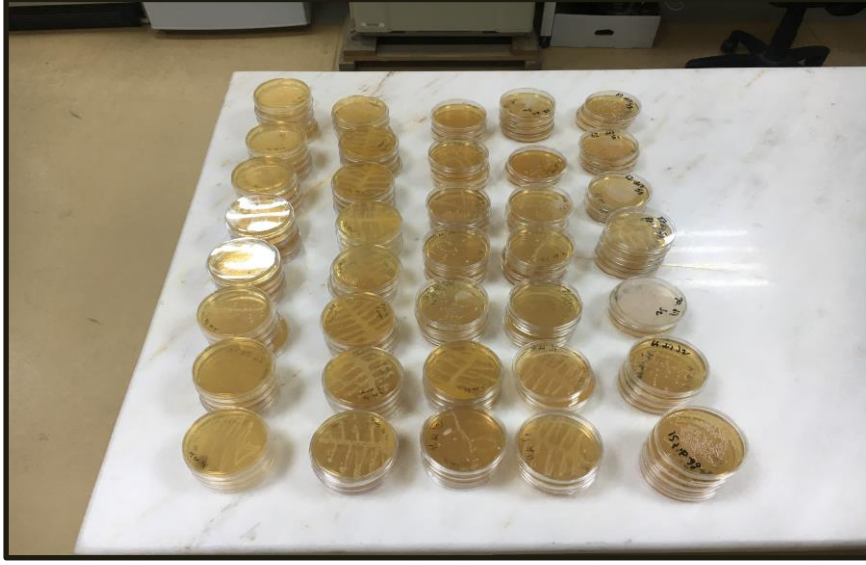
Dezenfeksiyon işlemlerinden sonra tübüllerde kalan sodyum hipokloriti nötralize etmek için kanallar 1 ml sodyum tiyosülfat (J.T.Baker, Hollanda) ile yıkandıktan sonra 1 ml % 0.9 serum fizyolojik ile irrije edildi.

Dentin duvarları #30 H-tipi (VDW, Münih, Almanya) eğyle 15 sn boyunca sertçe eğelenerek dentin talaşlarının kanal içerisindeki serum fizyolojiğe katılması sağlandı. Sonrasında 3 adet #30 kağıt koni (Diadent Group International, Chongchong Buk Do, Kore) kanal içerisinde 1 dk bekletilerek içerisinde 1 ml serum fizyolojik bulunan tüplere konuldu ve vortekslendi. Her örnek için 3 defa 10 kat seri dilüsyon uygulandı. Vortekslenen örnekten mikropipetle 10 µl sıvı alınıp içinde 90 µl serum fizyolojik bulunan tüpe aktarıldı ve vortekslendi. Daha sonra bu vortekslenen örnekten 10 µl örnek mikropipetle alınıp içerisinde 90 µl serum fizyolojik bulunan tüpe aktarıldı ve vortekslendi. Son olarak bu vortekslenen örnekten 10 µl mikropipetle alınıp içerisinde 90 µl serum fizyolojik bulunan tüpe aktarılıp vortekslendi. Bu son vortekslenen tüpten mikropipetle 10 µl örnek alınıp BHI agar besiyerine aktarılıp steril öze ile plağa yayıldı. Ekim yapılan besiyerleri 37 °C'de 24 saat süreyle inkübe edildi.

Her bir kök kanalı için dezenfeksiyon öncesi (S1) ve sonrası (S2) agar plakta üreyen bakteri kolonileri (Şekil 13) sayıldı ve CFU/ml (Colony Forming Unit) değerleri hesaplandı.



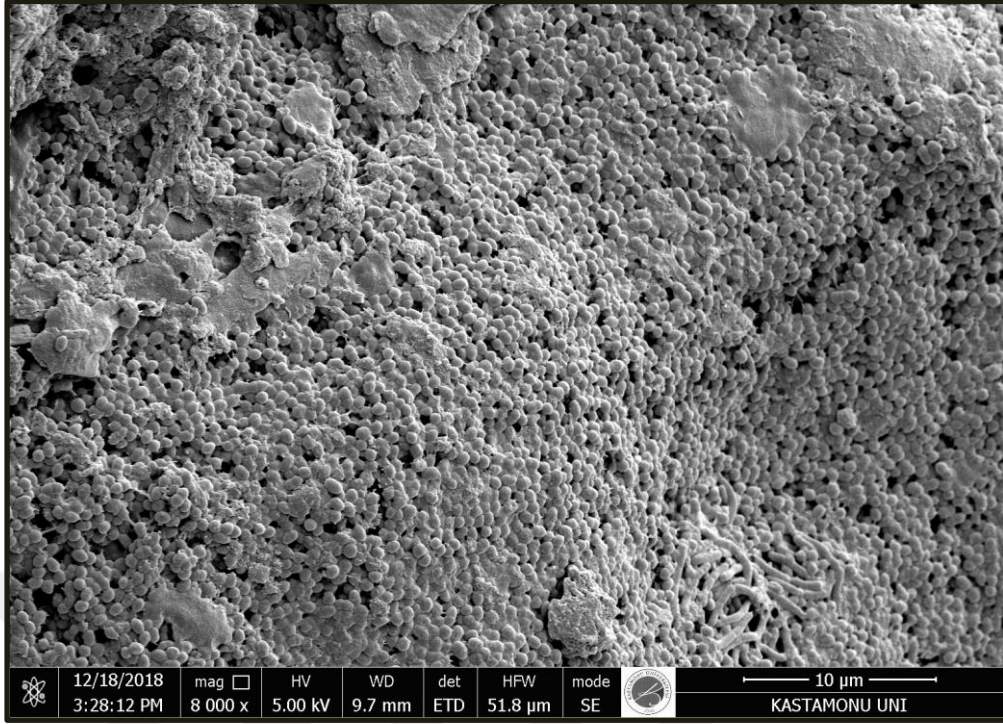
Şekil 13. Beyin-kalp infüzyon besiyerlerinde dezenfeksiyon öncesi ve sonrası oluşan koloniler



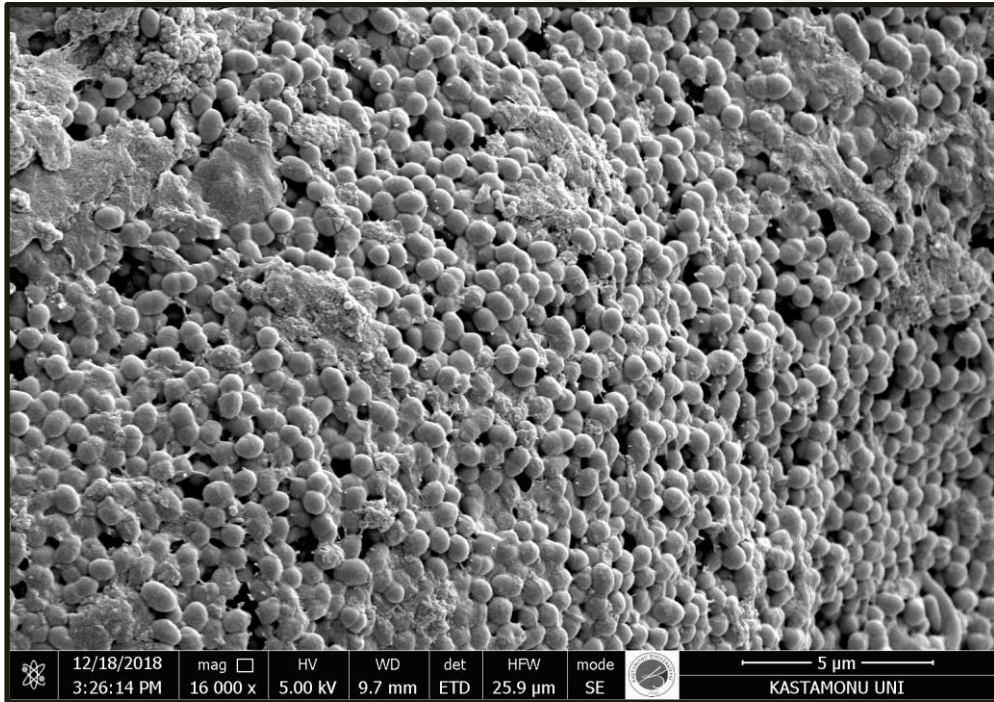
Şekil 14. Tüm işlemler sonra beyin-kalp infüzyon besiyerleri

3.9. Oluşturulan Biyofilmin SEM Analizi

3 haftalık inkübasyon sonucunda kanallarda oluşan biyofilmi incelemek için her gruptan dezenfeksiyon öncesi seçilmiş 2 adet örnek SEM analizi için kapalı kutu içerisinde sabitlenerek Kastamonu Üniversitesi'ne gönderildi. İlk önce örneklerin mesial ve distallerine alev uçlu elmas frez ile oluklar açıldı. Daha sonra kökler, boyuna olacak şekilde ince bir keski ile ikiye ayrıldı. Hazırlanan örnekler fiksasyon için % 10'luk formaldehitte 24 saat bekletildi. Ertesi gün örneklerin dehidratasyonu için dereceleri yükselen alkol solüsyonları (% 30, % 50, % 70, % 95, % 99,9) içerisinde 10'ar dakika bekletildi. En son olarak örnekler oda sıcaklığında 24 saat kurumaya bırakıldı.



Şekil 16. Kök kanalında *E. feacalis* kolonizasyonu (8000x büyütme)



Şekil 17. Kök kanalında *E. feacalis* kolonizasyonu (16 000x büyütme)

3.10. İstatistiksel Analiz

Çalışmada elde edilen verilerin istatistiksel analizi IBM SPSS 21.0 (IBM Software, NY, ABD) ile yapılmıştır. Deney gruplarına Kolmogorov-Smirnov normallik testi uygulanmış ve normallik varsayımı sağlanamadığından, parametrik olmayan testlerden Kruskal-Wallis testi uygulanmıştır. Kruskal-Wallis testini takiben farklı grupları belirlemede Dunnet testi kullanılmıştır. Hesaplamalarda istatistik anlamlılık düzeyi $p < 0.05$ olarak kabul edilmiştir.



4. BULGULAR

Dezenfeksiyon öncesi (S1) ve dezenfeksiyon sonrası (S2) koloni sayıları (Cfu/ml) Tablo 1 ve 2’de minimum, maksimum, ortalama ve p değerleri olarak verilmiştir.

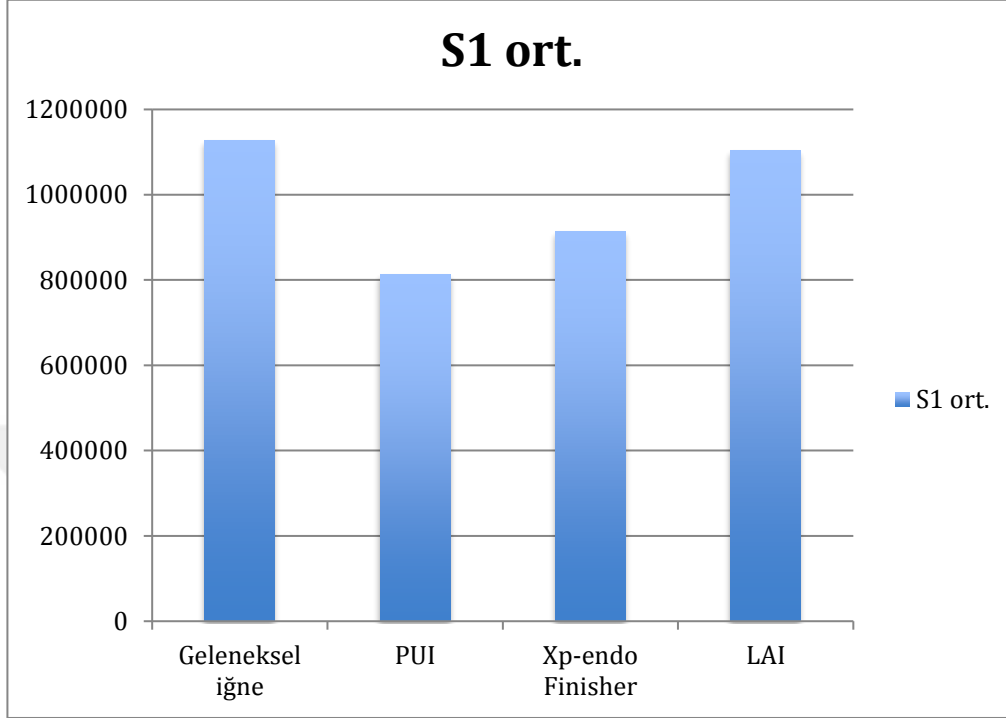
Tablo 1. S1 ölçümlerinin elde edilen *E. feacalis* miktarlarının (Cfu/ml) minimum, maksimum, ortalama ve p değerleri.

	Gruplar	Diş sayısı (n)	Minimum	Maksimum	Ortalama	p
S1	Geleneksel İğne	15	8.7×10^5	1.43×10^6	1128000 ^{a*}	0.001
	PUI	15	3.7×10^5	1.27×10^6	813333 ^b	
	Xp-endo Finisher	15	2.5×10^5	1.54×10^6	913333 ^{ab}	
	LAI	15	4.3×10^5	2.15×10^6	1102666 ^a	

*: Her grup için farklı küçük harfi alan ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır.

Dezenfeksiyon öncesi (S1) gruplar arasında ortalama CFU sayıları arasında istatistiksel bir fark bulunmuştur. Geleneksel iğne, LAI ve Xp-endo Finisher gruplarının ortalamaları arasında herhangi bir istatistiksel fark yoktur ($p>0.05$). Xp-endo Finisher ve PUI gruplarının ortalamaları arasında da herhangi bir fark yoktur ($p>0.05$). Geleneksel iğne ve LAI gruplarının ortalamaları ile PUI grubunun ortalaması arasında istatistiksel olarak bir fark bulunmuştur ($p<0.05$). Şekil 18 ve 19, S1 ölçümlerinin ortalama CFU değerlerini göstermektedir.

Şekil 18. S1 ölçümlerinden elde edilen *E. feacalis* miktarlarının (Cfu/ml) ortalamasını gösteren grafik.

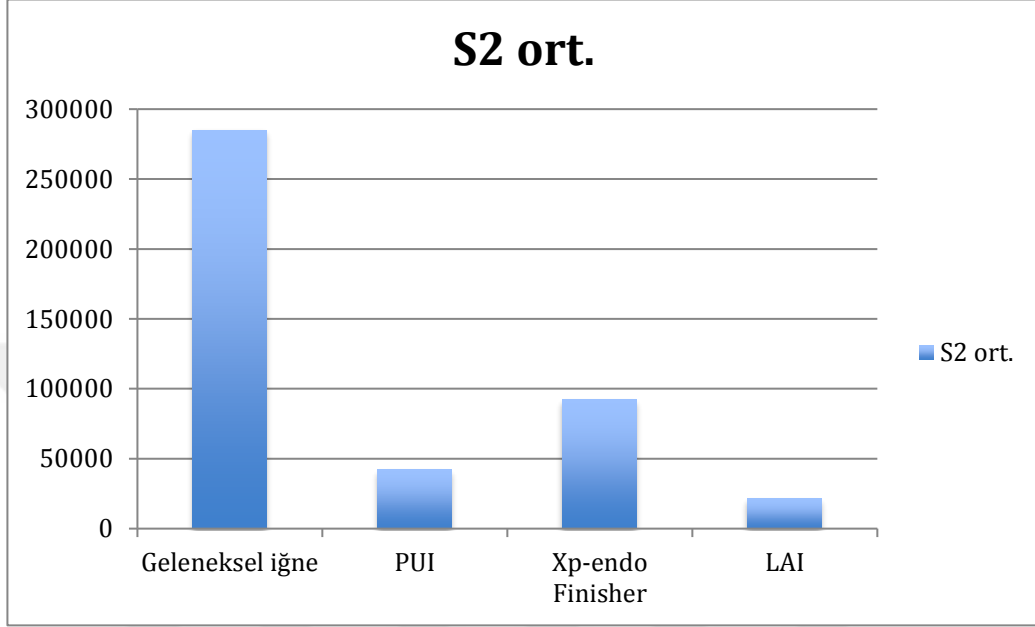


Tablo 2. S2 ölçümlerinden elde edilen *E. feacalis* miktarlarının (Cfu/ml) minimum, maksimum, ortalama ve p değerleri.

	Gruplar	Diş sayısı (n)	Minimum	Maksimum	Ortalama	p
S2	Geleneksel İğne	15	1.6×10^5	4.6×10^5	285000	0.004
	PUI	15	1.0×10^3	1.65×10^5	42400	
	Xp-endo Finisher	15	2.0×10^3	6.4×10^5	92600	
	LAI	15	4.0×10^3	7.5×10^4	21400	

S1 ölçümlerinde gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark ($p < 0.05$) bulunduğundan, S1 ve S2 grupları arasında ortalamaların sayısal olarak azalmasına bakılmamıştır.

Şekil 19. S2 ölçümlerinden elde edilen *E. feacalis* miktarlarının (Cfu/ml) ortalamasını gösteren grafik.



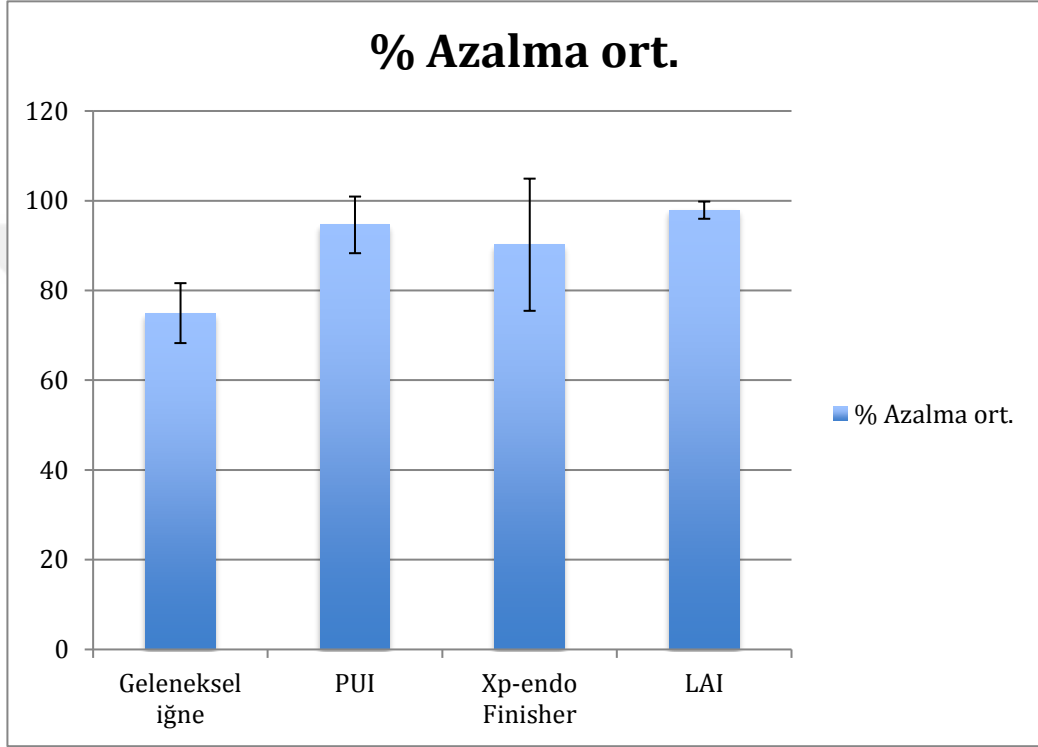
S1 ortalama değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunduğundan S1 ve S2 ölçümlerinin yüzdesel azalmasına bakıldı. Tablo 3'te S1-S2 sayılarıyla elde edilen CFU değerlerinin yüzdesel azalmalarının minimum, maksimum, standart sapma, ortalama ve p değerleri verilmiştir. Hesaplamanın matematiksel formülü $((S1-S2) \times 100) / S1$ şeklindedir. Grup ortalamaları ayrıca Şekil 20'de gösterilmiştir.

Tablo 3. Dezenfeksiyon işlemleri sonrası S1-S2 ölçümleri arasında mikrobiyal azalmanın minimum, maksimum, standart sapmaları, % olarak ortalamaları ve p değeri

	Gruplar	Minimum (%)	Maksimum (%)	Standart Sapma	Ortalama (%)	P
Yüzdesel azalma (S1-S2)	Geleneksel İğne	63.78	82.26	6.68326	74.9563 ^c	0.001
	PUI	75.37	99.89	6.31648	94.6213 ^{ab}	
	Xp-endo Finisher	51.52	99.29	14.73138	90.1950 ^b	
	LAI	91.94	99.27	1.92928	97.8992 ^{a*}	

*: Her grup için farklı küçük harfi alan ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır.

Şekil 20. S1-S2 arasındaki yüzdesel bakteriyel azalmanın ortalamasını gösteren grafik.



Sonuçlara bakıldığında LAI ile PUI arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır ($p>0.05$).

LAI, Xp-endo Finisher ve İğne grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur ($p<0.05$).

PUI grubu ile Xp-endo Finisher grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur ($p>0.05$).

PUI grubu ile İğne grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur ($p<0.05$).

Xp-endo Finisher grubu ile İğne grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı bir

fark bulunmuştur ($p<0.05$).

Tüm irrigasyon aktivasyon sistemleri (LAI, PUI, Xp-endo Finisher): iğne grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha iyi bakteriyel eliminasyon göstermişlerdir ($p<0.05$).

Elde edilen tüm bulgulara dayanılarak, sıfır hipotezi reddedilmiştir.



5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Kök kanal tedavisi sırasında tekrarlayan randevular, yetersiz mikrobiyolojik eliminasyon ve kötü restorasyona bağlı koronal sızıntı gibi sebeplerle *E. feacalis* kök kanalında yeniden kolonileşebilmekte ve periradiküler dokularda inatçı enfeksiyonlar gelişmesine neden olabilmektedir (Siren ve ark., 1997). Günümüze kadar, kök kanal dezenfeksiyon teknikleri konusunda çok sayıda çalışma yayınlanmış olmasına rağmen elde edilen sonuçlar birbiriyle çelişmektedir. Bu çalışmanın amacı; geleneksel iğne irrigasyonu ile pasif ultrasonik irrigasyon, Xp-endo Finisher ile irrigasyon ve lazer aktive irrigasyon gibi irrigasyon aktivasyon yöntemlerinin *E. feacalis*'in eliminasyonundaki etkinliklerinin değerlendirilmesidir.

Kök kanal mikro florasının kompleks yapısı, kontaminasyon riski, hasta randevularıyla ilgili yaşanabilecek çeşitli zorluklar ve çalışılacak dişlerin standardizasyonlarında meydana gelebilecek problemlerden dolayı bu tez çalışması *in vitro* olarak planlanmıştır.

Çalışmamızda insan alt premolar dişlerin kullanılmasının nedeni oval ve düz bir kanala sahip olmaları ve genellikle az anatomik varyasyon göstermeleridir. Standardizasyon sağlanması için apikalde #15 K-tipi eğenin sıkışmadan ilerleyebildiği, bukkolingual ve meziodistal açılardan alınan radyografilerle tek kanala sahip olduğu doğrulanan dişler çalışmaya dahil edilmiştir. Çalışmamızın asıl amacı son yıkama aşamasındaki irrigan aktivasyon tekniklerinin karşılaştırması olduğu için mekanik preparasyon, mikroorganizma ekim işlemlerinden önce tamamlanmıştır.

Çalışmaya dahil edilen dişlerin kök boyları 15 mm olacak şekilde standardize edilerek diş boyutundaki farklılıkların çalışma sonuçları üzerine etki etmesinin önüne geçilmeye çalışılmıştır. Deneyde kullanılacak dişlerin kök uçları kompozit rezin ile kapatılarak bakteri süspansiyonunun apikalden taşmasının önüne geçen kapalı bir sistem oluşturulmuştur. Kapalı sistem klinik durumu daha iyi taklit eden ve irriganların apikalde sıkışan hava sebebiyle bölgeye ulaşmasını zorlaştıran bir durumdur (Tay ve ark., 2010). Bakteriye sızıntıyı önlemek amacıyla kök yüzeylerine 2 kat tırnak cilası sürülmüştür. Her ne kadar tırnak cilası içerisindeki çözücülerin antibakteriyel etkisi olduğu bilinse de bunun ihmal edilebilecek kadar düşük seviyede olduğu bildirilmiştir

(M. Haapasalo ve Ørstavik, 1987).

Üreyen mikroorganizmaların saflığını kontrol etmek için dişlerin kontamine edilmesinden önce hazırlanan süspansiyondaki bakteriler Gram boyama ve katalaz testlerine tabi tutularak örneklerin saf *E. faecalis* ile enfekte edildiği doğrulanmıştır.

Mikrobiyoloji çalışmalarında kontaminasyon olmaması ve sterilizasyon büyük önem taşımaktadır. Hazırlanan dişler kontaminasyon işlemlerinden önce sterilizasyon için 121°C’de ve 1 atm. basınçta 20 dakika boyunca otoklavlanmıştır. Kök kanallarının *E. faecalis* ile enfekte edilmesinden önce sterilizasyon kontrolü için her gruptan rastgele iki diş seçilerek BHIB (Brain hearth infusion broth) içerisinde 37 °C’de 48 saat boyunca inkübe edilmiş ve herhangi bir kontaminasyon olmadığı doğrulanmıştır.

Fakultatif anaerobik bir Gram pozitif kok olan *E. faecalis*, inatçı periradiküler inflamasyonla ilişkili olduğu ve kanallardan sıklıkla monokültür olarak izole edildiği için pek çok çalışmada deney organizması olarak tercih edilmektedir (Berber ve ark., 2006; Brito ve ark., 2009; Pinheiro ve ark., 2003). Bu mikroorganizma, deneysel olarak dentin tübüllerine iyi penetre olması (Dametto ve ark., 2005; L. B. Peters ve ark., 2000), kullanılan pek çok irrigan ve ilaca karşı yüksek direnç göstermesi (Gomes ve ark., 2001, 2002), kök kanallarında kolonize olarak biyofilm oluşturabilmesi (Love, 2001), uzamış açlık durumlarında hayatta kalabilmesi ve kanallarda tek başına patojen olarak enfeksiyona yol açabilmesi sebebiyle (Nakajo ve ark., 2006; Portenier ve ark., 2003) çalışmamızda da tercih edilmiştir.

Kök kanallarında *E. faecalis* ATCC 29212 suşunun kolonizasyonu veya biyofilm oluşumu için beklenen süre yapılan çalışmalarda değişkenlik göstermektedir (Pasqualini ve ark., 2010). 1 günden 4 haftaya kadar değişen sürelerde inkübasyon süreleri önerilmiştir (Eddy ve ark., 2005; Gomes ve ark., 2002; José F. Siqueira ve ark., 2002). Haapasalo ve Orstavik’in yaptıkları bir çalışmada *E. faecalis*’in dentin tübüllerine penetrasyonu ilk gün için 300-400 µm arasında bulunmuştur. 3 hafta sonunda penetrasyon derinliği 800-1000 µm’ye çıkmış, gün geçtikçe de enfeksiyonun yoğunluğu ve enfekte olan tübül sayısında artış gözlenmiştir. (M. Haapasalo ve Ørstavik, 1987). İnkübasyon süresinin uzun tutulmasının, daha olgun ve dirençli bir biyofilm oluşmasını sağladığı göz önüne alınarak, son yıllarda yapılan araştırmalarda 3 haftalık süre daha

sıklıkla tercih edilmiştir (Ordinola-Zapata ve ark., 2014; Pedullà ve ark., 2012; Ove A. Peters ve ark., 2011). Bu çalışmada da *E. faecalis* 3 haftalık bir inkübasyona bırakılmıştır ve biyofilm oluşumu SEM görüntüleri ile ortaya koyulmuştur.

Kök kanallarından bakteri toplama işlemi için kağıt koni kullanımına literatürde yaygın olarak rastlanmaktadır (Brito ve ark., 2009; Eddy ve ark., 2005; Gomes ve ark., 2002). Bununla birlikte kağıt koniler ile örnek toplama işleminin, konların dişlerin anatomik düzensizliklerine ve dentin tübüllerindeki bakterilere ulaşamama gibi bazı sınırlamaları vardır (Alves ve ark., 2009; Sathorn ve ark., 2007). Çalışmamızda ilk örnek alma işlemlerinden önce kanala serum fizyolojik doldurulup el egesi ile duvarlara tutunmuş olan bakterilerin serbestleştirilmesi sağlanmıştır. İkinci örnekleri toplarken son yıkama işleminden sonra kalan NaOCl, sodyum tiyosülfat ile nötralize edilerek dentin traşlaması aşamasında ana kanala düşen bakterilerin canlı kalması amaçlanmıştır (Berber ve ark., 2006; Bhuvu ve ark., 2010; Brito ve ark., 2009; Christo ve ark., 2016).

Kök kanal dezenfeksiyonunun değerlendirildiği çalışmalarda, bakterilerin besiyerine ekimini takiben koloni sayımı yapılması oldukça yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir (Brito ve ark., 2009; Pedullà ve ark., 2012). Fakat bu yöntemin hassasiyeti PCR gibi tekniklere göre daha düşüktür ve bazı sınırlamaları vardır. Bakterilerin kültür yöntemiyle sayılabilmesi için seri dilüsyon aşamalarından besiyerine aktarılınca kadar geçen sürede hayatta kalmalarının gerekmesi ve belli bir zaman diliminde gözlemlenebilecek kadar yüksek bir oranda üreme gerekliliği bu sınırlamalardan bazılarıdır (Trevors, 2011). Bunun yanında PCR analizi yapabilmek için kurumumuzda yeterli laboratuvar altyapısının ve yetişmiş elemanın bulunmaması ve de yüksek sarf maliyetlerinden dolayı çalışmamız besiyerinde koloni sayımına dayalı teknikle planlanmıştır.

Kök kanal irrigasyonunda en sık kullanılan solüsyon olan NaOCl'nin farklı konsantrasyonlarının biyofilm üzerindeki etkisine dair çelişkili sonuçlar bildirilmiştir. Bunun sebebi, farklı metodolojiler, raporlama sonuçlarındaki farklılıklar ve normal dağılmayan verileri yorumlamanın zorluğu olabilir. Byström ve Sundqvist (1985), kanal içerisinde %0,5'lik NaOCl'nin *E. faecalis* eliminasyonunda salinden daha etkili olduğunu, Valera ve ark. (2009) %1'lik NaOCl'nin, Vianna ve ark. (2006) %2,5'luk NaOCl'nin, Abdullah ve ark. (2005) %3 NaOCl'nin *E. faecalis* eliminasyonunda

oldukça etkili olduğunu bildirmişlerdir. Berber ve ark. (2006), % 0.5, % 2.5 ve % 5.25 konsantrasyonlarındaki NaOCl solüsyonlarının *E.feacalis* eliminasyonu üzerine yaptıkları bir çalışmada tüm solüsyonların kanal içi ve dentin tübüllerindeki mikroorganizma sayısını önemli derecede azalttığını fakat % 5.25'lik NaOCl solüsyonunun en etkili sonucu verdiğini bulmuşlardır. Bu çalışmanın aksine Siqueira ve ark. (2000) % 1, % 2 ve % 5.25'lik NaOCl konsantrasyonlarının *E.feacalis* eliminasyonu üzerine yaptıkları bir çalışmada herhangi istatistiksel bir fark bulamamışlardır. Dunavant ve ark. (2006) % 1 ve % 6'lık NaOCl, % 2'lik klorheksidin, Smear Clear, REDTA, MTAD solüsyonlarının *E. feacalis* eliminasyonundaki etkinliklerini karşılaştırmışlar ve % 1 ile % 6'lık NaOCl arasında önemli bir fark olmadığını fakat ikisinin de diğer solüsyonlardan istatistiksel olarak daha etkili olduğunu bulmuşlardır. Camara ve ark. (2009) *C. albicans*, *P. aeruginosa*, *E. faecalis* ve *S. aureus* ile enfekte ettikleri dişleri ProTaper Universal döner eğeleri ile prepare etmişler ve irrigan olarak % 0.5, % 1 ve % 2.5 konsantrasyonlardaki NaOCl'yi kullanmışlardır. Çalışmanın sonucunda NaOCl konsantrasyonları arasında antimikrobiyal etkinlik açısından herhangi bir fark bulamamışlardır. Her ne kadar farklı sonuçlar elde edilmiş olmasına rağmen, NaOCl'nin yüksek konsantrasyonlarıyla daha iyi bakteriyel eliminasyon sağlandığı genel olarak kabul edilmektedir. Bununla birlikte, yüksek konsantrasyonlarda NaOCl'nin sitotoksik olduğu bilinmektedir (Spangberg ve ark., 1973). Periapikal dokulara ekstrüzyonu sonucunda şiddetli enflamasyon tablosu oluşmaktadır ve bunun sonucunda hastanın hayati fonksiyonlarını tehdit edebilecek kadar yoğun ödem ve hemorajiye neden olabilmektedir (Gatot ve ark., 1991; Gernhardt ve ark., 2004; Oncag ve ark., 2003). Bu bilgilerin ışığında yüksek konsantrasyonlu NaOCl solüsyonlarının kullanımı sorgulanabilir hale gelmektedir. Bizim çalışmamızda irrigasyon solüsyonu olarak % 1'lik NaOCl tercih edilmiş, solüsyonun etkinliğinin artırılması için aktivasyon sistemleri kullanılmıştır. Serbest klor miktarının korunması amacıyla (Siqueira ve ark., 2000) kanallara 3 farklı aşamada taze solüsyon gönderilmiştir.

Kök kanal sisteminin karmaşık üç boyutlu mikro yapısı, mekanik aletlerin temizleme kapasitesini sınırlandırmaktadır (Peters ve ark., 2001). Bu nedenle, antimikrobiyal solüsyonların tüm kök kanal sistemine yeterli şekilde iletilmesi ve nüfuz etmesi, verimli debridman ve dezenfeksiyon sağlamak için esastır (Paqué ve ark., 2011).

NaOCl'nin etkinliğini gösterebilmesi için bakterilere direkt temas etmesi gerekmektedir (Siqueira ve ark., 2000). Geleneksel iğne ile yapılan kök kanal irrigasyonu ise solüsyonun bu karmaşık sistem içerisinde yeterli dolaşımını genellikle sağlayamamaktadır (Boutsioukis ve ark., 2009; Wu ve Wesselink, 2001). Literatürde geleneksel iğne irrigasyonu ve irrigan aktivasyonu arasında fark olmadığını bildiren çalışmalar mevcut olsa da (Bhuva ve ark., 2010; Siqueira ve ark., 1997) aktivasyon sistemlerinin irrigasyon etkinliğini arttırdığına dair sonuç bildiren çalışmalar çoğunluktadır (Cachovan ve ark., 2013; Jiang ve ark., 2010; Spoleti ve ark., 2003; Weber ve ark., 2003). Apikal genişletme yapıldıktan sonra bile iğne irrigasyonunun bakteri eliminasyonunda yetersiz kalabildiği gösterilmiştir (Falk ve Sedgley, 2005). Aktivasyon tekniklerinin ise irriganların tübüllere ve kanal düzensizliklerine penetrasyonunu sağladığı ve irrigasyon etkinliğini arttırdığı çalışmalarla gösterilmiştir (Căpută ve ark., 2019; Gu ve ark., 2009). Ordinola-Zapata ve ark.'nın (2014) yaptıkları biyofilm eliminasyonu çalışmasında, örnekler geleneksel iğne, EndoAktivatör, PUI ve LAI teknikleri kullanılarak NaOCl ile irrig edilmiş ve tüm gruplar iğne grubundan istatistiksel olarak daha iyi bulunmuştur. Gutarts ve ark.'nın (2005) geleneksel iğne irrigasyonu ve PUI'yi kanal temizleme etkinliği bakımından karşılaştırdıkları bir çalışmada, alınan diş kesitleri histolojik olarak karşılaştırılmış ve her seviyede PUI grubunun daha temiz kanallarla sonuçlandığını bildirmişlerdir. De Meyer ve ark. (2017) geleneksel iğne irrigasyonu, PUI ve LAI metotlarını salin ve NaOCl aktivasyonunda kullanmışlar, LAI'nin hem salin hem de NaOCl gruplarında geleneksel iğne irrigasyonuna göre istatistiksel olarak daha iyi bakteriyel eliminasyon sağladığını bildirmişlerdir. Bu çalışmalarla benzer olarak bizim çalışmamızda da kullandığımız tüm irrigan aktivasyon teknikleri, bakteri eliminasyonu açısından geleneksel iğne irrigasyonuna göre daha başarılı bulunmuştur. Bununla birlikte Christo ve ark. (2016) yaptığı bir çalışmada bizim sonuçlarımızdan farklı olarak *E. faecalis* biyofilmini elimine etmede %1'lik NaOCl ile yapılan iğne irrigasyonu ile LAI arasında herhangi bir fark bulunamamıştır. Bunun sebebi sözü geçen çalışmada kök kanallarının mekanik preparasyonunun bizim çalışmamıza göre daha büyük koniklikte (0.06) ve daha geniş apikal çapta (# 40) hazırlanmış olması olabilir.

Pasif ultrasonik irrigasyon (PUI), kök kanalına yerleştirilmiş irriganın yüksek frekansta salınım yapan kesme özelliği olmayan bir eğe vasıtasıyla aktivasyonunu ifade

etmektedir ve etkinliği birçok çalışmada gösterilmiştir (Lee ve ark., 2004; Sabins ve ark., 2003). PUI'nin kök kanal duvarlarında kavitasyonel etkiler yaptığı gözlemlenmiş olmasına rağmen (Jiang ve ark., 2011) asıl temizlik etkisi akustik mikro akıma bağlanmaktadır. Literatürde irrigasyon veya aktivasyon süreleri konusunda farklı uygulamalar mevcuttur. Bazı çalışmalarda sadece 20 saniyelik bir irrigan aktivasyonunerilmektedir (De Moor ve ark., 2010; Peters ve ark., 2011), bir başka çalışmada NaOCl'nin 1 dakika boyunca aktivasyonunun kinetik aktiviteyi arttırdığı gösterilmiştir (Macedo ve ark., 2010). Ayrıca aralıklı irrigasyon ( yenileme / aktivasyon döngüsü) yöntemiyle ultrasonik aktivasyon yapılması, kümülatif bir etki yaratmaktadır (van der Sluis ve ark., 2010). Bu çalışmada da PUI uygulanırken 20 saniyelik periyotlarda 3 tekrar şeklinde NaOCl yenilenip, aktivasyonu gerçekleştirilmiştir.

Lazer aktive irrigasyonun (LAI) kök kanal temizliğinde etkili bir yöntem olduğu pek çok çalışmayla ortaya konmuştur (Blanken ve ark., 2009; George ve ark., 2008a; George ve Walsh, 2008). Lazerle irrigan aktivasyonunun temizleme etkinliğini primer ve sekonder kavitasyon etkilerinin sağladığı bildirilmiştir. (Blanken ve Verdaasdonk, 2007). Seet ve ark. (2012) % 4'lk NaOCl ile geleneksel iğne irrigasyonu, sonik aktivasyon ve LAI tekniklerinin 4 haftalık *E. faecalis* biyofilmleri üzerindeki etkisini incelemişler, dentin tübüllerinde en iyi temizlik etkisini Er,Cr:YSGG lazer ile yaptıkları aktivasyon ile elde etmişlerdir. Bu çalışmanın aksine Peters ve ark. (2011) yaptıkları bir çalışmada PUI ve LAI arasında *E. faecalis* biyofilm eliminasyon etkinliği açısından herhangi bir fark bulamamışlardır. Etkinliği birçok çalışmayla gösterilmiş olan PUI ve LAI tekniklerini, De Meyer ve ark. (2017) % 2.5'luk NaOCl aktivasyonunda kullanmış ve bakteri eliminasyonu açısından gruplar arasında bir fark bulamamışlardır. Race ve ark. (2019) mandibular molar dişlerde oluşturdukları biyofilmi elimine etmek için, LAI ve PUI yöntemlerinin etkinliklerini incelemişlerdir. Dişlerden alınanrnekler PCR yöntemiyle incelenmiş, gruplar arasında temizlik etkinliği açısından herhangi istatistiksel bir fark bulamamışlardır. Bago ve ark. (2014) 10 günlük *E. faecalis* biyofilmini elimine etmek amacıyla % 2.5'lik NaOCl'nin aktivasyonunda LAI, PUI ve Rins-Endo'yu kullanmışlar, bu üç grup arasında istatistiksel fark bulamamışlardır. Bizim alışmamızda da benzer olarak LAI ve PUI grupları arasında istatistiksel bir fark bulunamamıştır.

Lazer fiber ucunun kanaldaki konumu hakkında yapılan çalışmalarda değişkenlik mevcuttur. Araştırmacılar lazer ucunu kanalın içerisine 1 mm (Arslan ve ark., 2014) veya 4 mm (Deleu ve ark., 2015) iletmiş ya da apikal foramenden 5 mm (De Moor ve ark., 2009,2010) veya 1 mm (De Groot ve ark., 2009; George ve ark., 2008a) kısa konumlandırılarak çalışmışlardır. Literatürde LAI uygularken oluşan şok dalgalarının, lazer ucu apikal foramene çok yakın konumlandırıldığında irriganın ekstrüzyonuna neden olabileceği bildirilmiştir (George ve Walsh, 2008; Matsuoka ve ark., 2005). Bununla beraber lazer ucunu çalışma boyundan 5 mm kısa tutmanın güvenli olduğu daha önceki çalışmalarla onaylanmıştır (De Moor ve ark., 2009,2010). Bu çalışmada lazer ucu çalışma boyundan 5 mm kısa konumlandırılarak çalışılmıştır.

İrriganın yüksek lazer güç ayarlarında aktive edilmesi, temizleme etkisini daha da arttırsada, bu yüksek güç irriganda daha şiddetli şok dalgaları oluşturmakta (George ve ark., 2008b) ve solüsyonun apikalden taşma riskini arttırmaktadır. Peeters ve Mooduto (2013) bir çalışmada radyografik olarak hem periapikal lezyona sahip hem de sahip olmayan hastalarda, radyopak kontrast maddeyi 1 W ortalama güçte, 35 Hz frekansta Er, Cr: YSGG lazer ile aktive etmişlerdir. Lazer bu ayarlarda kullanıldığında periapikal dokularda radyografik olarak kontrast madde gözlememişlerdir. Blanken ve Verdaasdonk (2007) yaptıkları bir çalışmada kök kanalını boyalı bir irriganla yıkamışlar ve minimum 75 mJ lazer gücünün boyanın apikal bölgeden temizlenmesi için yeterli olduğunu bulmuşlardır (Blanken ve Verdaasdonk, 2007). Başka bir çalışmada De moor ve ark. (2010) yapay olarak yerleştirdikleri dentin tıkaçlarının kaldırılmasında 75 mJ güç ve 20 Hz frekansta kullanılan lazerin başarılı sonuçlar verdiğini bildirmişlerdir. Bu perspektiften bakıldığında bizim çalışmamızda minimum ekstrüzyon riskinin yanında yeterli etkiyi sağlayabilmek için lazer parametreleri 0.75 W güç 20 Hz frekans olarak ayarlanmıştır.

Literatürde Xp-endo Finisher'ın ile *E.feacalis* eliminasyonundaki etkinliğine dair az sayıda çalışma mevcut olup (Azim ve ark., 2016; Bao ve ark., 2017), sistemin çoğunlukla kalsiyum hidroksit ve smear tabaka uzaklaştırma etkinliği incelenmiştir (Keskin ve ark., 2017; Uygun ve ark., 2017; Wigler ve ark., 2017). Yapılan bakteri eliminasyon çalışmalarına bakıldığında, Azim ve ark. (2016) Xp-endo Finisher, geleneksel iğne irrigasyonu, EndoAktivatör ve PIPS sistemlerinin *E. feacalis*

eliminasyonundaki etkinliğini karşılaştırmış, ana kanalda en iyi temizlik etkisini Xp-endo Finisher ile elde etmişlerdir. Koronal, orta ve apikal üçlüde ise dentin tübüllerinde 50 µm derinliğe ulaşan bir bakteriyel eliminasyon sağlamışlardır. Bununla birlikte, apikal ve orta üçlüdeki 100 µm ve 150 µm tübül derinliklerinde, PIPS'in Xp-endo Finisher'dan daha etkili temizleme yaptığını bildirmişlerdir. Çalışmacılara göre Xp-endo Finisher kök kanalının yüzeyinde gösterdiği mekanik etkiden dolayı başarılı olsa da, dentinin derin katmanlarına inildikçe etkisini yitirmektedir (Azim ve ark., 2016). Bunun yanında Bao ve ark. (2017) geleneksel iğne irrigasyonu, PUI ve Xp-endo Finisher'ı, biyofilm eliminasyonu açısından karşılaştırmış, en iyi antibakteriyel etkiyi Xp-endo finisher grubunda elde etmişlerdir. Bu çalışmaya paralel olarak tez çalışmamızın sonuçlarına göre de Xp-endo Finisher, geleneksel iğne irrigasyonuna göre daha iyi *E. faecalis* eliminasyonu göstermiştir fakat PUI ile arasında *E. faecalis* eliminasyonu bakımından fark çıkmamıştır. Bununla beraber LAI, Xp-endo Finisher'dan istatistiksel olarak daha iyi antibakteriyel etki göstermiştir. Bunun sebebini, Xp-endo Finisher'ın mekanik etkisinin tübül derinliklerinde yetersiz kalmasına, LAI'nin ise primer ve sekonder kavite ile oluşturduğu şok dalgalarının irriganı tübüller içerisine daha etkin ulaştırmış olmasına (Blanken ve ark., 2009; De Groot ve ark., 2009) bağlamaktayız.

Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada 3 farklı irrigan aktivasyon yönteminin geleneksel iğne irrigasyonu ile karşılaştırılarak *E. faecalis* eliminasyonundaki etkinliği incelenmiştir. Çalışmamızın bulgularına göre sonuçlar ve öneriler aşağıda sıralanmıştır:

1. Çalışmamızın sonuçlarına baktığımızda tüm gruplarda istatistiksel olarak önemli bir bakteriyel azalma görülse de hiçbir grupta *E. faecalis* tümüyle elimine edilememiştir. Bu da kullanılan irrigasyon protokollerinin geliştirilmesi gerektiğini göstermektedir.

2. Final yıkama işlemleri esnasında irrigan aktivasyonu yapılması temizleme etkinliğini arttırmıştır. Kullanılan tüm irrigan aktivasyon teknikleri geleneksel iğne irrigasyonuna göre daha iyi bakteri eliminasyonu sağlamış olduğundan, klinikte kullanımları tavsiye edilebilir.

3. *E. feacalis* eliminasyonunda PUI ve LAI benzer istatistiksel sonuçlar vermiştir. Bununla birlikte LAI grubunda daha çok sayıda negatif kültür elde edilmiştir. İmkanlar dahilinde ve seçme şansı mevcutsa klinik kullanımda ilk seçenek olarak LAI tercih edilebilir.

4. İrrigan aktivasyonu konusundaki etkinliği sayısız çalışma ile kanıtlanmış olan PUI yöntemi ile Xp-endo Finisher grupları arasında bakteri eliminasyon etkinliği açısından fark bulunamamıştır. Xp-endo Finisher, kullanım kolaylığı ve herhangi ekstra bir cihaza gereksinim duymaması sebebiyle klinik kullanımda tercih edilebilir.

5. LAI grubu ile Xp-endo Finisher grubu arasında bakteri eliminasyonu bakımından istatistiksel olarak önemli bir fark mevcut olup LAI, en iyi bakteriyel eliminasyonu sağlamıştır. Yüksek maliyeti göz önünde bulundurulmaz ise, LAI ile yapılan son yıkama işleminin bakteri eliminasyonunda etkili bir seçenek olduğu söylenebilir.

6. *In vitro* alışmalarda elde edilen sonuçların klinik çalışmalarla desteklenmesi önemlidir.

ÖZET

Erdemir A. Enterococcus faecalis'in Kök Kanallarından Uzaklaştırılmasında Üç Farklı İrrigan Aktivasyon Yönteminin Etkinliği, Y.Y.Ü Endodonti Anabilim Dalı Uzmanlık Tezi, Van, 2019. Bu tez çalışmasının amacı, kanal içi Enterococcus faecalis'in (E faecalis) azaltılmasında, geleneksel iğne irrigasyonu ve üç farklı irrigan aktivasyon yöntemiyle yapılan final irrigasyonların karşılaştırılmasıdır. Çekilmiş küçük azı dişlerinin kök kanalları döner enstrümanlar kullanılarak hazırlandı. Biyomekanik şekillendirme esnasında, her eğe değişiminden sonra sodyum hipoklorit (NaOCl) ile irrigasyon yapıldı. Etilendiamintetraasetik asit (EDTA) ve NaOCl'nin ardışık kullanımıyla smear tabakanın uzaklaştırıldı. Kök kanal preparasyonunun tamamlanmasını takiben, kök kanalları *E faecalis* ile kontamine edildi ve üç hafta süreyle inkübasyona bırakıldı. Örnekler, uygulanacak son yıkama işlemine göre, herbirinde 15'er diş olacak şekilde rastgele 4 deney grubuna ayrıldı: 1. grup, iğne ile geleneksel irrigasyon; 2. grup, pasif ultrasonik irrigasyon (PUI); 3. grup, XP-endo Finisher aktivasyon; 4. grup, lazerle aktive irrigasyon (LAI). Total irrigasyon süresi ve kullanılan irrigan hacmi tüm gruplarda sabit tutuldu. Final irrigasyon işlemlerinden önce ve sonra alınan bakteri örnekleri kültüre edildi, koloni sayımı yapıldı ve azalma yüzdeleri hesaplandı. İstatistiksel değerlendirmeler için Kruskal-Wallis ve Dunnet testleri kullanıldı. Bulgular, tüm gruplarda bakteri oranlarında istatistiksel olarak oldukça önemli bir azalma olduğunu gösterdi. Tüm aktivasyon yöntemleri geleneksel iğne irrigasyonuna göre istatistiksel olarak daha etkili bulundu. LAI, daha çok negatif örnekle sonuçlanmasına rağmen PUI ile arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı. LAI, XP-endo Finisher'a göre de istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha etkili bulunurken, PUI ve XP-endo Finisher arasında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunamadı. Bu çalışma koşullarında, E. faecalis kolonileri üzerinde en yüksek azaltma etkisini LAI ve PUI grupları gösterdi. LAI'nin daha çok sayıda negatif örnekle sonuçlanmış olması göz önüne alındığında, bu yöntem kök kanal dezenfeksiyonunun geliştirilmesinde bir alternatif olarak görülebilir.

Anahtar Kelimeler: NaOCl, *E. faecalis*, İrrigan aktivasyonu, Geleneksel iğne irrigasyonu, PUI, LAI, Xp-endo Finisher

ABSTRACT

Erdemir A. The Effectiveness of Three Different Irrigant Activation Methods in Removal of *Enterococcus faecalis* from Root Canals, Yuzuncu Yil University, Department of Endodontology, Speciality Thesis, Van, 2019. This thesis study aimed to compare the intracanal *Enterococcus faecalis* (*E. Faecalis*) reduction promoted by final irrigation using conventional needle irrigation and three different irrigant activation method. Root canals of extracted premolar teeth were instrumented with rotary instruments in a crown-down manner. Sodium hypochlorite (NaOCl) was used for irrigation at each file change during the biomechanical shaping procedures. The smear layer was removed by consecutive use of ethylenediaminetetraacetic acid (EDTA) and NaOCl. Following the completion of root canal preparation, root canals were contaminated with *E. faecalis* and incubated for three weeks. Specimens were randomly allocated to 4 experimental groups of 15 teeth each, according to the final irrigation method to be used: group 1, conventional irrigation with needle; group 2, passive ultrasonic irrigation (PUI); group 3, activation with XP-Endofinisher; and group 4, laser activated irrigation (LAI). The overall irrigation time and total irrigant volume used were kept constant for the groups. Bacterial samples were taken before and after final irrigation procedures were cultured, the colony-forming units were counted, and reduction percentages were calculated. Kruskal-Wallis and Dunnet tests were used for statistical analysis. Results showed that the reduction in the rate of the bacterial count was highly significant for all groups. All irrigant activation methods were significantly more effective than the conventional needle irrigation group. Although LAI group generated more negative samples, there was no statistically significant difference between LAI and PUI. LAI was significantly more effective than XP-Endofinisher, whereas PUI and XP-Endofinisher was statistically similar. Under the conditions of this study, final irrigation with LAI and PUI showed the best reductive effect on *E. faecalis* colonies. Considering that LAI group had more negative samples in the count, it may be an alternative to enhance root canal disinfection.

Key Words: NaOCl, *E.faecalis*, Irrigant activation, Conventional needle irrigation, PUI, LAI, Xp-endo Finisher.

KAYNAKLAR

Abdullah M, Ng Y-L, Gulabivala K, Moles DR ve Spratt DA (2005). Susceptibilities of Two *Enterococcus faecalis* Phenotypes to Root Canal Medications, *Journal of Endodontics*, 31, 1, 30–36.

Ahmad M., Roy RA ve Kamarudin AG (1992). Observations of acoustic streaming fields around an oscillating ultrasonic file, *Dental Traumatology*, 8, 5, 189–194.

Ahmad M, Pitt Ford TR ve Crum LA (1987). Ultrasonic debridement of root canals: an insight into the mechanisms involved., *Journal of endodontics*, 13, 3, 93–101.

Ahmad M, Roy RA, Kamarudin AG ve Safar M (1993). The vibratory pattern of ultrasonic files driven piezoelectrically, *International Endodontic Journal*, 26, 2, 120–124.

Ahmad Majinah (1989). An analysis of breakage of ultrasonic files during root canal instrumentation, *Dental Traumatology*, 5, 2, 78–82.

Alaçam T. ENDODONTI (2012). II. Baskı. Ankara, Özyurtlar Matbaacılık, 529-533.

Alves FRF, Siqueira JF, Carmo FL, Santos AL, Peixoto RS, Rôças IN ve Rosado AS (2009). Bacterial Community Profiling of Cryogenically Ground Samples from the Apical and Coronal Root Segments of Teeth with Apical Periodontitis, *Journal of Endodontics*, 35, 4, 486–492.

Ando N ve Hoshino E (1990). Predominant obligate anaerobes invading the deep layers of root canal dentine, *International Endodontic Journal*, 23, 1, 20–27.

Arslan H, Barutçigil C, Karatas E, Topcuoglu HS, Yeter KY, Ersoy I ve Ayrancı LB (2014). Effect of citric acid irrigation on the fracture resistance of endodontically treated roots., *European journal of dentistry*, 8, 1, 74–8.

Azim AA, Aksel H, Zhuang T, Mashtare T, Babu JP ve Huang GTJ (2016). Efficacy of 4 Irrigation Protocols in Killing Bacteria Colonized in Dentinal Tubules Examined by a Novel Confocal Laser Scanning Microscope Analysis, *Journal of Endodontics*, 42, 6, 928–934.

Bago Jurič I, Plečko V ve Anić I (2014). Antimicrobial Efficacy of Er,Cr:YSGG Laser-Activated Irrigation Compared with Passive Ultrasonic Irrigation and RinsEndo[®] Against Intracanal *Enterococcus faecalis*, *Photomedicine and Laser Surgery*, 32, 11, 600–605.

Bao P, Shen Y, Lin J ve Haapasalo M (2017). In Vitro Efficacy of XP-endo Finisher with 2 Different Protocols on Biofilm Removal from Apical Root Canals, *Journal of Endodontics*, 43, 2, 321–325.

Barbosa CAM, Gonçalves RB, Siqueira JF ve De Uzeda M (1997). Evaluation of the antibacterial activities of calcium hydroxide, chlorhexidine, and camphorated paramonochlorophenol as intracanal medicament. A clinical and laboratory study, *Journal of Endodontics*, 23, 5, 297–300.

Basrani B, Ghanem A ve Tjäderhane L (2004). Physical and Chemical Properties of Chlorhexidine and Calcium Hydroxide-Containing Medications, *Journal of Endodontics*, 30, 6, 413–417.

Basrani B ve Haapasalo M (2012). Update on endodontic irrigating solutions, *Endodontic Topics*, 27, 74–102.

Baumgartner JC, Watkins BJ, Bae K-S ve Xia T (1999). Association of black-pigmented bacteria with endodontic infections, *Journal of Endodontics*, 25, 6, 413–415.

Berber VB, Gomes BPPA, Sena NT, Vianna ME, Ferraz CCR, Zaia AA ve Souza-Filho FJ (2006). Efficacy of various concentrations of NaOCl and instrumentation techniques in reducing *Enterococcus faecalis* within root canals and dentinal tubules, *International Endodontic Journal*, 39, 1, 10–17.

Berutti E, Marini R ve Angeretti A (1997). Penetration ability of different irrigants into dentinal tubules, *Journal of Endodontics*, 23, 12, 725–727.

Bhuva B, Patel S, Wilson R, Niazi S, Beighton D ve Mannocci F (2010). The effectiveness of passive ultrasonic irrigation on intraradicular *Enterococcus faecalis* biofilms in extracted single-rooted human teeth, *International Endodontic Journal*, 43, 3, 241–250.

Bilgehan H (2004). *KLINİK MIKROBİYOLOJİK TANI*. 4. Baskı. Ankara, Barış Yayınları Fakülteler Kitabevi.

Blanken J, De Moor RJG, Meire M ve Verdaasdonk R (2009). Laser induced explosive vapor and cavitation resulting in effective irrigation of the root canal. Part 1: A visualization study, *Lasers in Surgery and Medicine*, 41, 7, 514–519.

Blanken JW ve Verdaasdonk RM (2007). Cavitation as a Working Mechanism of the Er,Cr:YSGG Laser in Endodontics: A Visualization Study SCIENCE, J Oral Laser ApplicationsC. 7.

Boutsioukis C, Lambrianidis T ve Kastrinakis E (2009). Irrigant flow within a prepared root canal using various flow rates: a Computational Fluid Dynamics study, International Endodontic Journal, 42, 2, 144–155.

Brito PRR, Souza LC, Machado de Oliveira JC, Alves FRF, De-Deus G, Lopes HP ve Siqueira JF (2009). Comparison of the Effectiveness of Three Irrigation Techniques in Reducing Intracanal Enterococcus faecalis Populations: An In Vitro Study, Journal of Endodontics, 35, 10, 1422–1427.

Cachovan G, Schiffner U, Altenhof S, Guentsch A, Pfister W ve Eick S (2013). Comparative Antibacterial Efficacies of Hydrodynamic and Ultrasonic Irrigation Systems In Vitro, Journal of Endodontics, 39, 9, 1171–1175.

Caldwell DE, Atuku E, Wilkie DC, Wivcharuk KP, Karthikeyan S, Korber DR, ... Wolfaardt GM (1997). Germ Theory Vs. Community Theory in Understanding and Controlling the Proliferation of Biofilms, Advances in Dental Research, 11, 1, 4–13.

Cameron J.A. (1983). The use of ultrasonics in the removal of the smear layer: A scanning electron microscope study, Journal of Endodontics, 9, 7, 289–292.

Cameron Jeffrey A. (1986). The effect of a fluorocarbon surfactant on the surface tension of the endodontic irrigant, sodium hypochlorite, Australian Dental Journal, 31, 5, 364–368.

Căpută PE, Retsas A, Kuijk L, Chávez de Paz LE ve Boutsioukis C (2019). Ultrasonic Irrigant Activation during Root Canal Treatment: A Systematic Review, Journal of Endodontics, 45, 1, 31-44.e13.

Christo JE, Zilm PS, Sullivan T ve Cathro PR (2016). Efficacy of low concentrations of sodium hypochlorite and low-powered Er,Cr: YSGG laser activated irrigation against an Enterococcus faecalis biofilm, International Endodontic Journal, 49, 3, 279–286.

Coolidge ED (1919). The Diagnosis and Treatment of Conditions Resulting from Diseased Dental Pulps, The Journal of the National Dental Association, 6, 4, 337–349.

Cunningham WT ve Joseph SW (1980). Effect of temperature on the bactericidal action

of sodium hypochlorite endodontic irrigant, *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*, 50, 6, 569–571.

Çalt S ve Serper A (2002). Time-Dependent Effects of EDTA on Dentin Structures, *Journal of Endodontics*, 28, 1, 17–19.

Dametto FR, Ferraz CCR, de Almeida Gomes BPF, Zaia AA, Teixeira FB ve de Souza-Filho FJ (2005). In vitro assessment of the immediate and prolonged antimicrobial action of chlorhexidine gel as an endodontic irrigant against *Enterococcus faecalis*, *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 99, 6, 768–772.

Davies A (1973). The mode of action of chlorhexidine, *Journal of Periodontal Research*, 8, s12, 68–75.

De Groot SD, Verhaagen B, Versluis M, Wu MK, Wesselink PR ve Van Der Sluis LWM (2009). Laser-activated irrigation within root canals: Cleaning efficacy and flow visualization, *International Endodontic Journal*, 42, 12, 1077–1083.

De Meyer S, Meire MA, Coenye T ve De Moor RJG (2017). Effect of laser-activated irrigation on biofilms in artificial root canals, *International Endodontic Journal*, 50, 5, 472–479.

De Moor Roeland J.G., Meire M, Goharkhay K, Moritz A ve Vanobbergen J (2010). Efficacy of Ultrasonic versus Laser-activated Irrigation to Remove Artificially Placed Dentin Debris Plugs, *Journal of Endodontics*, 36, 9, 1580–1583.

Deleu E, Meire MA ve De Moor RJG (2015). Efficacy of laser-based irrigant activation methods in removing debris from simulated root canal irregularities, *Lasers in Medical Science*, 30, 2, 831–835.

Distel JW, Hatton JF ve Gillespie MJ (2002). Biofilm Formation in Medicated Root Canals, *Journal of Endodontics*, 28, 10, 689–693.

Donlan RM ve Costerton JW (2002). Biofilms: survival mechanisms of clinically relevant microorganisms., *Clinical microbiology reviews*, 15, 2, 167–93.

Drucker DB, Gomes BPFA ve Lilley JD (1997). Role of Anaerobic Species in Endodontic Infection., *Clinical Infectious Diseases*, 25, s2, S220–S221.

Eddy RS, Joyce AP, Roberts S, Buxton TB ve Liewehr F (2005). An In Vitro Evaluation of the Antibacterial Efficacy of Chlorine Dioxide on *E. faecalis* in Bovine

Incisors, *Journal of Endodontics*, 31, 9, 672–675.

Emilson CG, Ericson T, Heyden G ve Magnusson BC (1973). Uptake of chlorhexidine to hydroxyapatite, *Journal of Periodontal Research*, 8, s12, 17–21.

Engström ve B. (1964). The significance of Enterococci in root canal treatment, *Odontol Revy*, 15, 87–105.

Ercan E, Özekinci T, Atakul F ve Gül K (2004). Antibacterial Activity of 2% Chlorhexidine Gluconate and 5.25% Sodium Hypochlorite in Infected Root Canal: In Vivo Study, *Journal of Endodontics*, 30, 2, 84–87.

Estrela C, Estrela CRA, Barbin EL, Spanó JCE, Marchesan MA ve Pécora JD (2002). Mechanism of action of sodium hypochlorite, *Brazilian Dental Journal*, 13, 2, 113–117.

Facklam RR, Carvalho M da GS ve Teixeira LM (2002). History, Taxonomy, Biochemical Characteristics, and Antibiotic Susceptibility Testing of Enterococci, *The Enterococci* 1–54. American Society of Microbiology.

Falk KW ve Sedgley CM (2005). The Influence of Preparation Size on the Mechanical Efficacy of Root Canal Irrigation In Vitro, *Journal of Endodontics*, 31, 10, 742–745.

Figdor D, Davies JK ve Sundqvist G (2003). Starvation survival, growth and recovery of *Enterococcus faecalis* in human serum, *Oral Microbiology and Immunology*, 18, 4, 234–239.

Fisher K ve Phillips C (2009). The ecology, epidemiology and virulence of *Enterococcus*, *Microbiology*, 155, 6, 1749–1757.

Foschi F, Nucci C, Montebugnoli L, Marchionni S, Breschi L, Malagnino VA ve Prati C (2004). SEM evaluation of canal wall dentine following use of Mtwo and ProTaper NiTi rotary instruments, *International Endodontic Journal*, 37, 12, 832–839.

Gatot A, Arbelle J, Leiberman A ve Yanai-Inbar I (1991). Effects of sodium hypochlorite on soft tissues after its inadvertent injection beyond the root apex, *Journal of Endodontics*, 17, 11, 573–574.

George R, Meyers IA ve Walsh LJ (2008a). Laser Activation of Endodontic Irrigants with Improved Conical Laser Fiber Tips for Removing Smear Layer in the Apical Third of the Root Canal, *Journal of Endodontics*, 34, 12, 1524–1527.

George R, Meyers IA ve Walsh LJ (2008b). Laser Activation of Endodontic Irrigants with Improved Conical Laser Fiber Tips for Removing Smear Layer in the Apical Third of the Root Canal, *Journal of Endodontics*, 34, 12, 1524–1527.

George R ve Walsh LJ (2008). Apical Extrusion of Root Canal Irrigants When Using Er:YAG and Er,Cr:YSGG Lasers with Optical Fibers: An In Vitro Dye Study, *Journal of Endodontics*, 34, 6, 706–708.

Gernhardt CR, Eppendorf K, Kozlowski A ve Brandt M (2004). Toxicity of concentrated sodium hypochlorite used as an endodontic irrigant, *International Endodontic Journal*, 37, 4, 272–280.

Goldman M, Kronman JH, Goldman LB, Clausen H, Grady J (1976). New Method of Irrigation During Endodontic Treatment, *Journal of Endodontics*, 2, 257-60.

Gomes BPFA, Ferraz CCR, M. E. V, Berber VB, Teixeira FB ve Souza-Filho FJ (2001). In vitro antimicrobial activity of several concentrations of sodium hypochlorite and chlorhexidine gluconate in the elimination of *Enterococcus faecalis*, *International Endodontic Journal*, 34, 6, 424–428.

Gomes BPFA, Pinheiro ET, Gade-Neto CR, SoABD ELR, Ferraz CCR, Zaia AA, Souza-Filho FJ (2004). Microbiological examination of infected dental root canals, *Oral Microbiology and Immunology*, 19, 2, 71–76.

Gomes BPFA, Souza SFC, Ferraz CCR, Teixeira FB, Zaia AA, Valdrighi L ve Souza-Filho FJ (2002). Effectiveness of 2% chlorhexidine gel and calcium hydroxide against *Enterococcus faecalis* in bovine root dentine in vitro.

Grawehr M, Sener B, Waltimo T ve Zehnder M (2003). Interactions of ethylenediamine tetraacetic acid with sodium hypochlorite in aqueous solutions, *International Endodontic Journal*, 36, 6, 411–415.

Gu L, Kim JR, Ling J, Choi KK, Pashley DH ve Tay FR (2009). Review of Contemporary Irrigant Agitation Techniques and Devices, *Journal of Endodontics*, 35, 6, 791–804.

Guidotti R, Merigo E, Fornaini C, Rocca J-P, Medioni E ve Vescovi P (2014). Er:YAG 2,940-nm laser fiber in endodontic treatment: a help in removing smear layer, *Lasers in Medical Science*, 29, 1, 69–75.

Gulabivala K, Patel B, Evans G ve Ng Y-L (2005). Effects of mechanical and chemical procedures on root canal surfaces, *Endodontic Topics*, 10, 1, 103–122.

Gutarts R, Nusstein J, Reader A ve Beck M (2005). In Vivo Debridement Efficacy of Ultrasonic Irrigation Following Hand-Rotary Instrumentation in Human Mandibular Molars, *Journal of Endodontics*, 31, 3, 166–170.

Haapasalo M. ve Ørstavik D (1987). In vitro Infection and of Dentinal Tubules, *Journal of Dental Research*, 66, 8, 1375–1379.

Haapasalo Markus, Endal U, Zandi H ve Coil JM (2005). Eradication of endodontic infection by instrumentation and irrigation solutions, *Endodontic Topics*, 10, 1, 77–102.

Hancock HH, Sigurdsson A, Trope M ve Moiseiwitsch J (2001). Bacteria isolated after unsuccessful endodontic treatment in a North American population, *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 91, 5, 579–586.

Hennessey TD (1973). Some antibacterial properties of chlorhexidine, *Journal of Periodontal Research*, 8, s12, 61–67.

Hubble TS, Hatton JF, Nallapareddy SR, Murray BE ve Gillespie MJ (2003). Influence of *Enterococcus faecalis* proteases and the collagen-binding protein, Ace, on adhesion to dentin, *Oral Microbiology and Immunology*, 18, 2, 121–126.

Hugo WB ve Longworth AR (1966). The effect of chlorhexidine on the electrophoretic mobility, cytoplasmic constituents, dehydrogenase activity and cell walls of *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus*, *Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 18, 9, 569–578.

Hülsmann M, Heckendorff M ve Lennon Á (2003). Chelating agents in root canal treatment: mode of action and indications for their use, *International Endodontic Journal*, 36, 12, 810–830.

Jeansonne MJ ve White RR (1994). A comparison of 2.0% chlorhexidine gluconate and 5.25% sodium hypochlorite as antimicrobial endodontic irrigants., *Journal of endodontics*, 20, 6, 276–8.

Jiang L-M, Lak B, Eijssvogels LM, Wesselink P ve van der Sluis LWM (2012). Comparison of the Cleaning Efficacy of Different Final Irrigation Techniques, *Journal of Endodontics*, 38, 6, 838–841.

Jiang L-M, Verhaagen B, Versluis M, Langedijk J, Wesselink P ve van der Sluis LWM

(2011). The Influence of the Ultrasonic Intensity on the Cleaning Efficacy of Passive Ultrasonic Irrigation, *Journal of Endodontics*, 37, 5, 688–692.

Jiang L-M, Verhaagen B, Versluis M ve van der Sluis LWM (2010). Influence of the Oscillation Direction of an Ultrasonic File on the Cleaning Efficacy of Passive Ultrasonic Irrigation, *Journal of Endodontics*, 36, 8, 1372–1376.

Kakoli P, Nandakumar R, Romberg E, Arola D ve Fouad AF (2009). The Effect of Age on Bacterial Penetration of Radicular Dentin, *Journal of Endodontics*, 35, 1, 78–81.

Keskin C, Sariyilmaz E ve Sariyilmaz Ö (2017). Efficacy of XP-endo Finisher File in Removing Calcium Hydroxide from Simulated Internal Resorption Cavity, *Journal of Endodontics*, 43, 1, 126–130.

Komorowski R, Grad H, Yu Wu X ve Friedman S (2000). Antimicrobial Substantivity of Chlorhexidine-Treated Bovine Root Dentin, *Journal of Endodontics*, 26, 6, 315–317.

Krell K V ve Johnson RJ (1988). Irrigation patterns of ultrasonic endodontic files. Part II. Diamond-coated files., *Journal of endodontics*, 14, 11, 535–7.

Kuruvilla JR ve Kamath MP (1998). Antimicrobial activity of 2.5% sodium hypochlorite and 0.2% chlorhexidine gluconate separately and combined, as endodontic irrigants., *Journal of endodontics*, 24, 7, 472–6.

Lee S-J, Wu M-K ve Wesselink PR (2004). The effectiveness of syringe irrigation and ultrasonics to remove debris from simulated irregularities within prepared root canal walls, *International Endodontic Journal*, 37, 10, 672–678.

Lin J, Shen Y ve Haapasalo M (2013). A Comparative Study of Biofilm Removal with Hand, Rotary Nickel-Titanium, and Self-Adjusting File Instrumentation Using a Novel In Vitro Biofilm Model, *Journal of Endodontics*, 39, 5, 658–663.

Lin Y, Mickel AK ve Chogle S (2003). Effectiveness of Selected Materials Against *Enterococcus faecalis*: Part 3. The Antibacterial Effect of Calcium Hydroxide and Chlorhexidine on *Enterococcus faecalis*, *Journal of Endodontics*, 29, 9, 565–566.

Love RM (2001). *Enterococcus faecalis* - a mechanism for its role in endodontic failure, *International Endodontic Journal*, 34, 5, 399–405.

Love RM ve Jenkinson HF (2002). Invasion of Dentinal Tubules by Oral Bacteria, *Critical Reviews in Oral Biology & Medicine*, 13, 2, 171–183.

Lumley PJ, Walmsley AD ve Laird WRE (1991). Streaming patterns produced around endosonic files, *International Endodontic Journal*, 24, 6, 290–297.

Lumley PJ, Walmsley AD, Walton RE ve Rippin JW (1993). Cleaning of oval canals using ultrasonic or sonic instrumentation, *Journal of Endodontics*, 19, 9, 453–457.

Macedo RG, Verhaagen B, Fernandez Rivas D, Gardeniers JGE, van der Sluis LWM, Wesselink PR ve Versluis M (2014). Sonochemical and high-speed optical characterization of cavitation generated by an ultrasonically oscillating dental file in root canal models, *Ultrasonics Sonochemistry*, 21, 1, 324–335.

Macedo RG, Wesselink PR, Zaccheo F, Fanali D ve Van Der Sluis LWM (2010). Reaction rate of NaOCl in contact with bovine dentine: Effect of activation, exposure time, concentration and pH, *International Endodontic Journal*, 43, 12, 1108–1115.

Matsumoto H, Yoshimine Y ve Akamine A (2011). Visualization of Irrigant Flow and Cavitation Induced by Er:YAG Laser within a Root Canal Model, *Journal of Endodontics*, 37, 6, 839–843.

Matsuo T, Shirakami T, Ozaki K, Nakanishi T, Yumoto H ve Ebisu S (2003). An Immunohistological Study of the Localization of Bacteria Invading Root Pulpal Walls of Teeth with Periapical Lesions, *Journal of Endodontics*, 29, 3, 194–200.

Matsuoka E, Jayawardena JA ve Matsumoto K (2005). Morphological Study of the Er,Cr:YSGG Laser for Root Canal Preparation in Mandibular Incisors with Curved Root Canals, *Photomedicine and Laser Surgery*, 23, 5, 480–484.

McHugh CP, Zhang P, Michalek S ve Eleazer PD (2004). pH Required to Kill *Enterococcus faecalis* in Vitro, *Journal of Endodontics*, 30, 4, 218–219.

Molander A, Reit C, Dahlén G ve Kvist T (1998). Microbiological status of root-filled teeth with apical periodontitis, *International Endodontic Journal*, 31, 1, 1–7.

Moor Roeland Jozef Gentil De, Blanken J, Meire M ve Verdaasdonk R (2009). Laser induced explosive vapor and cavitation resulting in effective irrigation of the root canal. Part 2: Evaluation of the efficacy, *Lasers in Surgery and Medicine*, 41, 7, 520–523.

Moorer WR ve Wesselink PR (1982). Factors promoting the tissue dissolving capability of sodium hypochlorite, *International Endodontic Journal*.

Nakajo K, Komori R, Ishikawa S, Ueno T, Suzuki Y, Iwami Y ve Takahashi N (2006). Resistance to acidic and alkaline environments in the endodontic pathogen *Enterococcus faecalis*, *Oral Microbiology and Immunology*, 21, 5, 283–288.

Oncag O, Hosgor M, Hilmioglu S, Zekioglu O, Eronat C ve Burhanoglu D (2003). Comparison of antibacterial and toxic effects of various root canal irrigants, *International Endodontic Journal*, 36, 6, 423–432.

Ordinola-Zapata R, Bramante CM, Aprecio RM, Handysides R ve Jaramillo DE (2014). Biofilm removal by 6% sodium hypochlorite activated by different irrigation techniques, *International Endodontic Journal*, 47, 7, 659–666.

Orstavik D ve Haapasalo M (1990). Disinfection by endodontic irrigants and dressings of experimentally infected dentinal tubules, *Dental Traumatology*, 6, 4, 142–149.

Palazzi F, Morra M, Mohammadi Z, Grandini S ve Giardino & L (2012). Comparison of the surface tension of 5.25% sodium hypochlorite solution with three new sodium hypochlorite-based endodontic irrigants, *International Endodontic Journal* 45, 2, 129–135.

Paqué F, Boessler C ve Zehnder M (2011). Accumulated hard tissue debris levels in mesial roots of mandibular molars after sequential irrigation steps, *International Endodontic Journal*, 44, 2, 148–153.

Pasqualini D, Cuffini AM, Scotti N, Mandras N, Scalas D, Pera F ve Berutti E (2010). Comparative Evaluation of the Antimicrobial Efficacy of a 5% Sodium Hypochlorite Subsonic-activated Solution, *Journal of Endodontics*, 36, 8, 1358–1360.

Peciuliene V, Balciuniene I, Eriksen HM ve Haapasalo M (2000). Isolation of *Enterococcus faecalis* in Previously Root-Filled Canals in a Lithuanian Population, *Journal of Endodontics*, 26, 10, 593–595.

Pedullà E, Genovese C, Campagna E, Tempera G ve Rapisarda E (2012). Decontamination efficacy of photon-initiated photoacoustic streaming (PIPS) of irrigants using low-energy laser settings: an ex vivo study, *International Endodontic Journal*, 45, 9, 865–870.

Peeters HH ve Mooduto L (2013). Radiographic examination of apical extrusion of root canal irrigants during cavitation induced by Er,Cr:YSGG laser irradiation: an in vivo study, *Clinical Oral Investigations*, 17, 9, 2105–2112.

Peeters HH ve Suardita K (2011). Efficacy of Smear Layer Removal at the Root Tip by

Using Ethylenediaminetetraacetic Acid and Erbium, Chromium: Yttrium, Scandium, Gallium Garnet Laser, *Journal of Endodontics*, 37, 11, 1585–1589.

Peters LB, Wesselink PR, Buijs JF ve van Winkelhoff AJ (2001). Viable Bacteria in Root Dentinal Tubules of Teeth with Apical Periodontitis, *Journal of Endodontics*, 27, 2, 76–81.

Peters LB, Wesselink PR ve Moorer WR (2000). Penetration of bacteria in bovine root dentine in vitro, *International Endodontic Journal*, 33, 1, 28–36.

Peters O. A., Schonenberger K ve Laib A (2001). Effects of four Ni-Ti preparation techniques on root canal geometry assessed by micro computed tomography, *International Endodontic Journal*, 34, 3, 221–230.

Peters Ove A., Bardsley S, Fong J, Pandher G ve DiVito E (2011). Disinfection of Root Canals with Photon-initiated Photoacoustic Streaming, *Journal of Endodontics*, 37, 7, 1008–1012.

Pinheiro ET, Gomes BPFA, Ferraz CCR, SoABD ELR, Teixeira FB ve Souza-Filho FJ (2003). Microorganisms from canals of root-filled teeth with periapical lesions, *International Endodontic Journal*, 36, 1-11.

Portenier I, Waltimo TMT ve Haapasalo M (2003). *Enterococcus faecalis*- the root canal survivor and “star” in post-treatment disease, *Endodontic Topics*, 6, 1, 135–159.

Race J, Zilm P, Ratnayake J, Fitzsimmons T, Marchant C ve Cathro P (2019). Efficacy of laser and ultrasonic-activated irrigation on eradicating a mixed-species biofilm in human mesial roots, *Australian Endodontic Journal*.

Richman ve MJ (1957). The use of ultrasonics in root canal therapy and root resection, *J Dent Med*, 12, 12–18.

Rôças IN, Siqueira JF ve Santos KRN (2004a). Association of *Enterococcus faecalis* With Different Forms of Periradicular Diseases, *Journal of Endodontics*, 30, 5, 315–320.

Rôças IN, Siqueira JF ve Santos KRN (2004b). Association of *Enterococcus faecalis* With Different Forms of Periradicular Diseases, *Journal of Endodontics*, 30, 5, 315–320.

Roy RA, Ahmad M ve Crum LA (1994). Physical mechanisms governing the

hydrodynamic response of an oscillating ultrasonic file, *International Endodontic Journal*, 27, 4, 197–207.

Sabins RA, Johnson JD ve Hellstein JW (2003). A Comparison of the Cleaning Efficacy of Short-Term Sonic and Ultrasonic Passive Irrigation after Hand Instrumentation in Molar Root Canals, *Journal of Endodontics*, 29, 10, 674–678.

Sathorn C, Parashos P ve Messer HH (2007). How Useful Is Root Canal Culturing in Predicting Treatment Outcome?, *Journal of Endodontics*, 33, 3, 220–225.

Sedgley CM, Lennan SL ve Clewell DB (2004). Prevalence, phenotype and genotype of oral enterococci, *Oral Microbiology and Immunology*, 19, 2, 95–101.

Seet AN, Zilm PS, Gully NJ ve Cathro PR (2012). Qualitative comparison of sonic or laser energisation of 4% sodium hypochlorite on an *Enterococcus faecalis* biofilm grown in vitro, *Australian Endodontic Journal*, 38, 3, 100–106.

Serter D (1997). *MIKROBIYOLOJİ ve ENFEKSİYON HASTALIKLARI*. 3. Baskı. İstanbul, Nobel Tıp Kitabevi, 204-222.

Siren EK, Haapasalo MPP, Ranta K, Salmi P ve Kerosuo ENJ (1997). Microbiological findings and clinical treatment procedures in endodontic cases selected for microbiological investigation, *International Endodontic Journal*, 30, 2, 91–95.

Siqueira J. F., Rocas IN, Favieri A, Oliveira JCM ve Santos KRN (2001). Polymerase chain reaction detection of *Treponema denticola* in endodontic infections within root canals, *International Endodontic Journal*, 34, 4, 280–284.

Siqueira José F. ve Rôças IN (2003a). *Bacteroides forsythus* in Primary Endodontic Infections as Detected by Nested PCR, *Journal of Endodontics*, 29, 6, 390–393.

Siqueira José F. ve Rôças IN (2003b). Positive and Negative Bacterial Associations Involving *Dialister pneumosintes* in Primary Endodontic Infections, *Journal of Endodontics*, 29, 7, 438–441.

Siqueira José F. ve Rôças IN (2008). Clinical Implications and Microbiology of Bacterial Persistence after Treatment Procedures, *Journal of Endodontics*, 34, 11, 1291-1301.e3.

Siqueira José F., Rôças IN, Favieri A ve Lima KC (2000). Chemomechanical Reduction of the Bacterial Population in the Root Canal after Instrumentation and Irrigation with

1%, 2.5%, and 5.25% Sodium Hypochlorite, *Journal of Endodontics*, 26, 6, 331–334.

Siqueira José F., Rôças IN, Santos SRLD, Lima KC, Magalhães FAC ve de Uzeda M (2002). Efficacy of Instrumentation Techniques and Irrigation Regimens in Reducing the Bacterial Population within Root Canals, *Journal of Endodontics*, 28, 3, 181–184.

Siqueira José F ve Rôças IN (2004). Polymerase chain reaction–based analysis of microorganisms associated with failed endodontic treatment, *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 97, 1, 85–94.

Sirtes G, Waltimo T, Schaetzle M ve Zehnder M (2005). The effects of temperature on sodium hypochlorite short-term stability, pulp dissolution capacity, and antimicrobial efficacy, *Journal of Endodontics*, 31, 9, 669–671.

Spangberg L, Engström B ve Langeland K (1973). Biologic effects of dental materials: 3. Toxicity and antimicrobial effect of endodontic antiseptics in vitro, *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*, 36, 6, 856–871.

Spoleti P, SiragABD M ve Spoleti MJ (2003). Bacteriological Evaluation of Passive Ultrasonic Activation, *Journal of Endodontics*, 29, 1, 12–14.

Stojicic S, Zivkovic S, Qian W, Zhang H ve Haapasalo M (2010). Tissue Dissolution by Sodium Hypochlorite: Effect of Concentration, Temperature, Agitation, and Surfactant, *Journal of Endodontics*, 36, 9, 1558–1562.

Stuart CH, Schwartz SA, Beeson TJ ve Owatz CB (2006). *Enterococcus faecalis*: Its Role in Root Canal Treatment Failure and Current Concepts in Retreatment, *Journal of Endodontics*, 32, 2, 93–98.

Sum CP, Neo J ve Kishen A (2005). What We Leave Behind In Root Canals After Endodontic Treatment: Some Issues and Concerns, *Australian Endodontic Journal*, 31, 3, 94–100.

Sundqvist G, Figdor D, Persson S ve Sjögren U (1998). Microbiologic analysis of teeth with failed endodontic treatment and the outcome of conservative re-treatment, *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 85, 1, 86–93.

Svensater G ve Bergenholtz G (2004). Biofilms in endodontic infections, *Endodontic Topics*, 9, 1, 27–36.

Tay FR, Gu L, Schoeffel GJ, Wimmer C, Susin L, Zhang K, Pashley DH (2010). Effect of Vapor Lock on Root Canal Debridement by Using a Side-vented Needle for Positive-pressure Irrigant Delivery, *Journal of Endodontics*, 36, 4, 745–750.

Teixeira LM ve Merquior VLC (2013). *Enterococcus, Molecular Typing in Bacterial Infections* 17–26. Humana Press: Totowa, NJ.

Trevors JT (2011). Viable but non-culturable (VBNC) bacteria: Gene expression in planktonic and biofilm cells, *Journal of Microbiological Methods*, 86, 2, 266–273.

Tronstad L, Andreasen JO, Hasselgren G, Kristerson L ve Riis I (1981). pH changes in dental tissues after root canal filling with calcium hydroxide., *Journal of endodontics*, 7, 1, 17–21.

Uygun AD, Gündoğdu EC, Arslan H ve Ersoy İ (2017). Efficacy of XP-endo finisher and TRUShape 3D conforming file compared to conventional and ultrasonic irrigation in removing calcium hydroxide, *Australian Endodontic Journal*, 43, 2, 89–93.

van der Sluis L. W. M., Wu M-K ve Wesselink PR (2005). The efficacy of ultrasonic irrigation to remove artificially placed dentine debris from human root canals prepared using instruments of varying taper, *International Endodontic Journal*, 38, 10, 764–768.

van der Sluis Lucas W.M., Vogels MPJM, Verhaagen B, Macedo R ve Wesselink PR (2010). Study on the Influence of Refreshment/Activation Cycles and Irrigants on Mechanical Cleaning Efficiency During Ultrasonic Activation of the Irrigant, *Journal of Endodontics*, 36, 4, 737–740.

Vertucci FJ (1984). Root canal anatomy of the human permanent teeth, *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*, 58, 5, 589–599.

Violich DR ve Chandler NP (2010). The smear layer in endodontics “ a review, *International Endodontic Journal*, 43, 1, 2–15.

Walmsley AD (1987). Ultrasound and root canal treatment: the need for scientific evaluation, *International Endodontic Journal*, 20, 3, 105–111.

Walmsley AD, Laird WRE ve Lumley PJ (1992). Ultrasound in dentistry. Part 2—periodontology and endodontics, *Journal of Dentistry*, 20, 1, 11–17.

Walmsley AD ve Williams AR (1989). Effects of constraint on the oscillatory pattern of

endosonic files, *Journal of Endodontics*, 15, 5, 189–194.

Waplinton M, Lumley PJ ve Walmsley AD (1995). Sonic instruments in root canal therapy., *Dental update*, 22, 8, 339–42.

Weber CD, McClanahan SB, Miller GA, Diener-West M ve Johnson JD (2003). The Effect of Passive Ultrasonic Activation of 2% Chlorhexidine or 5.25% Sodium Hypochlorite Irrigant on Residual Antimicrobial Activity in Root Canals, *Journal of Endodontics*, 29, 9, 562–564.

Weller RN, Brady JM ve Bernier WE (1980). Efficacy of ultrasonic cleaning, *Journal of endodontics*, 6, 9, 740–3.

Wigler R, Dvir R, Weisman A, Matalon S ve Kfir A (2017). Efficacy of XP-endo finisher files in the removal of calcium hydroxide paste from artificial standardized grooves in the apical third of oval root canals, *International Endodontic Journal*, 50, 7, 700–705.

Wong DTS ve Cheung GSP (2014). Extension of Bactericidal Effect of Sodium Hypochlorite into Dentinal Tubules, *Journal of Endodontics*, 40, 6, 825–829.

Wu M-K ve Wesselink PR (2001). A primary observation on the preparation and obturation of oval canals, *International Endodontic Journal*, 34, 2, 137–141.

Yamashita JC, Tanomaru Filho M, Leonardo MR, Rossi MA ve Silva LAB (2003). Scanning electron microscopic study of the cleaning ability of chlorhexidine as a root-canal irrigant, *International Endodontic Journal*, 36, 6, 391–394.

Zehnder M (2006). Root Canal Irrigants, *Journal of Endodontics*, 32, 5, 389–398.

Zou L, Shen Y, Li W ve Haapasalo M (2010). Penetration of Sodium Hypochlorite into Dentin, *Journal of Endodontics*, 36, 5, 793–796.

ÖZGEÇMİŞ

ALİ ERDEMİR 24 Nisan 1991 yılında İstanbul'da doğdu. İlk ve orta öğrenimini Özel Kültür İlköğretim Okulu'nda, lise öğrenimini ise İstanbul Bahçelievler Anadolu Lisesi'nde tamamladı. 2014 yılında Yakındoğu Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi'nden başarı ile mezun olarak diş hekimi ünvanını aldı. Diş Hekimliğinde Uzmanlık Sınavı sonucuna göre 2016 yılında Yüzüncü Yıl Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı'na araştırma görevlisi olarak atandı. Halen araştırma görevlisi olarak bu bölümde çalışmaktadır. Yabancı dili İngilizce'dir.





T.C.
YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
GİRİŞİMSEL OLMAYAN
KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU
KARAR FORMU



BAŞVURU BİLGİLERİ	ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	ENTEROCOCCUS FEACALIS'İN KÖK KANALLARINDAN UZAKLAŞTIRILMASINDA ÜÇ FARKLI İRRİGAN AKTİVASYON YÖNTEMİNİN ETKİNLİĞİ				
	ARAŞTIRMA PROTOKOL KODU	Yok				
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACI UNVANI/ADI/SOYADI	Yrd.Doç.Dr. Özgür GENÇ ŞEN				
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ UZMANLIK ALANI	Endodonti				
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ BULUNDUĞU MERKEZ	Yüzüncü Yıl Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı				
	DESTEKLEYİCİ	Yok				
	DESTEKLEYİCİNİN YASAL TEMSİLCİSİ	Yok				
	ARAŞTIRMANIN TÜRÜ	Tüm gözlemsel çalışmalar				<input type="checkbox"/>
		Anket çalışmaları				<input type="checkbox"/>
		Dosya ve görüntü kayıtları kullanılarak yapılan retrospektif arşiv taramaları ve benzeri gözlemsel çalışmalar				<input type="checkbox"/>
		Kan, idrar, doku, görüntü gibi biyokimya, mikrobiyoloji, patoloji ve radyoloji koleksiyon materyalleriyle veya rutin muayene, tetkik, tahlil ve tedavi işlemleri sırasında elde edilmiş materyallerle yapılacak çalışmalar				<input type="checkbox"/>
		Rutin tetkik ve tedavi işlemleri sırasında elde edilmiş materyallerle yapılacak çalışma				<input checked="" type="checkbox"/>
		Hücre veya doku kültürü çalışmaları				<input type="checkbox"/>
		Gen tedavisi klinik araştırmaları dışında kalan ve tanımlamaya yönelik olarak genetik materyalle yapılacak araştırmalar				<input type="checkbox"/>
Hemşirelik faaliyetlerinin sınırları içerisinde yapılacak araştırmalar					<input type="checkbox"/>	
Gıda katkı maddeleriyle yapılacak diyet çalışmaları					<input type="checkbox"/>	
Egzersiz gibi vücut fizyolojisi ile ilgili araştırmalar					<input type="checkbox"/>	
Antropometrik ölçümlere dayalı yapılan çalışmalar					<input type="checkbox"/>	
Yaşam alışkanlıklarının değerlendirilmesi araştırmaları gibi insana bir hekimin doğrudan müdahalesini gerektirmeyen yapılacak olan tüm araştırmalar					<input type="checkbox"/>	
Diğer :				<input type="checkbox"/>		
ARAŞTIRMAYA KATILAN MERKEZLER	TEK MERKEZ <input checked="" type="checkbox"/>	ÇOK MERKEZLİ <input type="checkbox"/>	ULUSAL <input checked="" type="checkbox"/>	ULUSLARARASI <input type="checkbox"/>		
DEĞERLENDİRİLEN DİĞER BELGELER	Belge Adı	Açıklama				
	ARAŞTIRMA BÜTÇESİ	<input checked="" type="checkbox"/>				
	BİYOLOJİK MATERYEL TRANSFER FORMU	<input type="checkbox"/>				
	YILLIK BİLDİRİM	<input type="checkbox"/>				
	SONUÇ RAPORU	<input type="checkbox"/>				
DİĞER:	<input checked="" type="checkbox"/> İyi Klinik Uygulamaları Taahhütnamesi, Tüm Araştırmacılara Ait Özgeçmiş, Anabilim Dalı Yazısı, Literatür ve CD					

Sayfa 1

Adres : Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tıp Fakültesi Dekanlığı Merkez Kampüsü Van
Tel : 432- 2150470
Faks : 432-2168352
e-posta: etikkurull@gmail.com



T.C.
YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
GİRİŞİMSEL OLMAYAN
KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU
KARAR FORMU



KARAR BİLGİLERİ	Karar No: 01	Tarih: 17.01.2018
	Yrd.Doç.Dr. Özgür GENÇ ŞEN sorumluluğunda yapılması tasarlanan ve yukarıda başvuru bilgileri verilen "ENTEROCOCCUS FEACALIS'İN KÖK KANALLARINDAN UZAKLAŞTIRILMASINDA ÜÇ FARKLI İRRİGAN AKTİVASYON YÖNTEMİNİN ETKİNLİĞİ" isimli bilimsel araştırma başvuru dosyası ve ilgili belgeler araştırmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiştir. Araştırmacıların Yüzüncü Yıl Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulunun Çalışma Esasları Hakkında Yönergesinde belirtilen hususları yerine getirdikleri belirlenmiş olup, çalışmalarını ile ilgili tüm sorumluluk araştırmacılara ait olmak üzere, söz konusu çalışmanın gerçekleştirilmesinde sakınca bulunmadığına, toplantıya katılan Etik Kurul üye tam sayısının salt çoğunluğu/oy birliği ile karar verilmiştir.	
GİRİŞİMSEL OLMAYAN KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU		
ETİK KURULUN ÇALIŞMA ESASI	Klinik Araştırmalar Hakkında Yönetmelik, İyi Klinik Uygulamaları Kılavuzu	
BAŞKANIN UNVANI / ADI / SOYADI:	Prof.Dr. Oğuz TUNCER	

Unvanı/Adı/Soyadı	Uzmanlık Alanı	Kurumu	Cinsiyet		Araştırma ile ilişkisi		Katılım *		İmza
Prof.Dr. Oğuz TUNCER	Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları	Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tıp Fakültesi	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Yrd.Doç.Dr. Şükran SEVİMLİ	Tıp Tarihi ve Etik	Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tıp Fakültesi	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Prof.Dr. Siddik KESKİN	İstatistik Uzmanı	Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tıp Fakültesi	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Prof.Dr. Hüseyin GÜDÜCÜOĞLU	Tıbbi Mikrobiyoloji	Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tıp Fakültesi	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Prof.Dr.A.Faruk KIROĞLU	KBB	Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tıp Fakültesi	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Yrd.Doç.Dr. Abbas ARAS	Genel Cerrahi	Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tıp Fakültesi	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Yrd.Doç.Dr. Celaleddin SOYALP	Anesteziyoloji ve Reanimasyon	Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tıp Fakültesi	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Yrd.Doç.Dr. Numan ÇİM	Kadın Hastalıkları ve Doğum	Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tıp Fakültesi	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Yrd.Doç.Dr. Ramazan ÜSTÜN	Fizyoloji	Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tıp Fakültesi	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Yrd.Doç.Dr. Ersoy ÖKSÜZ	Farmakoloji Uzmanı	Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tıp Fakültesi	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Lütfü POLAT	Eczacı	Van Polat Eczanesi	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Nazlı AKTAŞ	Avukat	Yüzüncü Yıl Üniversitesi Hukuk Müşavirliği	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Özge Burak DEĞER	Sağlık Mesleği Mensubu Olmayan Üye	Van Sanayici ve İş Kadınları Derneği	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Adnan SELÇUK	Sağlık Mesleği Mensubu Olmayan Üye	Van İş Geliştirme Merkezi	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

Sayfa 2

Adres : Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tıp Fakültesi Dekanlığı Merkez Kampüsü Van
Tel : 432-2150470
Faks : 432-2168352
e-posta: etikkurull@gmail.com